

**COMPARACIÓN DE RENDIMIENTO DE MAÍZ TRANSGÉNICO Y  
CONVENCIONAL PARA SUPLEMENTACIÓN ANIMAL**

**CRISTIAN DERLIS BENÍTEZ VARGAS**

Trabajo Final de Grado presentado a la Facultad Ciencias Agrarias, Universidad  
Nacional de Asunción Filial Pedro Juan Caballero como requisito para la obtención  
del Título de Ingeniero Agrónomo

**Universidad Nacional de Asunción  
Facultad Ciencias Agrarias  
Filial Pedro Juan Caballero  
Ingeniería Agronómica/ Producción Animal  
Diciembre – 2018**

**COMPARACIÓN DE RENDIMIENTO DE MAÍZ TRANSGÉNICO Y  
CONVENCIONAL PARA SUPLEMENTACIÓN ANIMAL**

**CRISTIAN DERLIS BENÍTEZ VARGAS**

Trabajo Final de Grado presentado a la Facultad Ciencias Agrarias, Universidad  
Nacional de Asunción Filial Pedro Juan Caballero como requisito para la obtención  
del Título de Ingeniero Agrónomo

**Universidad Nacional de Asunción  
Facultad Ciencias Agrarias  
Filial Pedro Juan Caballero  
Ingeniería Agronómica/ Producción Animal  
Diciembre – 2018**

**Universidad Nacional de Asunción**  
**Facultad Ciencias Agrarias**  
**Ingeniería Agronómica**

COMPARACIÓN DE RENDIMIENTO DE MAÍZ TRANSGÉNICO Y  
CONVENCIONAL PARA SUPLEMENTACIÓN ANIMAL

Este Trabajo Final de Grado fue aprobado por la Mesa Examinadora como requisito para optar por el grado de Ingeniero Agrónomo, otorgado por la Facultad de Ciencias Agrarias/Universidad Nacional de Asunción.

**Autor:** Cristian Derlis Benítez Vargas \_\_\_\_\_

**Orientador:** Ing. Agr. Dr. Marcos Arturo Ferreira Agüero \_\_\_\_\_

**Co-orientador:** Ing. Agr. MSc. José Augusto Velázquez Duarte \_\_\_\_\_

**Miembros del comité asesor:**

Prof. Dr. Ing. Agr. Marcos Arturo Ferreira Agüero \_\_\_\_\_

Prof. Ing. Agr. MSc. José Augusto Velázquez Duarte \_\_\_\_\_

Ing. Agr. MSc. Gustavo Daniel Vega Britez \_\_\_\_\_

Pedro Juan Caballero 10 de diciembre de 2018

*A mis padres y hermanos por el apoyo constante, cariño y confianza que me  
brindaron durante toda la carrera*

***Dedicatoria***

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis Padres por su cariño, comprensión y apoyo incondicional.

A mis tíos por el apoyo que me brindaron.

A mi orientador Prof. Ing. Agr. Dr. Marcos Arturo Ferreira Agüero por su orientación en la realización de este trabajo.

A la Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Filial Pedro Juan Caballero, que me abrieron esta casa de estudios para formarme como profesional.

**GRACIAS!!!**

## COMPARACIÓN DE RENDIMIENTO DE MAÍZ TRANSGÉNICO Y CONVENCIONAL PARA SUPLEMENTACIÓN ANIMAL

**Autor:** Cristian Derlis Benítez Vargas

**Orientador:** Ing. Agr. Dr. Marcos Arturo Ferreira Agüero

**Co-orientador:** Ing. Agr. MSc. José Augusto Velázquez Duarte

### Resumen

Elevada tecnificación en los sistemas productivos agropecuario exige respuestas consistentes para lograr el objetivo de una mayor eficacia en la producción de alimentos para animales en sistema de engorde, así satisfacer la elevada demanda de proteína de origen animal de la población humana. El objetivo general fue: evaluar las características agronómicas de diferentes variedades de maíz (*Zea mays*) para la producción de forraje y los objetivos específicos fueron: comparar la altura, verificar el número de hojas por plantas, la cantidad de plantas por metro lineal, determinar el área foliar, estimar el porcentaje de masa seca, comparar la producción de materia verde y seca e identificar la variedad de mayor rendimiento de granos. El experimento se realizó en un área total de 1700 m<sup>2</sup>, dividido en bloques de 7,00m de ancho y 50,00 m de largo. Cada bloque distantes 2,00 m uno del otro y divididos por cinco unidades experimentales con áreas de 70 m<sup>2</sup> cada unidad experimental, totalizando 20 unidades experimentales. Las parcelas útiles correspondieron a las tres hileras centrales de cada unidad experimental, considerando el efecto de borde y fueron evaluadas en nueve plantas por unidad experimental, totalizando 45 planta por bloque. Los tratamientos fueron; T<sub>1</sub>: Maíz convencional (Testigo), T<sub>2</sub>: Maíz transgénico RR, T<sub>3</sub>: Maíz transgénico Bt<sup>+</sup> RR y T<sub>4</sub>: Maíz transgénico Bt<sup>+</sup> RR+ Insecticida pre-siembra. Se utilizó 180 a 200 kg/ha de fertilizante NPK en la formulación 08-30-20 con un espaciamiento de 0,70 entre hileras y una densidad de 30 cm entre plantas, totalizando 47.286 plantas/ha. El transgénico *RR Aplicado* presenta mayor volumen de masa verde por hectárea entre las variedades, por lo tanto, su uso en la condición en que fue desarrollado el experimento, su uso para ensilado es recomendado.

**Palabras claves:** nutrición animal, producción de forraje, valor nutricional.

# COMPARAÇÃO DE RENDIMENTO DE MILHO TRANSGÊNICO E CONVENCIONAL PARA SUPLEMENTAÇÃO ANIMAL

**Autor:** Cristian Derlis Benítez Vargas

**Orientador:** Ing. Agr. Dr. Marcos Arturo Ferreira Agüero

**Co-orientador:** Ing. Agr. MSc. José Augusto Velázquez Duarte

## Resumo

A alta tecnificação em sistemas de produção agrícola requer respostas consistentes para atingir o objetivo de maior eficiência na produção de alimentos para animais no sistema de engorda, satisfazendo assim a alta demanda por proteína de origem animal da população humana. O objetivo geral foi avaliar as características agrônômicas de diferentes variedades de milho (*Zea mays*) para a produção de forragens e os objetivos específicos foram: comparar a altura, verificar o número de folhas por planta, o número de plantas por metro linear, determinar a área foliar, estimar o percentual de massa seca, comparar a produção de matéria verde e seca e identificar a variedade com maior rendimento de grãos. O experimento foi realizado em uma área total de 1700 m<sup>2</sup>, divididos em blocos de 7,00m de largura e 50,00m de comprimento. Cada bloco a 2,00 m de distância um do outro e dividido por cinco unidades experimentais com áreas de 70 m<sup>2</sup> cada unidade experimental, totalizando 20 unidades experimentais. As parcelas úteis corresponderam às três linhas centrais de cada unidade experimental, considerando o efeito de borda e foram avaliadas em nove plantas por unidade experimental, totalizando 45 plantas por bloco. Os tratamentos foram; T1: Milho convencional (Testemunha), T2: Milho transgênico RR, T3: Milho transgênico Bt RR e T4: Milho transgênico Bt RR Inseticida pré-semeadura. Foram utilizados 180 a 200 kg / ha de fertilizante NPK na formulação 08-30-20, com um espaçamento de 0,70 entre linhas e uma densidade de 30 cm entre plantas, totalizando 47.286 plantas / ha. O transgênico RR Applied apresenta maior volume de massa verde por hectare entre as variedades, portanto, seu uso na condição em que o experimento foi desenvolvido, é recomendado seu uso para silagem.

