

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

TÍTULO:

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE GALLINAZA TRATADA CON MICROORGANISMOS EFICIENTES EN EL RENDIMIENTO EN GRANOS DE MAÍZ (*Zea mays L.*) DEL HÍBRIDO DEKALB 7088.

POR:

JANETH DEL CARMEN URRIOLOA

8-880-1015

DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ

2016

AGRADECIMIENTOS

Ha sido el todopoderoso quien me ha protegido y guiado; es quien ha iluminado mi camino cuando más oscuro ha estado, que me brindó la fuerza necesaria para superar los obstáculos y las dificultades proporcionándome paciencia, sabiduría y perseverancia para continuar en lo adverso; es por ello, que agradezco en primera instancia mi trabajo a Dios.

A mi familia por siempre brindarme su apoyo. Principalmente a mi madre Segunda Urriola que con sacrificio y esfuerzo, me ha brindado siempre lo mejor, a mi tío Juan y a mi hermano Melvin que han estado junto a mí brindándome su apoyo incondicional, muchas veces poniéndose en el papel de padre.

También a los profesores que estuvieron a cargo de formarme como profesional, principalmente a mis tutores de tesis el Dr. José Binns, Mgtr. José Ureta y al Mgtr. Tirso Solís, por su apoyo y valiosa orientación en el desarrollo de esta investigación.

Por último, pero no por ello menos importante, a mis compañeros, especialmente a quienes se convirtieron en mis amigos; María Rivera, Edgardo Pérez, Eduard Pardo, Jorge Montero, José Batista, Leonel Delgado, Edison Pineda, Rodolfo Rodríguez, Esteban Terrientes, Fátima Guerra, Sulym Candelaria, Abad Díaz, Mitzury Camargo, Eric Sanguillén, Alejandra Arosemena, Emmanuel Rodríguez, Vianis Ojo; con los que tuve la oportunidad de compartir memorables momentos, gracias por brindarme su amistad, apoyo moral y estar pendiente en mis momentos de enfermedad; les agradezco sinceramente y hago presente mi gran afecto hacia ustedes.

Janeth del Carmen Urriola

DEDICATORIA

Este trabajo de grado se lo dedico a mi madre Segunda Urriola, por ser esa mujer trabajadora y luchadora, quien inculcó en mí principios y valores que han sido ejes fundamentales en mi formación como persona y profesional. A mi tío Juan Urriola por apoyarme incondicionalmente y me ha enseñado que con esfuerzo, trabajo y constancia puedo superarme día tras día.

De igual manera, a mi hermano Melvin, quien junto a mi madre me ha proporcionado lo que he necesitado y ha sido fuente de motivación e inspiración para superarme. A mi hermano Erick por ser parte importante y especial en mi vida. También a mis demás familiares que de una u otra manera me brindaron su apoyo para lograr esta meta.

Janeth del Carmen Urriola

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE GALLINAZA TRATADA CON MICROORGANISMOS EFICIENTES EN EL RENDIMIENTO EN GRANOS DE MAÍZ, *Zea mays L.*, DEL HÍBRIDO DEKALB 7088.

Urriola Janeth del C. 2016. Efecto de la aplicación de gallinaza tratada con microorganismos eficientes en el rendimiento en granos de maíz, *Zea mays L.*, del híbrido Dekalb 7088. Tesis Ing. Agrónoma en Cultivos Tropicales. Chiriquí. Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 86 pp.

RESUMEN

Esta investigación se realizó en el Centro de Enseñanza e Investigación (CEIACHI), parcela número 18 de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá. El objetivo general del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de gallinaza tratada con microorganismos eficientes en el rendimiento en granos de maíz, *Zea mays L.*, del híbrido Dekalb 7088. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con seis tratamientos: cuatro, ocho, 12 y 16 toneladas métricas por hectárea de gallinaza tratada con microorganismos eficientes, un testigo absoluto y un testigo comercial (12-24-12-6(S) + Urea), con cuatro repeticiones. Los parámetros evaluados fueron: porcentaje de plantas emergidas, días a floración, altura de la planta en época de floración, altura de la mazorca, cobertura de la mazorca, porcentaje de acame del tallo, porcentaje de acame de la raíz, porcentaje de plantas a cosecha, porcentaje de plantas afectadas por pájaros y rendimiento en kilogramos por hectárea. El análisis de varianza realizado mediante el sistema computacional SAS para nuestro principal parámetro, rendimiento, determinó que para esta variable existen diferencias significativas y altamente significativas. Los mejores resultados en cuanto al rendimiento agrícola se obtuvieron con la aplicación de abono comercial y de 16 TM/Ha de gallinaza obteniendo 5861.3 y 5060.5 Kg/Ha respectivamente.

Palabras claves:

Zea mays L., gallinaza, microorganismos eficientes, rendimiento.

EFFECT OF THE APPLICATION OF CHICKEN MANURE TREATED WITH EFFICIENT MICROORGANISM IN THE YIELD OF CORN *Zea mays* L. OF THE HYBRID DEKALB 7088

Urriola, Janeth Del Carmen 2016. Effect of the application of chicken manure treated with efficient microorganism in the yield of corn *Zea mays* L. of the hybrid Dekalb 7088. Thesis agronomist in tropical crops. Chiriquí. Panamá. Faculty of Agricultural Sciences. 86 pages.

ABSTRACT

This investigation was performed in the teaching and research center (CEIACHI), patch number 18 of Faculty Agricultural Sciences of the University of Panama. The general purpose of this work was to evaluate the effect of the application of the chicken manure treated with efficient microorganism in the performance in grains of corn, *Zea mays* L., of hybrid Dekalb 7088. It was used a design of blocks completely random (DBCA) with six treatments: four, eight, 12 and 16 metric tons per hectare of chicken manure treated with efficient microorganisms, a control without fertilizer and a commercial proof (12-24-12-6(S) + Urea) with four replications. The parameters evaluated were: percentage of emerged plants, days at flowering, height of the plant at flowering time, height of cob, ear cover, percentage of root and stalk lodging, percentage of roots, percentage of plants to be harvested, percentage of plants affected by birds and yield in kilograms per hectare. The analysis of variance performed by the SAS Computational System for our main parameter, performance, determined that for this variable there are significant and highly significant differences. The best results regarding the agricultural yield were obtained with the application of commercial fertilizer and 16 TM/Ha of chicken manure obtaining 5861.3 and 5060.5 Kg/Ha respectively.

Keywords:

Zea mays L., chicken manure, efficient microorganism, performance.

ÍNDICE DE CONTENIDO

HOJA DE APROBACIÓN	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICAS	xiv
ÍNDICE DE CUADROS	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
1- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A INVESTIGAR	3
1.2. ANTECEDENTES.....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	5
1.4. OBJETIVOS.....	6
1.4.1. GENERAL	6

1.4.2. ESPECÍFICOS.....	6
1.5. HIPÓTESIS.....	6
1.6. ALCANCES Y LIMITACIONES	7
1.6.1. ALCANCES.....	7
1.6.2. LIMITACIONES	7
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	8
2.1. Origen y distribución de <i>Zea mays</i>	8
2.1.1. Origen	8
2.1.2. Distribución.....	8
2.2. Descripción botánica de <i>Zea mays</i>	9
2.3. Características botánicas y morfológicas de <i>Zea mays</i>	9
2.3.1. Raíz	9
2.3.2. Tallo	10
2.3.3. Hojas	10
2.3.4. Inflorescencia.....	11
2.3.5. Mazorca	11
2.3.6. Semilla	11
2.4. Crecimiento y fases de desarrollo	12
2.4.1. Fase vegetativa	12

2.4.2.	Fase reproductiva.....	12
2.4.3.	Fase de llenado de grano.....	13
2.5.	Duración y fases del desarrollo de una planta de maíz.....	14
2.6.	Etapas de desarrollo del cultivo	14
2.6.1.	Siembra	14
2.6.2.	Emergencia	14
2.6.3.	Iniciación de hojas.....	15
2.6.4.	Iniciación de la espiga.....	15
2.6.5.	Iniciación de la mazorca	15
2.6.6.	Emergencia de hojas.....	15
2.6.7.	Emergencia de la espiga.....	16
2.6.8.	Antesis.....	16
2.6.9.	Emisión de estigmas	16
2.6.10.	Fase lineal de llenado de grano	16
2.6.11.	Grado de lechosidad del grano.....	16
2.6.12.	Madurez fisiológica	17
2.7.	Importancia de los abonos orgánicos en el suelo	17
2.7.1.	Estiércoles	18
2.7.1.1.	Estiércol ovino	18
2.7.1.2.	Estiércol caprino	19

2.7.1.3.	Estiércol bovino	19
2.7.1.4.	Estiércol equino	19
2.7.1.5.	Estiércol de conejo	19
2.7.1.6.	Estiércol de cerdo	19
2.7.1.7.	Estiércol de ave	20
2.8.	Composición de la gallinaza	20
2.9.	Valorización de la gallinaza	20
2.9.1.	Valor en nitrógeno de la gallinaza.....	21
2.9.2.	Valor en fósforo de la gallinaza	22
2.9.3.	Valor en potasio de la gallinaza.....	22
2.10.	Contenido de la gallinaza en materia seca	23
2.11.	Gallinaza en el control de enfermedades vegetales	23
2.12.	Microorganismos eficientes.....	23
2.12.1.	Generalidades del producto Custom B5	24
2.12.2.	Generalidades del producto Custom Gp.....	25
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1.	Localización del ensayo	26
3.2.	Descripción del trabajo experimental.....	26
3.3.	Descripción de los tratamientos	27

3.4. Actividades realizadas en el campo	29
3.4.1. Preparación de suelo en el área de investigación	29
3.4.2. Marcación del terreno	29
3.4.3. Muestreo y análisis de suelo y análisis de la gallinaza.....	30
3.4.4. Siembra	30
3.4.5. Fertilización.....	31
3.4.6. Raleo.....	32
3.4.7. Control de plagas	32
3.4.8. Cosecha.....	33
3.5. Análisis estadístico.....	35
3.6. Variables evaluadas	36
3.6.1. Porcentaje de plantas germinadas.....	36
3.6.2. Días a floración	36
3.6.3. Altura de la planta en época de floración.....	36
3.6.4. Altura de la mazorca.....	37
3.6.5. Cobertura de la mazorca.....	37
3.6.6. Porcentaje de acame del tallo.....	37
3.6.7. Porcentaje de acame la raíz.....	37
3.6.8. Porcentaje de plantas a cosecha	38
3.6.9. Porcentaje de mazorcas afectadas por pájaros.....	38

3.6.10. Rendimiento en Kg/Ha	38
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1. Porcentaje de plantas germinadas	40
4.2. Días a floración	40
4.3. Altura de la planta en época de floración	40
4.4. Altura de la mazorca	42
4.5. Cobertura de la mazorca	43
4.6. Porcentaje de acame del tallo	43
4.7. Porcentaje de acame de la raíz	44
4.8. Porcentaje de plantas a cosecha	45
4.9. Porcentaje de mazorcas afectadas por pájaros	47
4.10. Rendimiento en Kg/Ha.....	48
5. CONCLUSIONES.....	51
6. RECOMENDACIONES	53
7. BIBLIOGRAFÍA.....	54
ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Pág.
N° 1	Diagrama de la distribución del trabajo experimental.....	27
N°2	Diagrama de la distribución de los tratamientos.....	28
N°3	Marcación con estaca de cada unidad experimental.....	29
N°4	Hilera a una distancia de 0.19 cm entre planta.....	31
N°5	Ubicación, distribución e incorporación de la gallinaza en la unidad experimental.....	32
N°6	Aspersión de herbicida con la bomba de mochila.....	33
N°7	Cosecha por unidad experimental.....	34

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica	Título	Pág.
N°1	Altura de la planta en época de floración (cm).....	42
N°2	Altura de la mazorca (cm).....	43
N°3	Porcentaje de acame del tallo.....	44
N°4	Porcentaje de acame de la raíz.....	45
N°5	Porcentaje de plantas a cosecha.....	46
N°6	Porcentaje de mazorcas afectadas por pájaros.....	47
N°7	Valores medios de rendimientos expresados en kilogramos por hectárea.....	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Pág.
N°1	Resultados del análisis de varianza para la variable rendimiento en kilogramo por hectárea.....	48
N°2	Valores medios de rendimiento expresados en kilogramos por hectárea.....	49

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Título	Pág.
N°1	Análisis de suelo del laboratorio de fertilidad de suelos del Instituto de Investigación agropecuaria de Panamá.....	64
N°2	Análisis de la gallinaza del laboratorio de fertilidad de suelos del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.....	65
N°3	Plan de fertilización utilizado en el ensayo con el híbrido Dekalb 7088.....	66
N°4	Observación parcial del ensayo.....	67
N°5	Toma de datos en el ensayo.....	67
N°6	Ubicación de mazorca por tamaño aproximado.....	68
N°7	Mazorca desgranada para obtener el peso aproximado.....	68
N°8	Precipitación pluvial en el ensayo durante el año 2015 datos expresados en mm/día.....	69
N°9	Variables medidas en el desarrollo del ensayo.....	70

INTRODUCCIÓN

El maíz, *Zea mays* L., es una gramínea de fácil desarrollo y de producción anual, como otras gramíneas esta planta es de inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. Se trata de una planta originaria de Mesoamérica que hoy en día constituye, junto con el arroz y el trigo, uno de los principales alimentos cultivados en el mundo (FAO, 2010).

