



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## **Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional**

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
EVALUACION DE ORIGINALIDAD



**INFORME DE REVISIÓN**

Se ha realizado el análisis con el software antiplagio de la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga", por parte de la Directora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Biológicas, quien deja:

**CONSTANCIA**

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

**Comparación de dos abonos orgánicos en la productividad del cultivo de *Zea mays* L. maíz "variedad *Popcorn*" en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, noviembre 2019 – abril 2020**

Presentado por:

**YANINA PAOLA RAMOS TOLEDO**

Del nivel **PREGRADO** de la Facultad de **CIENCIAS BIOLÓGICAS** obteniéndose como resultado una coincidencia de **14%** otorgándosele el calificativo de:

**APROBADO**

Se adjunta al presenta el reporte de evaluación del software antiplagio.

Observaciones:

SE APRUEBA EL PRESENTE TRABAJO POR TENER UNA SIMILITUD INFERIOR AL LIMITE ESTABLECIDO EN EL REGLAMENTO CORRESPONDIENTE (MENOR A 20%).

Ica, 12 de Setiembre de 2022



**ROSA BERTHA ALTAMIRANO DIAZ**  
DIRECTORA DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
Facultad de Ciencias Biológicas



Comparación de dos abonos orgánicos en la productividad del cultivo de *Zea mays* L. maíz “variedad *Popcorn*” en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, noviembre 2019 – abril 2020

Línea de investigación: Salud pública y conservación del medio ambiente

INFORME FINAL DE TESIS

AUTOR:

Bach. RAMOS TOLEDO, YANINA PAOLA

Ica – Perú

2021

## **DEDICATORIA**

A mi madre, mujer valerosa quien eternamente está a mi lado en los días de felicidad y tristeza brindándome su amor y apoyo incondicional, guiándome y motivándome en alcanzar siempre mis metas.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer en primer lugar a Dios, por proteger a mi amada familia y brindarnos fortaleza para afrontar los momentos difíciles que estamos viviendo y permitirme a través de mi profesión ayudar al prójimo.

A mi asesor Mag. Obando LLajauruna, Carlos Manuel, por su disposición en guiarme con en el desarrollo de la presente tesis.

A la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, en especial a la Facultad de Ciencias Biológicas y su plana docente, gracias maestros por impartir sus conocimientos en las aulas universitarias y por el apoyo brindado en el desarrollo de la presente investigación y en mi etapa de pre grado, también agradezco a los señores trabajadores administrativos y técnicos de laboratorios que laboran en ella, por permitirme realizar las diferentes actividades que demando la realización de la tesis.

A mi amada Madre y queridos hermanos, doy las gracias infinitas por sus consejos, apoyo incondicional, y por siempre incentivarne a seguir adelante en busca de mis objetivos para un futuro conspicuo y ser cada día de mi vida una mejor persona.

A mis amigos de la promoción y compañeros de trabajo, por animarme siempre a seguir adelante y por compartir sus experiencias, alegrías, consejos de sabiduría, incentivándome a ser una mejor profesional en mi hermosa carrera de biología.

A todas aquellas mujeres y hombres de ciencias comprometidos con un mejor país, a través de la incubación y transmisión de conocimientos.

## ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE	
INDICE DE TABLAS	
INDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	3
2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación	3
2.1.1. Tipo y nivel de investigación	3
2.1.2. Diseño de investigación	3
2.2. Población y muestra	3
2.2.1. Población	3
2.2.2. Muestra	4
2.3. Técnicas de recolección de datos	4
2.3.1. Establecimiento del área de cultivo	4
2.3.2. Características del suelo	4
2.3.3. Circunscripción de las parcelas experimentales	4
2.3.4. Demarcación del terreno	4
2.3.5. Trazado de parcelas	5
2.3.6. Reconocimiento de malas hierbas en el campo experimental	5
2.3.7. Limpieza y preparación del terreno a sembrar	5
2.3.8. Volteado (arado) del suelo a sembrar	5
2.3.9. Nivelado y delineado del suelo	5
2.3.10. Surcado del campo experimental	6
2.3.11. Riegos	6
2.3.12. Prueba de germinación	6
2.3.13. Siembra de semilla	6
2.3.14. Fertilización	6

2.4.	Instrumentos de recolección de datos	7
2.4.1.	Extracción de muestras	7
2.4.2.	Medidas de datos paramétricos	7
2.4.3.	Altura de planta (cm)	7
2.4.4.	Diámetro de tallo (cm)	7
2.4.5.	Número de hoja	7
2.4.6.	Largo y ancho de la hoja (cm)	7
2.4.7.	Longitud de la panoja (cm)	8
2.4.8.	Longitud de la mazorca	8
2.4.9.	Diámetro de la mazorca	8
2.4.10.	Número de hileras/ mazorca	8
2.4.11.	Número de granos/hilera/ mazorca	8
2.4.12.	Peso seco de granos/ líneo	8
2.4.13.	Secado de muestras	8
2.4.14.	Pesado de órganos de <i>Zea mays</i> L.	9
2.4.15.	Cosecha	9
2.4.16.	Elaboración de abonos orgánicos	9
2.4.17.	Análisis de suelo y abonos orgánicos	9
2.4.18.	Toma de muestra de Suelo	10
2.4.19.	Toma de muestra de abonos orgánicos	10
2.4.20.	Deshierbe	10
2.4.21.	Evaluación de productividad	10
2.4.22.	Análisis estadístico	11
III.	RESULTADOS	12
3.1.	Desarrollo de raíz	12
3.2.	Desarrollo del Tallo	15
3.3.	Desarrollo de lámina foliar	18
3.4.	Desarrollo panoja	22
3.5.	Desarrollo de mazorcas	23
3.7.	Índice de Cosecha de <i>Zea mays</i> L. “Popcorn”	30
3.8.	Índice de crecimiento relativo (ICR) de los órganos de <i>Zea mays</i> L. variedad “Popcorn” según los tratamientos aplicados	31
IV.	DISCUSIÓN	34
V.	CONCLUSIONES	37

VI.	RECOMENDACIONES	38
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	39
VIII.	ANEXOS	47

## INDICE DE TABLAS

Tabla 01.	Índice de Crecimiento Relativo (ICR) de la raíz de <i>Zea mays</i> L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.	32
Tabla 02.	Índice de Crecimiento Relativo (ICR) del tallo de <i>Zea mays</i> L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.	32
Tabla 03.	Índice de Crecimiento Relativo (ICR) de la hoja de <i>Zea mays</i> L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.	33
Tabla 04.	Índice de Crecimiento Relativo (ICR) de mazorcas de <i>Zea mays</i> L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.	33
Tabla 05.	Malas hierbas registradas en el campo de cultivo de <i>Zea mays</i> L. maíz “Popcorn”.	49

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Promedio de longitud de raíz (cm) de <i>Zea mays</i> L. "Popcorn" con diferentes tratamientos y testigo.	13
Figura 2.	Promedio del diámetro de raíz (cm) de <i>Zea mays</i> L. "Popcorn" con diferentes tratamientos y testigo.	13
Figura 3.	Promedio del peso fresco de raíz (g) de <i>Zea mays</i> L. "Popcorn" con diferentes tratamientos y testigo.	14
Figura 4.	Promedio del peso seco de raíz (g) de <i>Zea mays</i> L. "Popcorn" con diferentes tratamientos y testigo.	14
Figura 5.	Promedio de longitud de tallo (cm) de <i>Zea mays</i> L. "Popcorn" con diferentes tratamientos y testigo.	16
Figura 6.	Promedio grosor del tallo (cm) de <i>Zea mays</i> L. "Popcorn" con diferentes tratamientos y testigo.	16
Figura 7.	Promedio del peso fresco de tallo (g) de <i>Zea mays</i> L. "Popcorn" con diferentes tratamientos y testigo.	17
Figura 8.	Promedio del peso seco de tallo (g) de <i>Zea mays</i> L. "Popcorn" con diferentes tratamientos y testigo.	17
Figura 9.	Promedio del número de hojas de <i>Zea mays</i> L. "Popcorn" con diferentes tratamientos y testigo.	19
Figura 10.	Promedio de la longitud de hojas (cm) de <i>Zea mays</i> L. "Popcorn" con diferentes tratamientos y testigo.	19
Figura 11.	Promedio de ancho de hojas (cm) de <i>Zea mays</i> L. "Popcorn" con diferentes tratamientos y testigo.	20
Figura 12.	Promedio del peso fresco de hojas (g) de <i>Zea mays</i> L. "Popcorn" con diferentes tratamientos y testigo.	20
Figura 13.	Promedio del peso seco de hojas en gramos de <i>Zea mays</i> L. "Popcorn" con diferentes tratamientos y testigo.	21
Figura 14.	Promedio de longitud de panoja en cm de <i>Zea mays</i> L. "Popcorn" con diferentes tratamientos y testigo.	22
Figura 15.	Promedio del número de mazorcas por planta de <i>Zea mays</i> L. "Popcorn" con diferentes tratamientos y testigo.	24

Figura 16.	Promedio de la longitud de mazorcas (cm) por planta de <i>Zea mays</i> L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.	24
Figura 17.	Promedio del número de hileras/mazorcas/ plantas de <i>Zea mays</i> L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.	25
Figura 18.	Promedio del número de granos/hilera/mazorcas de <i>Zea mays</i> L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.	25
Figura 19.	Promedio del número de granos por mazorca de <i>Zea mays</i> L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.	26
Figura 20.	Promedio de la longitud de granos en cm de <i>Zea mays</i> L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.	28
Figura 21.	Promedio del grosor de granos de <i>Zea mays</i> L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.	28
Figura 22.	Promedio del peso fresco total (g) de granos/mazorcas de <i>Zea mays</i> L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.	29
Figura 23.	Promedio del peso seco total de granos por mazorca de <i>Zea mays</i> L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.	29
Figura 24.	Índice de cosecha de <i>Zea mays</i> L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.	30
Figura 25.	Campo experimental antes de la siembra.	50
Figura 26.	Tesista realizando limpieza de suelo para la toma de muestra de suelo.	50
Figura 27.	Riego por gravedad del campo experimental a través de manguera de ¾”.	51
Figura 28.	Prueba de germinación de diez semillas de <i>Zea mays</i> L. “Popcorn”.	51
Figura 29.	Germinación del 100% de semillas de <i>Zea mays</i> L. en bandeja.	52
Figura 30.	Preparación de Tratamiento 2, abono orgánico a base estiércol de cabra.	52
Figura 31.	Germinación y crecimiento de <i>Zea mays</i> L. en campo definitivo.	53
Figura 32.	Riego y aplicación de ceniza para el control del cogollero de <i>Zea mays</i> L.	53
Figura 33.	Pesado del biofertilizante para ser aplicado al cultivo de <i>Zea mays</i> L.	54
Figura 34.	Fertilización del cultivo se <i>Zea mays</i> L. a los 30 DDS.	54

Figura 35.	Crecimiento y desarrollo de <i>Zea mays</i> L. en las parcelas experimentales.	55
Figura 36.	Extracción de plantas de <i>Zea mays</i> L. para toma de datos paramétricos a los 15 DDS.	55
Figura 37.	Extracción de plantas de <i>Zea mays</i> L. para toma de datos paramétricos a los 60 DDS.	56
Figura 38.	Presencia de flores masculinas en panoja de <i>Zea mays</i> L.	56
Figura 39.	Presencia de mazorcas en caña de <i>Zea mays</i> L.	57
Figura 40.	Cultivo de <i>Zea mays</i> L. a los 90 DDS. Plantas adultas con producto.	57
Figura 41.	Plantas de <i>Zea mays</i> L. fertilizadas con abono de oveja.	58
Figura 42.	Tesista realizando cortes de los diferentes órganos de <i>Zea mays</i> L.	58
Figura 43.	Registro de longitud de panoja de <i>Zea mays</i> L.	59
Figura 44.	Determinación de la longitud de mazorca de <i>Zea mays</i> L.	59
Figura 45.	Órganos de plantas de <i>Zea mays</i> L. colocados al horno para su secado.	60
Figura 46.	Órganos de plantas de <i>Zea mays</i> secos, sacados del horno para su pesado.	60
Figura 47.	Determinación del peso seco de la raíz de <i>Zea mays</i> L.	61
Figura 48.	Tesista realizando labor de cosecha de mazorcas de <i>Zea mays</i> L.	61
Figura 49.	Toma de datos paramétricos de mazorcas de <i>Zea mays</i> L. variedad <i>Popcorn</i> de la parcela testigo.	62
Figura 50.	Toma de datos paramétricos de mazorcas de <i>Zea mays</i> L. variedad <i>Popcorn</i> tratadas con el abono orgánico de Oveja.	62
Figura 51.	Toma de datos paramétricos de mazorcas de <i>Zea mays</i> L. variedad <i>Popcorn</i> tratadas con el abono orgánico de Cabra.	63
Figura 52.	Peso seco de mazorca y granos de <i>Zea mays</i> L. variedad <i>Popcorn</i> .	63
Figura 53.	Cambios en las características visibles del suelo, antes (A) y después (B) de la preparación del terreno para la siembra.	64
Figura 54.	Disposición del campo experimental.	65

## RESUMEN

Los abonos orgánicos generan un impacto positivo en la agricultura, aumentando la fertilidad de los suelos y asegurando la producción de alimentos sanos y de calidad, libres de agroquímicos. En tal sentido, se ejecutó esta investigación con el objetivo de comparar la productividad del cultivo de *Zea mays* L. variedad “*Popcorn*” utilizando dos abonos orgánicos, conocer cuál de los tratamientos es más efectivo en la productividad del cultivo y determinar si existen diferencias significativas entre estos. El estudio se desarrolló en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, ubicada en la Panamericana Sur Km 303 a 406 m.s.n.m. Se utilizaron semillas y plantas de maíz variedad *Popcorn*, composta de estiércol ovino, tratamiento 01, y composta de estiércol caprino, tratamiento 02. Se delimitó y preparó el terreno, se aplicó el método de siembra en bloque, se realizó el seguimiento fenológico del cultivo, efectuando labores de labranza, deshierbe, aporcado, fertilización y riego. Se realizó un muestreo aleatorio sistemático, registrando datos paramétricos como longitud, diámetro, peso fresco y seco de los diferentes órganos de la planta. Estos datos fueron analizados utilizando los programas estadísticos Excel e Infostad y se determinó la tasa de crecimiento relativo ICR. El análisis de varianza mostró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la productividad de los tratamientos planteados: tratamiento 01 (IC= 0.46), tratamiento 02 (IC= 0.57) y testigo (IC= 0.38). Concluyendo que: sí existe diferencia significativa entre los tratamientos estudiados, siendo el tratamiento 02 el que presentó mayor productividad e ICR.

Palabras claves: *Zea mays* L. maíz variedad *Popcorn*, composta de estiércol caprino, composta de estiércol ovino, productividad.

## ABSTRACT

Organic fertilizers generate a positive impact on agriculture, increasing soil fertility and ensuring the production of healthy and quality food, free of agrochemicals. In this sense, this research was carried out with the objective of comparing the productivity of the cultivation of *Zea mays* L. variety "Popcorn" using two organic fertilizers, knowing which of the treatments is more effective in the productivity of the cultivation and determining if there are significant differences between these. The study was carried out in the experimental field of the Faculty of Biological Sciences of the San Luis Gonzaga National University, located on the Panamericana Sur Km 303 at 406 m.a.s.l. They were used Popcorn variety corn seeds and plants, sheep manure compost, treatment 01, and goat manure compost, treatment 02 were used. The land was delimited and prepared, the block planting method was applied, and the phenological monitoring of the crop was carried out, carrying out tillage, weeding, hilling, fertilization and irrigation. A systematic random sampling was carried out, recording parametric data such as length, diameter, fresh and dry weight of the different organs of the plant. These data were analyzed using the statistical programs Excel and Infostad and the relative growth rate ICR was determined. The analysis of variance showed significant differences ( $p < 0.05$ ) in the productivity of the proposed treatments: treatment 01 (CI= 0.46), treatment 02 (CI= 0.57) and control (CI= 0.38). Concluding that: there is a significant difference between the treatments studied, being treatment 02 the one that presented the highest productivity and ICR.

Keywords: *Zea mays* L. corn variety popcorn, goat manure compost, sheep manure compost, productivity.

## I. INTRODUCCIÓN

La planta de *Zea mays* variedad *Popcorn*, llamada también palomita de maíz o canchita es una especie de cereal perteneciente a la familia de las Poaceas. Esta es una de las variedades de maíz con mayor difusión y aceptación en el mundo (1); es más pequeña que los maíces dentados, presenta menor área foliar por planta, menor altura y diámetro de caña, así como granos más pequeños y cristalinos, presenta un rendimiento promedio a la mitad del maíz dentado y depende mucho del ambiente en el que se cultive (2). Así mismo, requiere mayor atención en su manejo y un exhaustivo control de malezas e insectos. Por otro lado, este cultivo presenta menor requerimiento de agua e insumos en general, menor demanda de adecuaciones tecnológicas para su producción comercial, así como la determinación de su factibilidad económica (2,3) ya sea como alimento humano, en la ganadería o como fuente de materia prima de productos industriales, principalmente snacks (1).

Dentro de las técnicas de manejo del cultivo, es importante la fertilización, ya que al presentar un menor tamaño es imprescindible mejorar la captura de nutrientes, pues la comercialización del maíz *popcorn* se ve afectado principalmente por su volumen de producción y calidad (4), por lo que su demanda a menudo conlleva al uso de fertilizantes inorgánicos, los cuales, si bien proporcionan diversos beneficios, la falta de pautas de producción, utilización y de una gestión eficiente en su manejo conllevan a una serie de efectos adversos en el medio ambiente como pérdida de nutrientes, contaminación del agua, alteración de la biodiversidad y ciclos biológicos del suelo, ácidos del suelo, nuevos brotes de plagas, plagas resistentes, además de generar obstáculos en el comercio y efectos adversos en la salud de los consumidores debido a los residuos químicos (5,6,7)

Según la ONU, la demanda, producción y uso de fertilizantes sintéticos en todo el mundo han aumentado de manera constante en los últimos decenios (4.1% anual) llegando a consumir hasta el 85 % de la producción mundial (7). Por ello, muchos países en desarrollo adoptan el uso de abonos orgánicos como un método sostenible para mejorar la seguridad alimentaria del hogar y reducir los gastos en insumos para la producción aprovechando al máximo y revalorando los recursos naturales en contraposición al uso de materiales sintéticos (5,6,8).

Los abonos orgánicos son sustancias que resultan de un proceso de degradación y mineralización de residuos de origen animal, vegetal o ambas, utilizadas con la intención de mejorar las características físicas, químicas, biológicas y por ende la fertilidad de los suelos en beneficio del adecuado desarrollo de los cultivos, convirtiéndolos en una alternativa eficiente y respetuosa con

el medio ambiente, fomentando y mejorando la salud del agroecosistema, particularmente, de la biodiversidad, los ciclos biológicos, y la actividad biológica del suelo, dando lugar a la agricultura sostenible (8,9,10).

Entre los abonos más ricos en nutrientes figura el abono de cabra, el cual es clasificado como un abono nitro-potásico que contiene alrededor de 7% de nitrógeno, 2 % de fósforo, 10 % de potasio, además de todos los oligoelementos, sin embargo, estos valores presentan variabilidad según el estado de madurez, mezcla con otros materiales, compactación, entre otros; este abono generalmente no atrae insectos y no quema los cultivos (9,11,12). Así mismo, encontramos el abono de oveja, también considerado como uno de los mejores materiales residuales para la elaboración de abonos debido a sus propiedades químicas, entre ellas, su bajo contenido de nitrógeno inorgánico, H% 38,5; pH 8,51; C.E=11.33; NT g kg<sup>-1</sup> 17,7; NH<sub>4</sub> mg kg<sup>-1</sup> 889; NO<sub>3</sub> mgkg<sup>-1</sup> 520, P g kg<sup>-1</sup> 2,2. y K g kg<sup>-1</sup>16,5; así mismo, contiene cantidades moderadas de potasio por lo que evita quemar las plantas en crecimiento, su uso en la fertilización de los suelos es muy antiguo y siempre se ha empleado con la finalidad de restablecer los nutrientes de las tierras cultivables (13,14).