**Palavras-chave:** nutrição animal, produção de forragem, valor nutricional.

## COMPARISON OF YIELD OF TRANSGENIC AND CONVENTIONAL CORN FOR ANIMAL SUPPLEMENTATION

**Author:** Cristian Derlis Benítez Vargas

**Advisor:** Ing. Agr. Dr. Marcos Arturo Ferreira Agüero

**Co-advisor:** Ing. Agr. MSc. José Augusto Velázquez Duarte

### **Abstract**

High technology in agricultural production systems requires consistent responses to achieve the objective of greater efficiency in feed production in the fattening system, thus satisfying the high demand for animal protein of the human population. The objective of this study was to evaluate the agronomic characteristics of different maize varieties (*Zea mays*) for the production of fodder and the specific objectives were: to compare the height, to verify the number of leaves per plant, the number of plants per linear meter, determine the leaf area, estimate the percentage of dry mass, compare the production of green and dry matter and identify the variety with higher yield of grains. The experiment was carried out in a total area of 1.700 m<sup>2</sup>, divided into blocks of 7.00 m wide and 50.00 m long. Each block at 2,00 m distance from each other and divided by five experimental units with areas of 70 m<sup>2</sup> each experimental unit, totaling 20 experimental units. The useful plots corresponded to the three central lines of each experimental unit, considering the edge effect and were evaluated in nine plants per experimental unit, totaling 45 plants per block. The treatments were; T1: Conventional maize (Witness), T2: Transgenic maize RR, T3: Transgenic maize Bt + RR and T4: Transgenic maize Bt + RR + Insecticide pre-sowing. 180 to 200 kg / ha of NPK fertilizer in formulation 08-30-20, with a spacing of 0.70 between rows and a density of 30 cm between plants, totaling 47,286 plants / ha were used. The transgenic RR Applied presents a higher volume of green mass per hectare among the varieties, therefore, its use in the condition in which the experiment was developed, its use for silage is recommended.

**Key words:** animal nutrition, forage production, nutritional value.

## LISTA DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 Problema y Justificación .....	1
1.2 Objetivos .....	2
1.2.1 General .....	2
1.2.2 Específico .....	2
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
2.1 El maíz.....	3
2.2 Maíz transgénico .....	4
2.3 Ensilado de maíz .....	4
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	7
3.1 Localización de la investigación .....	7
3.2 Población de unidades y variables de medición.....	7
3.3 Diseño para la recolección de datos primarios.....	8
3.4 Recursos materiales y equipos técnicos .....	9
3.5 Descripción del proceso de recolección de datos primarios .....	9
3.5.1 Preparación del terreno.....	9
3.5.2 Siembra y fertilización .....	9
3.5.3 Cosecha .....	10
3.6 Métodos de control de calidad de los datos.....	10
3.7 Métodos de Análisis e Interpretación.....	10
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	11
4.1 Alturas de las plantas de maíz .....	11
4.2 Número de hojas.....	12
4.3 Plantas por metro lineal.....	12
4.4 Área foliar (cm <sup>2</sup> ).....	13
4.5 Porcentaje de Materia seca de la parte aérea.....	14
4.6 Producción de materia verde por hectárea .....	15
4.6 Producción de materia seca por hectárea .....	17
4.7 Rendimiento de granos por hectárea .....	18
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	20

<b>6.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	21
	<b>ANEXOS</b> .....	25
	A1. Tablas de ANAVA .....	26

## LISTA DE TABLAS

	<b>Página</b>
<b>Tabla 1.</b> ANAVA de la altura de planta. ....	26
<b>Tabla 2.</b> ANAVA del número de hojas. ....	26
<b>Tabla 3.</b> ANAVA de planta por metro lineal. ....	26
<b>Tabla 4.</b> ANAVA de área foliar (cm <sup>2</sup> ). ....	26
<b>Tabla 5.</b> ANAVA de porcentaje de materia seca (MS). ....	27
<b>Tabla 6.</b> ANAVA de producción de materia verde (MV/ha). ....	27
<b>Tabla 7.</b> ANAVA de producción de materia seca (MS/ha). ....	27
<b>Tabla 8.</b> ANAVA de rendimiento de granos por hectáreas. ....	27

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Efecto de diferentes tratamientos sobre la altura (DMS 0,14; CV: 10,93%). .....	11
<b>Figura 2.</b> Efecto de diferentes tratamientos sobre el número de hojas (DMS 0,61; CV: 2,49%). .....	12
<b>Figura 3.</b> Efecto de diferentes tratamientos sobre la cantidad de plantas por metro lineal (DMS 2,74; CV: 10,69%). .....	13
<b>Figura 4.</b> Efecto de diferentes tratamientos sobre el área foliar (DMS 0,01; CV: 22,28%).....	14
<b>Figura 5.</b> Efecto de diferentes tratamientos sobre el porcentaje de MS de la parte aérea (DMS 2,60; CV: 6,58%). .....	15
<b>Figura 6.</b> Efecto de diferentes tratamientos sobre la producción de MV por hectárea (DMS 8.176,83; CV: 4,59%). .....	16
<b>Figura 7.</b> Efecto de diferentes tratamientos sobre la producción de MS por hectárea (DMS 1.543,43; CV: 7,19%). .....	17
<b>Figura 8.</b> Efecto de diferentes tratamientos sobre el rendimiento de granos por hectárea (DMS 437,60; CV: 15,46%). .....	18

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Problema y Justificación**

Dependiendo de la capacidad de producción, composición química y valor nutritivo, el maíz es uno de los cereales más importantes cultivados y consumidos en el mundo, debido a la diversidad en su uso, ya sea el consumo humano o animal, (Fancelli Neto, 2000).

Con este trabajo se pretende generar informaciones acerca de las características de producción de las variedades de maíz convencional y transgénica para la alimentación de animales bovinos, el objetivo de este trabajo es identificar cuál de las variedades de maíz presenta mayor rendimiento de producción de forraje, producción de granos y también evaluar cuál de las variedades sufrirá mayor ataque de plagas.

Los alimentos procedentes de animales alimentados con forrajes modificadas genéticamente se consideran tan seguras en relación con aquellos procedentes de animales alimentados con forraje convencional (Flachowsky et al., 2005).