El cultivo de maíz, además es una importante fuente de producción de etanol que es ofertada por los mercados de biocombustibles, este es un factor que ha contribuido a que los productores empezaran a cambiar de sembrar trigo en sus tierras a plantar cultivos más rentables, como el maíz o la soya, los cuales adquirirán una ventaja competitiva debido a mejoras genéticas. Se estima que para el año 2020 este rubro alcance los precios más altos de la historia (OCDE / FAO, 2011).

La escogencia de una buena variedad y/o híbrido de maíz contribuye a obtener una buena producción, un excelente potencial de rendimientos, tolerancia a enfermedades, calidad del grano y relación grano-tuza son características ideales para una mayor productividad (MONSANTO, 2010).

Dekalb, prueba el comportamiento de los híbridos y las mejores prácticas agronómicas para que los mismos puedan expresar su máximo rendimiento, generando de esa forma la más alta productividad; la adecuada nutrición del cultivo es una de ellas. A su vez, reduce la utilización de insumos y labores, contribuyendo a la conservación del suelo y a la reducción de los costos (ZAFRIÑA, 2012).

Es sabido que el contenido de materia orgánica (MO) en Panamá es bajo en algunos sectores del país, debido principalmente a la rápida descomposición de la misma por condiciones de alta temperatura y humedad. Esto refuerza aún más la necesidad de reponer los nutrientes perdidos, sumados a la extracción del cultivo, mediante fertilizantes a base de nitrógeno y fósforo fundamentalmente, ya que el potasio no constituye un factor limitante en Panamá (IDIAP, 2006).

El uso y aplicación de MO en la agricultura es milenaria, sin embargo, paulatinamente fue experimentando un decrecimiento considerable, probablemente a causa de la introducción de los fertilizantes químicos que producían mayores cosechas a menor costo. A pesar de ello, durante los últimos años se ha observado un creciente interés en el uso de MO, donde se ha destacado la utilización de gallinaza, habiendo experimentado el mercado un auge ligado al tema de grandes beneficios y el desarrollo de nuevas tecnologías (Meléndez y Soto, 2003).

La incorporación de desechos puede realizarse en forma directa mediante la aplicación de material fresco o tratados por diversos procesos; en el primer caso, se generan serios problemas ambientales, en el segundo, existe mayor control sanitario (Castro *et al*, 2009).

La inclusión de microorganismos eficientes (ME) al proceso de compostación incrementa la población de microorganismos benéficos, y después de aplicarlo a los suelos provee un ambiente que favorece su crecimiento, actividad, y longevidad, mejorando el crecimiento de las plantas (UAC, 2001).

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A INVESTIGAR

En Panamá es notable el deterioro del medio ambiente, derivado de la utilización indiscriminada de productos agroquímicos, debido al desconocimiento de los productores y el interés económico de las empresas dedicadas a la comercialización de los mismos; este abuso, trae como consecuencia la degradación de los suelos, a su vez ocasiona un pobre desarrollo de las plantas y por ende una baja cantidad de ingresos a quienes se dedican a la producción de maíz.

Debido a estos factores que afectan a muchos suelos en el país, es necesario el estudio de alternativas de fertilización, que permitan obtener suelos ricos en macro y micro nutrientes, de manera que se aumente a los cultivos la cantidad de elementos disponibles, para su debida absorción.

1.2. ANTECEDENTES

El maíz, *Zea mays L.*, es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen y es la única especie cultivada de su género; se considera originario de México desde el punto de vista geográfico, ya que fósiles de polen y de mazorcas de maíz fueron encontradas en zonas arqueológicas en 1954, cuya antigüedad se estima entre 60 y 80 mil años (Wilkes, 1979).

En tanto que, los abonos orgánicos se han utilizado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos ha sido demostrada, aunque su composición química, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo,

varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad. Pueden prevenir, controlar e influir en la severidad de patógenos del suelo; además, sirven como fertilizantes y mejoradores del suelo. La adición de residuos vegetales o estiércoles incrementan la actividad y cantidad de la biomasa microbiana del suelo (FAO, 1991).

Rangel (2007), muestra que en un estudio realizado de eficiencia agronómica relativa de tres abonos orgánicos en plantas de maíz, se emplearon tres productos fertilizantes orgánicos: vermicompost, compost, y gallinaza, versus un testigo en la que se utilizó una fertilización química. Los resultados obtenidos mostraron que el mayor efecto del tratamiento en las plantas lo alcanzó la fertilización química, sus máximos niveles los mostró en la fase inicial del ensayo debido a que los productos fertilizantes químicos son sales solubles altamente concentradas, disponibles en forma inmediata para las plantas, pero de corta acción residual; mientras que en los tratamientos evaluados con productos orgánicos, hubo mejor respuesta en fases subsiguientes, debido a que estos productos son de alta residualidad. En la fertilización con estos productos los resultados fueron: fertilizante orgánico a base de gallinaza, compost y vermicompost, respectivamente; lo que evidencia el efecto positivo de la gallinaza en los cultivos. Se consideran a los fertilizantes orgánicos como materiales de lenta liberación que aportan sus nutrimentos a través del tiempo dependiendo de diversos factores como el tipo de material orgánico, sus características, las condiciones biológicas, edáficas y ambientales (Meléndez y Soto, 2003).

1.3. JUSTIFICACIÓN

A través del tiempo el maíz ha sido fertilizado a partir de productos químicos principalmente; sin embargo esta práctica hoy día resulta muy onerosa. La fertilización de los cultivos a partir de abonos orgánicos resulta de gran utilidad para aumentar rendimientos. Aprovechar excretas de los animales, para que aporten nutrientes a los suelos se visualiza como una solución parcial a este problema. En particular el uso de gallinaza representa una alternativa para aportar nutrientes para el crecimiento y desarrollo de los cultivos derivado de una de las actividades de producción de carne de más rápido desarrollo en el país debido al menor requerimiento de tierra de esta actividad en relación a otras actividades agropecuarias como la cría de ganado bovino, porcino, caprino, ovino, etc. Por otro lado la masificación del uso de la gallinaza para fertilizar los cultivos contribuye a reducir los gastos en la compra de fertilizantes producidos industrialmente y el escape de divisas del país contribuyendo, como consecuencia, que los gastos en la utilización de este producto sea un dinero que se mueva dentro de la economía del país.

Este estudio se justifica debido a que permitirá evaluar el efecto de la aplicación de gallinaza en el rendimiento en granos de maíz, motivo por el cual, brindará ayuda a los pequeños y medianos productores principalmente, que se dedican a este rubro, a trabajar la tierra sin perjudicar mayormente el ambiente y con la obtención de beneficios directos por su buena producción.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. GENERAL

- Evaluar el efecto de la aplicación de gallinaza tratada con microorganismos eficientes en el rendimiento en granos de maíz (*Zea mays L.*) del híbrido Dekalb 7088.

1.4.2. ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto de la gallinaza en el rendimiento final del grano de maíz ajustado a un 14% de humedad en el grano.
- Medición de ciertas variables de interés agronómico en el híbrido de maíz Dekalb 7088.

1.5. HIPÓTESIS

- Ho: No existe un efecto significativo de la gallinaza sobre el rendimiento de granos en la planta de maíz.
- Ha: Existe un efecto significativo de la gallinaza sobre el rendimiento de granos en la planta de maíz.

1.6. ALCANCES Y LIMITACIONES

1.6.1. ALCANCES

- La realización de este estudio, tiene el propósito de evaluar el efecto de la aplicación de gallinaza en el cultivo de maíz y de esta forma poder aplicar abono orgánico a esta planta, que consecuentemente va dirigida a beneficiar a los productores de maíz y a aprovechar un subproducto que se encuentra abundantemente en la producción de aves del país.

1.6.2. LIMITACIONES

- La poca disposición de pequeños productores de aplicar en sus cultivos abonos orgánicos.
- La poca posibilidad de conseguir volúmenes grandes de gallinaza por algunos productores.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen y distribución de *Zea mays*

2.1.1. Origen

Según Paliwal (2001), hay tres teorías cuyo objeto de estudio es conocer si el maíz es de origen asiático, andino o mexicano. La evidencia más antigua del maíz como alimento humano proviene de algunos lugares arqueológicos en México, donde algunas pequeñas mazorcas de maíz estimadas en más de 5 mil años de antigüedad fueron encontradas en cuevas de los habitantes primitivos, por lo que se considera a este país el centro de origen; aunque el debate continua (Wilkes, 1979).

Para Paliwal (2001), el género *Zea* comprende varias especies de gramíneas, pero la única que tiene valor económico es *Zea mays L.* y aunque el maíz es una sola especie, cuenta con un gran número de razas y variedades. Las estadísticas demuestran que el país que posee más biodiversidad genética, es decir, mayor cantidad de razas y variedades es México (Wilkes, 1979).

2.1.2. Distribución

Paliwal (2001), menciona que la especie *mays* posee 55 razas y 300 variedades distribuidas a nivel mundial. Se encuentra en cada país de América y gran parte de Asia, Europa y África; esto debido al mejoramiento genético y sin lugar a dudas por la alta producción de alimento, proveniente de este rubro; además de ser materia

prima indispensable en la fabricación de productos farmacéuticos y de uso industrial (OCDE/FAO, 2011).

2.2. Descripción botánica de *Zea mays*

El maíz, *Zea mays L.*, es una monocotiledónea perteneciente a la familia (Poaceae). Es una gramínea anual, robusta, de crecimiento determinado, de 1 a 5 m de altura, normalmente de un solo tallo dominante, pero puede producir hijos fértiles, sus hojas alternas son pubescentes en la parte superior y glabra en la parte inferior. Es una planta monoica (produce las flores masculinas y femeninas en distintas partes de la planta), con flores femeninas en mazorcas laterales y con floración masculina, que ocurre normalmente uno a dos días antes que la floración femenina. Es de polinización libre y cruzada con gran producción de polen; granos en hilera incrustados en la tusa; mazorca en su totalidad cubierta por hojas, grano de tipo cariopsis y metabolismo fotosintético tipo C₄ (Fischer y Palmer, 1984).

2.3. Características botánicas y morfológicas de *Zea mays*

2.3.1. Raíz

La planta consta de raíz principal, adventicia, de sostén y aérea. La raíz principal: 1-4 raíces que pronto dejan de funcionar y que se originan en el embrión. En esta etapa la planta se alimenta de la semilla durante las primeras dos semanas después de la germinación. Casi la totalidad del sistema radicular está constituido de raíces adventicias. Las raíces de sostén: se originan en los nudos basales y favorecen una

mayor estabilidad de la planta. Además, hay presencia de raíces aéreas las cuales no alcanzan el suelo (Terranova, 1995).

2.3.2. Tallo

El tallo central del maíz es un eje formado por nudos y entrenudos, cuyo número y longitud varían notablemente (de 8-25 con un promedio de 14, exponiendo una hoja en cada nudo y una yema en la base de cada entrenudo). La parte inferior y subterránea del tallo tiene entrenudos muy cortos de los que salen las raíces principales y los brotes laterales. Los entrenudos superiores son cilíndricos; en corte transversal se observa que la epidermis se forma de paredes gruesas y haces vasculares cuya función principal es la conducción de agua y sustancias nutritivas obtenidas del suelo o elaboradas en las hojas (SICA, 2009).

2.3.3. Hojas

Las hojas son largas y anchas y los bordes generalmente lisos.; está constituida de vaina, cuello y lámina. La vaina de la hoja de maíz es una estructura cilíndrica, abierta hasta la base, que sale de la parte superior del nudo. El cuello es la zona de transición entre la vaina envolvente y la lámina abierta. La lámina de la hoja de maíz es una banda angosta y delgada hasta 1,5 m de largo por 10 cm de ancho, que termina en un ápice muy agudo (Terranova, 1995).

2.3.4. Inflorescencia

El maíz es una planta monoica. La inflorescencia femenina crece a partir de las yemas apicales, en las axilas de las hojas y la inflorescencia masculina o panoja se desarrolla en el punto de crecimiento apical en el extremo superior de la planta (Dellaporta y Calderón, 1994).

2.3.5. Mazorca

En el maíz, la mazorca es compacta y está protegida por las hojas transformadas. La zona de inserción de los granos está formada principalmente por las cúpulas que posee forma de copa, con paredes gruesas. El eje central o raquis da soporte a la mazorca y supe a través de las cúpulas, de nutrimentos y de agua a las semillas (Terranova, 1995).

2.3.6. Semilla

La semilla madura se compone esencialmente de dos partes: endospermo y embrión. Los tejidos externos forman el pericarpio, que en los maíces tropicales, por lo general aparecen con unos pocos colores básicos: blanco, diversos tonos de amarillo, rojo o púrpura. Debajo del pericarpio esta la capa de aleurona, rica en proteína. El endospermo forma el 85% del peso seco del grano y su totalidad determina la estructura y valor alimenticio de los diferentes maíces (SICA, 2009).