En el Perú, según el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - MIDAGRI, la actividad agrícola consume el 76% de la oferta total de fertilizantes inorgánicos. Así mismo, refiere que la agricultura peruana tiene una elevada dependencia de la importación de estos, llegando a consumir el 89.5% de estos. Además, según la encuesta nacional agropecuaria – ENA del 2019, el 46.7% de pequeños y medianos productores utilizan fertilizantes químicos (1 047 186 productores), llegando a un costo de consumo promedio de S/ 3 590.7 por productor, siendo las regiones de la Costa las que realizan mayores gastos en fertilizante sintéticos (15).

Actualmente la región Ica se encuentra en el puesto 19 de productores que utilizan fertilizantes sintéticos a nivel nacional (15). En tal sentido, somos conscientes que hoy en día para mejorar la textura, estructura y fertilidad de los suelos, se requiere de aplicaciones de abonos naturales antes y después de la siembra, con el fin de corregir los parámetros biológicos, químicos y físicos de la tierra (16), así como, obtener productos agroecológicos que beneficien la calidad de vida del poblador iqueño y del Perú, por ello se propone dos abonos orgánicos a base de estiércol de oveja y cabra y se plantean los siguientes objetivos: Determinar si existe diferencias significativas en la productividad del cultivo de *Zea mays* L. maíz “variedad *Popcorn*” entre los abonos orgánicos de oveja, cabra y testigo, conocer cuál de los abonos orgánicos es más efectivo en la productividad del cultivo de *Zea mays* L. maíz “variedad *Popcorn*” en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad San Luis Gonzaga.

## II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

### 2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación

#### 2.1.1. Tipo y nivel de investigación

Básica experimental

#### 2.1.2. Diseño de investigación

En la realización de la investigación se utilizó un diseño aleatorio en bloques con el fin de mantener la uniformidad en el tratamiento de estos y que las diferencias observadas sean fundamentalmente a causa de los tratamientos planteados (tratamiento 01, tratamiento 02 y testigo). La parcela experimental estuvo conformada por 3 unidades experimentales (Figura 53) y estos a su vez estuvieron formados por 8 surcos de 3 m de longitud, de los cuales, los 6 surcos centrales fueron considerados como parcela útil, además, se exceptuaron las plantas iniciales y finales de cada surco y aquellas que habían sido dañadas por plagas con el fin de evitar sesgos en la obtención de datos. Para la recolección de datos se empleó un muestreo aleatorio sistemático, considerando los promedios de los distintos órganos de la planta de *Zea mays* variedad *Popcorn*, como: raíz, tallo, hojas, inflorescencias, frutos, y números de granos/hilera. Dichos datos fueron anotados en fichas de registro de datos y posteriormente fueron tabulados y analizados usando las pruebas estadísticas de DUNCAN y ANOVA, además de los programas estadísticos de Excel e InfoStat (17, 18).

### 2.2. Población y muestra

#### 2.2.1. Población

Teniendo en cuenta lo mencionado por los investigadores Fernández R., Trapero A. y Domínguez J. en su libro experimentación en Agricultura, que las dimensiones mínimas para la realización de un experimento para cultivos anuales como el cultivo de *Zea mays* L. variedad *Popcorn*, no exceden los 50 m<sup>2</sup> (17), el presente estudio estuvo conformado por un total de 378 plantas, distribuidas en 3 unidades experimentales, es decir, 126 plantas/ unidad experimental.

### **2.2.2. Muestra**

El tamaño muestral se determinó utilizando los programas Excel e Infostat, para ello se aplicó la fórmula de tamaño muestral a un 95% de confianza, obteniendo un total de 71 plantas/ unidad experimental, de las cuales 35 fueron muestreadas al azar en grupos de 5 cada 15 días, con el fin de analizar el crecimiento del cultivo y 36 plantas (3 filas) para determinar el rendimiento o productividad agrícola del cultivo (peso seco de granos). (17,18,19,20)

## **2.3. Técnicas de recolección de datos**

### **2.3.1. Establecimiento del área de cultivo**

El área de estudio se ubica en el Km 303 de la Panamericana Sur, en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, con coordenadas 14°08'50" S. y -75° 43'45" O. a una altitud 406 m.s.n.m. (Figura 25)

### **2.3.2. Características del suelo:**

El suelo del campo experimental es de textura franco arenosa de favorable lixiviación, con pH de 8 y una conductividad eléctrica de 2.18 dS/m, siendo estas condiciones propicias para el crecimiento del cultivo de *Zea mays* L. variedad "Popcorn" debido a que la textura franco-arenosa beneficia la aireación del terreno, permitiendo un buen metabolismo y disminuir la incidencia de enfermedades, así mismo, el bajo nivel de CE, permite una buena translocación de minerales suelo – planta. (19) (Anexo 02.)

### **2.3.3. Circunscripción de las parcelas experimentales**

El terreno presentó un área total de 50 m<sup>2</sup>, el mismo que se subdividió en 3 unidades experimentales de 15 m<sup>2</sup> cada uno, con una separación de 1.5 m entre ellas (17,19). (Figura 54)

### **2.3.4. Demarcación del terreno**

El área experimental fue definida para impedir incursiones de personas o animales al cultivo, se colocaron postes de madera de 1.30 m de longitud y usando hilo pabilo, se procedió a circundar el terreno.

### **2.3.5. Trazado de parcelas**

- N° parcelas experimentales : 3
- Distancia entre parcelas : 1.5 m
- Ancho de parcela : 4 m
- Largo de parcela : 3.75 m
- Área por parcela : 15 m<sup>2</sup>

### **2.3.6. Reconocimiento de malas hierbas en el campo experimental**

Bajo la observación directa y guías especializada de botánica, se identificó las plantas que crecían en el campo experimental, con el fin de contar con antecedentes para el manejo del ciclo fenológico del cultivo de *Zea mays* L. variedad *Popcorn*. (Tabla 05)

### **2.3.7. Limpieza y preparación del terreno a sembrar**

Una vez identificadas las especies invasoras en el terreno a sembrar, se procedió a su eliminación, impidiendo competencia por nutrientes, agua, energía solar, etc. con el cultivo de maíz, todo ello fue posible con ayuda de lampas, picos, rastrillo y sacos de polietileno, este último sirvió para retirar las malezas del campo. (Figura 26)

### **2.3.8. Volteado (arado) del suelo a sembrar**

Con auxilio de lampas marca bellota, se removió el terreno destinado a la siembra, a una profundidad de entre 20 cm a 30 cm, erradicando raíces, tallos, hojarascas de malezas invasoras para el cultivo y conseguir una buena oxigenación que facilite una excelente germinación de semillas de maíz. (Figura 27)

### **2.3.9. Nivelado y delineado del suelo**

En el nivelado del terreno se usaron palas y rastrillos, reduciendo los desniveles que ocasionen acumulación de recurso hídrico (encharcamiento), lo que dificulta el crecimiento de las plantas de maíz. Así mismo, se delineo filas perfectamente ordenadas, que permitieran un buen manejo en la productividad del maíz y una fácil selección aleatoria para la toma de muestras. (Figura 27)

### **2.3.10. Surcado del campo experimental**

En las parcelas experimentales y testigo se ejecutaron surcos con profundidad de 20 cm y con una separación de 50 cm, obteniéndose un total de 8 líneas/parcela, para aprovechar los abonos orgánicos de cabra y oveja, beneficiando un mejor manejo de los recursos hídricos y semillas antes de la siembra y durante el crecimiento y productividad de *Zea mays* L. (Figura 27)

### **2.3.11. Riegos**

Se efectuaron por gravedad mediante mangueras con agua proveniente de pozo, los riegos se realizaron antes de ejecutar la siembra y después de la fertilización, preparando el terreno con la humedad y nutrientes óptimos que permitieran una excelente germinación y crecimiento de *Zea mays* L. “maíz *Popcorn*”, subsiguientemente el cultivo fue regado cada 20 días durante todo el período vegetativo. (Figura 27)

### **2.3.12. Prueba de germinación**

Se colocaron 10 semillas de maíz sobre papel toalla a un 60% de humedad en dos platos descartables color negro, después de 7 días se obtuvieron resultados excelentes donde el 90% de ellas habían germinado. Se consideró el registro de los parámetros físicos, químicos y biológicos durante la prueba: temperatura, oxígeno y calidad de semilla, dicho experimento ayudó a determinar la proporción de germinación en campo. (Figura 28,29)

### **2.3.13. Siembra de semilla:**

Se realizó excavaciones de 10 cm<sup>2</sup>, con profundidad promedio de 4 – 5 cm, posteriormente se ejecutó el sembrado a través de la técnica tresbolillo en donde se depositaron tres semillas de maíz formando un triángulo.

### **2.3.14. Fertilización**

Se hicieron 04 aplicaciones de abonos orgánicos al cultivo *Zea mays* L. durante su crecimiento y productividad. Las fertilizaciones se produjeron cada 20 días, la cantidad de fertilizante que se aplicó estuvo sujeta a la edad biológica del maíz, siendo los pesos: 5 g, 20 g, 35 g y 50 g/ planta, los tratamientos se efectuaron a 6 cm del pie de planta, a una profundidad promedio de 5 cm, con el propósito de

evitar daño radicular y que los nutrientes sean absorbidos fácilmente por las raíces.  
(Figura 33,34)

## **2.4. Instrumentos de recolección de datos**

### **2.4.1. Extracción de muestras**

La extracción de muestras se ejecutó con espátulas y lampas, se tomaron 05 plantas de maíz de cada una de las parcelas experimentales y testigo, de manera aleatoria en un intervalo de tiempo de 15 días. Las plantas extraídas fueron mantenidas en recipientes con agua, con la finalidad de mantener su turgencia. (Figura 36,37)

### **2.4.2. Medidas de datos paramétricos**

Obtenidas las plantas de maíz/parcelas, de modo rápido fueron transportadas al laboratorio de biología y microbiología de la Facultad de Ciencias Biológicas efectuando las medidas con una regla y centímetro, los parámetros en estudio, longitud y grosor de los diferentes órganos como: raíz, tallo, hoja e inflorescencias, número de hojas/planta, número de granos/hilera, número de mazorcas/planta, así mismo con ayuda de una balanza analítica, establecer los pesos frescos y secos en gramos. (Figura 41)

### **2.4.3. Altura de planta (cm)**

Se midió con asistencia de una cinta métrica, a partir del primer nudo hasta la hoja bandera, del tallo caña de *Zea mays*.

### **2.4.4. Diámetro de tallo (cm)**

Con ayuda de una regla de 30 cm se efectuó las medidas en cada entrenudo del tallo de *Zea mays*, obteniendo el promedio del grosor de la planta.

### **2.4.5. Número de hoja**

A través de la observación directa se contabilizaron el número de hojas/planta, tomando como referencia el primer nudo, posteriormente se consideró el promedio.

### **2.4.6. Largo y ancho de la hoja (cm)**

Con la ayuda de un centímetro, se midió el largo de las hojas a partir del ápice hasta la lígula y para la medida del ancho, se consideró la parte media de la lámina foliar.

#### **2.4.7. Longitud de la panoja (cm)**

Se calculó desde la base del raquis foliar hasta el ápice de la panoja. (Figura 43)

#### **2.4.8. Longitud de la mazorca**

Con ayuda de una regla se procedió a determinar la medida de 10 mazorcas de *Zea mays*, para posteriormente considerar el promedio. (Figura 44,49-51)

#### **2.4.9. Diámetro de la mazorca**

Con apoyo de hilo pabilo, se tomó la medida de la parte media de 10 mazorcas. Una vez obtenido el perímetro se procedió a extender el hilo sobre una regla de 30 cm, consiguiendo alcanzar el promedio del diámetro de la mazorca. (Figura 49-51)

#### **2.4.10. Número de hileras/ mazorca**

A través de la observación directa se contabilizó el número de hileras de 10 mazorcas de maíz. (Figura 49-51)

#### **2.4.11. Número de granos/hilera/ mazorca**

Mediante la observación directa se contabilizó el número total de granos/hilera de 10 mazorca, logrando obtener el promedio. (Figura 49-51)

#### **2.4.12. Peso seco de granos/ línea.**

Se tomaron 3 líneas al azar por cada tratamiento incluyendo el testigo, se recolectaron manualmente todas las mazorcas/plantas/línea, posteriormente fueron trasladadas a un lugar seco y expuestas al sol para su secado por un periodo de tres semanas. Una vez secas las mazorcas, se desgranó y se procedió al pesado obteniendo el promedio/línea. (Figura 52)

#### **2.4.13. Secado de muestras**

Los órganos cortados en pequeñas partes fueron puestos en una estufa de aire recirculado a temperatura de 40 °C /10 horas. El secado de los diferentes segmentos del maíz, obedece considerablemente al manejo del tiempo y calor. (Figura 45,46)

#### **2.4.14. Pesado de órganos de *Zea mays* L.**

El peso de los diferentes órganos frescos y secos se efectuó con una balanza digital de precisión con la finalidad de tener pesos confiables al momento de la tabulación estadística. (Figura 47)

#### **2.4.15. Cosecha**

La cosecha total de la productividad de mazorcas/plantas se ejecutó manualmente al final del ciclo fenológico del cultivo de maíz, 105 días después de la siembra, una vez recolectadas fueron depositadas en un saco de polietileno para su posterior traslado a un lugar seco. (Figura 48)

#### **2.4.16. Elaboración de abonos orgánicos:**

La preparación de los abonos orgánicos fue a base de excretas de cabra y oveja, se utilizó el método de pilas de compost de 30 cm de altura, cuya disgregación es compuesto por una cadena de microorganismos microscópicos, conteniendo bacterias, hongos y otras asociaciones, se acondicionó el área de 12 m<sup>2</sup>, en la azotea de la casa de la familia Ramos Toledo; subsiguientemente se mezclaron los elementos esbozados para cada uno de los tratamientos, intercalando los sustratos tanto de origen animal como vegetal, posteriormente el compostaje fue invertido periódicamente por un periodo de 20 días, así mismo se realizó el riego de cada uno de ellos a través de regadera, de forma interdiaria durante 7 días, con el propósito de ayudar a la descomposición de los preparados mediante la actividad bacteriana y con la finalidad de evitar exceso de sales, presencia de gas metano, dañinos para el crecimiento y productividad del cultivo de maíz. Los biofertilizantes se consideraron óptimos para las plantas cuando no poseían olor desagradable, color oscuro, pH neutro, temperatura de 30-35°C y humedad de 60-70%. (Figura 30)

#### **2.4.17. Análisis de suelo y abonos orgánicos**

Las muestras recogidas del terreno y abonos orgánicos se remitieron según las especificaciones dadas por el Laboratorio de suelos y abonos orgánicos de la universidad Agraria la Molina.

#### **2.4.18. Toma de muestra de Suelo**

Antes de la siembra se recolectaron de forma aleatoria cinco sub muestras de suelo de las parcelas experimentales y testigo, siguiendo la técnica de Zigzag, a 30 cm de profundidad, acto seguido fueron mezcladas hasta obtener una muestra homogénea de 1 kg de tierra, la misma que fue empaquetada en bolsa ziploc con la rotulación pertinente.

#### **2.4.19. Toma de muestra de abonos orgánicos**

Las muestras de abonos orgánicos fueron previamente homogenizadas, tomando 1 kg de fertilizante para ser llevadas al laboratorio, posteriormente se realizó el empaquetado en bolsas Ziploc las cuales fueron rotuladas con los datos correspondientes para su envío al laboratorio de análisis de suelo de la Universidad Agraria la Molina.

#### **2.4.20. Deshierbe**

Se realizó con ayuda de lampas, espátulas, rastrillo y mantas. Se eliminaron de raíz las malezas que desarrollaban en las parcelas experimentales y testigo del cultivo de maíz, impidiendo competencia por nutrientes, luz y agua por parte de plantas denominadas malas hierbas. (Figura 26)

#### **2.4.21. Evaluación de productividad**

##### **Tasa de crecimiento relativo**

Medida principal del análisis de crecimiento y se define como la ganancia de peso por unidad de biomasa/ tiempo, expresada en gramos por día.

$$TCR = \frac{(\ln W2 - \ln W1)}{T2 - T1} \text{ g/días}$$

Donde:

Ln : Logaritmo neperiano

W1 – W2 : Peso seco al inicio y final del periodo

T1 – T2 : Tiempo (días) al inicio y final de un periodo

### **Índice de cosecha**

Permite determinar el peso seco de granos/ biomasa de las plantas de maíz por 100.

$$IC = \frac{\text{PS de granos}}{\text{Biomasa total de 5 plantas}} \times 100$$

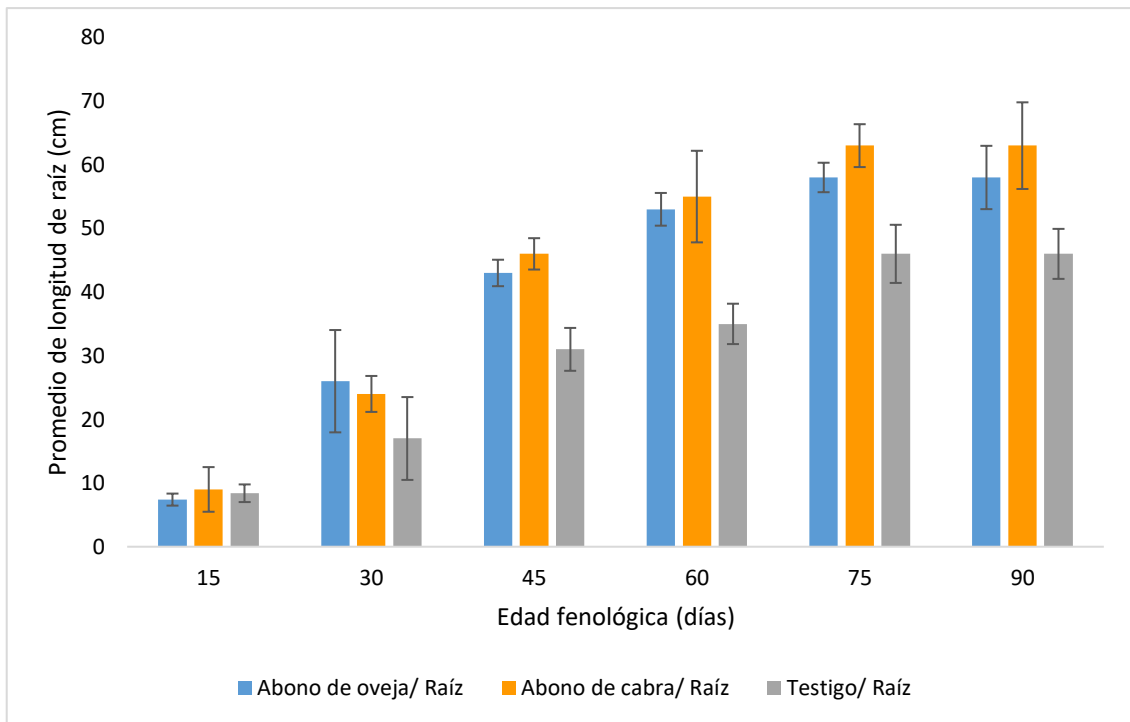
#### **2.4.22. Análisis estadístico:**

Para cumplir con los objetivos propuestos, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para los tratamientos en estudio, también se efectuó la prueba de amplitud de límites significativos usando el corrector de DUNCAN al 95% de confiabilidad, se manejaron los programas estadísticos Excel e InfoStat (10,19).