El Departamento Amambay se caracteriza por una zona productora de bovinos, cuya alimentación en mayor parte se basa en forrajes, principalmente aquellos que trabajan en confinamientos y productores de leche, pero que aún falta algunas informaciones técnicas, específicamente en conocer las variedades de maíz mejor adaptado en la zona.

El objetivo de los productores es producir alimentos en cantidad y de buena calidad para la alimentación animal y para eso es necesario conocer algunas características básicas de las variedades de maíz que podrían ser utilizados como forraje en la zona, con características deseables que presenten buena adaptación, rendimiento elevado, resistencia a plagas y económicamente viable de producir, por ese motivo, esta investigación será de gran aporte para productores y técnicos interesados en las informaciones generadas con este estudio.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 General**

Evaluar las características agronómicas de diferentes variedades de maíz (*Zea mays*) para la producción de forraje.

### **1.2.2 Específico**

Comparar la altura media de las plantas de maíz convencional y transgénico.

Verificar el número de hojas por plantas.

Verificar la cantidad de plantas por metro lineal según la variedad de maíz.

Determinar el área foliar según las variedades de maíz.

Estimar el porcentaje de masa seca según las variedades de maíz.

Comparar la producción de materia verde y seca (kg/ha) entre las variedades.

Identificar la variedad de maíz de mayor rendimiento de granos.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 El maíz**

Maíz *Zea mays* es una planta de origen tropical que se caracteriza por tener la inflorescencia femenina (mazorca) y la masculina (espiga) separadas, pero en la misma planta, pertenece al orden Gramínea, familia Poacea, subfamilia Panicoideae, genero *Zea*, especie *mays*, actualmente el maíz se adapta y es cosechada en varias condiciones ambientales (Borem Giudice, 2004).

El maíz es una gramínea anual del grupo de planta C<sub>4</sub>, que tiene grande adaptación a las condiciones climáticas. Su máxima producción se registra en temperaturas elevadas y altas radiación solar incidente, así como el suministro de agua adecuado durante su ciclo vegetativo. La temperatura óptima para el desarrollo del cultivo de maíz se encuentra entre 10 y 30 ° C (Kuntz, 2005).

Según Neumann et al. (2002), la elección del híbrido de maíz para el forraje ha sido controvertida debido a la escasez de información sobre el comportamiento agronómico, productivo y cualitativo de los diferentes materiales ofrecidos por las empresas de mejoramiento y multiplicación genética. Además de las características agronómicas, los porcentajes de las fracciones también influyen en la calidad final del material ensilado (Almeida Filho, 1999).

Dependiendo de la capacidad de producción, composición química y valor nutritivo, el maíz es uno de los cereales más importantes cultivados y consumidos en el mundo, debido a la diversidad en su uso, ya sea el consumo humano o animal (Fancelli Neto, 2000).

Anualmente, los programas de mejoramiento proporcionan un gran número de genotipos que tienen una corta permanencia en el mercado y son reemplazados muy rápidamente, toma apenas un genotipo permanecer en el mercado de más de cuatro temporadas (Embrapa, 2011). Debido a este volumen de negocios para buscar características agronómicas y químicas que pueden indicar que el genotipo puede parecerse como la producción y la calidad del ensilaje, se convierte en objeto constante de estudio.

## **2.2 Maíz transgénico**

El desarrollo de la biotecnología ha posibilitado mejoramiento de diversos cultivares, incluido el maíz, una planta puede tener la calidad nutritiva y aumentar la resistencia a una determinada plaga, tolerancia a un herbicida o aún mayor tolerancia a las condiciones climáticas, ya sea frío o calor, de la misma forma para su valor nutricional, productividad, parámetros sanguíneos y metabólicos, pudiendo ser utilizado con seguridad para la producción de forraje (Pereira, 2009).

Los alimentos procedentes de animales alimentados con forrajeras modificadas genéticamente se consideran tan seguras en relación con aquellos procedentes de animales alimentados con forraje convencional (Flachowsky et al., 2005).

## **2.3 Ensilado de maíz**

Inicialmente la elección del híbrido para la producción de ensilado es de extrema importancia para que el productor adquiriera una calidad que resulte en beneficios satisfactorios en el desarrollo de la actividad ganadera. En el mercado brasileño existen un gran número de oferta de híbridos de maíz, siendo de fundamental importancia evaluar rendimiento agronómico de los principales híbridos recomendados para las diferentes regiones de (Lupaniti et al., 2004).

Otro factor que hace que el maíz se utilice en confección de ensilados es el hecho de que su composición bromatológica cumple algunos requisitos que son: contenido de materia seca entre 30% a 35%, producción de materia seca arriba de 15 toneladas por hectárea, como mínimo 3% de carbohidratos solubles en la materia original bajo poder tapón, alto contenido energético, alta aceptación, granos de fácil procesamiento y realizar una buena fermentación microbiana (Paziani et al., 2009).

De esta forma, la utilización estratégica de forrajes conservadas, principalmente en la forma de ensilado, puede ser una buena estrategia para compensar la sazonalidad de producción de alimentos en el período da entre zafra, buscando la manutención del desempeño animal durante este período o, todavía, buscando intensificar los sistemas de producción volviéndolos menos dependientes de las condiciones climáticas (Rosa et al. 2004).

Híbridos de maíz de variadas tecnologías son ofertados en el mercado por un gran número de empresas que los renuevan periódicamente. Siendo así, evaluar el desempeño agronómico de los cultivares disponibles se vuelve fundamental para el correcto entendimiento de los aspectos cuanti-cualitativos de los materiales disponibles en el mercado para confección de ensilados (Lupatini et al. 2010).

Según Neumann (2011), de todas las semillas de híbridos de maíz comercializadas anualmente, solamente 10% son utilizadas para producción de ensilado, lo que demuestra falta de interés por parte de las empresas en desarrollar nuevos híbridos con características para este fin. Hay, por tanto, gran necesidad de generación de conocimiento del potencial para producción de ensilado de planta entera a partir de los nuevos híbridos lanzados para producción de granos.

La selección del material destinado a la producción de ensilado ha sido controvertida debido, de entre otros factores, a la carencia de informaciones cuanto al comportamiento agronómico de los materiales disponibles. Esto hace con que el pecuaristas seleccione los mismos híbridos con base en producción de masa total y tolerancia a la acidez del suelo, no se preocupando con adaptación del material a la

región, a la época del plantío a ser realizada y principalmente con la calidad nutricional del híbrido seleccionado para ensilado (Lupatini et al. 2010; Neumann et al. 2002; Neumann et al. 2011; Nussio et al. 2001).

La selección del híbrido de maíz para la producción de ensilado tiene por objetivo la obtención de un producto de alta calidad, sin embargo de costo accesible. Factores relacionados al manejo del cultivo de maíz como adecuada fertilización, época de corte y elevada relación granos masa verde del material pueden proporcionar mayor producción de materia seca y granos por área, implicando en un ensilado nutricionalmente más digestible y con menor tenor de fibra (Caetano, 2001).