2.4. Crecimiento y fases de desarrollo

Bolaños y Barreto (1992), mencionan que el conocimiento de las características fenológicas establece el marco temporal que forma el rendimiento de los componentes de germinación, iniciación floral, floración y madurez fisiológica y se delinean respectivamente las fases vegetativa, reproductiva y de llenado de grano.

2.4.1. Fase vegetativa

Según Bolaños y Barreto (1992), en esta fase, las semillas germinan y se establecen las plántulas; se expande el follaje y se forma la capacidad fotosintética del cultivo, la cual controla la producción de biomasa. La biomasa total producida por el cultivo está altamente correlacionada con el tamaño final de la mazorca, que ocupa cerca del 40% del peso total.

2.4.2. Fase reproductiva

Esta fase determina la formación de la mazorca y por lo tanto, el número de mazorcas por planta y el número de granos por mazorca, esto es, la fracción cosechable de la biomasa. Como el maíz produce inflorescencias masculinas en la inflorescencia terminal (espiga) y flores femeninas en las axilas laterales (mazorcas), existe una distancia entre ambas, por lo que el polen debe viajar más de un metro para llegar a los estigmas. Además, existe un período que va de uno a dos días, entre la emisión del polen y la salida de los estigmas en las flores femeninas, ambos aspectos, hacen que la polinización y producción de granos sea

una fase extremadamente sensitiva a los estreses ambientales (Bolaños y Barreto, 1992).

2.4.3. Fase de llenado de grano

Para Fischer y Palmer (1984), la fase de llenado de grano inicia después de la polinización y determina el peso final del grano y de la mazorca. El peso de grano está correlacionado con la duración y la cantidad de radiación interceptada durante esta fase, y es afectada por estreses hídricos y nutrimentales.

Ritchie y Hanway (1984), mencionan que la fase de llenado está marcada a su vez por tres fases que son:

- Fase de arresto: que puede durar de 12 a 20 días; es considerada la fase en donde el grano se comienza a formar.
- Fase lineal: acumulación de materia seca, la cual tiene una duración aproximada de 35 días.
- Fase de acumulación lenta: tiene una duración de 7 a 14 días y concluye con la aparición de la capa negra y la madurez fisiológica. Se considera que el grano está en la etapa de la capa negra cuando cesa de alimentarse de la planta, formándose una capa de color negro que evita la entrada de nutrimentos al grano, aspecto que da nombre a esta etapa. La madurez fisiológica se alcanza cuando el grano tiene entre 32-35% de humedad.

2.5. Duración y fases del desarrollo de una planta de maíz

Según Fischer y Palmer (1984), la planta de maíz a los 28 días después de la siembra (dds) suspende la formación de hojas y el meristema apical se convierte en la inflorescencia masculina (espiga); en ese momento, culmina la fase vegetativa y se inicia la fase reproductiva. La inflorescencia femenina superior (mazorca) se forma aproximadamente a los 38 dds, es decir, de 10 a 11 días después de la iniciación de la espiga. La antesis (emisión de polen) y la salida del estigma de la flor femenina, ocurre cerca de los 55-60 dds y la madurez fisiológica de 100-115 dds. Este cultivo produce 22 hojas y más de 600 óvulos por mazorca a la floración, pero sólo se cosechan 450 granos con un peso de 400 mg/grano.

2.6. Etapas de desarrollo del cultivo

De acuerdo a Edmeades y col (1992), la fenología de la planta de maíz pasa por las siguientes etapas:

2.6.1. Siembra

Se inicia con la germinación, con los requerimientos de humedad y temperatura adecuada para esta fase.

2.6.2. Emergencia

Ocurre la emergencia del coleóptilo arriba de la superficie del suelo.

2.6.3. Iniciación de hojas

Dentro de la semilla de maíz (grano) se encuentran ya formadas las primeras hojas de la planta, que pueden ser de cinco a seis; el intervalo de aparición de hojas visibles; es decir, desde la iniciación hasta la aparición de la punta visible se conoce como etapa de plastocron y ocurre generalmente 4 días antes de la iniciación de la espiga.

2.6.4. Iniciación de la espiga

Se da cuando cesa la producción de hojas y marca el comienzo de la fase reproductiva.

2.6.5. Iniciación de la mazorca

Los meristemas laterales se inician en sucesión acropetal (de la parte más alta de la planta hacia abajo) y se convierten en mazorcas en sucesión basipetal (de la base hacia el ápice) en las axilas de las hojas excepto las 6 u 8 hojas superiores.

2.6.6. Emergencia de hojas

Después de la iniciación, las hojas crecen hasta que la punta se encuentra visible y luego hasta que está totalmente expandida. En esta fase los aurículos y la lígula (collar) se encuentran visibles.

2.6.7. Emergencia de la espiga

La aparición de la espiga aparece después de la expansión de la última hoja, denominada generalmente hoja bandera.

2.6.8. Antesis

Es el momento en donde las primeras anteras visibles se encuentran derramando polen.

2.6.9. Emisión de estigmas

Cuando los primeros estigmas de las mazorcas (barba de la mazorca) se encuentran visibles. Normalmente ocurre de 1 a 2 días después de la antesis.

2.6.10. Fase lineal de llenado de grano

Generalmente acontece de 12 a 20 días después de la polinización, en esta fase el grano puede acumular de 6-7 mg/día.

2.6.11. Grado de lechosidad del grano

En esta fase el contenido de humedad del grano es un indicador del desarrollo fenológico.

2.6.12. Madurez fisiológica

Se produce cuando cesa el aumento de peso de grano y coincide con la formación de una capa negra en la región placentar del grano, 1-2 días después de la desaparición de la línea lechosa y con humedad del 33-35%. La senescencia de las hojas de la mazorca sirve de indicadores visuales. Una vez la planta llega a esta etapa, el grano está apto para la cosecha.

2.7. Importancia de los abonos orgánicos en el suelo

La importancia de la materia orgánica en los suelos es un hecho indiscutible que ha sido comprobado a través de los años por varios investigadores en el mundo. En la agricultura ecológica, se ha comprobado que es posible obtener rendimientos económicos adecuados y una estabilidad de producción a través del tiempo (Jewtuszyk y Saskewitz, 2009).

Para Cross (1986), la MO mejora la labranza, fertilidad y productividad del suelo a través del efecto favorable que ejerce sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

La MO se encuentra formada principalmente por residuos vegetales, que se encuentra en descomposición activa por el ataque de microorganismos; es un componente bastante transitorio y debe ser renovado constantemente por la adición de residuos vegetales y animales (González, 2007).

La materia orgánica constituye un depósito de nutrimentos aun no liberados, pero potencialmente capaz de suministrar sustancias alimenticias a las plantas, a medida que se descompone; es esta liberación gradual de nutrimentos la que hace esencialmente valiosa a la MO (Deninsen, 1987).

2.7.1. Estiércoles

Los estiércoles son abonos compuestos de naturaleza órgano-mineral, ricos en materia orgánica, y con un contenido bajo de nutrientes en forma mineral. Su nitrógeno se encuentra en su mayoría en forma orgánica y requiere una mineralización previa a su absorción por las plantas. Alrededor de la mitad del fósforo también se encuentra en forma orgánica, igual que una parte importante del azufre. Contienen también un gran número de sustancias biológicamente activas como hormonas, vitaminas y antibióticos, así como una enorme población microbiana de gran actividad (Canet, 2013).

2.7.1.1. Estiércol ovino

Es un estiércol bastante rico y equilibrado, no aconsejándose aplicarlo en fresco. Al compostarlo puede producir un aumento considerable de la temperatura del montón debido a su riqueza en nitrógeno (Trinidad, 1987).

2.7.1.2. Estiércol caprino

Es parecido al de oveja pero aún más fuerte y algo más rico en nutrientes. Al compostarlo puede producir un aumento considerable de la temperatura del montón debido a su riqueza en nitrógeno (Trinidad, 1987).

2.7.1.3. Estiércol bovino

Es menos rico que los hasta ahora vistos. Es bastante rico en agua por lo que hay que tenerlo en cuenta a la hora de realizar el compost (Trinidad, 1987).

2.7.1.4. Estiércol equino

Es bastante rico en agua por lo que hay que tenerlo en cuenta a la hora de realizar el compost, pero no es considerado un estiércol rico en nutrientes (Trinidad, 1987).

2.7.1.5. Estiércol de conejo

Es también un estiércol fuerte y debe compostarse muy bien; este estiércol es bastante ácido (Trinidad, 1987).

2.7.1.6. Estiércol de cerdo

Mejor conocido como porqueraza, tiene un alto porcentaje de descomposición y por consiguiente mayor liberación de nutrimentos, sin embargo es un estiércol de poco efecto residual (Trinidad, 1987).

2.7.1.7. Estiércol de ave

Comúnmente conocido como gallinaza, aunque también pertenece a esta división la palomina. La gallinaza provee macro nutrientes como el nitrógeno(N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca), sodio (Na) y micro nutrientes como el boro (Bo), cobalto (Co), manganeso (Mn), zinc (Zn) para el crecimiento y desarrollo de las plantas, ayuda a la condición del suelo, ayuda a controlar la erosión, mejora la retención del agua y ayuda a la aeración del suelo.(Montalvo, 2008) . Dependiendo del contenido de humedad, el almacenamiento, el tiempo que tiene la camada en uso y la condición patológica del pollo puede aportar los nutrientes en mayor o menor cantidad (Restrepo, 1995).

2.8. Composición de la gallinaza

La gallinaza está constituida por los excrementos de las aves mezclados con el material ligno-celulósico utilizado de cama. Es un material bastante heterogéneo, cuya composición depende de: la especie, tipo de producción, la alimentación, almacenaje y tratamiento (Pomares, 2011).

2.9. Valorización de la gallinaza

Pomares (2011), menciona que la valorización de la gallinaza como fertilizante se deriva de su contenido en elementos fertilizantes (nitrógeno, fósforo, potasio, macronutrientes secundarios y micronutrientes), y materia orgánica. En el valor fertilizante de la gallinaza, el contenido en materia seca es un factor relevante.

2.9.1. Valor en nitrógeno de la gallinaza

Nitrógeno mineral (inorgánico), es asimilable por las plantas: N amoniacal (NH_4^+); N nítrico (NO_3^-); N úrico.

Nitrógeno orgánico, requiere una mineralización y algunas forma de N orgánico son fácilmente mineralizable y los aminoácidos, proteínas, suelen mineralizarse durante el primer año; formas de N orgánica lentamente mineralizable se encuentra en compuestos recalcitrantes.

En este sentido Klausner et al. (1983), en una publicación, señala que en el estiércol se encuentra el nitrógeno orgánico de dos formas: una es la mineralización lenta o estable y la otra es la mineralización rápida o inestable. La parte de nitrógeno orgánico de rápida mineralización se encuentra en la forma de urea como ácido úrico en el excremento de las aves, esto representa un 70% del nitrógeno total en la gallinaza. En tanto que, en las heces se puede encontrar el nitrógeno orgánico más estable; una cantidad de nitrógeno se mineraliza el primer año de haberse aplicado, pero existen residuos que son de mayor resistencia y que se mineralizan al pasar el tiempo.

De acuerdo con algunos estudios la tasa de mineralización de la gallinaza en el primer año es de 60-90% de gallinaza fresca y de 30% en la gallinaza compostada (Pomares, 2011).

2.9.2. Valor en fósforo de la gallinaza

Forma mineral: principalmente, en forma de fosfato bicálcico, que es bastante asimilable por las plantas.

Forma orgánica: constituida por ácidos nucleicos, fosfolípidos, fosfo-humatos, etc., y requiere una mineralización previa antes de ser absorbido por las plantas.

La asimilabilidad por las plantas del fósforo contenido en la gallinaza, durante el primer año es algo menor que la que presenta los abonos minerales, pero a largo plazo la asimilabilidad es similar o incluso superior.

En un estudio realizado por el Dr. Castellanos en 1986, donde cultivó alfalfa en macetas hizo cuatro diferentes aportes de fósforo utilizando tres diferentes fuentes, entre ellas la gallinaza y evaluó si el fósforo que contiene la gallinaza está inmediatamente disponible para los cultivos. Los resultados indican que las plantas aprovechan de la misma manera cualquier fuente de fósforo.

2.9.3. Valor en potasio de la gallinaza

El potasio procede principalmente de la orina, se encuentra principalmente en forma mineral: sulfato y cloruro. Debido a su alta solubilidad, el potasio puede perderse fácilmente con la lluvia, cuando se almacena sin protección. La asimilabilidad del potasio contenido en la gallinaza es similar a la que presentan los abonos potásicos minerales.

2.10. Contenido de la gallinaza en materia seca

Pomares (2011), también menciona que en función del tipo de almacenamiento y del sistema de ventilación se pueden distinguir tres tipos de gallinazas:

Gallinaza húmeda: Materia seca entre 0 y 20%. Procede principalmente de ponedoras en batería con retirada diaria de la gallinaza.