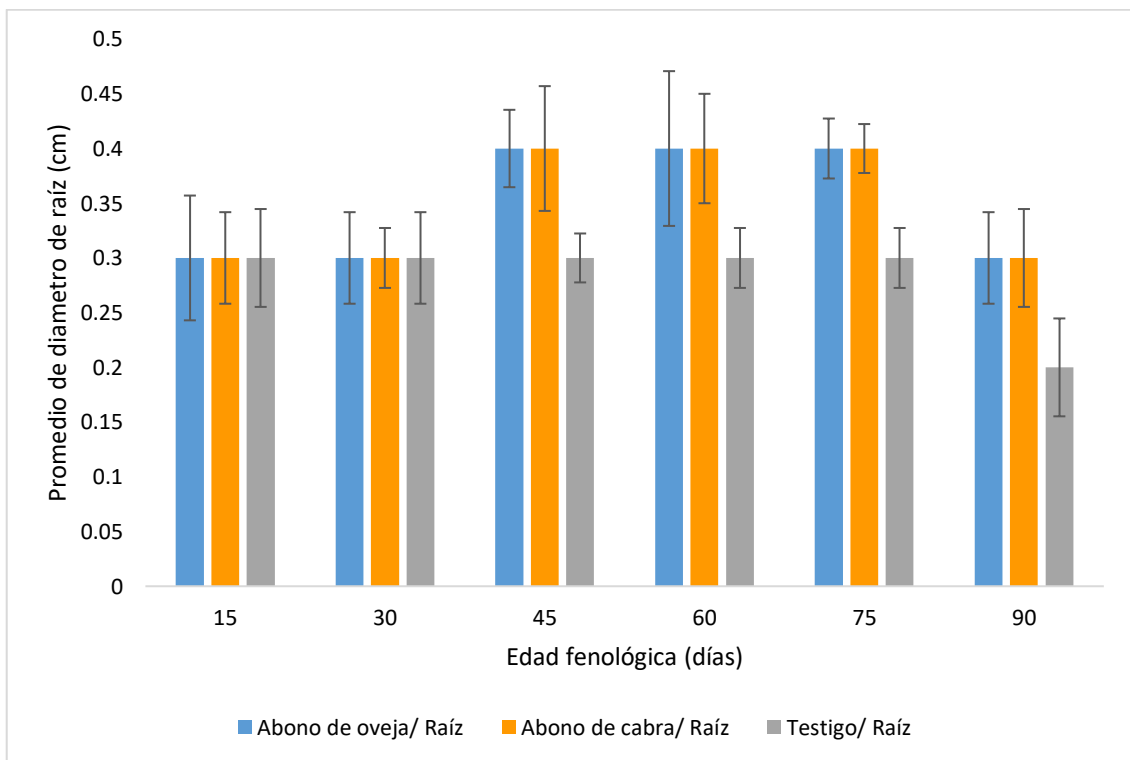
### III. RESULTADOS

#### 3.1. Desarrollo de raíz:

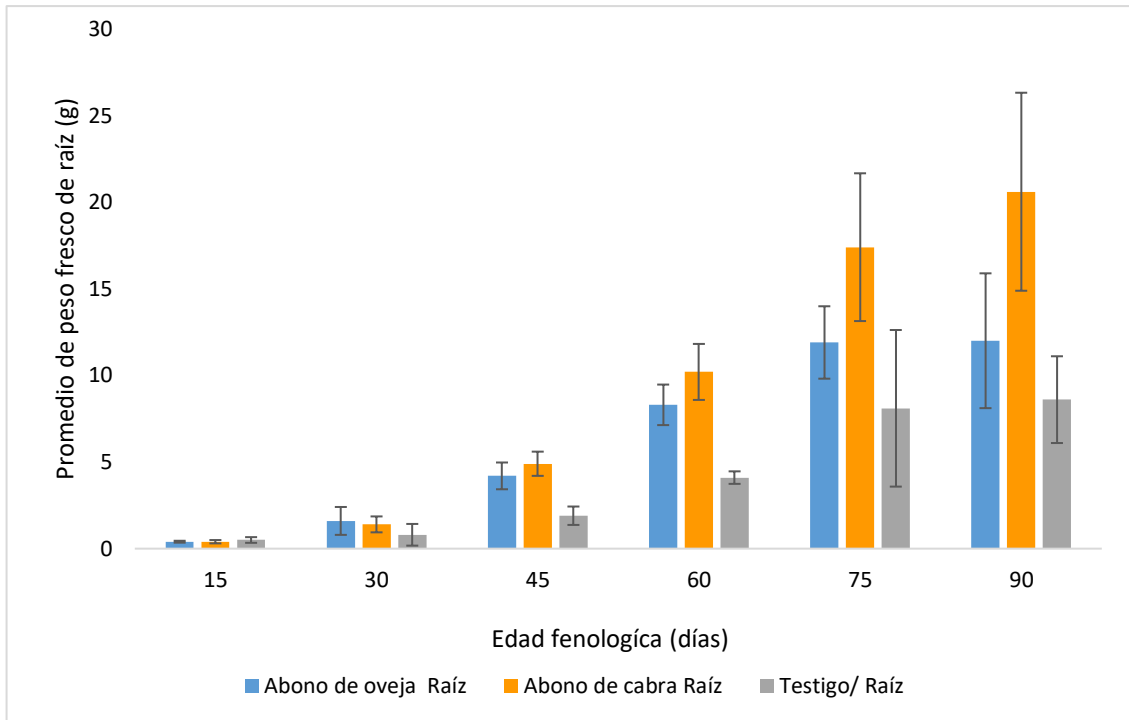
- Durante el crecimiento fenológico de las plantas de *Zea mays* L, “Popcorn” maíz, en relación al primer órgano del cormo (raíz), el fertilizante a base de estiércol de cabra brindo mayor promedio en el incremento de longitud en cm, a diferencia del abono elaborado de estiércol de oveja y testigo. (Figura 1)
- Así mismo, en relación al incremento de grosor o diámetro en cm, los fertilizantes a base de estiércol de oveja y cabra brindaron mayor promedio en el primer órgano de cormo (raíz), a diferencia del testigo. (Figura 2)
- Respecto al incremento del peso fresco en g, se tiene que, el fertilizante a base de estiércol de cabra brindo un mayor promedio de peso fresco en el órgano raíz, a diferencia del abono de oveja y testigo. (Figura 3)
- Referente al incremento del peso seco en g, el fertilizante a base de estiércol de cabra brindo un mayor promedio de peso seco en el primer órgano de cormo (raíz), respecto al abono de oveja y testigo. (Figura 4)



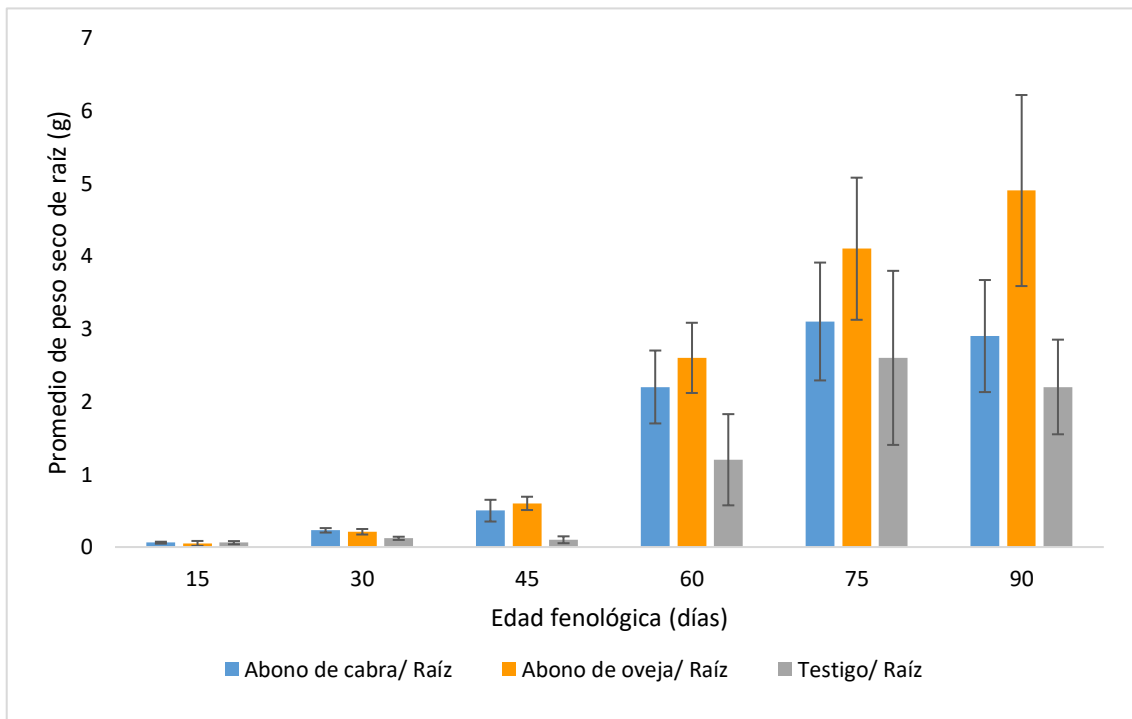
**Figura 1.** Promedio de longitud de raíz (cm) de *Zea mays* L. "Popcorn" con diferentes tratamientos y testigo.



**Figura 2.** Promedio del diámetro de raíz (cm) de *Zea mays* L. "Popcorn" con diferentes tratamientos y testigo.



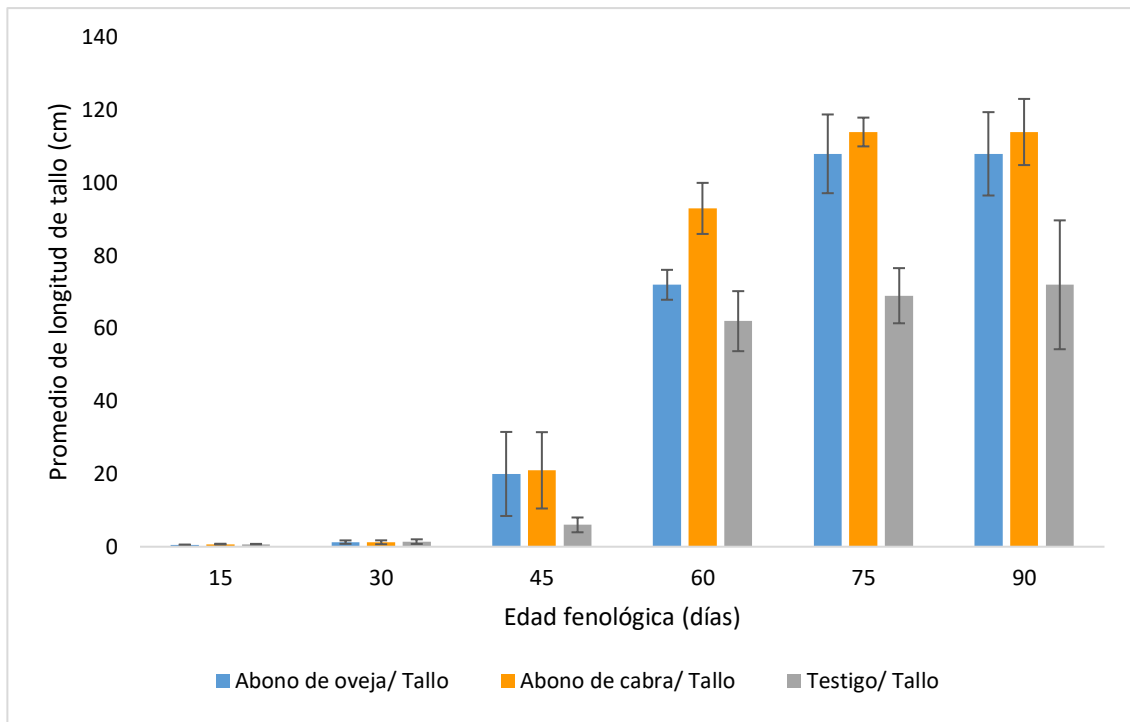
**Figura 3.** Promedio del peso fresco de raíz (g) de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.



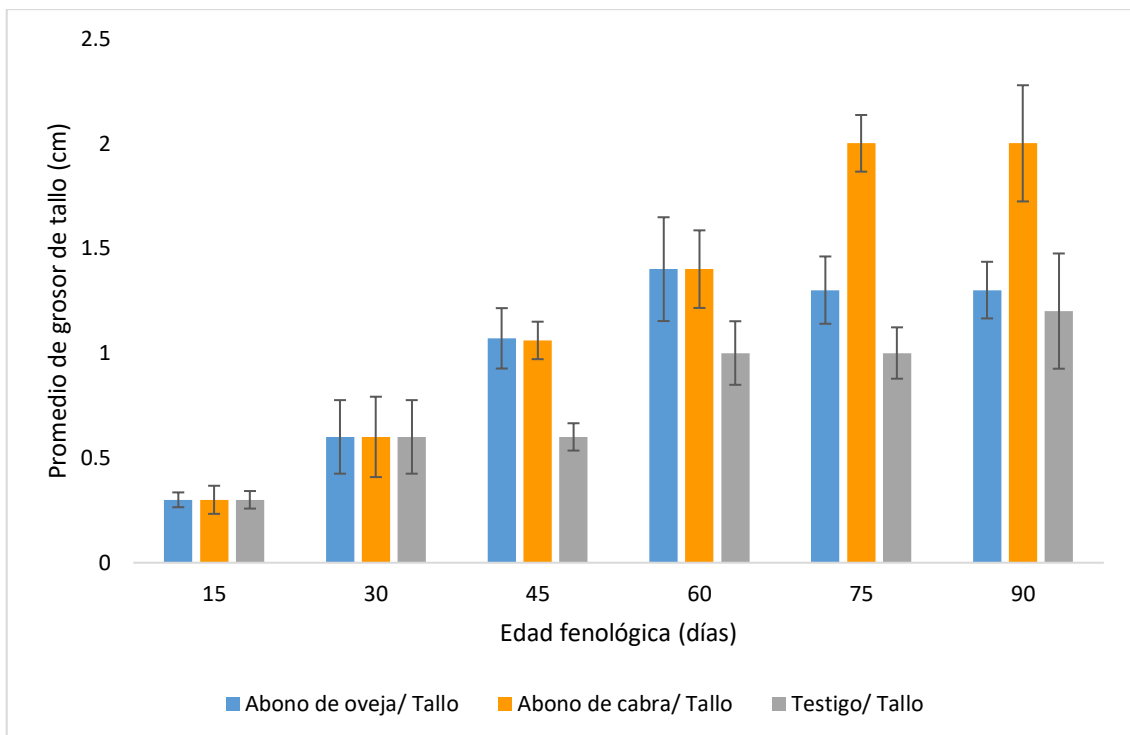
**Figura 4.** Promedio del peso seco de raíz (g) de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.

### 3.2. Desarrollo del Tallo:

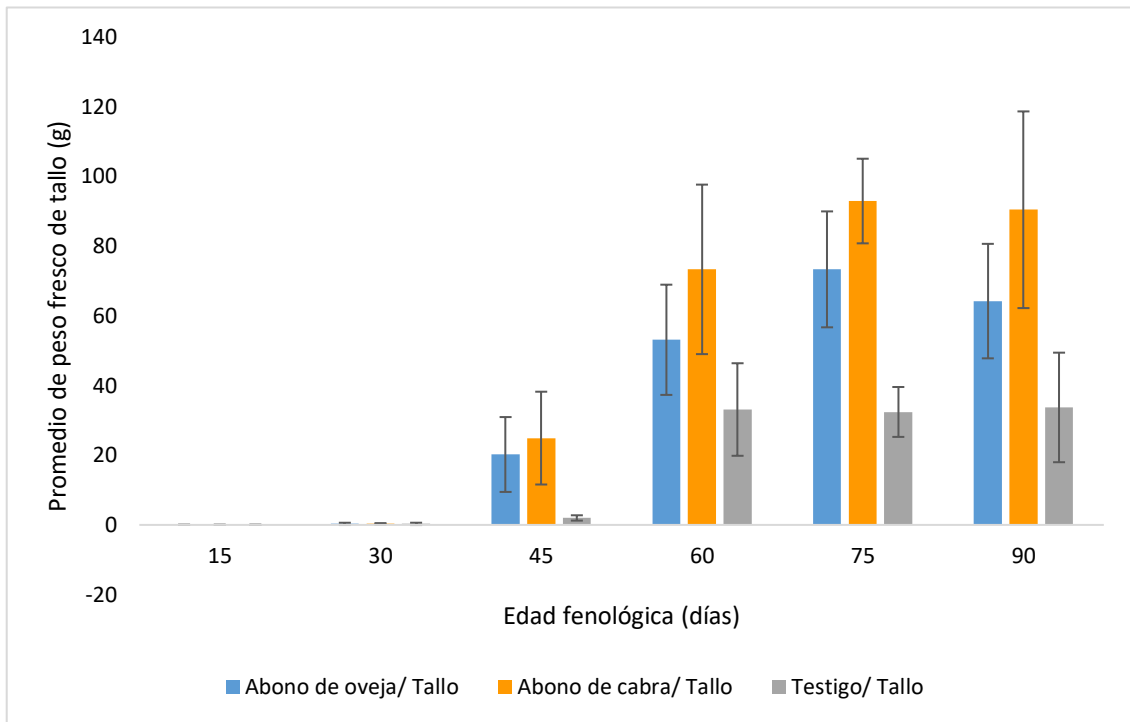
- Se evidencia que durante el crecimiento fenológico de las plantas de *Zea mays* L. maíz “*Popcorn*”, en relación al aumento de longitud del tallo, el fertilizante a base de estiércol de cabra brindo un mayor promedio de longitud a diferencia del abono de oveja y testigo a partir de 60 DDS con un promedio de 114 cm a los 90 DDS (Figura 5).
- En relación al grosor del tallo, se evidencia que, el fertilizante a base de estiércol de cabra brindo un mayor promedio en el segundo órgano de corno (tallo) a partir de 75 DDS con un diámetro promedio de 2 cm, a diferencia del abono de oveja con un diámetro promedio de 1.4 cm y testigo con un diámetro promedio de 1.1 cm (Figura 6).
- Se evidencia que, durante el crecimiento fenológico de las plantas de *Zea mays* L. maíz “*Popcorn*”, en relación al incremento del peso fresco, el fertilizante a base de estiércol de cabra brindo un mayor promedio de peso fresco a partir de los 45 DDS, obteniendo un peso fresco promedio a los 90 DDS de 90.4 g, a diferencia del abono de oveja con 68.8 g y testigo con 33.7 g (Figura 7).
- Se demuestra que, durante el crecimiento fenológico de las plantas de *Zea mays* L. maíz “*Popcorn*”, en relación al incremento del peso seco, el fertilizante a base de estiércol de cabra brindo un mayor promedio de peso seco a partir de los 60 DDS, alcanzando a los 90 DDS un promedio de 25.6 g, a diferencia del abono de oveja con un promedio de 18.6 g y testigo con un promedio de 7.5 g (Figura 8).



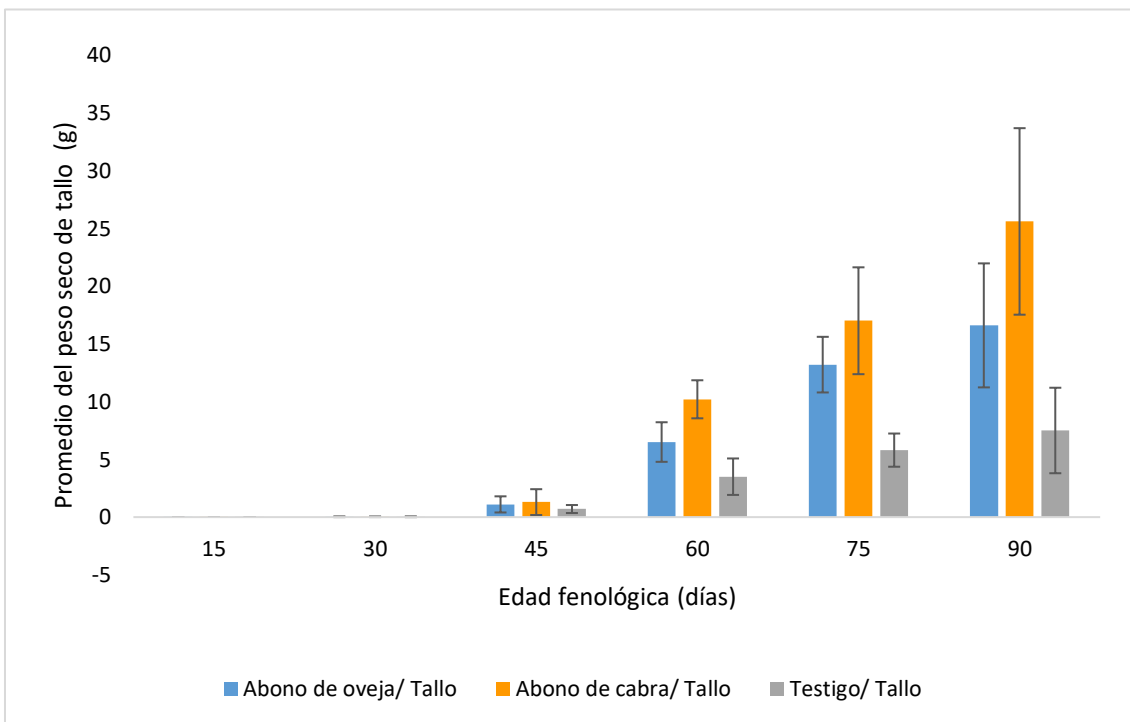
**Figura 5.** Promedio de longitud de tallo (cm) de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.