En la selección de un híbrido de maíz para producción de ensilado se debe buscar aquello que presente alta porcentaje de granos y, por consiguiente, mayor participación de espigas en la masa verde, siendo que la selección de híbridos de maíz generalmente es realizada a favor de aquellos que presenten entre 40 a 50% de granos en el forraje a ser ensilada (Nussio, 2001).

La productividad de cada híbrido es el resultado de la combinación entre su carga genética y el ambiente donde es cultivado. La carencia de informaciones inherentes al comportamiento agronómico, productivo y al valor nutritivo de los diversos materiales existentes en el mercado, se vuelve un obstáculo para el planeamiento de la selección de los mejores híbridos de maíz que se destinen a la producción de ensilado para cada localidad (Rosa et al., 2004).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización de la investigación**

El trabajo se realizó en la Colonia Fortuna Guazú, a 17 km de la ciudad de Pedro Juan Caballero en la propiedad del señor Wilfrido Benítez, ubicado en la colonia Fortuna Guazú

#### **3.2 Población de unidades y variables de medición**

El experimento se realizó en un área total de 1700 m<sup>2</sup>, dividido en bloques de 7,00m de ancho y 50,00 m de largo. Cada bloque distantes 2,00 m uno del otro y divididos por cinco unidades experimentales con áreas de 70 m<sup>2</sup> cada unidad experimental, totalizando 20 unidades experimentales. Las parcelas útiles correspondieron a las tres hileras centrales de cada unidad experimental, considerando el efecto de borde y fueron evaluadas en nueve plantas por unidad experimental, totalizando 45 planta por bloque.

#### **Las variables medidas fueron:**

**Altura de plantas:** Unidad máxima de desarrollo de cada planta expresada en centímetros (cm).

**Número de hojas:** Se cuantificará la cantidad de hojas de cada planta en el estadio de llenado de granos del maíz.

**Plantas por metro lineal:** cuantificación del número de plantas existentes en 1 m de hilera.

**Área foliar:** Medida correspondiente a la superficie foliar del maíz expresado en  $\text{cm}^2$ .

**Producción de materia verde y seca:** medición en gramos del peso de la parte aérea de la planta de maíz con espiga en fase de llenado de granos.

**Rendimiento de granos:** cuantificación del peso en kilogramos de granos de maíz y estimación por hectárea.

### 3.3 Diseño para la recolección de datos primarios

El diseño experimental adoptado fue el de bloques completamente al azar, en parcelas de  $70 \text{ m}^2$ , divididas con 4 tratamientos y 5 repeticiones cada uno. Totalizando 20 unidades experimentales. Los datos fueron recogidos en el mes de mayo-junio teniendo en cuenta el desarrollo y ciclo fenológico de las plantas.

Tratamientos a ser utilizados

T<sub>1</sub>: Maíz convencional (Testigo)

T<sub>2</sub>: Maíz transgénico RR

T<sub>3</sub>: Maíz transgénico Bt<sup>+</sup> + RR

T<sub>4</sub>: Maíz transgénico Bt<sup>+</sup> + RR+ Insecticida pre-siembra

Distribución de los tratamientos.

T1	T4	T3	T1	T3
T3	T1	T2	T4	T2
T2	T3	T4	T2	T1
T4	T2	T1	T3	T4

### **3.4 Recursos materiales y equipos técnicos**

Los recursos materiales que fueron utilizadas son: fertilizantes, semilla de maíz, insecticidas, fungicidas, herbicidas, pulverizador, sembradora, tractor, trituradora, cinta métrica, hilos, estacas, martillo, lápiz, cuaderno, computadora, regla, calculadora, bolígrafo, machete, balanza de precisión, y bolsa plástica.

El equipo de trabajo estuvo integrado por el estudiante investigador, y el orientador Dr. Marcos Ferreira y los integrantes del Proyecto de investigación 14 INV 115 Detección de la Helicoverpa armígera en el Departamento del Amambay, estudios de Biología y control, financiado por el CONACYT y la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción.

### **3.5 Descripción del proceso de recolección de datos primarios**

Se utilizó anotador manual en el campo y planilla digital Excel en oficina para tabular los datos y posterior análisis.

#### **3.5.1 Preparación del terreno**

Se eliminó las malezas que se encuentran en el terreno aplicando herbicida de amplio espectro glifosato.

#### **3.5.2 Siembra y fertilización**

La siembra se realizó después de quince a veinte días de la aplicación del herbicida, la aplicación del fertilizante fue realizado de forma mecánica en sistema de siembra directa. Se utilizó 180 a 200 kg/ha de fertilizante NPK en la formulación 08-30-20.

Posterior a la plantación y fertilización, se procedió a la regulación de la sembradora con un espaciamiento de 0,70 entre hileras y una densidad de 30 cm

entre plantas, totalizando 47.286 plantas/ha. Para la fertilización se utilizó una regulación de la maquina a 180 a 200kg/ha.

### **3.5.3 Cosecha**

Una vez que la planta alcance su madures fisiológica, se procedió a la cosecha, para lo cual se tuvo en cuenta el efecto borde, se extrajo las plantas ubicadas en la parte central de las unidades experimentales.

### **3.6 Métodos de control de calidad de los datos**

Para garantizar la calidad de los datos, el mismo investigador se encargó de la recolección y la tabulación de todos los datos necesarios obtenidos durante el ensayo en una planilla de Excel.

Una vez obtenida los datos necesarios del experimento, se establecieron medidas de análisis técnico estipulado para el efecto, para determinar si los datos son precisos sobre el trabajo realizado y llegar a los resultados esperados.

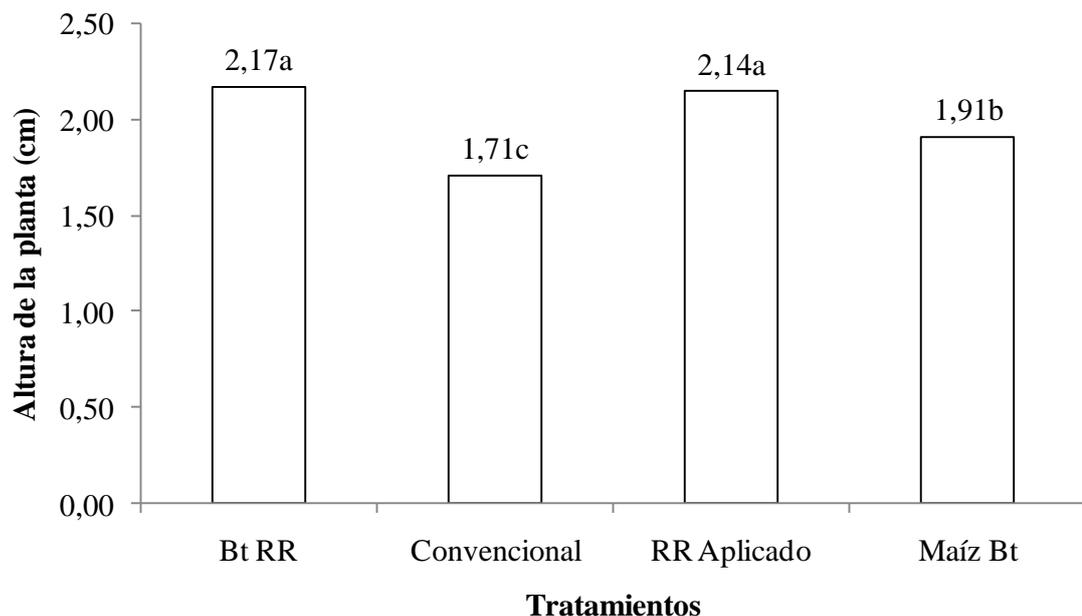
### **3.7 Métodos de Análisis e Interpretación**