Gallinaza semiseca: Materia seca hasta 45%. Se obtiene en los sistemas de alojamiento en baterías con cintas transportadoras y pre-secado de la gallinaza o de explotaciones con equipos de desecación.

Gallinaza seca: Materia seca entre 50 y 80%. Se obtiene en explotaciones de pollos de engorde.

2.11. Gallinaza en el control de enfermedades vegetales

Campo y Rey (2011), mencionan sobre los factores que contribuyen al control de enfermedades en las plantas, con la utilización de gallinazas. Factor biológico: la población microbiana de la enmienda puede parasitar o competir con el patógeno por los nutrientes. Factor tóxico: la formación de amoníaco propicia la descomposición microbiana del ácido úrico (actividad microbiana influenciada por T, pH del suelo), esto afecta a nemátodos y hongos fito patógenos.

2.12. Microorganismos eficientes

La tecnología de los microorganismos eficientes (EM) consiste en un cultivo microbiano mixto de especies seleccionadas de microorganismos naturales

benévolos o buenos; es decir, no son patógenos, nocivos, tóxicos, ni genéticamente modificados. Cada grupo que conforma los microorganismos eficientes (bacterias fotosintéticas - ácido lácticas, levaduras, actinomicetos y hongos de fermentación) tiene su propia e importante función. Debido a la presencia de bacterias fotosintéticas en su composición, tiene la propiedad de neutralizar los malos olores y prevenirlos, estas bacterias transforman las sustancias que producen olores desagradables (metano, mercaptano, ácido sulfhídrico, amoníaco, etc.) en ácidos orgánicos que no producen mal olor y que no son nocivos para el hombre; además los lacto bacilos o bacterias ácido lácticas producen sustancias que aceleran la descomposición de la materia orgánica, lo que induce que esta se descomponga rápidamente por la vía de la fermentación y no de la putrefacción. Las levaduras por su parte producen sustancias que actúan como hormonas naturales y que promueven el crecimiento y el desarrollo de las plantas. Los actinomicetos funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos. Mientras que los hongos de fermentación producen sustancias que ayudan a controlar algunos patógenos que atacan a las plantas (Higa, 1989).

2.12.1. Generalidades del producto Custom B5

Es una mezcla de cinco *Bacillus* (*subtilis*, *licheniformis*, *laterosporus*, *megaterium* y *pumilus*); estas bacterias tienen la habilidad de acelerar la descomposición de la materia orgánica. Este producto tiene propósitos específicos (Naturalite, 1992).

- **Exclusión competitiva:** la estrategia es inocular con altas concentraciones de microorganismos, para de esta forma reducir la posibilidad del crecimiento de enfermedades.
- **Promotor de crecimiento radicular:** a través de la producción de fitohormonas y otras sustancias promueven el crecimiento de las raíces.
- **Procesador de nutrientes:** cambian la forma de los nutrientes (principalmente nitrógeno, fósforo, calcio, cobre, molibdeno, magnesio, zinc, hierro), para que estos sean más asimilables por las plantas y más móviles una vez dentro del sistema y solubiliza el manganeso contenido en $MnO_2(Mn^{+4})$ a Mn^{+2} , la única forma disponible para las plantas.
- **Produce fitohormonas:** estas causan la elongación, división y diferenciación de las células y regulan otros aspectos del crecimiento de las plantas.
- **Produce péptidos antimicrobiales:** son dos o más aminoácidos conectados que inhiben o matan un microorganismo en particular.

2.12.2. Generalidades del producto Custom Gp

Custom GP es un concentrado líquido que contiene un coctel de cuatro especies específicas del hongo *Trichoderma* (*harzianum*, *viride*, *honingii*, *polysporum*), estos promueven hormonas vegetales que ayudan a la planta en su crecimiento, restauran los hongos beneficiosos que murieron por los productos químicos y degradan los materiales orgánicos para hacer que los nutrientes sean disponibles a la planta y ayudan a la planta en su crecimiento. (Naturalite, 1992).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del ensayo

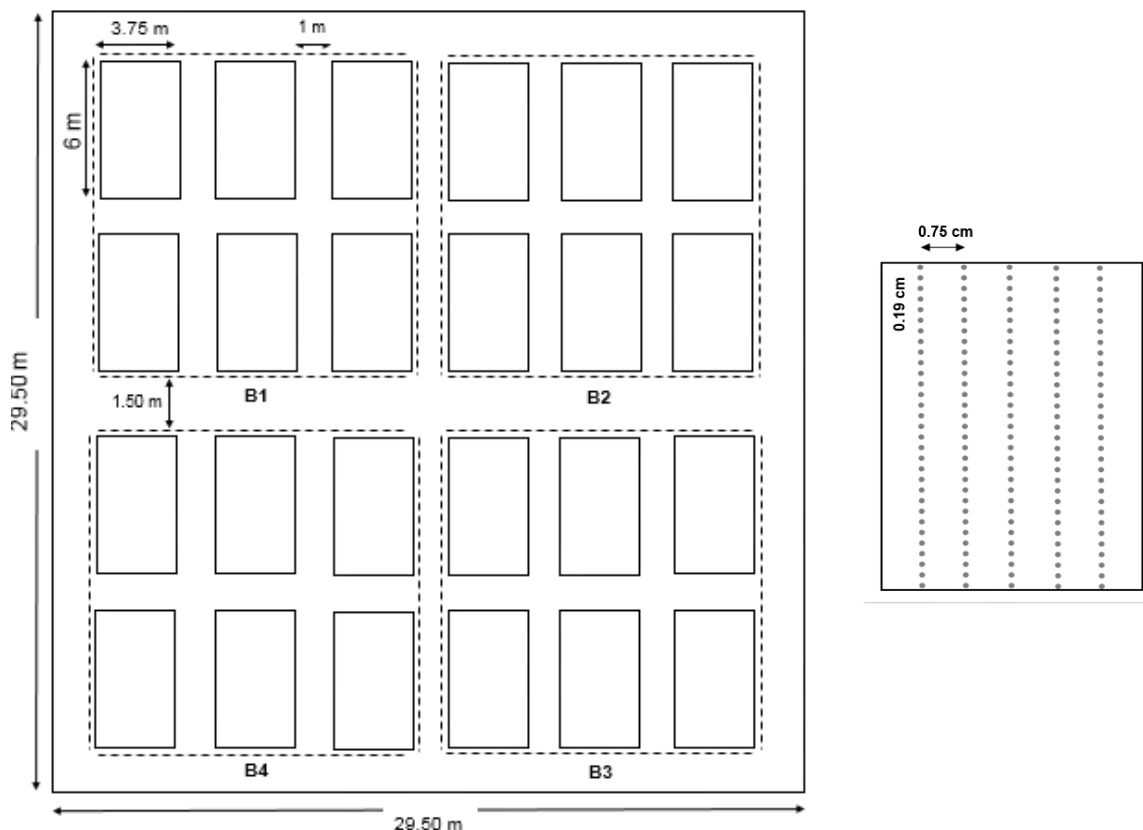
Este estudio se realizó en el Centro de Enseñanzas e Investigaciones Agropecuarias de Chiriquí (CEIACHI), específicamente en la parcela número 18 de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA), perteneciente a la Universidad de Panamá, ubicado en el corregimiento de Chiriquí, distrito de David, provincia de Chiriquí.

3.2. Descripción del trabajo experimental

En el estudio se utilizó el diseño de bloques completo al azar (DBCA) con seis tratamientos y cuatro repeticiones.

El área total del ensayo, (incluyendo los espacios adyacentes que se mantenían limpios de malezas) fue de 870m² (29.50m x 29.50m). Dentro de esta superficie se ubicaron cuatro bloques y en cada bloque se ubicaron los seis tratamientos dispuestos al azar. Cada unidad experimental (parcela) tenía una longitud de 6 m de largo, 3.75 m de ancho, 0.75 cm entre hilera y cada parcela contaba con 5 hileras.

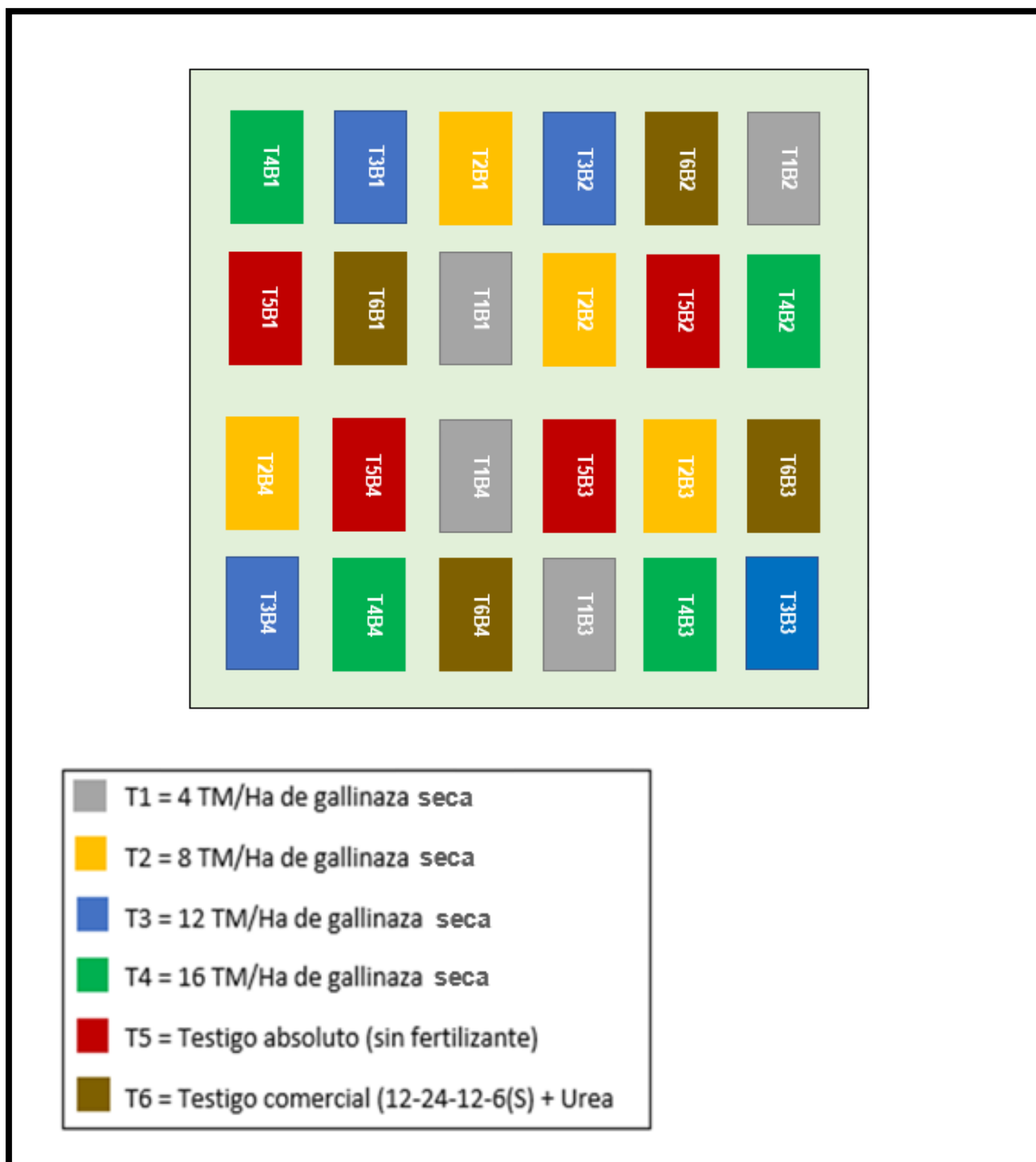
Figura 1: Diagrama de la distribución del trabajo experimental.



3.3. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos consistieron en la aplicación de 4, 8, 12 y 16 toneladas métricas de gallinaza sobre la materia seca por hectárea tratada con microorganismos eficientes, más un testigo absoluto y un testigo comercial, en este se aportaron 272.16 Kg de abono completo 12-24-12-6 (S) por hectárea al momento de la siembra, en el fondo del surco que se hizo con azada y 362.88 Kg de urea en dos fraccionamientos.

Figura 2: Diagrama de la distribución de los tratamientos.



3.4. Actividades realizadas en el campo

3.4.1. Preparación de suelo en el área de investigación

Para la preparación del suelo se procedió a realizar dos pases de rastra pesada y posteriormente dos pases de rastra liviana, con el objetivo de nivelar el terreno y romper los terrones en el campo. Luego se niveló de forma manual con rastrillo con la intención de tapar los huecos y desmenuzar los terrones grandes; todo esto fue realizado para darles las condiciones de suelo adecuada en el momento de la siembra y a la hora de la germinación del híbrido DK 7088.

3.4.2. Marcación del terreno

Para la marcación del terreno se procedió a marcar los cuatro puntos principales 29.50 metros de largo y 29.50 metros de ancho haciendo un total de 870.25 metros cuadrados, cada unidad experimental tenía un área de 22.50 metros, por lo que se utilizó para el ensayo 540 metros cuadrados y lo demás espacio de borde.