**Figura 6.** Promedio grosor del tallo (cm) de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.



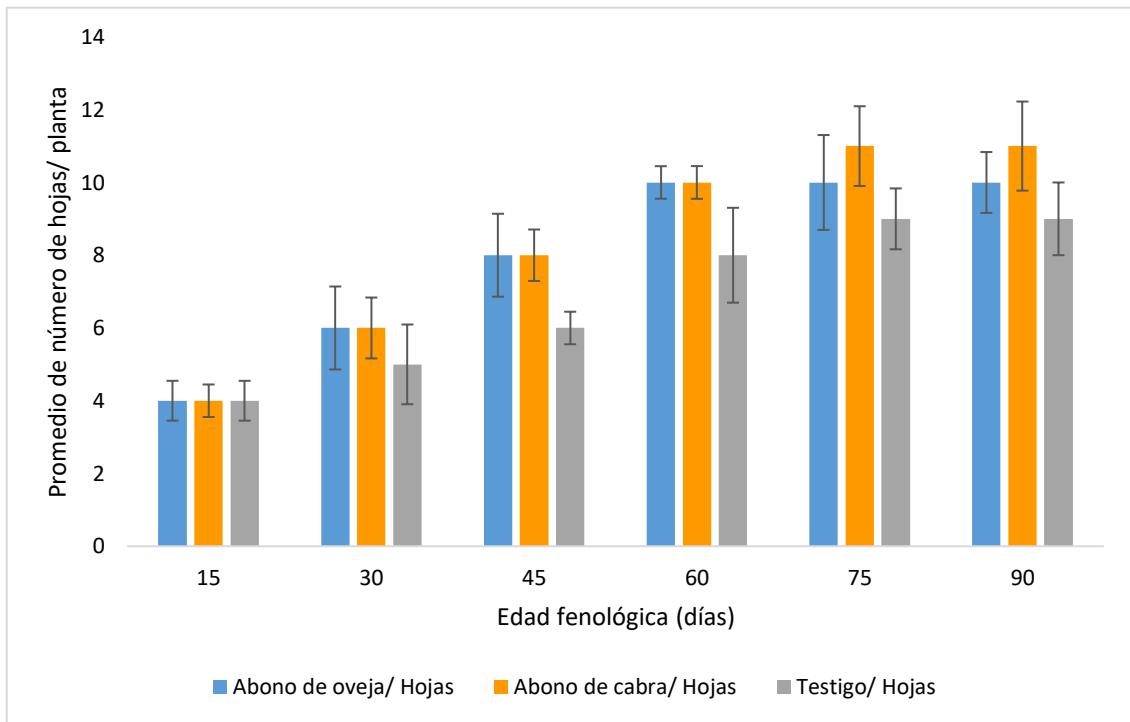
**Figura 7.** Promedio del peso fresco de tallo (g) de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.



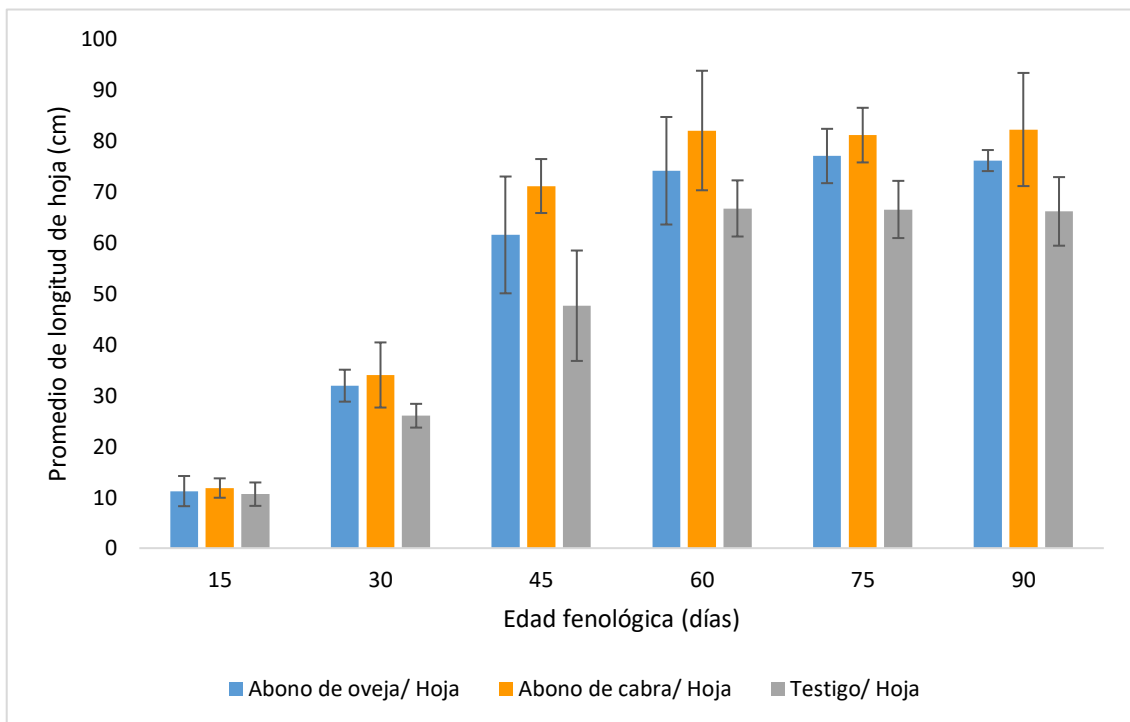
**Figura 8.** Promedio del peso seco de tallo (g) de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.

### 3.3. Desarrollo de lámina foliar:

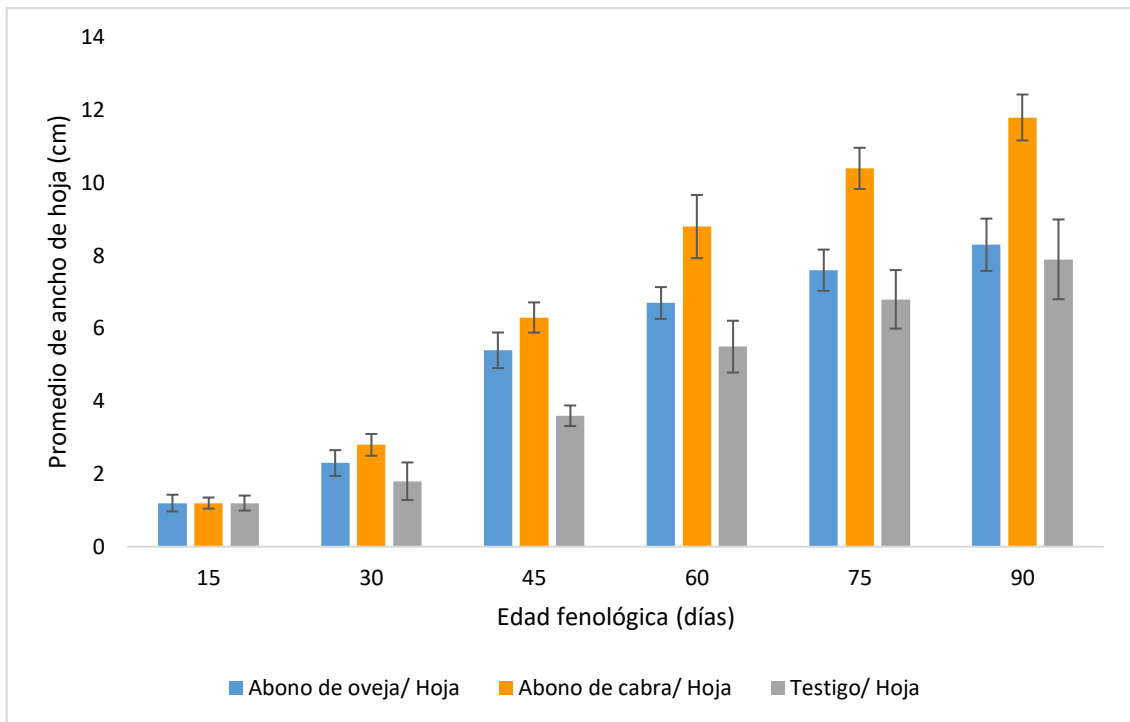
- En relación al incremento del número de hojas, se tiene que, durante el crecimiento fenológico de las plantas de *Zea mays* L. maíz “*Popcorn*”, el fertilizante a base de estiércol de cabra brindo mayor promedio en el número de láminas foliares a partir de los 75 días después de la siembra, con un promedio de 11 hojas/planta, a diferencia del abono de oveja con un promedio de 10 hojas/planta y testigo con un promedio de 9 hojas/planta (Figura 9).
- Así mismo, se obtuvo que, el fertilizante a base de estiércol de cabra brindo mayor promedio de longitud de hoja a partir de los 30 días después de la siembra, a diferencia del abono de oveja y testigo (Figura 10).
- Por otra parte, el fertilizante a base de estiércol de cabra brindo mayor promedio en relación al ancho de hoja o lámina foliar (cm) a partir de los 30 días después de la siembra, a diferencia del abono de oveja y testigo (Figura 11).
- Se observa que, durante el crecimiento fenológico de las plantas de *Zea mays* L. maíz “*Popcorn*”, en relación al peso fresco de hojas, el fertilizante a base de estiércol de cabra brindo mayor promedio (g) a partir de los 30 días después de la siembra, obteniendo el máximo peso a los 75 DDS para posteriormente decrecer (Figura 12).
- En relación al peso seco de hojas se demuestra que, durante el crecimiento fenológico de las plantas de *Zea mays* L. maíz “*Popcorn*”, el fertilizante a base de estiércol de cabra brindo mayor promedio (g) a partir de los 30 días después de la siembra, obteniendo el máximo peso a los 90 DDS con 23.3 g, a diferencia del abono de oveja con 18.2 g y testigo con 12.3 g (Figura 13).



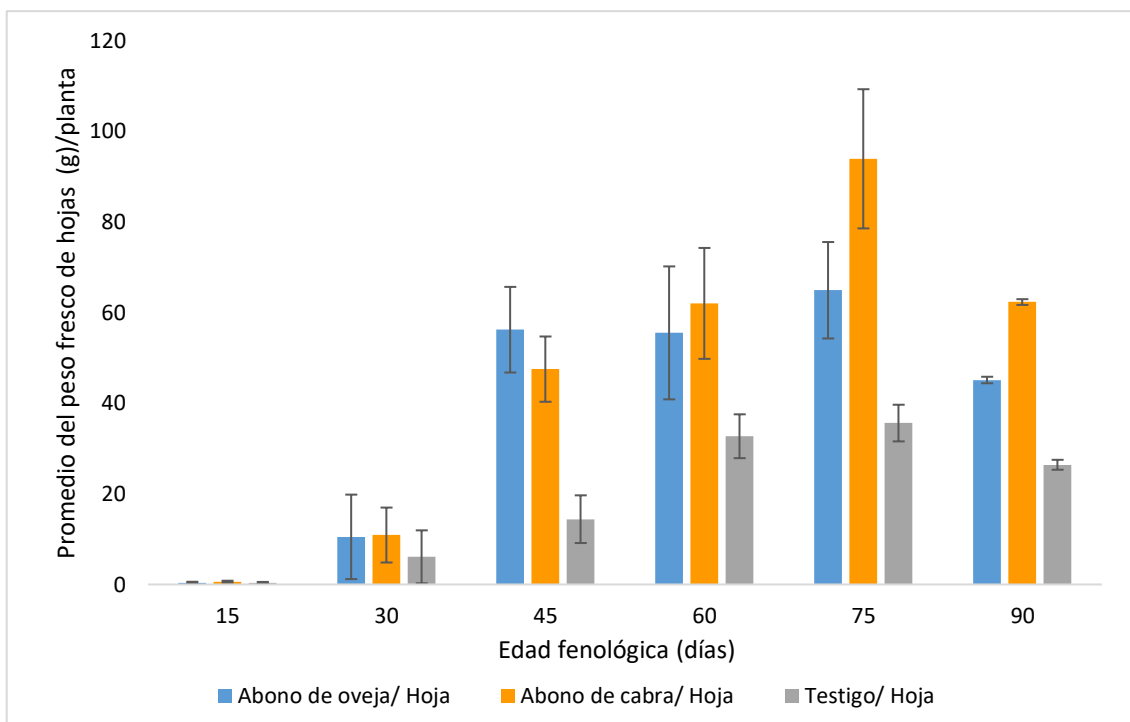
**Figura 9.** Promedio del número de hojas de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.



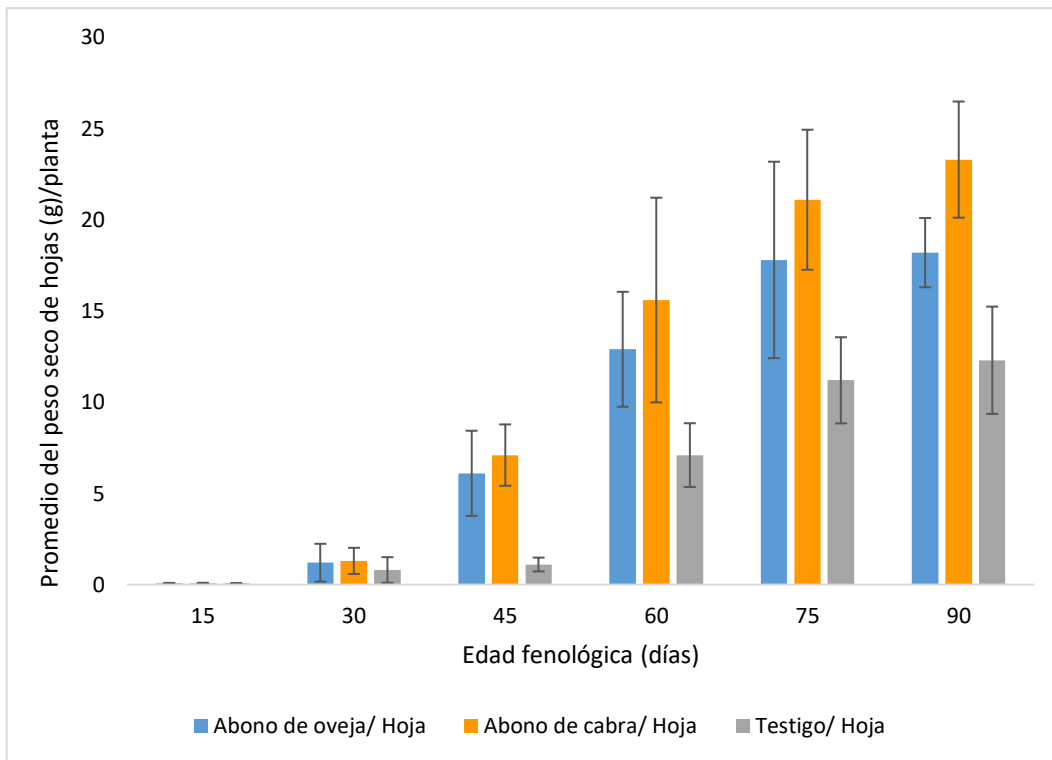
**Figura 10.** Promedio de la longitud de hojas (cm) de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.



**Figura 11.** Promedio de ancho de hojas (cm) de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.



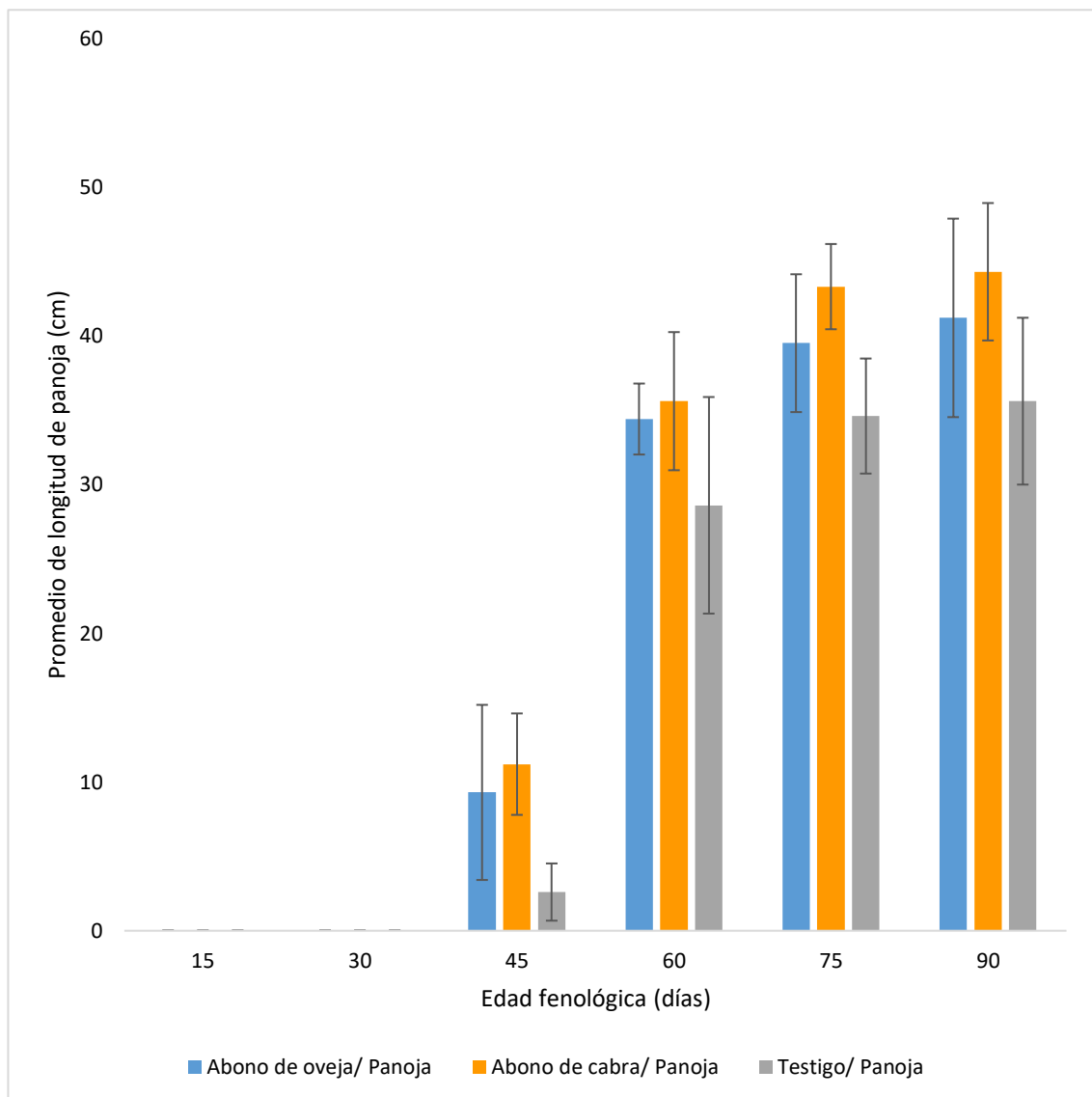
**Figura 12.** Promedio del peso fresco de hojas (g) de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.