Una vez obtenidos los datos después de la cosecha, estos resultados fueron sometidos a análisis estadísticos, específicamente análisis de variancia (ANAVA) y para detectar si hay o no diferencias entre los tratamientos, se realizo el test de comparación de medias por Tukey al 5% de probabilidad. La interpretación de los resultados fue por medio de tablas y figuras.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Alturas de las plantas de maíz

La altura de las plantas de las diferentes variedad de maíz difieren entre sí ( $P < 0,05$ ) a nivel estadísticas al 5% de probabilidad, siendo la variedad *Bt RR* y *RR Aplicado* presentan mayores alturas con 2,17 y 2,14 cm respectivamente, y diferentes a los demás, siendo la variedad *Convencional* presenta menor altura, con 1,71 cm (Figura 1).

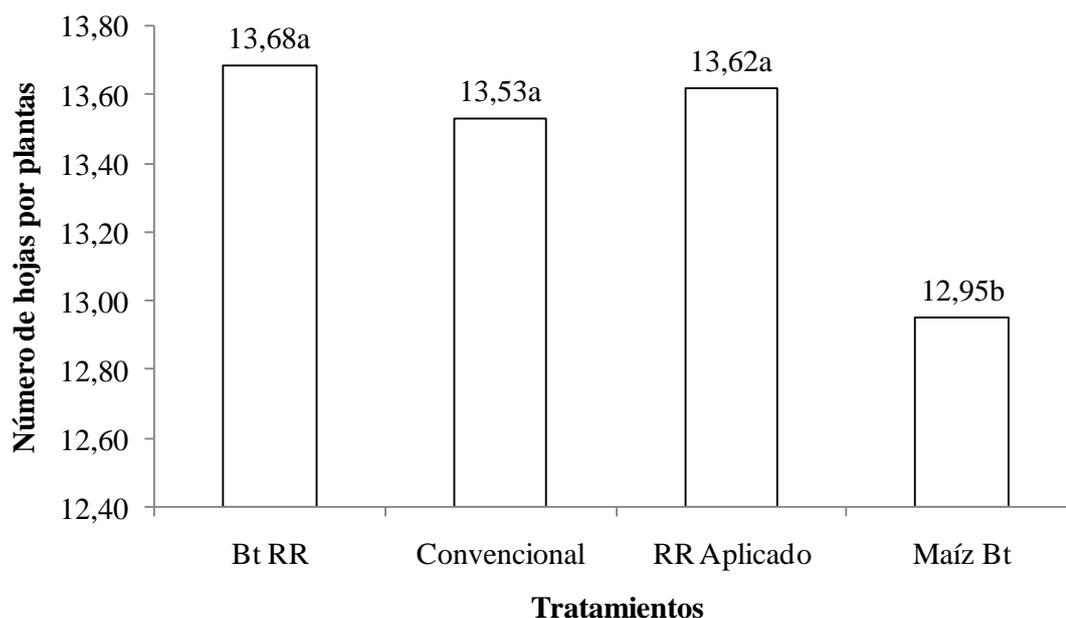


**Figura 1.** Efecto de diferentes tratamientos sobre la altura (DMS 0,14; CV: 10,93%).

La altura es un factor importante para el rendimiento del material ensilado y en la maximización de las maquinarias utilizadas en la cosecha, especialmente del triturador. Según Farinelli y Cerveira Junior (2014), la altura de la planta no son influenciados por las densidades poblacionales (plantas/ha).

## 4.2 Número de hojas

En relación a la variable número de hojas, la variedad *Bt RR*, *Convencional* y *RR Aplicado* presentan cantidades iguales a nivel estadísticos con 13,68; 13,62 y 13,53 respectivamente y superiores ( $P < 0,05$ ), a la variedad *Maíz Bt* que presentó la menor cantidad de hojas, con promedio de 12,95 hojas/plantas (Figura 2).

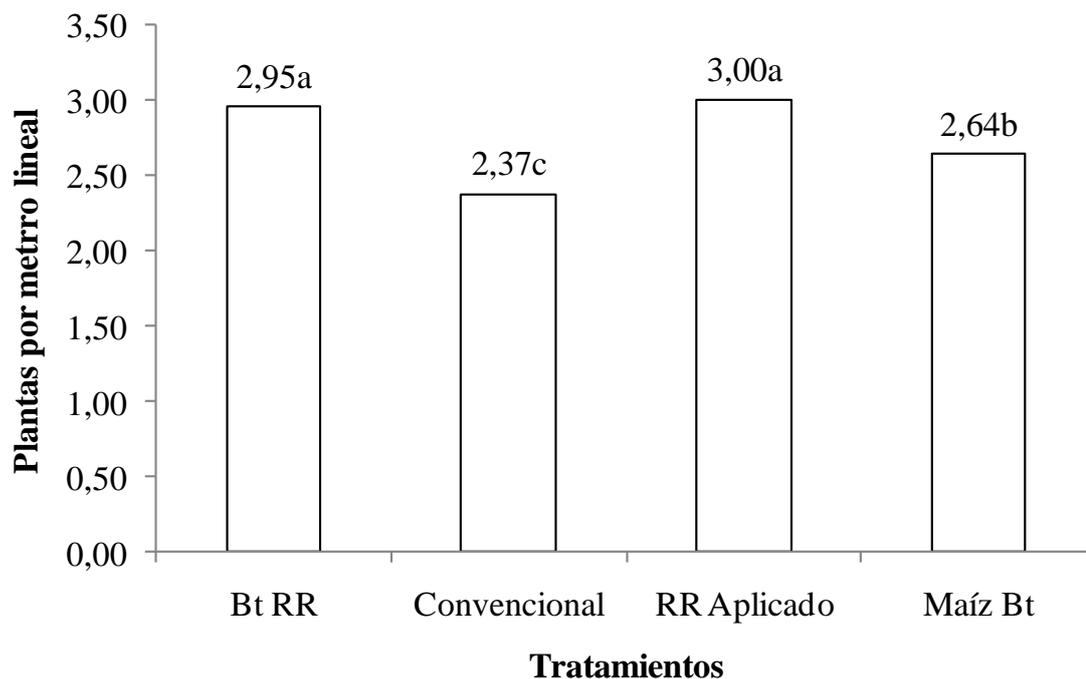


**Figura 2.** Efecto de diferentes tratamientos sobre el número de hojas (DMS 0,61; CV: 2,49%).

La hoja verde del maíz concentra la mayor cantidad de carbohidratos solubles, esencial para la nutrición de los animales, su alta concentración por lo tanto será de vital importancia para la obtención de un ensilado de calidad.