Figura 3: Marcación con estaca de cada unidad experimental

3.4.3. Muestreo y análisis de suelo y análisis de la gallinaza

El muestreo de suelo se realizó recolectando sub muestras por parcelas y luego se homogenizó, mientras que, de la gallinaza disponible para ser utilizada en esta investigación se tomó una pequeña porción como muestra; ambas muestras fueron llevadas al laboratorio de fertilidad de suelos del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) ubicada en Divisa, para su respectivo análisis.

Los datos relativos al análisis de suelo y de la gallinaza se muestran en el anexo N°1 y N°2.

3.4.4. Siembra

La siembra fue realizada el día 9 de octubre del 2015, utilizando el híbrido Dekalb 7088. Esta labor fue realizada de forma manual colocando tres semillas por golpe al fondo del surco, con una distancia de 0.19 cm entre planta y 0.75 cm entre hilera, para una densidad poblacional de 70 000 plantas por hectárea. Hubo un bajo porcentaje de emergencia en esta siembra debido a que la prueba de germinación fue regular (76%) y añadido a esto la parcela de investigación fue visitada por las aves (*Quiscalus niger*) mejor conocido como talingos que sacaban la semilla, se tuvo que proceder a realizar una resiembra el 19 de octubre en las hileras más afectadas.

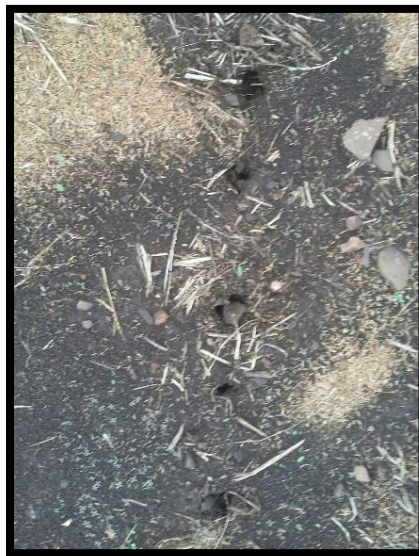


Figura 4: Hilera a una distancia de 0.19 cm entre planta

3.4.5. Fertilización

La fertilización consistió en la aplicación de cuatro, ocho, 12 y 16 toneladas métricas de gallinaza seca, la cual fue ajustada tomando en cuenta el porcentaje de humedad de la muestra (25.72%), uniformemente distribuida en la unidad experimental correspondiente el día de la siembra, incorporada al suelo con un motocultor de un tractor tipo Kubota (para acelerar el proceso de descomposición de la gallinaza), esto en los tratamientos T1, T2, T3 y T4; mientras que al T5 no se le aplicó nada, debido a que fue el testigo absoluto y el T6 fue el testigo comercial. A éste se le aplicó 272.16 Kg de abono completo 12-24-12-6 (S) por hectárea al momento de la siembra, en el fondo del surco hecho con asada y 362.88 Kg/Ha de urea se aplicaron de manera fraccionada, a los 18 dds se aplicó 136.08 Kg/Ha y a

los 33 dds se aplicaron los 226.8 Kg/Ha restantes. En total se aplicaron 199.58 Kg de N, 65.72 Kg/Ha de P₂O₅, 32.66 Kg de K₂O y 16.3 Kg de S por hectárea.



Figura 5: Ubicación, distribución e incorporación de la gallinaza en la unidad experimental correspondiente.

3.4.6. Raleo

Se llevó a cabo el mismo día que se realizó la resiembra (primer raleo) y un segundo raleo a los 20 dds. Se raleó dejando 31 plantas por hilera.

3.4.7. Control de plagas

El control de malezas se realizó con la aplicación de Atrazina, Prowl y Picloram + 2-4D a una dosis de 3, 3 y 0.5 L/Ha, respectivamente, a los 12 dds, además durante todo el ciclo del cultivo dentro de las unidades experimentales se controlaron las malezas de forma manual, arrancando las mismas y de manera mecánica utilizando machete y azadón en las calles y bordes del área de investigación.

Para el control de insectos chupadores (pulgones) y masticadores (cogolleros) se hicieron dos aspersiones. La primera con Decis para el control de pulgones (insecto chupadores) y en la segunda aplicación se utilizó el insecticida – acaricida Nomolt 15 Sc para el control de cogolleros (*Spodoptera frugiperda*) que se presentó como plaga principal.



Figura 6: Aspersión de herbicida con la bomba de mochila

3.4.8. Cosecha

Se realizó cuándo el cultivo alcanzó su madurez fisiológica. Esta actividad se realizó el 2 de febrero de 2016 y se hizo de forma manual cosechando las tres hileras centrales, eliminando las dos hileras de borde, el área efectiva fue de 11.97 m², las mazorcas fueron colocadas en un saco de polipropileno previamente rotulados para evitar la confusión de los bloques y tratamientos; cabe mencionar que las mazorcas se vieron afectadas por los pericos (*Aratinga holochlora brevipes*). El destuze y el desgrane se realizaron manualmente, obteniéndose así el maíz limpio para el registro de porcentaje de humedad del grano.



Figura 7: Cosecha por unidad experimental

3.5. Análisis estadístico

El análisis estadístico fue realizado para el parámetro de rendimiento con el programa estadístico SAS Versión Ocho corriéndose, los siguientes análisis:

- Análisis de varianza (ANOVA)
- Contraste de medias (PRUEBA DE DUNCAN)
- Modelo lineal aditivo para este diseño fue el siguiente: $Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$

Dónde:

Y_{ij} = observación de la variable de respuesta efectuada en la unidad experimental ubicada en el bloque j th, que recibió el tratamiento i th.

μ = media del rendimiento estimado por la media general del ensayo.

i = efecto de los tratamientos i th.

B_j = efecto del bloque j th.

ij = error experimental asociado con la observación del bloque j th, tratamiento i th.

Dónde:

$i = 1, \dots, 6 = t$

$j = 1, \dots, 4 = b$

Con $ij \sim NID(0, 2e)$ ó supuesto de normalidad de los términos de error

FV	GL
Bloques	$r-1 = 3$
Tratamientos	$t-1 = 5$
Error	$(r-1)(t-1) = 15$
Total	$(rt)-1 = 23$

Forma general de la ANOVA

3.6. Variables evaluadas

Datos relativos a las variables evaluadas se reportan en el anexo N°9

3.6.1. Porcentaje de plantas germinadas

Esta variable fue evaluada antes de haber sido sembrada la semilla en el campo.

3.6.2. Días a floración

Esta variable fue evaluada a través de un conteo de las plantas en floración y se marcó como días a floración cuando el cultivo alcanzó un 50% de plantas floreadas.

3.6.3. Altura de la planta en época de floración

Para la medición de esta variable se tomó una muestra al azar de 20 plantas establecidas dentro de la parcela útil, se midió desde la superficie del suelo hasta la base de la lígula superior, registrándose los datos cuándo la planta se encontraba en época de floración.

3.6.4. Altura de la mazorca

Se tomó una muestra de 20 plantas en la parcela útil, esta variable se evaluó a los 72 dds, se midió de la superficie del suelo hasta la altura de la inserción de la primera mazorca.

3.6.5. Cobertura de la mazorca

Para la evaluación de esta variable se utilizó el método de evaluación de los maíces del CIMMYT.

3.6.6. Porcentaje de acame del tallo

Para calcular esta variable se realizó el conteo de plantas acamadas del tallo, de las plantas establecidas dentro de la parcela útil. Esta variable se evaluó el día de la cosecha.

3.6.7. Porcentaje de acame la raíz

Para la medición de esta variable se realizó el conteo de plantas acamadas de la raíz, de las plantas establecidas dentro de la parcela útil. Esta variable se evaluó el día de la cosecha.

3.6.8. Porcentaje de plantas a cosecha

Se contaron las plantas que se encontraban dentro de la parcela útil y que iban a ser cosechadas.

3.6.9. Porcentaje de mazorcas afectadas por pájaros

Esta variable fue evaluada, una vez las mazorcas fueron retiradas del campo, se contabilizó el total de mazorcas por tratamiento y la cantidad de mazorcas afectadas.

3.6.10. Rendimiento en Kg/Ha

Para evaluar esta variable se tomaron las tres hileras centrales, siendo la parcela efectiva un área de 11.97 m². Luego de haber finalizado la cosecha, las mazorcas cosechadas por tratamiento y por parcela fueron llevadas al invernadero del departamento de Suelos y Aguas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y se separaron las mazorcas completas de aquellas que se vieron afectadas por pájaros y a su vez fueron agrupadas según su tamaño. Para determinar el peso de las mazorcas afectadas por pájaros, se desgranó una mazorca entera y el peso de esta fue multiplicado por el número de mazorcas de similar tamaño. Al final se sumaron los pesos parciales obtenidos en cada parcela. (Ver anexo N°6 y N°7)

La producción en grano para cada una de las parcelas fue pesada y ajustada al 14% de humedad y reflejada en Kg/ha; mediante la ecuación:

$$Pf = A (100 - Hf) / 86$$

Donde:

Pf = rendimiento ajustado a 14% de humedad en el grano

Hf = porcentaje de humedad del grano

86= constante para ajustar el contenido de humedad a 14%

A= rendimiento de maíz en Kg/Ha

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Porcentaje de plantas germinadas

Los resultados de la prueba de germinación indicaron que el híbrido Dekalb 7088 que se tenía a disposición, presentó una germinación de 76%. Este resultado fue obtenido mediante prueba de germinación en bandejas bajo ambiente controlado, utilizando 25 semillas con cuatro repeticiones. Por lo que la emergencia en el campo fue regular.

4.2. Días a floración

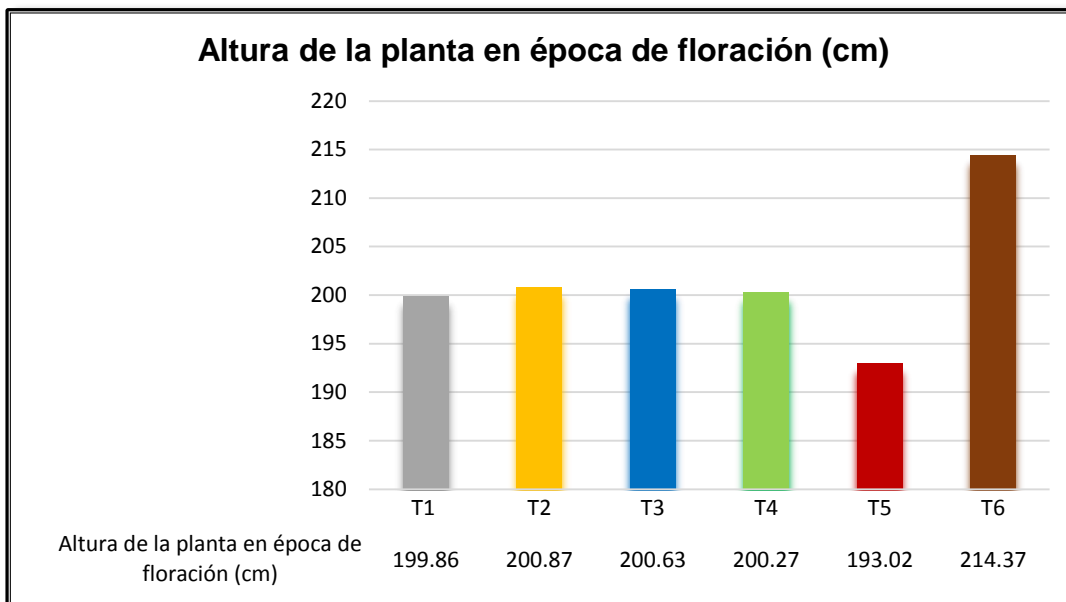
Los días a floración varían en cuánto a la variedad del cultivo y además puede haber variaciones debido al manejo agronómico que se le dé a la planta (MONSANTO, 2010). Por lo que para esta evaluación se toma el dato cuando el 50% de las plantas en estudio han floreado. En el anexo N° 9 se muestran los días a floración promedio en los diversos tratamientos ensayados.

4.3. Altura de la planta en época de floración

La altura de la planta es un parámetro importante, ya que durante el crecimiento la planta acumula nutrientes en el interior de la elongación del tallo, que en la fase de llenado de grano son transferidos a la mazorca. Somarriba (1997) menciona que está influenciada por el carácter genético de la variedad, tipo de suelo y el manejo agronómico del cultivo. Y esta puede verse afectada por la acción conjunta de los cuatro factores fundamentales: luz, calor, humedad y nutrientes. Reyes (1990).

Los datos promediados de los tratamientos demuestran que no hubo diferencias entre las aplicaciones de cuatro, ocho, 12 y 16 toneladas métricas por hectárea, pero estas sí difirieron de la parcela a la que se le aplicó fertilizante químico, alcanzando la misma, la mayor altura de todos los tratamientos; mientras que, las plantas que mostraron menor altura fueron las que estaban ubicadas en la parcela testigo (a la que no se le aplicó ningún tipo de fertilizante).