**Figura 13.** Promedio del peso seco de hojas en gramos de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.

### 3.4. Desarrollo panoja:

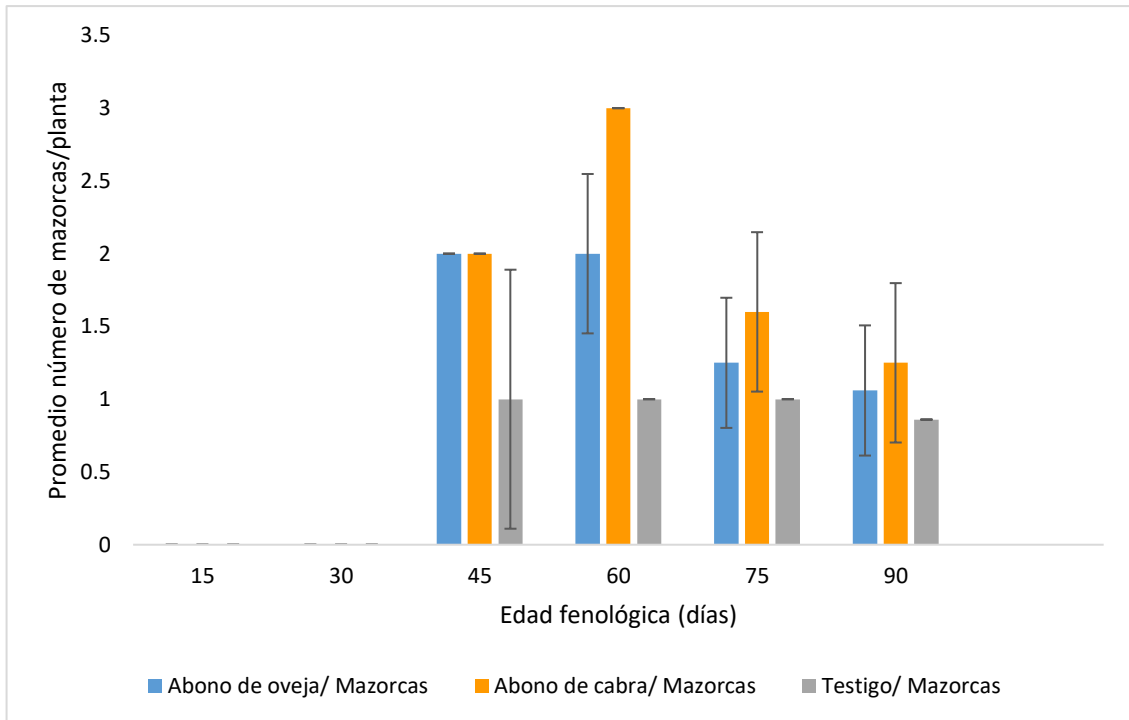
- Durante el crecimiento fenológico de las plantas de *Zea mays* L. maíz “Popcorn” en relación a la longitud de la panoja, el fertilizante a base de estiércol de cabra brindó mayor promedio de longitud (cm) en la inflorescencia masculina a partir de los 45 DDS, obteniendo una longitud promedio a los 90 DDS de 44.3 cm a diferencia del abono de oveja con 41.2 cm y testigo 35.6 cm. (Figura 14.)



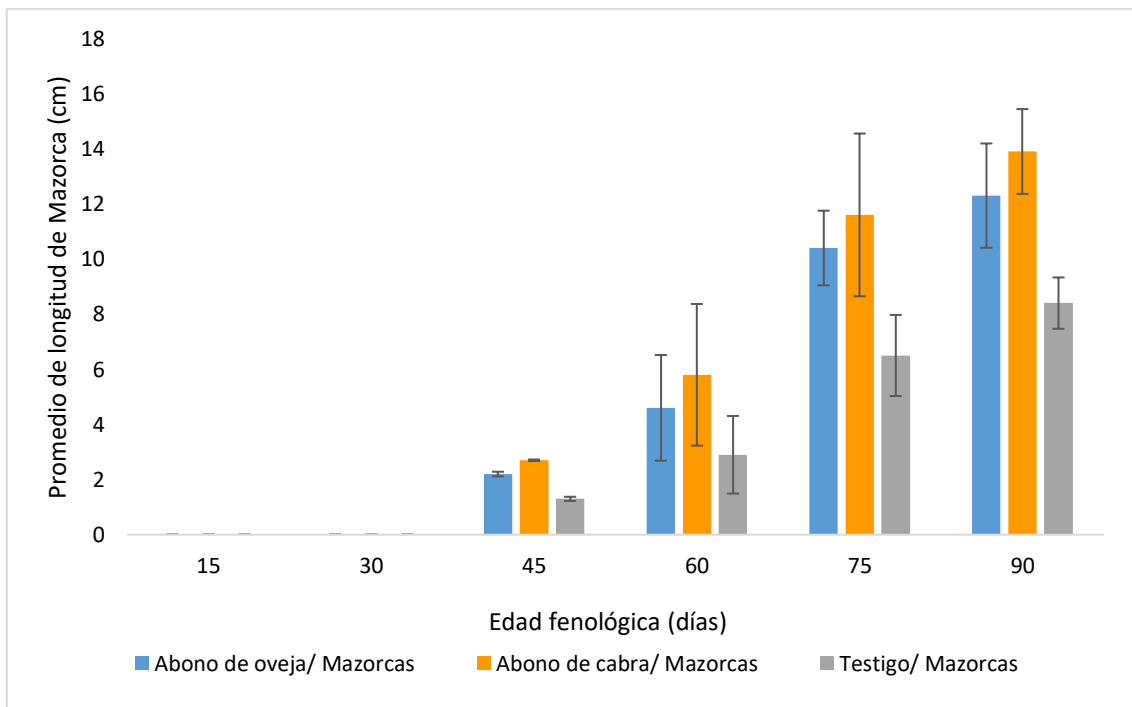
**Figura 14.** Promedio de longitud de panoja en cm de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.

### 3.5. Desarrollo de mazorcas:

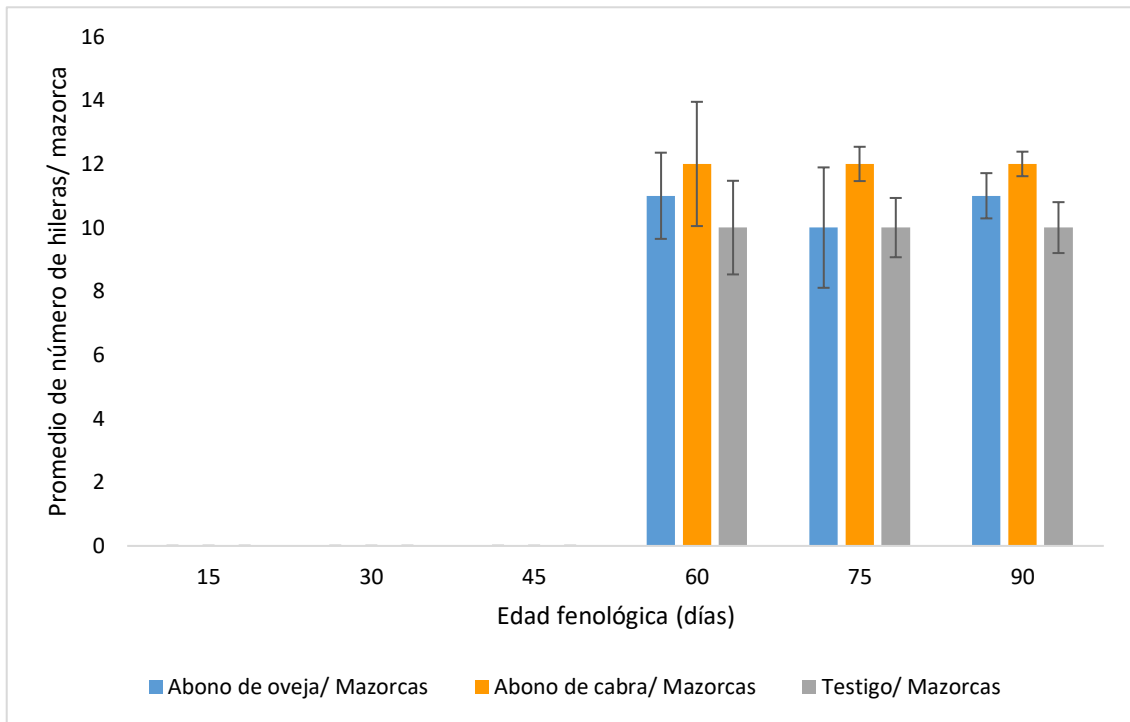
- Durante el crecimiento fenológico de las plantas de *Zea mays* L. maíz, “*Popcorn*”, en relación al número de mazorcas /plantas, el fertilizante a base de estiércol de cabra y oveja brindaron equivalente promedio en el número de inflorescencias femeninas a partir de los 45 DDS con un promedio total a los 90 DDS de 1.25 mazorcas / plantas y 1.06 mazorcas / plantas respectivamente, a diferencia del testigo con un promedio total de 0.86 mazorcas por planta (Figura 15).
- En relación a la longitud de las mazorcas/ planta, el fertilizante a base de estiércol de cabra brindo mayor promedio (cm) de estas a partir de los 45 DDS, alcanzando a los 90 DDS un promedio de 13.9 cm a diferencia del abono de oveja con 12.3 cm y testigo con 8.4 cm (Figura 16).
- Respecto al número de hileras/mazorcas/ plantas, el fertilizante a base de estiércol de cabra brindo mayor promedio en el número de hileras con un promedio de 12 hileras por mazorca, a diferencia del abono de oveja con 11 hileras por mazorca y testigo con 10 hileras por mazorca en promedio (Figura 17).
- Concerniente al número de granos/hilera/mazorcas, se tiene que, el fertilizante a base de estiércol de cabra brindo un promedio de 29 granos/hilera/ mazorca, a diferencia del abono de oveja con 25.5 granos/hilera/ mazorca y testigo con 17.5 granos/hilera/ mazorca (Figura 18).
- Así mismo, concerniente al número de granos/mazorcas, el fertilizante a base de estiércol de cabra brindo mayor promedio de semillas (productividad) con un promedio total de 312.2 granos/ mazorca a diferencia del abono de oveja con 258.5 granos/ mazorca y testigo con 144.7 granos/ mazorca en promedio (Figura 19).



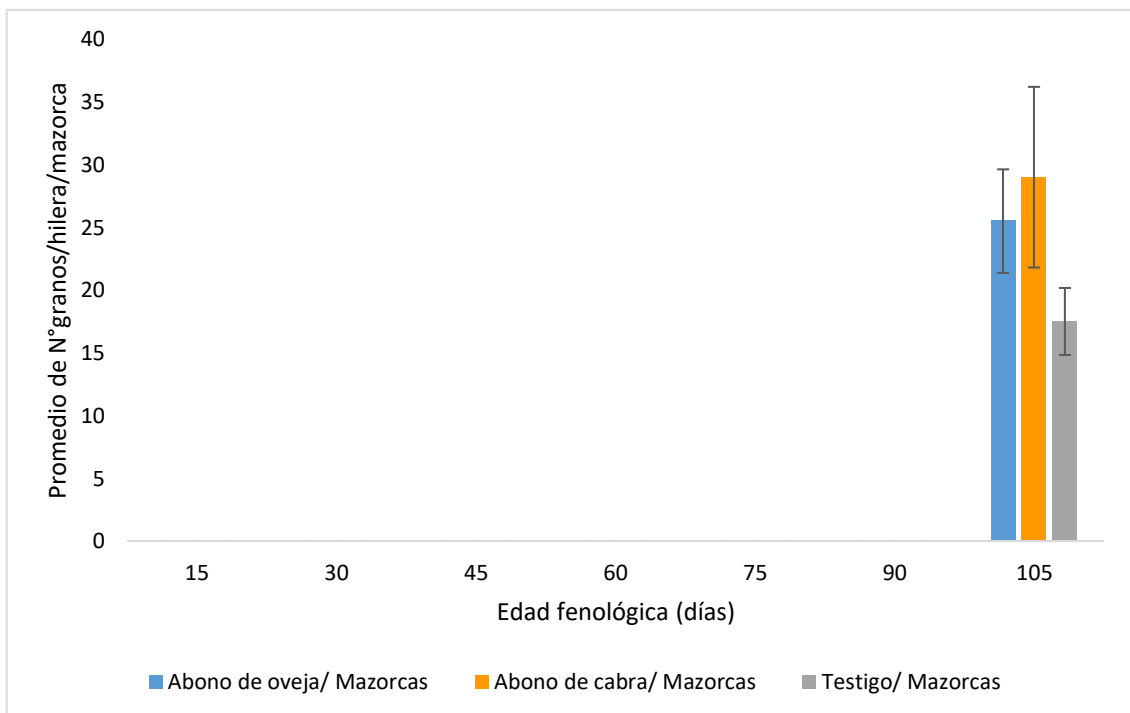
**Figura 15.** Promedio del número de mazorcas por planta de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.



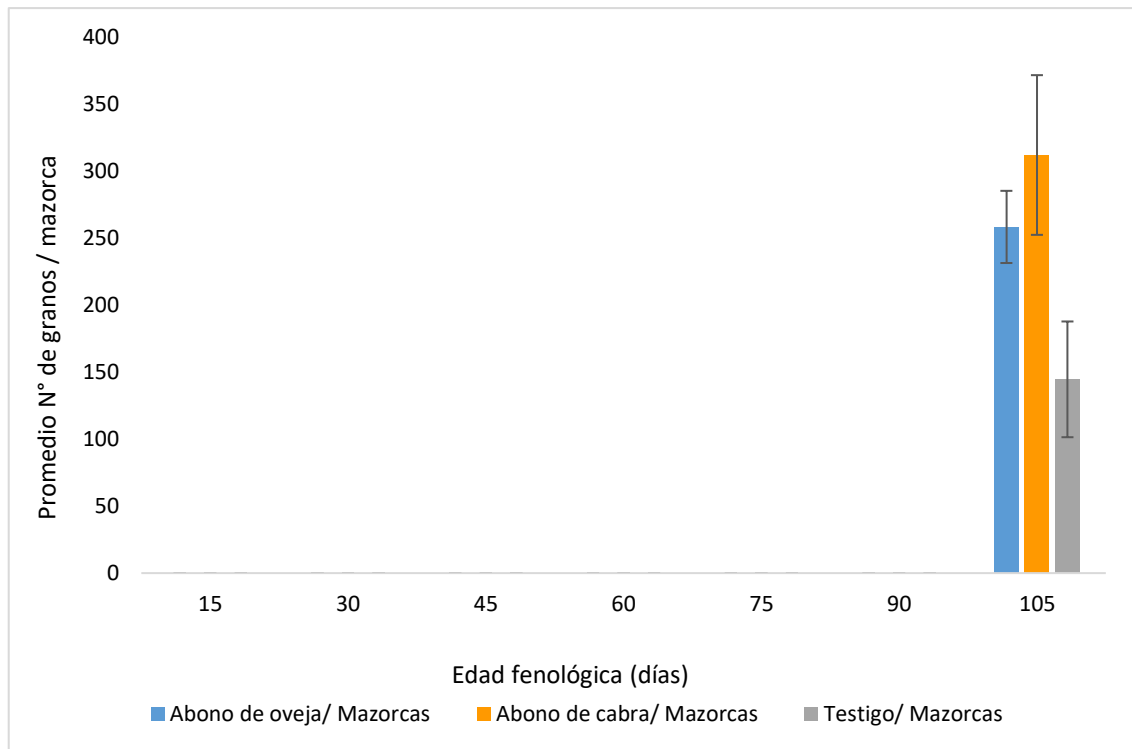
**Figura 16.** Promedio de la longitud de mazorcas (cm) por planta de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.



**Figura 17.** Promedio del número de hileras/mazorcas/ plantas de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.



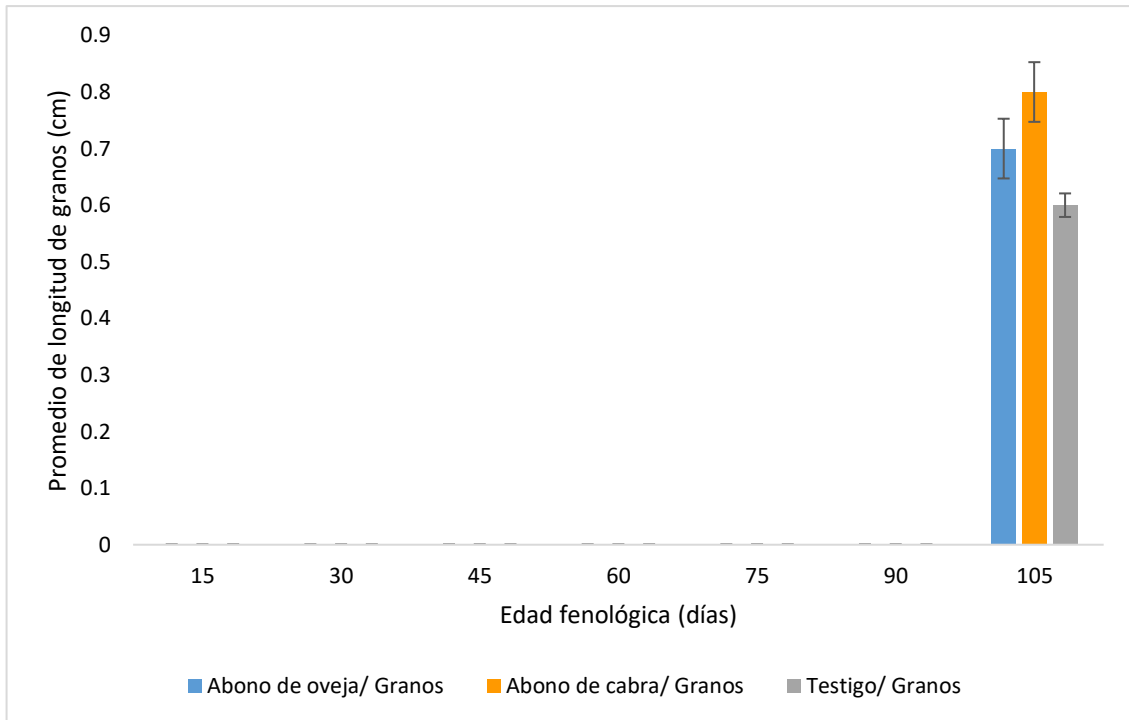
**Figura 18.** Promedio del número de granos/hilera/mazorcas de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.



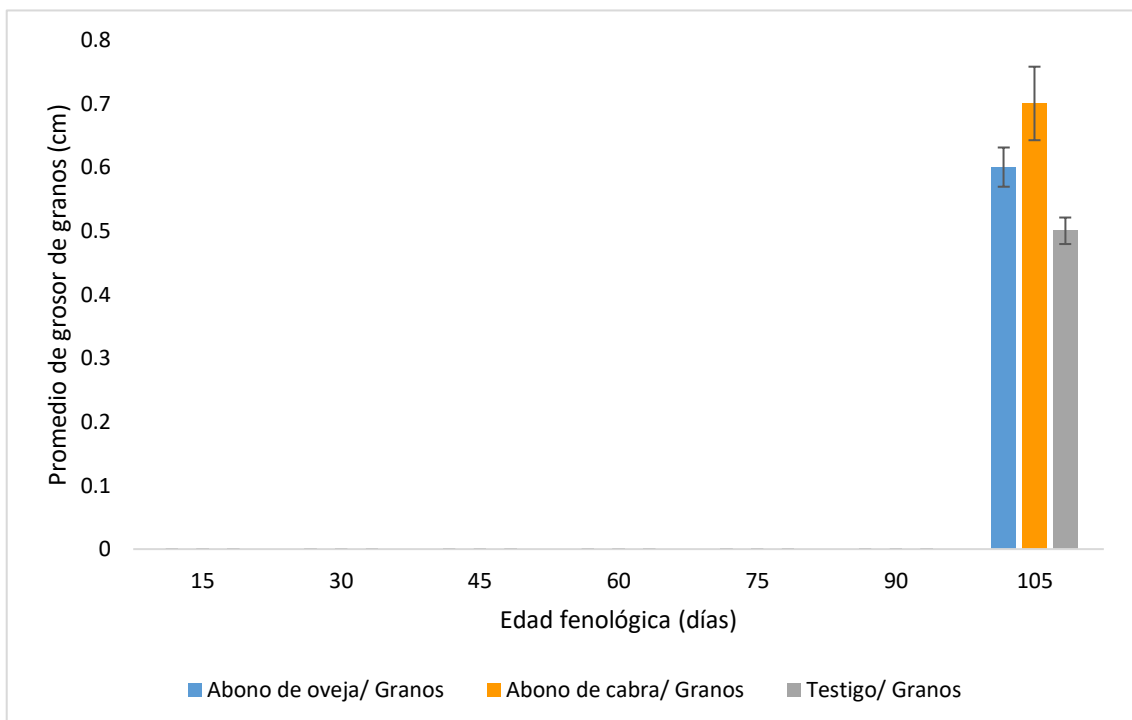
**Figura 19.** Promedio del número de granos por mazorca de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.