## 4.3 Plantas por metro lineal

La variable plantas por metro lineal, la variedad *Bt RR* y *RR Aplicado* presentan plantas por metro lineal iguales a nivel estadísticos con 2,95 y 3,00 plantas/metro lineal respectivamente, siendo superior ( $P < 0,05$ ) a las demás variedades. *Convencional* presentó la menor cantidad de plantas por metro lineal, con promedio de 2,37 plantas/metro lineal (Figura 3).

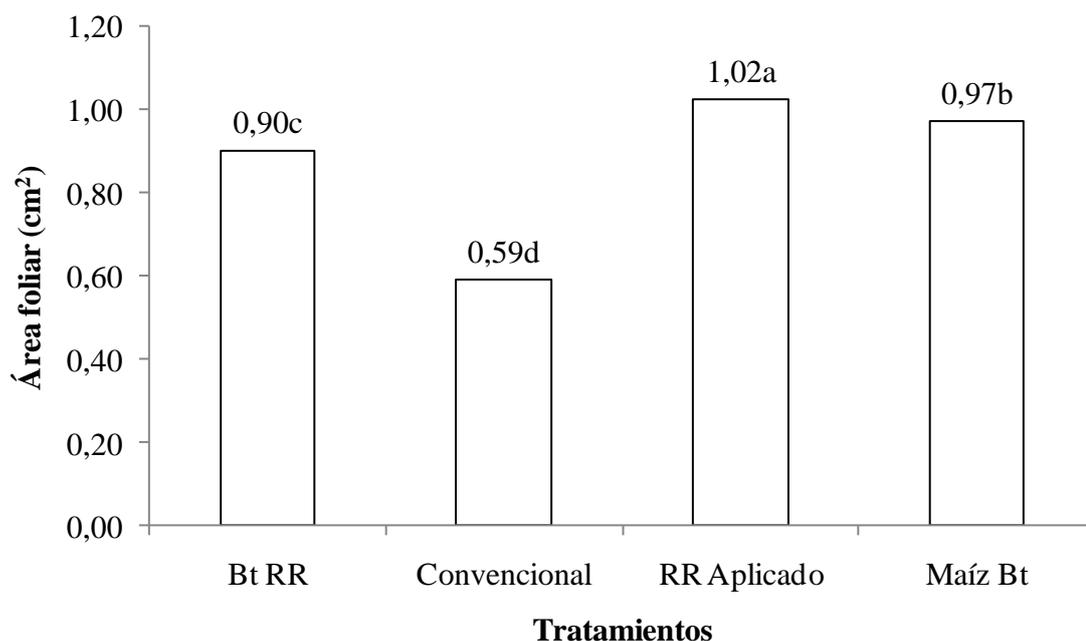


**Figura 3.** Efecto de diferentes tratamientos sobre la cantidad de plantas por metro lineal (DMS 2,74; CV: 10,69%).

La cantidad de plantas por metro lineal es un indicador agronómico de importancia, una vez que determina el rendimiento del material voluminoso para la confección del ensilado.

#### 4.4 Área foliar (cm<sup>2</sup>)

Variedad *RR Aplicado* presenta mayor cantidad de área foliar (cm<sup>2</sup>) con 1,02 cm<sup>2</sup>, superior a las demás ( $P < 0,05$ ) variedades. *Convencional* presenta el menor área foliar, con 0,59 cm<sup>2</sup> (Figura 4).



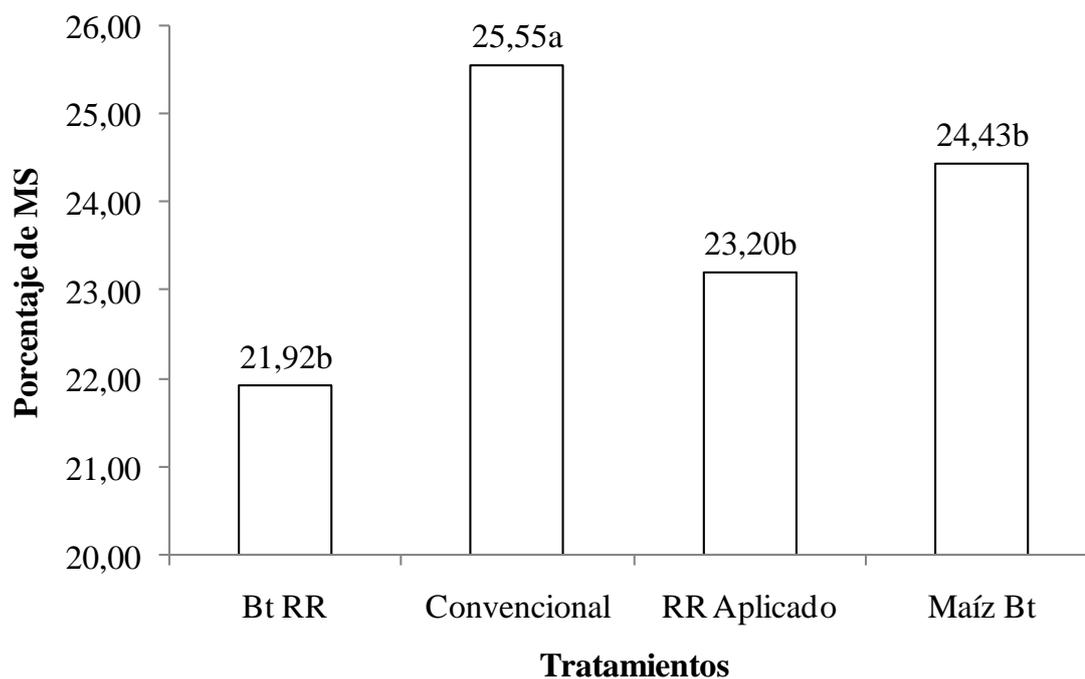
**Figura 4.** Efecto de diferentes tratamientos sobre el área foliar (DMS 0,01; CV: 22,28%).

Mayor área foliar es sinónimo de mayor interceptación de lumínica, que generalmente, representa mayor desarrollo de la planta y maximización de sus componentes para un mayor rendimiento de sus partes, principalmente de hojas verdes por plantas (materia verde) y de rendimiento de granos.

Farinelli y Cerveira Junior (2014) evaluando cuatro densidad poblacional de maíz (50.000, 60.000, 70.000 y 80.000/ha) y dos híbridos comerciales de maíz, constataron que el florecimiento, el área foliar, la altura de inserción de la primera espiga, los número de hileras por espiga y de granos por espiga son influenciados por las densidades, por los híbridos, bien como por la interacción.