De acuerdo a estos resultados Arzola et al., (1981) plantea que los fertilizantes completos (tal es el caso el fertilizante comercial aplicado), absorben agua del medio que los rodea (propiedad higroscópica) y producen reacciones de hidrólisis y liberación de sales que pasan directamente a la solución del suelo para ser aprovechada por las plantas. Mientras que Guerrero (1996) manifiesta que las plantas toman mejor y más rápidamente nutrientes, principalmente nitrógeno en su primera fase de vida.

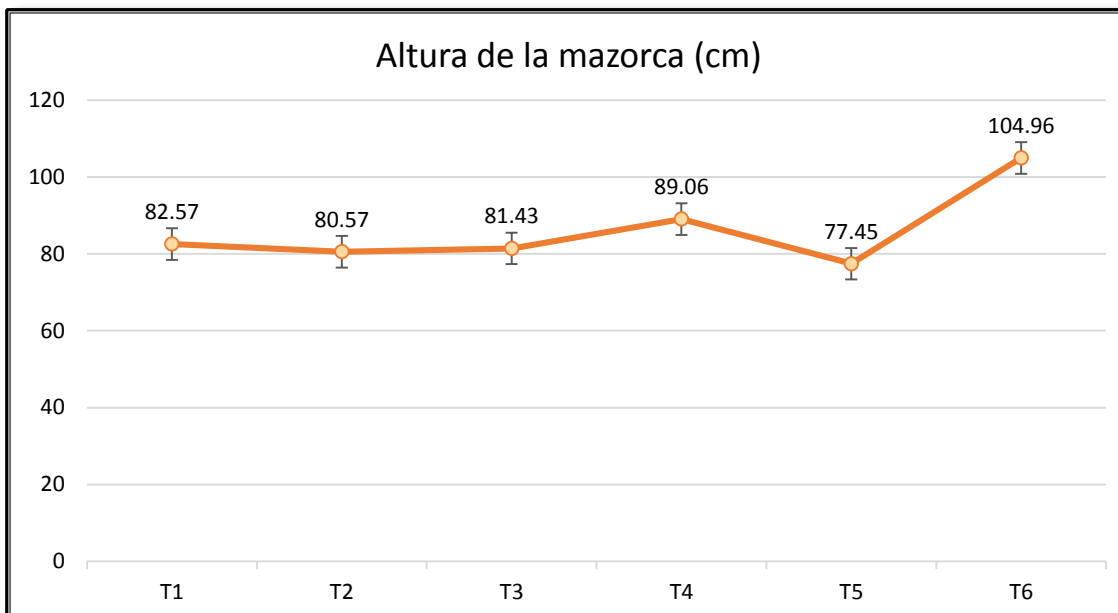


Gráfica N° 1: Altura de la planta en época de floración (cm).

4.4. Altura de la mazorca

La altura de la inserción de la mazorca es una característica de importancia agronómica para la producción del grano; a pesar de que no existen rangos para una altura óptima Maya (1995) y Robles (1990), sugieren que mientras menor sea la altura de la inserción de la mazorca esta tendrá más hojas que los provea de nutrientes y por ende mayor rendimiento del cultivo.

El promedio de los resultados obtenidos en las parcelas tratadas con gallinazas muestra que no hubo apreciable diferencia entre sí. La menor altura de inserción de la mazorca se tuvo en la parcela testigo y la mayor altura en la parcela tratada con fertilizantes de uso comercial.



Gráfica N° 2: Altura de la mazorca (cm)

4.5. Cobertura de la mazorca

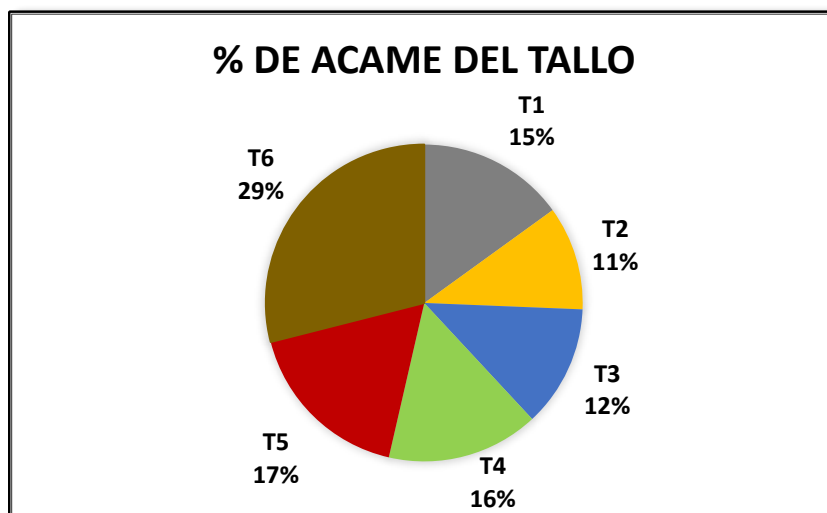
La cobertura de la mazorca va muy ligada al híbrido o variedad (MONSANTO; 2010), en este caso al hacer la evaluación de las mazorcas con el método de evaluación de los maíces del CIMMYT, este mostró una cobertura de la mazorca excelente.

4.6. Porcentaje de acame del tallo

Zaharan y Garay (1990), plantean que el acame del tallo depende en gran medida del diámetro del tallo y este a su vez de la variedad y de las condiciones ambientales

y nutricionales del suelo. Además, puede verse afectada por la densidad poblacional y el nitrógeno disponible (Cuadra, 1988).

En los datos obtenidos el día de la cosecha, sobre el acame del tallo, se puede observar en la gráfica N°3 que las plantas tratadas con fertilizantes mostraron el mayor porcentaje de acame de todos los tratamientos, mientras que en las plantas donde se aplicaron diferentes cantidades de gallinaza presentaron un porcentaje de acame menor, incluso que las plantas ubicadas como testigo (sin fertilizar), y sin diferencias significativas entre sí.



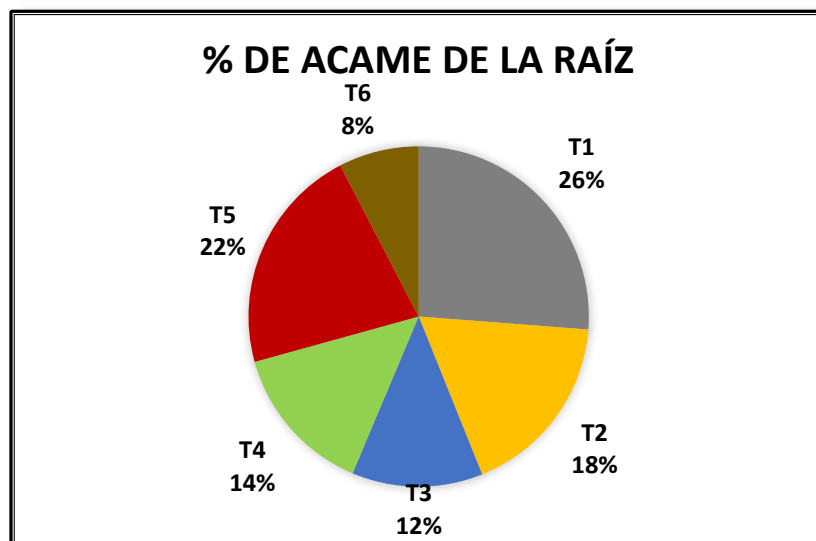
Gráfica N° 3: Porcentaje de acame del tallo.

4.7. Porcentaje de acame de la raíz

El acame de raíz se denota cuando en un lote de cultivo establecido a campo abierto ocurren tres factores determinantes: plantas con escaso desarrollo radical, exceso

de humedad debido a un riego pesado, lluvia o inundación y a vientos con velocidad superior a 30Km/hora. El escaso desarrollo de las raíces de los cultivos susceptibles al acame pueden tener causas muy diversas, algunas de ellas obedecen a condiciones naturales del suelo, otras a un manejo deficiente del suelo, el cultivo, plaga o al aporte insuficiente de fósforo que impide el desarrollo normal de la raíz (CIMMYT, 2015).

De acuerdo a los resultados que se muestran en la gráfica N°4 en este estudio el menor porcentaje de acame lo tuvo el tratamiento químico, el más alto porcentaje de acame de raíz lo mostró el tratamiento dónde se aplicó la menor cantidad de gallinaza (4TM), seguido del testigo absoluto, con poca diferencia entre sí.

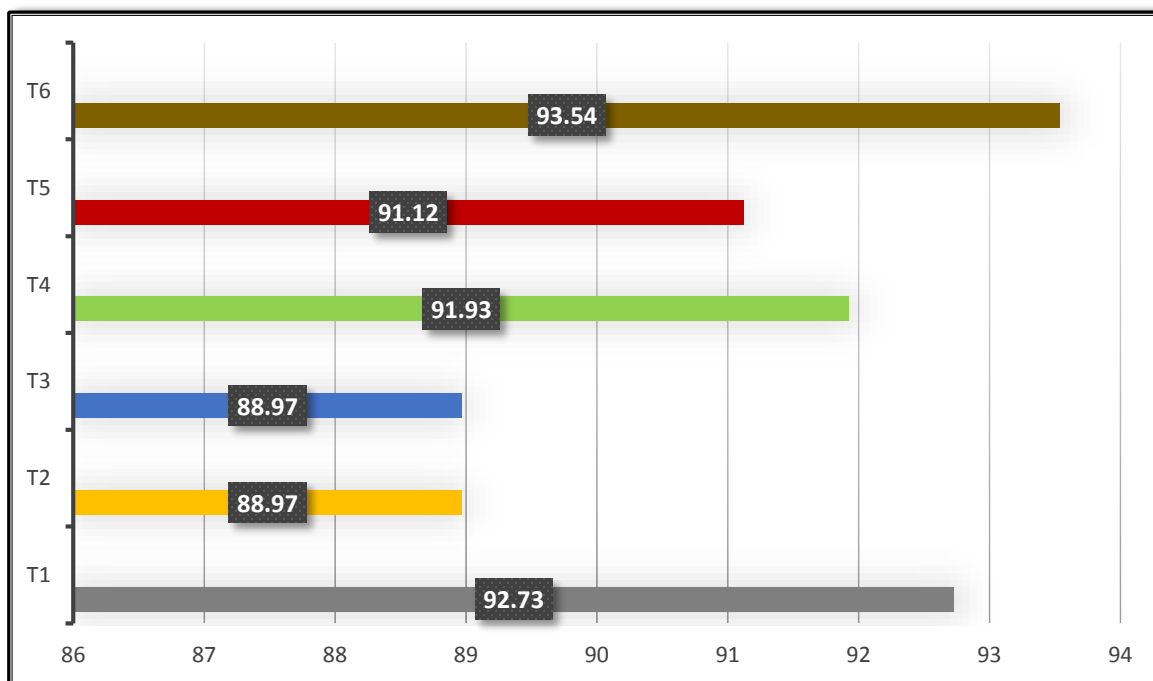


Gráfica N° 4: Porcentaje de acame de la raíz

4.8. Porcentaje de plantas a cosecha

Las condiciones ambientales, edáficas y el adecuado manejo que se practique en el cultivo son factores básicos, favorables y óptimos para el desarrollo tanto de las yemas vegetativas, como las reproductivas; asegurando un mayor número de mazorcas por unidad de área, la cual está influenciada por la densidad de siembra utilizada y por las características de la variedad (Orozco, 1996).

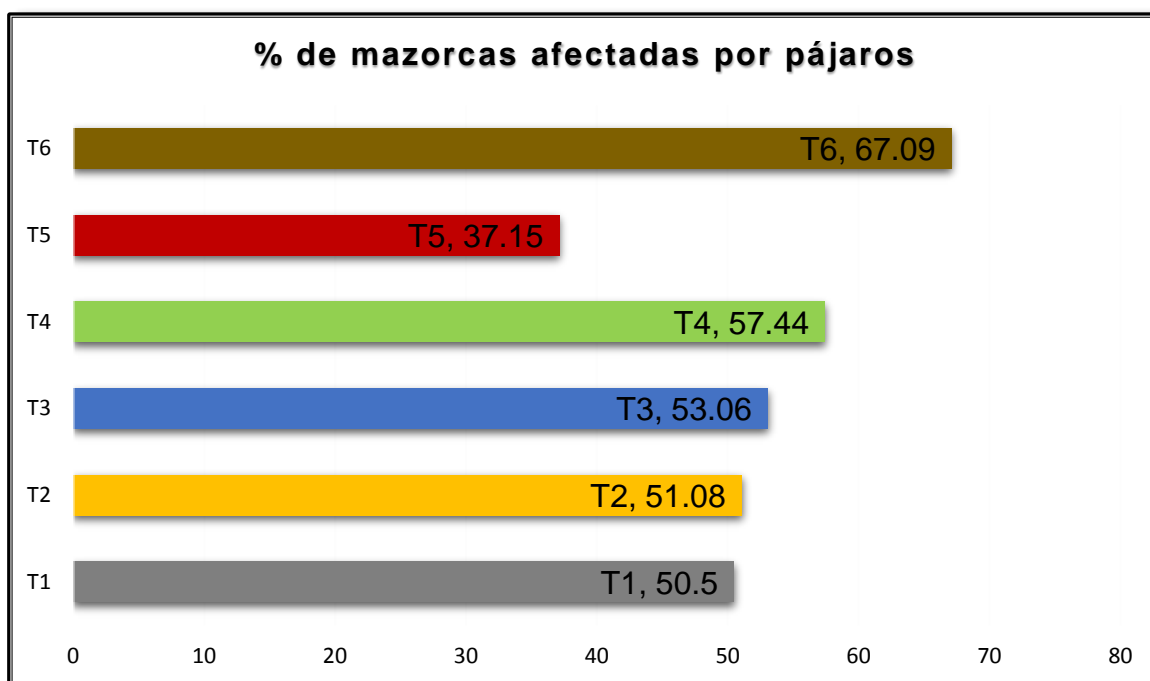
En los resultados que se presentan en la gráfica N°5, para dicha variable, no se observan apreciables diferencias en los tratamientos aplicados a las diferentes unidades experimentales.