### 3.6. Desarrollo de granos de *Zea mays* L. maíz “Popcorn”

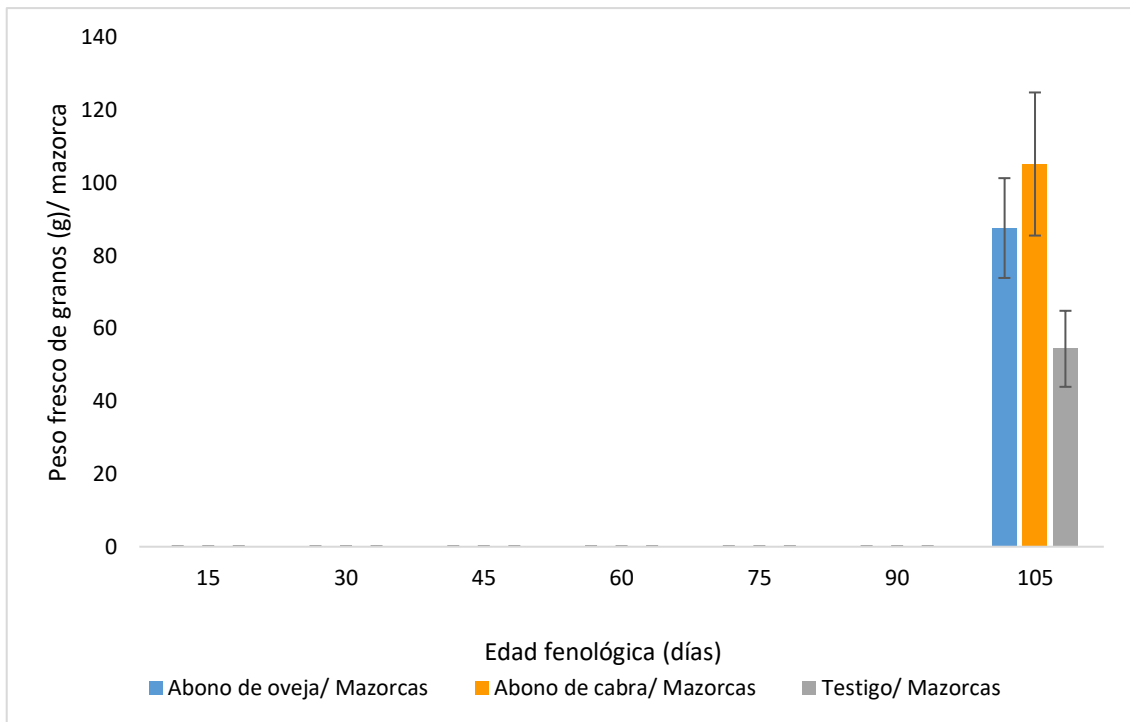
- Durante el crecimiento fenológico de las plantas de *Zea mays* L. maíz “Popcorn”, en relación a la longitud de los granos se evidencia que, el fertilizante a base de estiércol de cabra brindo mayor promedio a diferencia del abono de oveja y testigo, presentando 0.8 cm, 0.7 cm y 0.6 cm respectivamente (Figura 20).
- Así mismo, en relación al grosor de grano, se tiene que, el fertilizante a base de estiércol de cabra brindo un mayor promedio con 0.7 cm, a diferencia del abono de oveja con 0.6 cm y testigo con 0.5 cm (Figura 21).
- Referente al peso fresco promedio de granos/mazorcas, observamos que el fertilizante a base de estiércol de cabra brindo mayor promedio en peso con 103.2 g a diferencia del abono de oveja con 87.6 g y testigo con 54.4 g en promedio (Figura 22).
- Concerniente al peso seco total de granos/mazorcas, el fertilizante a base de estiércol de cabra brindo mayor promedio en peso con 47.4 g a diferencia del abono de oveja con 32.6 g y testigo 29.2 g (Figura 23).



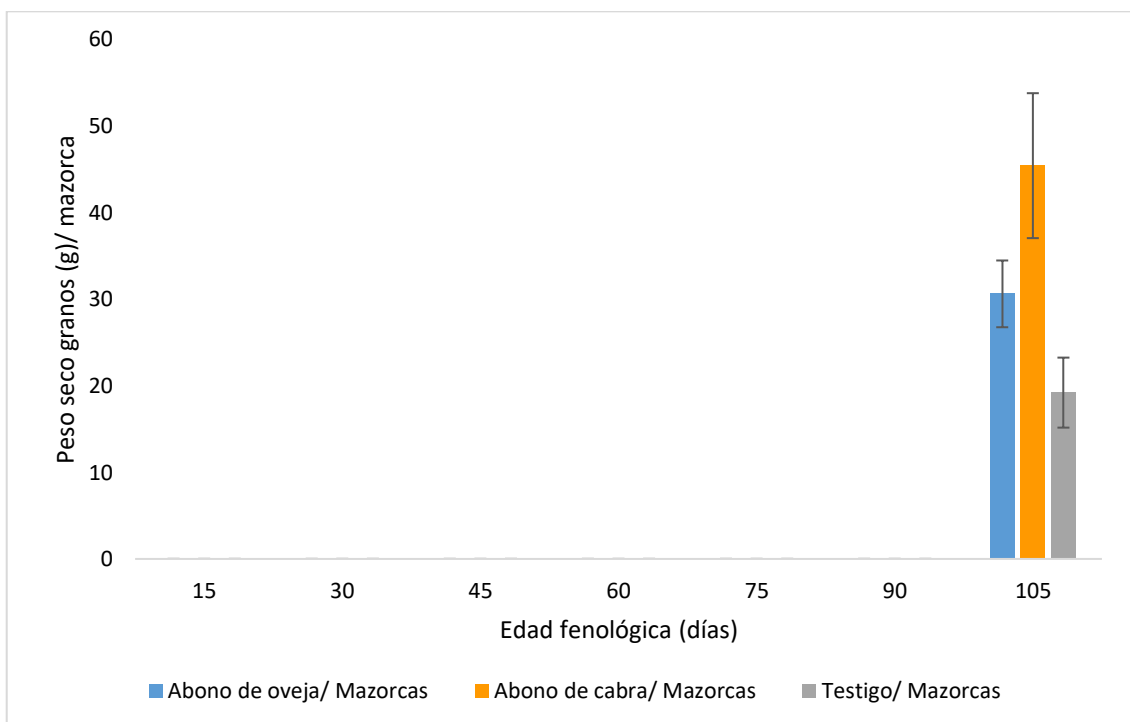
**Figura 20.** Promedio de la longitud de granos en cm de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.



**Figura 21.** Promedio del grosor de granos de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.



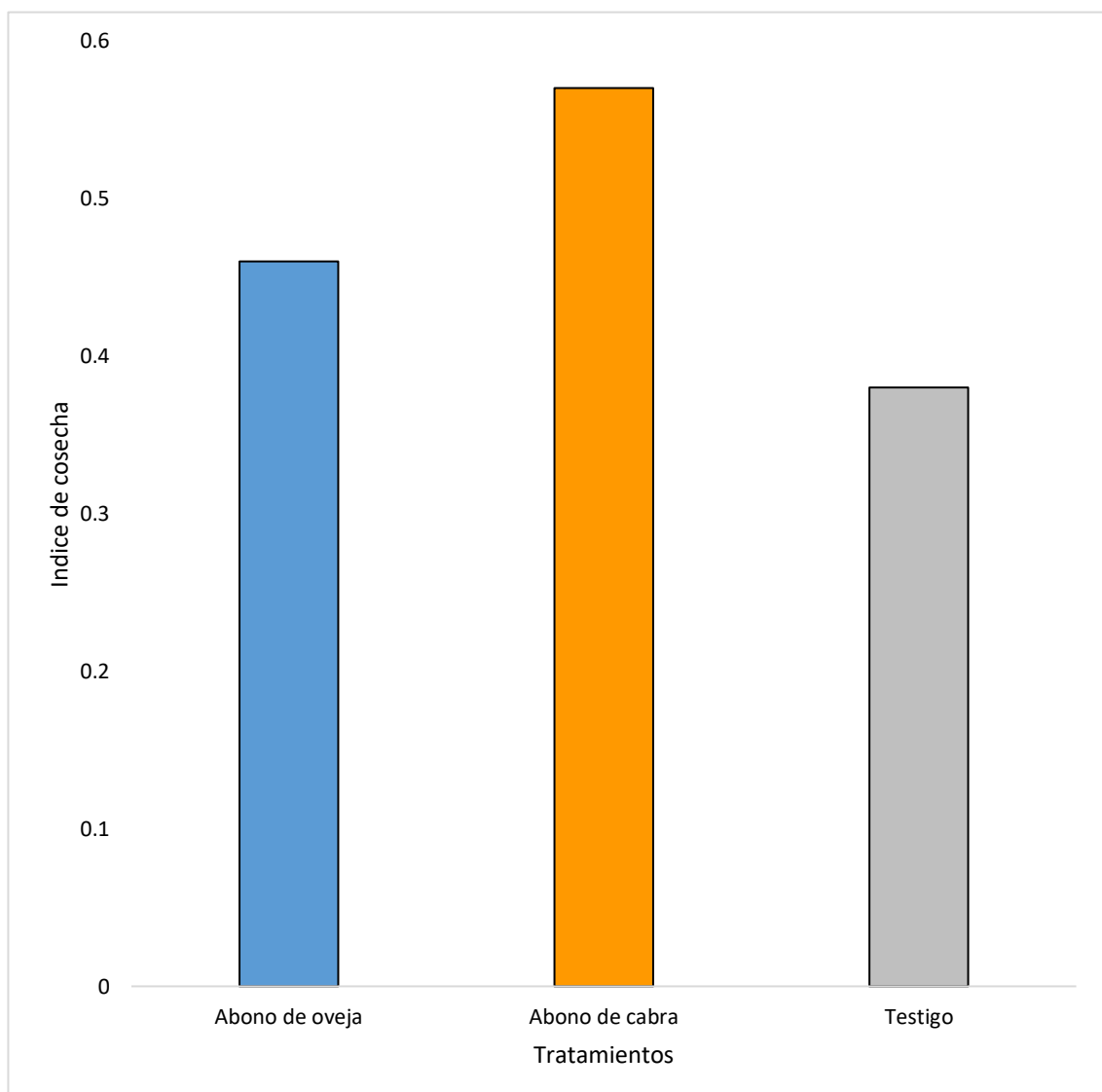
**Figura 22.** Promedio del peso fresco total (g) de granos/mazorcas de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.



**Figura 23.** Promedio del peso seco total de granos por mazorca de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.

### 3.7. Índice de Cosecha de *Zea mays* L. “Popcorn”

- La cosecha se efectuó cuando más del 70% de las mazorcas mostraron los estilos secos y de color marrón, debido a la madurez fisiológica del cultivo. En efecto, se demuestra que, durante el crecimiento fenológico de las plantas de *Zea mays* L, maíz “Popcorn” en relación a la cantidad de materia seca acumulada en las plantas, el fertilizante a base de estiércol de cabra brindó mayor índice de cosecha con 0.57 a diferencia del abono de oveja con un 0.46 y testigo con 0.38. (Figura 24)



**Figura 24.** Índice de cosecha de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.

### 3.8. Índice de crecimiento relativo (ICR) de los órganos de *Zea mays* L. variedad “Popcorn” según los tratamientos aplicados.

- Respecto al índice de crecimiento relativo del órgano raíz durante el desarrollo fenológico del cultivo de *Zea mays* L. maíz “Popcorn”, el tratamiento a base de estiércol de cabra presentó mejor ICR entre los 45 – 30 DDS, con 0.07 g/día a diferencia del abono de oveja con 0.05 g/día y testigo con 0.01 g/día, sin embargo entre los 60 – 45 DDS el testigo presento una mayor ganancia de peso por unidad biomasa, ICR= 0.17 g/día, mientras que los ICR del abono de cabra y oveja se calcularon en 0.15 g/día y 0.09 g/día, respectivamente. (Tabla 01)
- Concerniente al índice de crecimiento relativo del tallo durante el desarrollo fenológico del cultivo de *Zea mays* L. maíz “Popcorn”, el fertilizante a base de estiércol de cabra presentó mejor ICR entre los 45 – 30 DDS, con 0.25 g/día a diferencia del abono de oveja con 0.24 g/día y testigo con 0.21 g/día. (Tabla 02)
- Así mismo, el ICR de las hojas durante el desarrollo fenológico del cultivo de *Zea mays* L. maíz “Popcorn”, evidencia que entre los 45 – 30 DDS el fertilizante a base de estiércol de cabra y oveja presentaron igual ICR= 0.11 g/día, mientras que el testigo presento un ICR de 0.02 g/día. Sin embargo, entre los 60 – 45 DDS, el testigo presento un ICR de 0.12 g/día, mientras que el abono de cabra y oveja presentaron un ICR de 0.05 g/día. (Tabla 03)
- En relación al índice de crecimiento relativo de mazorcas del cultivo de *Zea mays* L. maíz “Popcorn”, el tratamiento a base de estiércol de cabra presentó mejor ICR entre los 75 – 60 DDS, con 0.16 g/día a diferencia del abono de oveja con 0.14 g/día y testigo con 0.06 g/día, sin embargo, entre los 90 – 75 DDS el testigo presento una mayor ganancia de peso por unidad biomasa, ICR= 0.19 g/día, mientras que los ICR del abono de cabra y oveja se calcularon en 0.11 g/día (Tabla 04).

**Tabla 01.** Índice de Crecimiento Relativo (ICR) de la raíz de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.

DDS/Peso seco (g)	Abono de oveja/	Abono de cabra/	Testigo/
	Raíz	Raíz	Raíz
30-15	0.09	0.09	0.05
45-30	0.05	0.07	0.01
60-45	0.09	0.15	0.17
75-60	0.02	0.03	0.05
90-75	-0.01	0.01	- 0.01

**Tabla 02.** Índice de Crecimiento Relativo (ICR) del tallo de *Zea mays* L. “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.

DDS/Peso seco (g)	Abono de oveja/	Abono de cabra/	Testigo/
	Tallo	Tallo	Tallo
30-15	0.07	0.07	0.07
45-30	0.24	0.25	0.21
60-45	0.12	0.14	0.11
75-60	0.05	0.03	0.03
90-75	0.02	0.03	0.02

**Tabla 03.** Índice de Crecimiento Relativo (ICR) de la hoja de *Zea mays L.* “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.

DDS/Peso seco (g)	Abono de oveja/	Abono de cabra/	Testigo/
	Hoja	Hoja	Hoja
30-15	0.20	0.20	0.20
45-30	0.11	0.11	0.02
60-45	0.05	0.05	0.12
75-60	0.02	0.02	0.03
90-75	0.001	0.007	0.04

**Tabla 04.** Índice de Crecimiento Relativo (ICR) de mazorcas de *Zea mays L.* “Popcorn” con diferentes tratamientos y testigo.

DDS/Peso seco (g)	Abono de oveja/	Abono de cabra/	Testigo/
	Mazorcas	Mazorcas	Mazorcas
30-15	0.00	0.00	0.00
45-30	0.00	0.00	0.00
60-45	0.00	0.00	0.00
75-60	0.14	0.16	0.06
90-75	0.11	0.11	0.19
105-90	0.03	0.05	0.04

#### IV. DISCUSIÓN

Correspondiente a los abonos orgánicos, se concuerda con lo antedicho por la FAO (1), pues la agricultura orgánica fomenta y mejora la salud del agroecosistema, en particular de la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Así mismo, INTAGRI (2) menciona la importancia del uso de abonos orgánicos con la intención de aumentar la fertilidad de los suelos, incrementar el rendimiento y mejorar la calidad de los productos.

Al análisis de los abonos orgánicos usados en la investigación, los valores encontrados fueron: para el tratamiento 01, abono orgánico de oveja, 3.28 % de N, 2.27 % de P y 3.45 % de K, pH 8.19 y 8.2 dS/m de C.E y para el tratamiento 2, abono orgánico de cabra, 3.09 % de N, 2.03 % de P, 2.36 % de K, pH 6.99 y 10.14 dS/m de C.E (Anexo 02.), estos resultados difieren con lo mencionado por Borrero, quien menciona que en promedio los minerales indispensables de este abono orgánico, se encuentran en una proporción de 1,04 % de N, 0.8 % P y 1,5% K (17), así mismo, se concuerda con lo mencionado por Deras y Yara (19,21) quienes mencionan que el pH óptimo para el cultivo de maíz se encuentra entre 6 y 7.2 y que este no tiene buena tolerancia a un pH bajo (< 5,0) ya que puede reducir el desarrollo radical y causar toxicidad en suelo, así mismo, mencionan que de encontrarse en un rango superior a lo recomendado se reduce la absorción de micronutrientes y el desarrollo general de la planta (21,27), pues al comparar el desarrollo de las plantas se evidencia que el tratamiento 02, el cual presentó un pH de 6.99, obtuvo el mayor desarrollo y peso fresco y seco respecto al tratamiento 01, y testigo.

Respecto a la metodología de preparación de suelo, se coincide con referido por Davalos quien menciona que el suelo debe estar bien preparado para que la semilla pueda tener una adecuada germinación y emergencia (34). Los campos experimentales fueron abonados una semana antes de la siembra con una cantidad de 30 kg de abono/15 m<sup>2</sup>, esto se contrapone a lo mencionado por Gómez y FUNDESYRAM, quienes indican que el agregado de guano de cabra convenientemente descompuesto debe ser aplicado un mes antes de la siembra en una cantidad de entre 1-2 Kg/m<sup>2</sup> pues este permite mejorar la estructura, flora microbiana y fertilidad de los suelos, contribuyendo a solucionar problemas de productividad y distribución en suelos empobrecidos (22,23). Por otro lado, se concuerda con lo mencionado por Garza, quien reporta que las fechas para el abonamiento ovino son de 15 a 7 días antes de la siembra y que dicha aplicación es un factor importante en la morfología y crecimiento del maíz (42), así mismo, Sarmiento reporta que el estiércol de oveja es rico en nutrientes minerales para el crecimiento, desarrollo y productividad de las plantas debido a sus propiedades químicas y que la cantidad de abono a utilizar no debe

exceder los 5 Kg/m<sup>2</sup> (24), sin embargo, los resultados obtenidos coinciden con los autores en las primeras etapas del cultivo, pues este mostró un desarrollo normal y sin diferencias significativas hasta los 30 DDS. Posteriormente, los gráficos evidencian un mejor desarrollo, en el campo experimental tratado con abono orgánico de cabra (tratamiento 02), lo cual se atribuye a la característica alcalina de tratamiento 01. Sin embargo, la variabilidad de dicho factor en el suelo no pudo ser corroborado al finalizar el presente estudio debido a las diversas limitaciones causadas por la pandemia COVID-19.

Se concuerda con lo mencionado por Bernardini (12) quien en su trabajo sobre el Perfil del maíz “*Popcorn*” indica que este es más pequeño y exige mayor cuidado en el control de malezas e insectos, además de ser muy dependiente del ambiente en que se cultive, pues durante la ejecución del proyecto se afrontaron problemas de plagas como el causado por la infestación de *Spodoptera frugiperda* “el gusano cogollero del maíz”, sin embargo, el daño causado por este, fue más evidente en el cultivo tratado con abono orgánico de oveja que en el tratado con abono orgánico de cabra. Esto se relaciona con lo citado por Ardiles (25) en el foro de AGROPERÚ, en el que se menciona que el estiércol de cabra es el más fino y uno de los más ricos en nutrientes, pues este generalmente no atrae insectos que puedan dañar el cultivo, así también, esto se refuerza con lo obtenido en el análisis de materia orgánica, pues el nivel de CaO en el tratamiento 02 es de 6.59% es decir 1.91% más que el tratamiento 01, y este brinda resistencia a las plantas, protegiendo la producción de raíces, hojas y tallos.