#### 4.5 Porcentaje de Materia seca de la parte aérea

La variedad *Convencional* presenta mayor cantidad de materia seca (MS) con 25,55%, superior ( $P < 0,05$ ) a los demás. Variedad *Bt RR* presenta menor porcentaje de MS (Figura 5).



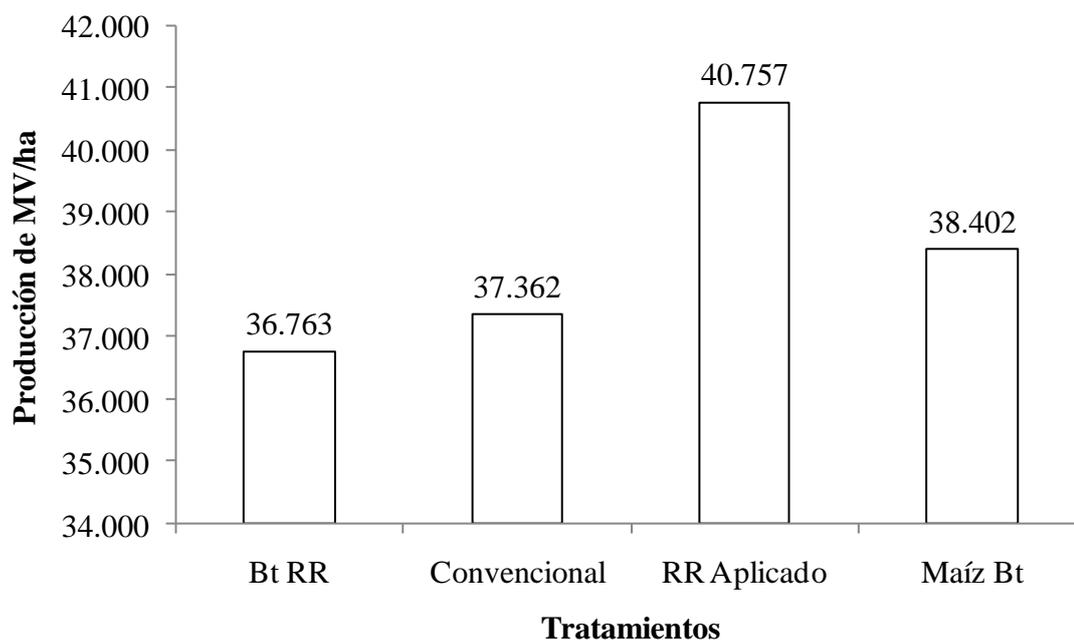
**Figura 5.** Efecto de diferentes tratamientos sobre el porcentaje de MS de la parte aérea (DMS 2,60; CV: 6,58%).

Entre 30 a 32% de MS es unánime como referencia en la literatura para momento óptimo de corte para una maximización de la eficiencia del proceso del ensilado, permitiendo menor pérdida de los carbohidratos solubles de la planta, mayor compactación, entre otros.

La reducción del espaciamiento entre líneas de 0,90 m para 0,70 m proporciona mayores producciones de materia seca (MS) y de granos de maíz, independientemente del año de plantío y de la densidad de plantas según Alvarez et al. (2006) y la productividad de maíz aumenta con la reducción en el espaciamiento entre líneas (Demétrio et al. 2008).

#### **4.6 Producción de materia verde por hectárea**

La producción de masa verde (MV) por hectáreas (ha) resulta similares a nivel estadístico ( $P > 0,05$ ). Siendo que la variedad *RR Aplicado* presenta 40.757 kg/ha, numéricamente superior a los demás.



**Figura 6.** Efecto de diferentes tratamientos sobre la producción de MV por hectárea (DMS 8.176,83; CV: 4,59%).

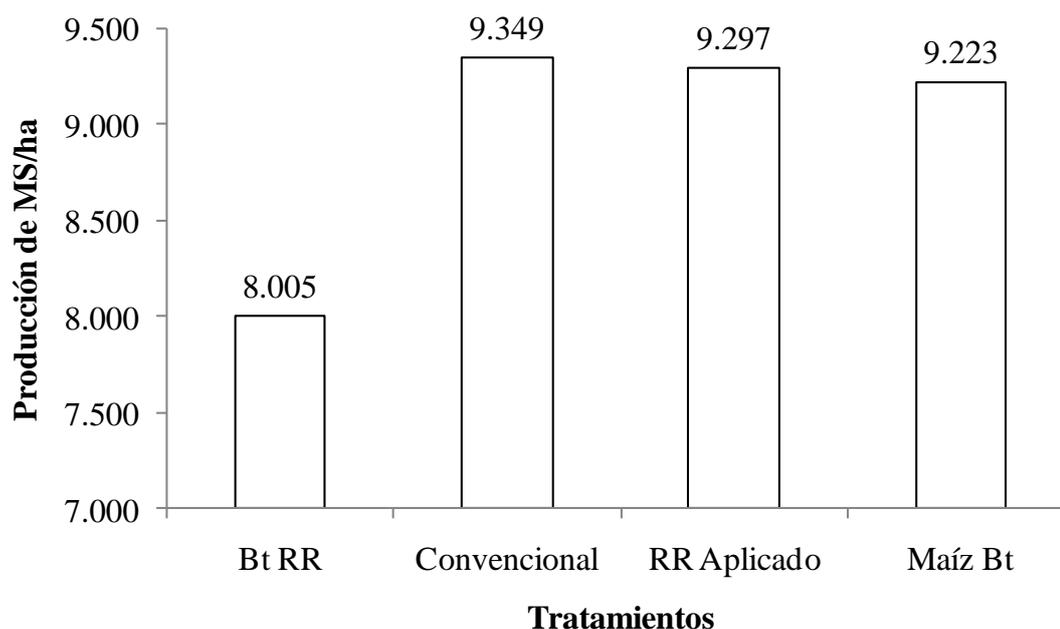
Sin duda, para la obtención de mayor volumen de material ensilado a menor costo, es esencial la elevada producción de materia verde por hectáreas, aquellos híbridos con esas características, puede representar grandes ventajas al productor.

Según Soares et al. (2017), entre otros factores, la densidad poblacional influye sobre la producción de materia verde por hectáreas, siendo mayor espaciamiento entre plantas presenta mayor masa por planta, por ende con menor masa verde total. Mientras, el espaciamiento reducido entre hileras proporciona masa por planta igual al mayor espaciamiento, con mayor productividad de masa verde total.

Al evaluar cinco híbridos de maíz, Oliveira (2017) constata diferencias en cuanto a producción de MV/ha variando la producción de 39.201 a 59.000 kg/MV/ha.

#### 4.6 Producción de materia seca por hectárea

La producción de masa seca (MS) por hectáreas (ha) resulta similares a nivel estadístico ( $P > 0,05$ ). Siendo que la variedad *Convencional* presenta 9.349 kg/ha, numéricamente superior a los demás.