Gráfica N° 5: Porcentaje de plantas a cosecha.

4.9. Porcentaje de mazorcas afectadas por pájaros

Los datos resultantes de las mazorcas afectadas por pájaros muestran que todos los tratamientos fueron afectados, siendo más notoria la afectación causada en las parcelas con fertilizantes químicos (67.09%), seguido en porcentaje de afectación los tratamientos T4, T3, T2 y T1 con 57.44, 53.06, 51.08 y 50.5 % de afectación, respectivamente; la menos afectada fue el testigo absoluto (37.15%).



Gráfica N° 6: Porcentaje de mazorcas afectadas por pájaros.

4.10. Rendimiento en Kg/Ha

El análisis de varianza para la variable rendimiento reveló diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos y diferencias significativas entre bloques ($P < 0.05$). En este caso se aceptó la hipótesis alternativa (H_a) que establece que si existen diferencias significativas en el efecto de la gallinaza en el rendimiento de granos en la planta de maíz. El coeficiente de variación fue de 11.89% lo que indica que hubo buen control del error experimental.

Cuadro 1: Resultados del análisis de varianza para la variable rendimiento en Kg/Ha.

TABLA ANOVA						
FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	
Bloques	3	5070007.79	1690002.59	5.36	0.0104	**
Tratamientos	5	9659854.70	1931970.94	6.13	0.0028	*
Error	15	4728039.45	315202.63			
Total	23	19457901.95				

CV = 11.89%

* Existen diferencias significativas al nivel de probabilidad del 5%.

** Existen diferencias significativas al nivel de probabilidad del 1%.

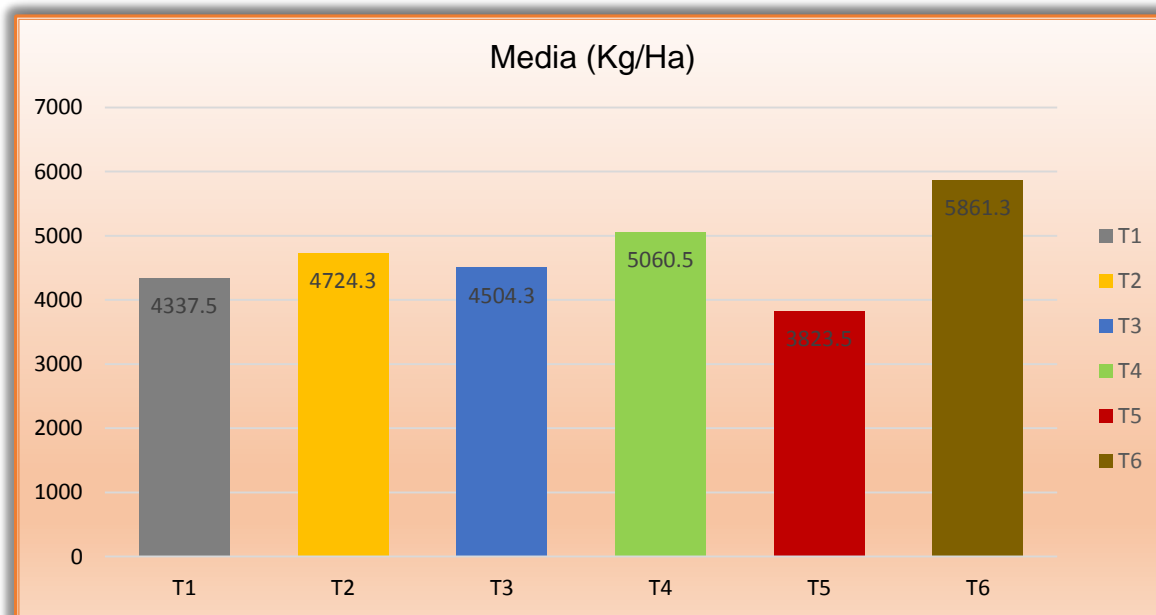
Con relación a la prueba de rangos múltiples de Duncan, para esta variable, el cuadro N°2 muestra que si existieron diferencias significativas entre los tratamientos, esto se hizo para dilucidar en detalle en que consistían las diferencias.

Cuadro 2: Valores medios de rendimiento expresados en Kilogramos por hectárea.

Tratamientos	Media Kg/Ha	Agrupamiento Duncan
T6= 12-24-12-6(S)	5861.3	a
T4= 16 TM	5060.5	a b
T2= 8TM	4724.3	b c
T3= 12 TM	4504.3	b c
T1= 4 TM	4337.5	b c
T5= Testigo	3823.5	c

*Valores medios seguidos por distintas letras difieren de acuerdo con la prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

Gráfica N° 7: Valores medios de rendimiento expresados en Kilogramos por hectárea.



La diferencia en los resultados obtenidos se ven principalmente desde el punto nutricional; los fertilizantes minerales utilizados (12-24-12-6 (S) + Urea) contenía los principales nutrientes que requiere la planta y fueron aportados en el momento indicado para el cultivo; estas plantas se notaron más vigorosas y con mucho más verdor durante todo el ciclo del cultivo, que las fertilizadas con gallinaza y las que no se le aplicó ningún tipo de fertilizante. Sin embargo, cabe mencionar, que durante todo el ciclo del cultivo, incluso en los rendimientos, las plantas a las que se aplicó 16 TM/Ha de gallinaza fueron las que después de las fertilizadas mineralmente se obtuvieron muy buenos resultados, en tercer lugar el rendimiento obtenido de la aplicación de 8TM/Ha, en cuarto lugar el rendimiento producido por la aplicación de 12TM/Ha, y el rendimiento más bajo de los abonados con gallinaza lo obtuvo el de 4TM/Ha; entre todos los tratamientos en último lugar se encuentra los rendimientos obtenidos en las parcelas en las que no se aplicó fertilizantes (testigo absoluto).

Los rendimientos obtenidos demuestran que los fertilizantes orgánicos suministran los nutrientes de forma lenta pero efectiva, a través de su mineralización paulatina en el ciclo del cultivo, además de que brinda a la planta tanto macro nutrientes como micro nutrientes (elementos requeridos en menores cantidades), pero de vital importancia para el buen desarrollo y crecimiento de la planta la cual se expresa con los resultados obtenidos en el rendimiento.

El rendimiento está en dependencia de la calidad, cantidad y tamaños de los granos, sobre todo cuando está fuertemente influenciado por el suministro de nitrógeno (Lemcoff & Loomis, 1986).

5. CONCLUSIONES

Después de haber analizado los resultados obtenidos en este experimento, se desprenden las siguientes conclusiones:

- Hubo respuesta a la aplicación de gallinaza tratada con microorganismos eficientes, las respuestas difirieron estadísticamente entre las diferentes cantidades de gallinaza aplicada.
- En las parcelas a las que se le aplicó gallinaza tratada con microorganismos eficientes, los mayores rendimientos (5060.5 Kg/Ha) se obtuvieron con la aplicación de la más alta dosis aplicada (16TM/Ha), indudablemente debido al mayor aporte de nutrientes procedentes de la descomposición de este material aplicado al suelo. El menor rendimiento se obtuvo con la aplicación de la dosis de 4 TM de gallinaza (3823.5Kg/Ha); mientras que, el testigo absoluto produjo el rendimiento promedio más bajo, tal y como se esperaba. Sin embargo no difirió significativamente de los obtenidos con la aplicación de gallinaza en el rango de 4-12 toneladas métricas.
- Con la aplicación de 272.16 Kg/Ha del abono completo 12-24-12-6 (S) más 362.88 Kg de urea por hectárea se obtuvo el mejor rendimiento promedio (5861.3 Kg/Ha) y el mismo no difirió significativamente del rendimiento promedio obtenido con la aplicación de 16 TM de gallinaza por hectárea. La

mayor disponibilidad de nutrientes combinado con la facilidad de extracción explican los resultados obtenidos en este ensayo.

- El estudio sugiere que en este híbrido de maíz deben utilizarse cantidades de gallinaza iguales o superiores a 16 TM a fin de equiparar rendimientos usualmente obtenidos por medio de la fertilización comercial convencional.
- Los resultados que se obtuvieron en este ensayo no son del todo concluyente debido a que no hubo una uniforme germinación en las parcelas lo que hizo que se recurriera a una resiembra en todas las parcelas, por otro lado, los daños provocados por pájaros que se comían las semillas recién germinadas y la falta de un adecuado compostaje de la gallinaza empleada.

6. RECOMENDACIONES

- Utilizar semillas que cuenten con una germinación superior al 90 % y asegurarse de que al realizar la aplicación de la gallinaza esta se encuentre bien compostada.
- Repetir este ensayo y profundizar en la investigación; evaluando no solo rendimiento, sino, también información sobre los datos de los nutrientes que aporta la gallinaza al grano de maíz, para determinar dosis adecuadas de fertilización orgánica en el cultivo de maíz.
- Realizar este estudio en diferentes zonas del país para observar el comportamiento del rendimiento del híbrido, así como el comportamiento del abono orgánico.

7. BIBLIOGRAFÍA

Arzola, P.; Fundora, H.; Machado, A. (1981). Suelo, planta y abonado. Editorial Pueblo y Educación. La Habana (Cuba). 461 pp.

Bolaños, J.; Barreto, H. (1992). Programa regional de maíz para América y el Caribe PDF. Consultado el 20 de junio del 2015 (en línea). Disponible en: http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=0CEAQFjAF&url=http%3A%2F%2Frepository.cimmyt.org%2Fxmlui%2Fbitstream%2Fhandle%2F10883%2F3636%2F67845.pdf&ei=uNGeVaybGMurQHd7roBQ&usg=AFQjCNFvHZCEuunODFh5pl1RFrukUH7S1Q&sig2=5ziX3Si6lR9J_6bpiAXq-w&bvm=bv.96952980,d.cWw

Campo J.; Rey J. (2011). Utilización de gallinaza como fertilizante en cultivos extensivos. Consultado el 10 de junio del 2015 (en línea). Disponible en: http://www.fundacionfire.org/PDF/Ponencias_jornadas/MMD.pdf

Canet, R. (2013). Uso de materia orgánica en la agricultura PDF. Consultado el 20 de junio del 2015 (en línea). Disponible en: http://www.ivia.es/rcanet/descargas/MO_en_Agricultura.pdf

Castro, A.; Henríquez, C.; Bertsch, F. 2009. Suministro de nitrógeno, fósforo y potasio de materiales residuales anaeróbicos a plantas de maíz (*Zea mays* L.) PDF. Consultado el 3 de junio del 2015 (en línea). Disponible en: http://www.cma.gva.es/comunes_asp/documentos/agenda/Cas/71927-Ponencia%20F.%20Pomares.pdf

Cross, J. (1986), Aplicación de biol y fertilización química en la rehabilitación de praderas. Consultado el 20 de junio del 2015 (en línea). Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4664/1/T-ESPE-IASA%20I-004573.pdf>

Cuadra, M. (1988). Efecto de diferentes niveles de Nitrógeno, espaciamiento y poblaciones sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz variedad NB-6. Instituto Superior de Ciencias Agrarias. Managua, Nicaragua. 191pp.

Dellaporta, S.; Calderón, U. (1994). El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. Consultado el 3 de junio del 2015 (en línea). Disponible en: <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-maiz-en-los-tropicos.pdf>

Deninsen, E. (1987). Agricultura Orgánica. Consultado el 20 de junio del 2015 (en línea). Disponible en: http://faz.ujed.mx/Posgrado/maos/AUTOEVALUACION/CATEGORIAS/3PERSONAL_ACADEMICO/9.1LIBROS/9.1.3LINEA%20MANEJO%20SUST.%20REC.%20N

AT/Libro%20de%20agricultura%20organica%20TERCERA%20PARTE%202010.pdf

Edmeades, G. ; Engels, J. ; Eyzaguirre, P. ; Diekmann, M. ; Fox, P. (1992). Maize genetic resources. Consultado el 20 de junio del 2015 (en línea). Disponible en: <http://libcatalog.cimmyt.org/download/cim/60097.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1991. Manejo del suelo: producción y uso del compostaje en ambientes tropicales y subtropicales. pp 120-122.