Respecto a la longitud de raíz se observa que el mayor crecimiento se obtuvo con el abono orgánico de cabra, esto se ve favorecido por el tipo de suelo franco arenoso que poseen los campos experimentales, permitiendo un buen metabolismo y crecimiento radicular (19), por otro lado, el grosor de la raíz no mostró diferencia significativa entre los tratamientos de oveja y cabra, además, por lo concerniente a la longitud y peso seco de tallo y hoja la mayor producción la obtuvieron las plantas fertilizadas con el abono orgánico de cabra en relación de las fertilizadas con abono orgánico de oveja y testigo.

En lo referente a la productividad del cultivo de *Zea mays* L. variedad *Popcorn*, se concuerda con lo mencionado por Garcia, quien indica que la productividad de maíz está determinada principalmente por la cantidad final de granos obtenidos por unidad de área de terreno, lo cual está en función de la tasa de crecimiento del maíz, además, de los parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo y una adecuada disponibilidad de nutrientes (41).

Se demuestra que el tratamiento 02, fue el que presentó mayor productividad en el crecimiento y desarrollo de las mazorcas y granos, este presentó un pH de 6.99 y una C.E. de 10.14 dS/m<sup>2</sup>, esto concuerda con lo mencionado por Deras quien menciona que el cultivo de *Zea mays* es muy

exigente en elementos nutritivos y factores como pH (19). Así mismo, Herber en su investigación sobre la conductividad eléctrica como herramienta para el cultivo específico de maíz, concluye que sí existe una relación significativa entre el pH, CE y el rendimiento del cultivo de maíz (27), pues estos factores juegan un papel importante en la absorción de nutrientes desde la raíz hacia el resto de la planta (19,21,27).

## V. CONCLUSIONES

- El abono de cabra, tratamiento 02, presentó mayor efectividad en la productividad del cultivo de *Zea mays* L. maíz “variedad *Popcorn*” con una producción promedio de 410.49 g/ fila, mientras que el tratamiento 01, abono orgánico de oveja, presento una producción promedio de 282.58 g/fila.
- Sí existe diferencias significativas entre los abonos orgánicos de oveja, cabra y testigo según el ANOVA, en la productividad del cultivo de *Zea mays* L. maíz “variedad *Popcorn*”.
- Sí existe diferencia en la productividad de cantidad de mazorcas/planta, número de hileras y granos por espádice del cultivo de *Zea mays* L. maíz “variedad *Popcorn*”
- El mayor número de mazorcas se obtuvo con el tratamiento 02, fertilizante de cabra, presentando en promedio 1.25 mazorcas/planta, seguido del abono de oveja con 1.06 mazorcas/planta y el testigo con 0.86 mazorcas/planta.
- El mejor índice de germinación, índice de cosecha, peso seco y crecimiento relativo del cultivo de *Zea mays* L. maíz “variedad *Popcorn*” se presentaron con el tratamiento 02.
- El mayor número de hojas, así como longitud de raíz, tallo, panícula masculina, números de mazorcas/planta del cultivo de *Zea mays* L. maíz “variedad *Popcorn*” se alcanzaron con el tratamiento 02.
- El mayor tamaño promedio de las plantas del cultivo de *Zea mays* L. maíz “variedad *Popcorn*” se consiguieron con el tratamiento 02, con una longitud promedio de 2.24 mt.

## VI. RECOMENDACIONES

- Replicar el estudio teniendo en cuenta el tiempo de preparación de los fertilizantes, el pH y conductividad eléctrica de estos.
- Analizar las características presentadas por los suelos antes y después de la aplicación de los abonos orgánicos propuestos.
- Probar el rendimiento de otras variedades de la especie de *Zea mays* con los tratamientos propuestos.
- Determinar la productividad del cultivo de maíz no solo en la época de siembra habitual sino durante todo el año.
- Realizar investigación en el desarrollo y producción agrícola de diferentes cultivos nativos de la región Ica usando compost a base de estiércol de cabra y oveja.
- Instruir y concientizar a los agricultores iqueños sobre el uso de biofertilizantes pues estos mejoran la calidad del suelo permitiendo que tengan mayor capacidad de retención de agua y nutrientes, aportando microorganismos y mejorando la textura y estructura de este, fomentando así una agricultura ecológica y sostenible evitando el uso de fertilizantes y pesticidas químicos que acarrear graves daños al medio ambiente y a la salud del hombre.
- Realizar gestiones para la implementación de un laboratorio de análisis de suelos, agua y materia orgánica, con el fin de afianzar los conocimientos teóricos brindados en nuestra casa de estudios proporcionando experiencia en el rubro agrícola a los estudiantes interesados en esta área.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Otahola V, Silva A. Respuesta del Maíz (*Zea mays* L.) tipo reventón a diferentes poblaciones y niveles de fertilización en condiciones edafológicas de sabana. Revista UDO Agrícola [Internet] Venezuela 2002 [Fecha de acceso: 28 julio 2022]; 2(1): 8-13 Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2221398>
2. Paliwal R., Granados G. El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción [Internet]. Roma: FAO, 2001 [Fecha de acceso: enero 16, 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/x7650s/x7650s00.htm#toc>
3. Valadez, J. y col. Variedad de polinización libre de maíz palomero. INIFAP [Internet]. Primera edición. México: Centro de Investigación Regional del Noreste; septiembre 2012 [Fecha de acceso: julio 23, 2020]. Disponible en: <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/923.pdf>
4. Ferraris G, Couretot L. Fertilización en maíz y maíz pop: Respuesta a la fertilización, umbrales críticos y eficiencia comparativa en el uso de nutrientes. Revista Fertilizar [Internet] Argentina 2011 [Fecha de acceso: 28 julio 2022]; 20: 5-9. Disponible en: <https://fertilizar.org.ar/fertilizacion-en-maiz-y-maiz-pop-respuesta-a-la-fertilizacion-umbrales-criticos-y-eficiencia-comparativa-en-el-uso-de-nutrientes/>
5. INTAGRI S.C. Los abonos orgánicos beneficios, tipos y contenidos Nutrimentales [Internet]. México 2016. [Fecha de acceso: agosto 21, 2019]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/los-abonos-organicos-beneficios-tipos-y-contenidos-nutrimentales>
6. Asela M, Suarez S, Palacio D. Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. Revista Cubana de Higiene y epidemiología [Internet]. Cuba 2014 [Fecha de acceso: marzo 02, 2022]; 52(3): 372-387. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032014000300010#:~:text=Los%20restos%20de%20estos%20plaguicidas,1](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000300010#:~:text=Los%20restos%20de%20estos%20plaguicidas,1)
7. ONU. Efectos de plaguicidas y fertilizantes sobre el medio ambiente y la salud y formas de reducirlos: resumen para encargados de la formulación de políticas [Internet]. Repositorio

- documentario ONU programa para el medio ambiente; 2021 [Fecha de acceso: marzo 01, 2022]. Disponible en: [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34463/JSUNEPPF\\_Sp.pdf?sequence=8&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34463/JSUNEPPF_Sp.pdf?sequence=8&isAllowed=y)
8. FAO, OMS. Alimentos producidos orgánicamente. Codex alimentarius [Internet] Roma 2005 [Fecha de acceso: octubre 04, 2021]. Segunda edición: pág.3. Disponible en: <https://www.fao.org/3/a0369s/a0369s.pdf>
  9. Ardiles, T. ¿Sabía que el estiércol de cabra es uno de los mejores para la agricultura? [Internet]. Edición N°17. Perú: AGROPERÚ Informa; 4 de octubre 2020. [Fecha de acceso: diciembre 12, 2020]. Disponible en: <https://www.agroperu.pe/sabia-que-el-estiercol-de-cabra-es-uno-de-los-mejores-para-la-agricultura/>
  10. Tortosa, G., Albuquerque, J., Ait-Baddi, G., Cegarra, J. The production of commercial organic amendments and fertilisers by composting of two-phase olive mill waste (“alperujo”). *Journal of Cleaner Production* [Internet]. 2012 [Fecha de acceso: mayo 15, 2021] 26: 48-55. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.008>
  11. Carballo V. Caracterización de la acumulación y comercio de guano caprino en sistemas productivos del Chaco Árido de Córdoba [Tesina de Grado] [Internet]. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba; 2022. [https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/23673/tesina\\_carballo\\_victoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/23673/tesina_carballo_victoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  12. Díaz R, Ricarte A, Pereyra D, Guzmán L. Estimación del contenido de nitrógeno, fosforo y potasio del estiércol de cabra. *Tecnoárido* [Internet]. 2019 [Fecha de acceso: abril 15, 2022]; 1 (8): 1-3. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/338690532\\_estimacion\\_del\\_contenido\\_de\\_nitrogeno\\_fosforo\\_y\\_potasio\\_del\\_estiercol\\_de\\_cabra](https://www.researchgate.net/publication/338690532_estimacion_del_contenido_de_nitrogeno_fosforo_y_potasio_del_estiercol_de_cabra)
  13. Tortosa, G., Albuquerque, J., Ait-Baddi, G., Cegarra, J. The production of commercial organic amendments and fertilisers by composting of two-phase olive mill waste (“alperujo”). *Journal of Cleaner Production* [Internet]. 2012 [Fecha de acceso: mayo 15, 2021] 26: 48-55. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.008>

14. Ramirez Zuñiga S. Manejo de excretas de ovejas mediante compostaje, inoculado con microorganismos de montaña (MM) nativos en la finca experimental santa lucia, Heredia [Tesis de Grado] [Internet]. Costa Rica: Universidad Nacional de Costa Rica; 2017. Disponible en: <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/14182>
  
15. MINAGRI. Panorama nacional e internacional del mercado de fertilizantes inorgánicos – Dirección de Estudios Económicos - Dirección General de Políticas Agrarias [Internet] Perú 2022 [Fecha de acceso: agosto 19, 2022]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3416288/N.%C2%B002%7C%20Mercado%20de%20fertilizantes%20inorg%C3%A1nicos.pdf>
  
16. Miranda, D. Efectividad de dos preparados de Bokashi [Tesis para optar el grado de doctor inédita]. Perú: Universidad San Luis Gonzaga de Ica- Perú, 2018.
  
17. Fernández R. Trapero A: Domínguez J. Experimentación en agricultura [Internet]. Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. [Fecha de consulta: diciembre 05, 2019]. 2010. Pág. 13-61, 85-98 Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/280558890\\_Experimentacion\\_en\\_Agricultura](https://www.researchgate.net/publication/280558890_Experimentacion_en_Agricultura)
  
18. Jeronimo, C. Bolaños, R. Comparación de dos fertilizantes sintéticos versus un orgánico en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), Variedad Nutrinta Amarillo, Centro Experimental las Mercedes, 2015. [Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo] [Internet] Nicaragua: Repositorio de la Universidad Nacional Agraria, 2016. <http://repositorio.una.edu.ni/3357/1/tnf04g984c.pdf>
  
19. Borrero C. Abonos orgánicos. InfoAgro [Internet]. 2013. Chile. [en línea], [Fecha de acceso agosto 16, 2019] Disponible en: [https://www.google.com/search?q=INFOAGRO+\(2013\).+Chile+estiercol&tbm=isch&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwjd\\_sq46JfjAhVJU8KHQFkBQsQsAR6BAgAEAE&biw=1600&bih=789](https://www.google.com/search?q=INFOAGRO+(2013).+Chile+estiercol&tbm=isch&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwjd_sq46JfjAhVJU8KHQFkBQsQsAR6BAgAEAE&biw=1600&bih=789)
  
20. Navarro, H. Diseño experimental, aplicaciones en agricultura [Internet]. 1ra ed. San José de Costa Rica: Editorial UCR; 2006 [Fecha de acceso septiembre 19, 2019]. Disponible en: <http://www.editorial.ucr.ac.cr/agronomia/item/1778-diseno-experimental-aplicaciones-en-agricultura.html>

21. MIDAGRI. Maíz – Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [Internet]. Perú 2015 [Fecha de acceso: enero 30, 2022]. Disponible en: <https://www.midagri.gob.pe/porta/23-sector-agrario/cultivos-de-importancia-nacional>
22. Deras H. Guía técnica: El cultivo del maíz [Internet]. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – IICA. [Fecha de acceso: septiembre 15, 2019]. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>
23. Espinoza R, Morales A. “Productividad de *Raphanus sativus* L, con biofertilizantes, purín de *Urtica dioica* L Y *Medicago sativa* L, en el fundo El Huarangal mayo – octubre 2018” [Tesis para optar título de biólogo] Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica – Perú 2019: Pág. 8 – 15.
24. YARA. Cómo aumentar el rendimiento del maíz. México [En línea], [Fecha de acceso noviembre 11, 2021] Disponible en: <https://www.yara.com.mx/nutricion-vegetal/maiz/como-aumentar-el-rendimiento-del-maiz/>
25. Gómez L. “Efecto de la micorrización y la abonadura orgánica en el cultivo de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) en la variedad amarilla tardía en la zona de Caranqui, provincia de Imbabura” [Tesis para optar grado de Ingeniero Agrónomo][Internet]. Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo, 2015. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/723/T-UTB-FACIAG-AGR-000128.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
26. FUNDESYRAM. Abonando con estiércol de cabra. [Internet]. 2012. Argentina, [ Fecha de acceso 14 de julio 2019], Disponibles en: <http://www.fundesyr.am.info/biblioteca.ph?id=231>
27. Sarmiento, L. Estiércol de oveja características y usos en el abono de plantas. [Internet]. Colombia: JardineriaOn; 2015[Fecha de acceso: agosto 13, 2019]. Disponible en: <https://www.jardineriaon.com/estiercol-oveja-caracteristicas-usos-abono-plantas.html>
28. Ardiles T. ¿Sabía que el estiércol de cabra es uno de los mejores para la agricultura? [Internet]. AGROPERU Informa; 4 de octubre de 2020 [Fecha de acceso: noviembre 02, 2021]. Disponible en: <https://www.agroperu.pe/sabia-que-el-estiercol-de-cabra-es-uno-de-los-mejores-para-la-agricultura/>

29. Tasi H., Barbagelata P., Schulz G, Paz González A. Índices de productividad específico para maíz como potencial predictor del rendimiento y su variabilidad [Internet]. Grupo de Recursos Naturales y Factores Abióticos. INTA EEA Paraná. España: INTA; 2010 [Fecha de acceso: octubre 17, 2020]. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-act-tecnica-n2\\_02\\_indices-productividad-especifico-pa.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-act-tecnica-n2_02_indices-productividad-especifico-pa.pdf)
30. Herber L, “Conductividad Eléctrica aparente como herramienta para delimitar Zonas de Manejo Sitio Especifico en Maíz (*Zea mays*) en la Provincia de Corrientes”. [Tesis para optar grado de magister scientiae en mecanización agraria] [Internet] Argentina: Universidad Nacional de La Plata, 2011. Disponible en: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/25089/Documento\\_completo\\_\\_\\_%20G.%20Herber%20dic%202011.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/25089/Documento_completo___%20G.%20Herber%20dic%202011.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
31. Castillo, M. Consultoría sobre productividad del sector agropecuario ecuatoriano con énfasis en banano, cacao, arroz y maíz duro [Internet]. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. RIMISP- Ecuador; 2013 [Fecha de acceso: agosto 16, 2020]. Disponible en: [https://rimisp.org/wp-content/files\\_mf/1373468645DocEcuador9julio.pdf](https://rimisp.org/wp-content/files_mf/1373468645DocEcuador9julio.pdf)
32. Verhulst N, Sayre K, Govaerts B. Manual de determinación de rendimiento [Internet]. MasAgro, CIMMYT, SAGARPA. México 2012 [Fecha de acceso: Julio 12, 2021]. Disponible en: <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/18249/48867.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
33. Courtis, A. Germinación de semillas [Internet]. Argentina: Universidad Nacional del Nordeste, 2013 [Fecha de acceso: diciembre 21, 2020]. Disponible en: <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/GuiadeestudioGerminacion.pdf>
34. Dávalos, A. Diversidad de maíz *Zea mays* L. en la selva peruana [Tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo] [Internet] Perú: Universidad Agraria la Molina, 2017 Lima – Perú. Disponible en: [https://www.biorediberoamerica.org/resources/peru/DAVALOS\\_A.\\_2017.\\_TESIS.\\_DIVERSIDAD\\_DE\\_MA%C3%8DZ\\_\(Zea\\_mays\\_L.\)\\_EN\\_LA\\_SELVA\\_PERUANA.pdf](https://www.biorediberoamerica.org/resources/peru/DAVALOS_A._2017._TESIS._DIVERSIDAD_DE_MA%C3%8DZ_(Zea_mays_L.)_EN_LA_SELVA_PERUANA.pdf)
35. Díaz C, Heredia A, Frencó F, Aguaysol C. Informe: Enfermedades fúngicas de maíz: Prospección y Epidemiología [Internet]. Proyecto MAIZAR. Argentina; 2007 [Fecha de

- acceso agosto 15, 2019]. Disponible en:  
[http://www.maizar.org.ar/documentos/316\\_enfernoa.pdf](http://www.maizar.org.ar/documentos/316_enfernoa.pdf)
36. Dimas J., Díaz A., Martínez E., Valdez R. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Terra Latinoamérica [Internet] Sociedad Mexicana de la ciencia del suelo. México 2001. V. 19, pág. 293 – 299. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/573/57319401.pdf>
  37. Vásquez I. "Frecuencia de aplicación de biol y su efecto en el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) Variedad M28- T en Yurimaguas" [Tesis para optar título profesional de Ingeniero Agrónomo][Internet] Iquitos – Perú; 2012. Disponible en: <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/1861/T-631.816-V32F.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  38. Ellena, M., Montenegro, A., Gonzales, A., Sandoval, P., Fertilización [Internet] INIA, Chile; 2008. [Fecha de acceso: mayo 21, 2020]. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/7676/NR39142.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20fertilizaci%C3%B3n%20es%20un%20factor,de%20nutrientes%20en%20el%20suelo.>
  39. FAGRO. Análisis de plantas [Internet] Fagro, 2009. [Fecha de acceso: julio 21,2020]. Disponible en: [http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/curso/docs/analisis\\_plantas.pdf](http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/curso/docs/analisis_plantas.pdf)
  40. FAO. Los Fertilizantes y su uso [Internet]. Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes, 1992. [Fecha de acceso: octubre 19,2020] Disponible en: <http://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>
  41. García, F. Fertilización de maíz en la región Pampeana [Internet]. INPOFOS Cono Sur. Argentina; 2003 [Fecha de acceso 10 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://portal.acabase.com.ar/suelofertil/Articulos%20de%20Inters/MAIZ/Ma%C3%Adz%20Fertilizaci%C3%B3n%20en%20Ia%20Regi%C3%B3n%20Pampeana.pdf>
  42. Garza, C. Fertilización orgánica con estiércol bovino en diferentes fechas y dosis de aplicación en maíz blanco. [Tesis para optar el grado de maestro en producción Agrícola] [Internet]. México. Universidad Autónoma de Nuevo León- UANL; 2000 [ Fecha de acceso: septiembre 01, 2021]. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/6353/1/1080095037.PDF>