FAO (2010) Perspectivas Agrícolas 2011-2020. Consultado el 3 de junio de 2015 (en línea). Disponible en: <http://herzog.economia.unam.mx/lecturas/inac2/u3l1.pdf>

Fisher, K.; Palmer, A. (1984). Tropical maize. The Physiology of tropical field crops. pp 133-428.

Fisher, F.; Smith, O. (1960). The influence of nutrient balance on yield and lodging of Texas hybrid corn.

González, Ch. (2007). Evaluación de abonos orgánicos en Chile. Consultado el 20 de junio del 2015 (en línea). Disponible en: http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs_libros/agriculturasostenible5/5_1/59.pdf

Guerrero, A. (1996). El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Edición Mundi – Prensa. Madrid – Barcelona – México. 206 pp.

Higa, T. (1989). Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenibles. Maryland (USA). Centro Internacional de Investigación de agricultura natural, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

IDIAP (2006). Zonificación de suelos en Panamá por niveles de nutrientes. Consultado el 20 de junio del 2015 (en línea). Disponible en: <http://www.cich.org/publicaciones/5/idiap-mapas-fertilidad.pdf>

Jewtuszyk, A.; Saskewitz, C. (2009). Fertilización orgánica en el cultivo de la lechuga. Consultado el 20 de junio del 2015 (en línea). Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos98/fertilizacion-organica-cultivo-lechuga-lactuca-sativa-l/fertilizacion-organica-cultivo-lechuga-lactuca-sativa-l.shtml>

Klausner, S.; Bouldin, D. (1983). Managing animal manure as a resource.

Lemcoff, J.; Loomis, R. (1986). Nitrogen influences of fief determinator on maize. Crop science. USA.

Liebhardt, W.; Murdock, J. (1965). Effect of potassium on morphology and lodging of corn.

Maya, N. (1995). Evaluación de siete genotipos de maíz en cuatro localidades de Nicaragua. Universidad Nacional Agraria (UNA). Tesis de Ing. Agr. Managua, Nicaragua. 32 pp

Meléndez, G.; Soto G. (2003). Taller de abonos orgánicos. Consultado el 10 de junio del 2015 (en línea). Disponible en: <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Taller%20Abonos%20Org%C3%A1nicos.pdf>

MONSANTO (2010). Maíz híbrido DK 7088. Consultado el 10 de junio del 2015 (en línea). Disponible en: http://www.ecuaquimica.com/pdf_semillas/DEKALB7088.pdf

Montalvo, W. (2008). Manejo y disposición de la gallinaza en el núcleo de producción avícola en el sector de Gabia entre los municipios de Santa Isabel y Coamo, Puerto Rico. Consultado el 3 de junio de 2015 (en línea). Disponible en: http://www.suagm.edu/utdoctoral/pdfs/5_Montalvo_W_Tesis_UT_2008.pdf

Naturalite (1992). Custom biologicals, consultado el 22 de febrero del 2015 (en línea). Disponible en: www.custombio.com

OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2011-2020 PDF. Consultado el 3 de junio de 2015 (en línea). Disponible en: <http://herzog.economia.unam.mx/lecturas/inae2/u3l1.pdf>

Orozco, E. (1996). Arreglos de siembra de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y maíz (*Zea mays* L.) en asocio y monocultivo. Efecto sobre la cenosis, crecimiento y rendimiento de los cultivos y usos equivalente de tierras. Managua, Nicaragua. 191 pp.

Paliwal, R. (2001). Antecedentes del maíz. Consultado el 20 de junio del 2015 (en línea). Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mbt/sanchez_f_le/capitulo3.pdf

Pomares F. (2011). Valorización de la gallinaza en una agricultura sostenible. Consultado el 3 de junio del 2015 (en línea). Disponible en: http://www.cma.gva.es/comunes_asp/documentos/agenda/Cas/71927-Ponencia%20F.%20Pomares.pdf

Rangel R. (2007), Eficiencia agronómica relativa de tres abonos orgánicos (vermicompost, compost, y gallinaza) en plantas de maíz (*Zea mays L.*). Consultado el 20 de junio del 2015 (en línea). Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27873/1/articulo3.pdf>

Restrepo J. (1995). Abonos orgánicos fermentados. Experiencias de agricultores en Centroamérica y Brasil. Consultado el 20 de junio del 2015 (en línea). Disponible en: <http://www.motril.es/fileadmin/areas/medioambiente/ae/ABONOSORGANICOSFERMENTADOS.pdf>

Reyes, C. P. (1990). El maíz y su cultivo. AGT. Editorial México, DF. 460 pp.

Ritchie, S.; Hanway, J. (1984), Maize. Consultado el 20 de junio del 2015 (en línea). Disponible en: <https://www.uni-goettingen.de/en/418632.html>

Robles, S. (1990). Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa. México DF. 600 pp.

SICA (2009). El Cultivo de Maíz Duro. Consultado el 20 de junio del 2015 (en línea). Disponible en: sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/ing%20rizzo/perfiles_productos/maizduro.pdf

Somarriba, C. (1997). Texto básico de granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 197 pp.

Terranova (1995). Enciclopedia agropecuaria Terranova, tomo II. pp 21-37.

Trinidad A. (1987). Uso de abonos orgánicos en la producción agrícola. Edafología. Colegio de postgrados. México.

UAC (2001). Evaluación de los Microorganismos eficaces (E.M) en la producción de abono orgánico a partir del estiércol de aves de jaula. Investigación realizada por la Universidad de Antioquía Colombia. Consultado el 20 de junio del 2015 (en línea). Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3243655.pdf>.

Wilkes (1979). Origen, evolución y difusión del maíz. Consultado el 20 de junio del 2015 (en línea). Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s03.htm>

ZAFRIÑA (2012).Guía técnica DEKALB. Consultado el 3 de junio del 2015 (en línea). Disponible en: <http://www.monsanto.com/global/py/productos/documents/guia-tecnica-zafrina-2012.pdf...>

Zaharan, S.; Garay, J. (1990). Efecto de diferentes niveles de Nitrógeno, fraccionamiento y niveles de aplicación sobre el crecimiento y el rendimiento del maíz variedad NB-6. Managua, Nicaragua. 32 pp.

ANEXOS

ANEXO N°1: ANÁLISIS DE SUELO DEL LABORATORIO DE FERTILIDAD DE SUELOS DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA DE PANAMÁ

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO																			
Num	C.UTM	Prof.	Color				P	K	Ca	Mg	Al	Mn	Fe	Zn	Cu				
Lab	E-N	cms	DelSuelo	%Are-Lim-Arc	%M.O	PH	mg/l	mg/l	Cmol/kg	Cmol/kg	Cmol/kg	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l				
2016-1218	000000E	0	PardoAmarillento	70-20-10	3.26	5.70	248.00	172.00	8.20	1.80	0.10	12.00	8.00	2.00	3.00				
	000000N			FRA-ARE	MEDIO	AC	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO				
< RELACIONES >																			
Ca/Mg : 4.56		Normal		(Ca+Mg)/K : 22.73		Normal		K/Mg : 0.24		Normal		Mg/K : 4.09		Normal					
Saturación Al: 0.95		Bajo		K/CICE: 4.17		Medio		Ca/CICE: 77.80		Alto		Mg/CICE: 17.08		Normal					
												Ca/K: 18.64		Normal		CICE: 10.54		Bajo	
												Saturac DeBases: 99.05							
RECOMENDACIONES																			
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			CULTIVO			NUTRIENTES (lbs/ha)			FERTILIZANTE A APLICAR			APLICACION							
NUM.DE LABORATORIO	NUM.MUESTRA					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	FERTILIZANTE CANTIDAD			EPOCA							
2016-1218	001		MAIZ			295-33-0			3.3 qq/ha 20-10-0			A la siembra							
									3 qq/ha Urea			20 dias después de la siembra							
									2 qq/ha de Urea			37 dias después de la siembra							
Sugerencia en qq/ha de fertilización con una densidad de 66,000 plantas/ha y con un buen manejo del cultivo, para un rendimiento esperado de 5 T/ha. En suelos deficientes de azufre adicione este elemento (Azufre)																			
Códigos del PH : M.AC=MUY ÁCIDO AC=ÁCIDO P.AC=POCO ACIDO N=NEUTRO L.AL=LIGERAMENTE ALCALINO M.AL=MODERADAMENTE ALCALINO F.AL=FUERTEMENTE ALCALINO																			
Nota : Las sugerencias de Abonamiento son producto, tanto de análisis químicos, como de resultados experimentales.																			
** El Laboratorio de Suelos no se responsabiliza por fallos en el cultivo debido a mala selección de terrenos y/o malos manejos durante su desarrollo. **																			

ANEXO N°2: ANÁLISIS DE LA GALLINAZA DEL LABORATORIO DE FERTILIDAD DE SUELOS DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA DE PANAMÁ

Resultados de análisis de laboratorio

N	PH	P₂O₅	K₂O	CaO	MgO	M.O	Manganeso	Hierro	Zinc	Cobre
%		%		%			Mg/l			
0.28	8.4	2.56	2.71	4.40	0.73	10.59	-	53	14	10

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Fuente	Gallinaza tratada con ME	Gallinaza tratada con ME	Gallinaza tratada con ME	Gallinaza tratada con ME	0	12-24-12-6(S) + Urea
Fertilización	4 TM/Ha	8 TM/Ha	12 TM/Ha	16 TM/Ha	0	<p>Se aplicaron 272.16 kg de abono completo (12-24-12-6(S)). Los cuales aportaron:</p> <p>N= 32.66 Kg de N/Ha P₂O= 62.32 Kg de P₂O/Ha K₂O= 32.66 Kg de K₂O/Ha S= 16.3 Kg de S/Ha</p> <p>En dos fraccionamientos, el primero de 136.08 Kg de urea/Ha, lo que corresponde a 62.6 Kg de N/Ha y el segundo fraccionamiento de 226.8 Kg de urea/Ha, lo que corresponde a 104.33 Kg de N/Ha Kg/Ha de abono completo en post cosecha.</p>

ANEXO N°3: PLAN DE FERTILIZACIÓN UTILIZADO EN EL ENSAYO CON EL HÍBRIDO DEKALB 7088.



ANEXO N°4: OBSERVACIÓN PARCIAL DEL ENSAYO



ANEXO N°5: TOMA DE DATOS EN EL ENSAYO



ANEXO N°6: UBICACIÓN DE MAZORCA POR TAMAÑO APROXIMADO



ANEXO N°7: MAZORCA DESGRANADA PARA OBTENER EL PESO APROXIMADO

Día	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
1	23.5	33.0	0	0
2	59.5	44.5	0	0
3	0.0	15.0	0	0
4	0.0	12.0	0	0
5	0.0	9.5	0	0
6			0	2.5
7	24.5	23.0	0	0
8			0	0
9		2.0	0	0
10	56.0		22.0	0
11	28.0	1.5	0	0
12	17.5	0.0	0	0
13	20.0	0.0	1.5	0
14	9.0	11.0	0	0
15	25.5	6.0	0	0
16	20.5	19.5	0	0
17	19.5	14.0	0	0
18	3.0	78.0	0	0
19	51.0		0	0
20	0.0		0	0
21	19.5	15.5	0	0
22	6.0	5.5	0	0
23		25.5	0	0
24	5.5	0.0	0	0
25	35.0	0.0	0	3.5
26	37.5		0	2.0
27	1.5		0	0
28	1.5	0.0	0	0
29	0.5	0.0	0	0
30	26.5	0.0	0	0
31	7.0		0	0
Total en mm	498.5	315.5	23.5	6

Fuente: Estación meteorológica; Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias; Departamento de Suelos y Agua; Chiriquí; 2015.

ANEXO N°8: PRECIPITACIÓN PLUVIAL EN EL ENSAYO DURANTE EL AÑO 2015. DATOS EXPRESADO EN mm/día

PARÁMETROS	T1 = 4TM de gallinaza	T2 = 8TM de gallinaza	T3 = 12TM de gallinaza	T4 = 16TM de gallinaza	T5 = Testigo absoluto	T6 = Testigo comercial
Días a floración	59dds	57dds	58dds	55dds	60dds	53dds
Altura de la planta en época de floración	199.86cm	200.98cm	200.63cm	200.27cm	193.02cm	214.37cm
Altura de la mazorca	82.67cm	80.57cm	81.43cm	89.06cm	77.45cm	104.96cm
Cobertura de la mazorca	excelente	excelente	excelente	excelente	excelente	excelente
% de acame de la raíz	25.56	17.25	12.12	13.99	21.13	7.43
% de acame del tallo	10.11	7.14	8.36	10.44	11.73	20.9
% de mazorcas afectadas por pájaros	50.5	51.08	53.06	57.44	37.15	67.09
% de plantas a cosecha	92.73	88.97	88.97	91.93	91.12	93.54
Rendimiento en Kg/Ha	4337.5	4724.3	4504.3	5060.5	3823.5	5861.3

ANEXO N°9: Variables medidas en el desarrollo del ensayo