43. Gomero L., Velásquez H. Manejo Ecológico de Suelos: Conceptos, experiencias y técnicas [Internet]. Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos. Lima, Perú: Editorial Surco, 2004. [fecha de acceso: septiembre 19, 2019]. Disponible en: <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/manejo-ecol-suelo-raaa.pdf>
44. Huarcaya, J. y Siguas, Y. Efecto de dos abonos orgánicos en el mejoramiento y rendimiento del cultivo de *Zea mays* L. “híbrido estar”. [Tesis para optar el título profesional de Biólogo] Ica-Perú: UNICA; 2005
45. Injante P, Joyo G. Jornada de capacitación: Manejo Integrado de Maíz Amarillo Duro [Internet]. La Libertad - Perú: 2013: UNALM – AGROBANCO; 2010 [Fecha de acceso: febrero 28, 2020]. Disponible en: [https://www.academia.edu/31701940/\\_704839464\\_MANEJO\\_INTEGRADO\\_DE\\_MAIZ\\_AMARILLO\\_DURO](https://www.academia.edu/31701940/_704839464_MANEJO_INTEGRADO_DE_MAIZ_AMARILLO_DURO)
46. INTAGRI. ¿Sistema Radical o sistema radicular? [Internet] INTAGRI. Serie Suelos Núm. 34. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 2 p.; 2017 [Fecha de acceso: abril 20, 2020]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/sistema-radical-o-sistema-radicular>
47. Julca, A., Meneses, L., Blas, R., Bello, S. La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. Scielo- IDESIA Chile. 2006; 24(1): 49-61. [Fecha de acceso: noviembre 02, 2019]. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v24n1/art09.pdf>
48. Kilcher, L., Echevarría, F., Weidmann, G., y Garibay, S. Manual de Capacitación para Agricultura Orgánica [Internet]. International Federation of Organic Agriculture Movements; 2004 [Fecha de acceso: junio 23, 2021]. Disponible en: [www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1093-manual-tropicos-humedos.pdf](http://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1093-manual-tropicos-humedos.pdf)
49. Dimas J., Díaz A., Martínez E., Valdez, R. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento de maíz. Terra Latinoamerica [Internet] 2001; 19 (4): 293 – 299. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57319401>
50. Mosquera, B. (2010). Abonos Orgánicos, protegen el suelo y garantizan alimentación sana. [En línea], [Fecha de acceso Julio 20, 2019]. Disponible en: [http://www.fonag.org.ec/doc\\_pdf/aonos\\_organicos.pdf](http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/aonos_organicos.pdf)

51. Navarro, S. QUIMICA AGRICOLA - El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida de la planta. [Internet]. 2da. Edición. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.; 2003. [Fecha de acceso: noviembre 01, 2019]. Disponible en: [https://www.academia.edu/11618245/Qu%C3%ADmica\\_Agr%C3%ADcola\\_Segunda\\_Edici%C3%B3n](https://www.academia.edu/11618245/Qu%C3%ADmica_Agr%C3%ADcola_Segunda_Edici%C3%B3n)
52. PROAIN. Humedad del suelo en la agricultura [Internet]. Proain tecnología agrícola; 14 de octubre del 2020 [Fecha de acceso: mayo 24, 2021]. Disponible en: <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/la-humedad-del-suelo-en-la-agricultura>
53. Sánchez, H. Manual Tecnológico del Maíz Amarillo Duro y de Buenas Prácticas Agrícolas en el Valle de Huaura- departamento de Lima [Internet]. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA, INCAGRO. Lima, Perú: Chávez J., Rojas F.; 2004 [Fecha de acceso: septiembre 26, 2019]. Disponible en: <http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/7484/BVE19039769e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
54. Perú Info, Agricultura orgánica en el Perú [Internet]. Noviembre 29, 2018. [Fecha de acceso: febrero 24, 2022] Disponible en: <https://peru.info/es-pe/comercio-exterior/noticias/7/29/acciones-de-la-agricultura-ecologica-en-peru#:~:text=Producci%C3%B3n%20de%20agricultura%20org%C3%A1nica%20en,el%20mango%20y%20la%20maca.>
55. INEI. El productor agropecuario: condiciones de vida y pobreza [Internet]. Febrero 05, 2022. [Fecha de acceso: febrero 28, 2022] Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digiales/Est/Lib0386/cap0406.htm#:~:text=El%20ma%C3%ADz%2C%20la%20cebada%20y,se%20dedican%20a%20estos%20cultivos.](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digiales/Est/Lib0386/cap0406.htm#:~:text=El%20ma%C3%ADz%2C%20la%20cebada%20y,se%20dedican%20a%20estos%20cultivos.)
56. BID ADEX, Ministerio de comercio exterior y turismo, MIF. Ficha de requisitos técnicos de acceso al mercado de EE. UU - Requisitos no Arancelarios [Internet]. Perú 2009. [Fecha de acceso: marzo 01, 2022]. Disponible en: <https://boletines.exportemos.pe/recursos/boletin/Maiz%20revent%C3%B3n.pdf>

## VIII. ANEXOS

**Anexo 01.** Informe de análisis de materia orgánica emitida por el Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina



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



### INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : YANINA PAOLA RAMOS TOLEDO  
PROCEDENCIA : ICA/ ICA/ ICA  
MUESTRA DE : COMPOST  
REFERENCIA : H.R. 73199  
BOLETA : 4328  
FECHA : 31/12/19

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %
497	TRATAMIENTO 1	8.19	8.20	52.60	3.28	2.27	3.45
498	TRATAMIENTO 2	6.99	10.14	41.72	3.09	2.03	2.36

Nº LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
497	TRATAMIENTO 1	4.68	1.05	31.39	0.30
498	TRATAMIENTO 2	6.59	1.04	17.23	0.32



*B. La Torre*  
Ing. Braulio La Torre Martínez  
Jefe de Laboratorio

**Anexo 02.** Informe de análisis suelos emitida por el Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina



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



Solicitante : PAOLA RAMOS TOLEDO  
 Departamento : ICA  
 Distrito :  
 Referencia : H.R. 71266-158C-19

Provincia : ICA  
 Predio :  
 Fecha : 31/12/19

Bolt.:3875

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico		Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g			Suma de Cationes Bases	Suma de Sat. De Bases %				
								Arena %	Limo %			Arcilla %	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>			K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	
11948		8.00	2.18	1.00	0.34	2.0	174	59	29	12	Fr.A.	10.88	7.90	1.77	0.23	0.99	0.00	10.88	10.88	100

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

Ing. Beatriz La Torre Martínez  
 Jefe del Laboratorio

**Tabla 05.** Malas hierbas registradas en el campo de cultivo de *Zea mays* L. maíz “Popcorn”.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
Asterales	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.
		<i>Gnaphalium</i> sp.
		<i>Taraxacum officinale</i> L.
Caryophyllales	Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.
Cyperales	Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> L.
Fabales	Fabaceae	<i>Acacia macracantha</i> W.
		<i>Crotalaria incana</i> L.
		<i>Melilotus indicus</i> L.
Laminales	Boraginaceae	<i>Heliotropium curasavicum</i> L.
	Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L.
	Verbenaceae	<i>Lippia nodiflora</i> L.
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia serpens</i> K.
		<i>Ricinus communis</i> L.
Malvales	Malvaceaea	<i>Sida cordifolia</i> L.
		<i>Sida rhombifolia</i> L.
		<i>Waltheria ovata</i> C.
Poales	Poaceae	<i>Cinodon dactilon</i> L.
		<i>Bromus catharticus</i> L.
		<i>Leptochloa uninervia</i>
		<i>Poa annua</i> L.
		<i>Polypogon viridis</i> G.
Solanales	Solanaceae	<i>Setaria verticillata</i> L.
		<i>Solanum nigrum</i> L.



**Figura 25.** Campo experimental antes de la siembra.



**Figura 26.** Tesista realizando limpieza de suelo para la toma de muestra de suelo.



**Figura 27.** Riego por gravedad del campo experimental a través de manguera de 3/4".



**Figura 28.** Prueba de germinación de diez semillas de *Zea mays* L. "Popcorn".



**Figura 29.** Germinación del 100% de semillas de *Zea mays* L. en bandeja.



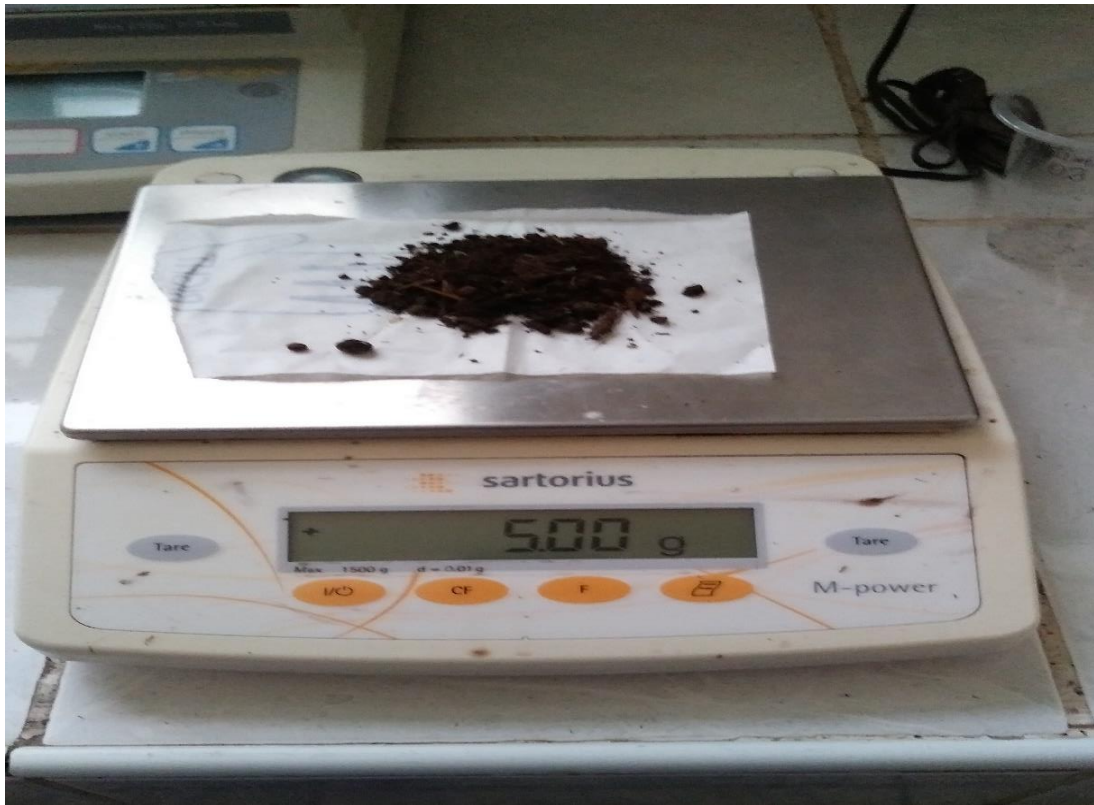
**Figura 30.** Preparación de Tratamiento 2, abono orgánico a base estiércol de cabra.



**Figura 31.** Germinación y crecimiento de *Zea mays* L. en campo definitivo.



**Figura 32.** Riego y aplicación de ceniza para el control del cogollero de *Zea mays* L.



**Figura 33.** Pesado del biofertilizante para ser aplicado al cultivo de *Zea mays* L.



**Figura 34.** Fertilización del cultivo se *Zea mays* L. a los 30 DDS.



**Figura 35.** Crecimiento y desarrollo de *Zea mays* L. en las parcelas experimentales.



**Figura 36.** Extracción de plantas de *Zea mays* L. para toma de datos paramétricos a los 15 DDS.



**Figura 37.** Extracción de plantas de *Zea mays* L. para toma de datos paramétricos a los 60 DDS.



**Figura 38.** Presencia de flores masculinas en panoja de *Zea mays* L.



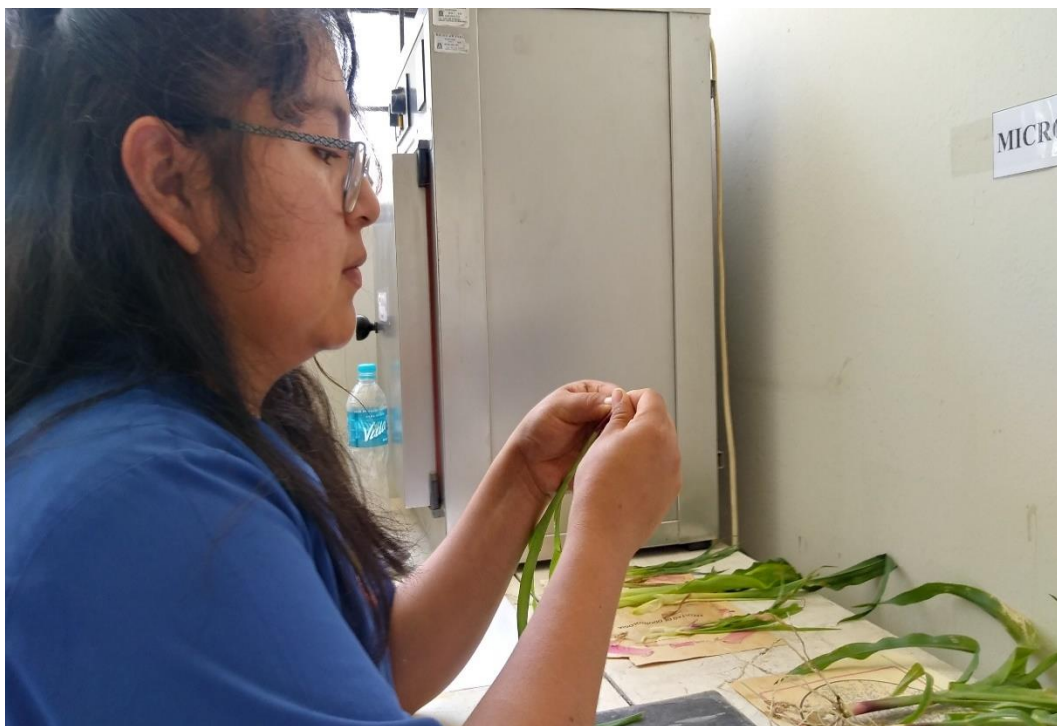
**Figura 39.** Presencia de mazorcas en caña de *Zea mays* L.



**Figura 40.** Cultivo de *Zea mays* L. a los 90 DDS. Plantas adultas con producto.



**Figura 41.** Plantas de *Zea mays* L. fertilizadas con abono de oveja.



**Figura 42.** Tesista realizando cortes de los diferentes órganos de *Zea mays* L.



**Figura 43.** Registro de longitud de panoja de *Zea mays* L.



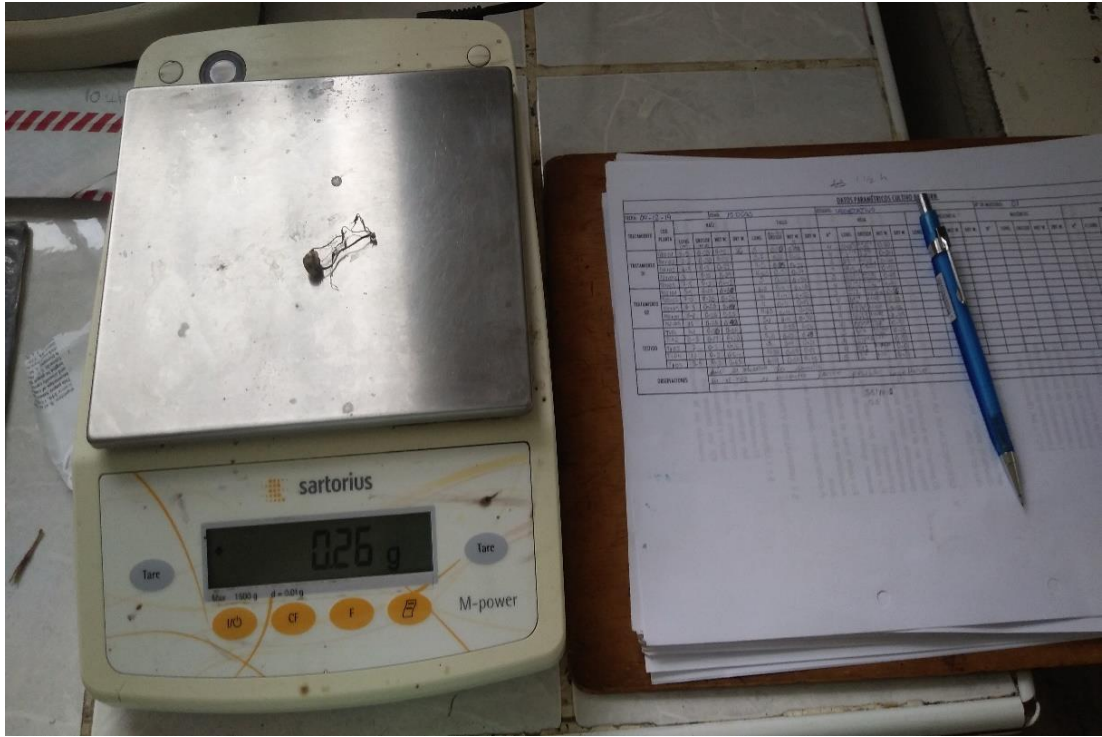
**Figura 44.** Determinación de la longitud de mazorca de *Zea mays* L.



**Figura 45.** Órganos de plantas de *Zea mays L.* colocados al horno para su secado.



**Figura 46.** Órganos de plantas de *Zea mays* secos, sacados del horno para su pesado.



**Figura 47.** Determinación del peso seco de la raíz de *Zea mays* L.



**Figura 48.** Tesista realizando labor de cosecha de mazorcas de *Zea mays* L.



**Figura 49.** Toma de datos paramétricos de mazorcas de *Zea mays* L. Variedad *Popcorn* de la parcela testigo.



**Figura 50.** Toma de datos paramétricos de mazorcas de *Zea mays* L. Variedad *Popcorn* tratadas con el abono orgánico de Oveja



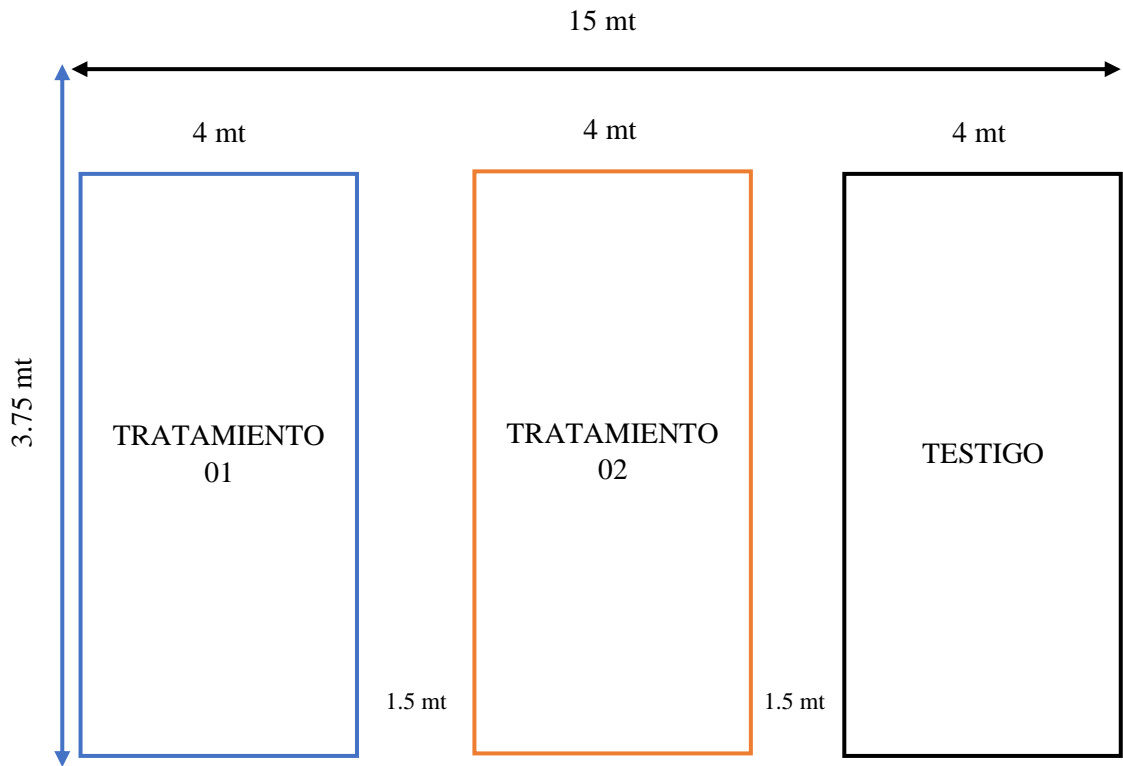
**Figura 51.** Toma de datos paramétricos de mazorcas de *Zea mays* L. variedad *Popcorn* tratadas con el abono orgánico de Cabra.



**Figura 52.** Peso seco de mazorca y granos de *Zea mays* L. variedad *Popcorn*.



**Figura 53.** Cambios en las características visibles del suelo, antes (A) y después (B) de la preparación del terreno para la siembra.



**Figura 54.** Disposición del campo experimental.