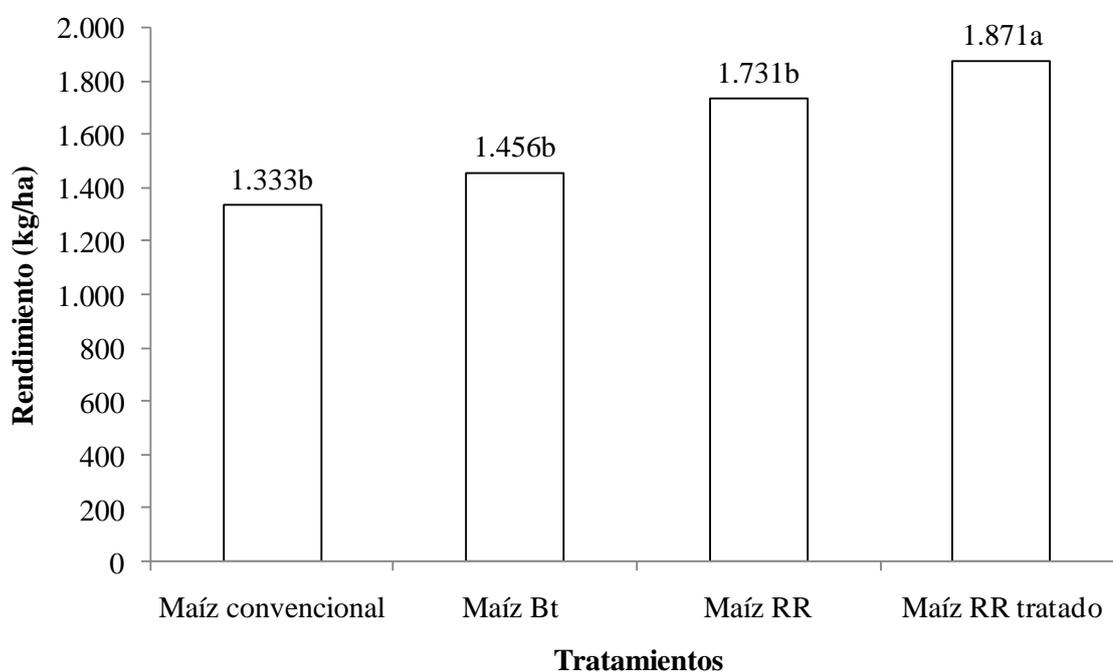
**Figura 7.** Efecto de diferentes tratamientos sobre la producción de MS por hectárea (DMS 1.543,43; CV: 7,19%).

La reducción del espaciamiento entre líneas de 0,90 m para 0,70 m proporciona mayores producciones de materia seca (MS) y de granos de maíz, independientemente del año de plantío y de la densidad de plantas. El aumento de la densidad de plantas de 55.000 plantas  $ha^{-1}$  para 75.000 plantas  $ha^{-1}$  proporciona aumento en la producción de MS y en la producción de granos de maíz, independiente del año de plantío y del espaciamiento entre líneas. Cultivar híbrido (AG1051) presenta las mayores producciones de MS y las mayores alturas de plantas y de espigas, independientemente del año de plantío y del espaciamiento adoptado (55.000 y 75.000 plantas  $ha^{-1}$ ) según Alvarez et al. (2006).

Oliveira (2017) constata que el porcentaje de MS varía de 28,4 a 33,9 existiendo diferencias estadísticas significativas.

#### 4.7 Rendimiento de granos por hectárea

La variedad *Maíz RR tratado*, estadísticamente presenta mayor rendimiento ( $P < 0,05$ ) con 1.871 kg/ha, siendo la variedad *Maíz RR* presenta rendimientos de 1.731 kg/ha, *Maíz Bt* con rendimientos de 1.456 kg/ha y por último, el *maíz convencional* obtuvo rendimiento de 1.333 kg/ha (Figura 8).



**Figura 8.** Efecto de diferentes tratamientos sobre el rendimiento de granos por hectárea (DMS 437,60; CV: 15,46%).

Mayor rendimiento de *Maíz RR Tratado* probablemente está relacionado a su mayor resistencia a plagas propias del cultivo en sus diferentes fases de crecimiento. Waquil et al. (2002) afirman que en general, los híbridos transgénicos resistentes producen cerca de 32% a más de granos que los testigos susceptibles ya que la presencia de lagartas presenta diferencias significativas entre híbridos, siendo más bajas en los híbrido con el evento piramidado y más altas en el híbrido convencional, sin control químico (Waquil et al. 2013).

Lourenção et al. (2009) resaltan que para la obtención de beneficios económicos del uso del maíz *Bt*, solamente será alcanzado solamente si se realiza de manera adecuada, siguiendo las recomendaciones de órganos de investigación y empresas detentoras de las semillas, y respetando las directrices legislativas que regulan su utilización. También resaltan el uso correcto de la tecnología implica en evitar la evolución de las plagas para resistencia en el sentido de mantenerla eficiente a lo largo del tiempo, reducir las aplicaciones de insecticidas, evitar contaminaciones ambientales y principalmente mejorar la rentabilidad del sistema, utilizándola con el máximo de eficiencia.

Farinelli y Cerveira Junior (2014) evaluando cuatro densidad poblacional de maíz (50.000, 60.000, 70.000 y 80.000/ha) y dos híbridos comerciales de maíz, constataron que con el aumento en la densidad poblacional, hubo incremento de productividad de granos para ambos híbridos, siendo que el AG 8088 VT PRO (tecnología transgénica) sobresale en relación al AG 8088 (tecnología convencional), con mejores productividades.

Miguel et al (2014) verificaron que la tecnología transgénica, en general, promueven ganancias económicos. Las probabilidades de que esas ganancias sean positivos con la adopción de maíz transgénico son elevadas y varían entre 85% y 90%, así mismo, Vertuan et al. (2017) constatan que los híbridos con evento *Bt* presentan rendimiento significativamente superior al convencional, en el orden de 750 a 900 kg/ha.

## 5. CONCLUSIONES

Variedad *Bt* y *RR aplicado* presentan mayor altura de plantas, número de hojas y plantas por metro lineal.

Área foliar mayores presentan la variedad *RR Aplicado*, mientras la variedad *Convencional* presenta mayor porcentaje de materia seca.

Variedad *RR Aplicado* presenta mayor volumen de masa verde por hectárea, sin embargo, la producción de masa seca no difieren entre las variedades.

La variedad *Maíz RR tratado* presenta mayor rendimiento de granos por hectáreas.

## **6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Almeida Filho, S.L.; Fonseca, D.M.; Garcia, R.; Obeid, J.A.; Oliveira, J.S. 1999. Características agronômicas de cultivares de milho (*Zea mays* L.) e qualidade dos componentes da silagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa. BR.

Alvarez CGD, Von Pinho RG, Borges ID. 2006. Avaliação de características agronômicas e de produção de forragem e grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. *Ciênc. agrotec.*, 30(3): 402-408.

Borem, A. / Giúdice, M.P. 2004. Cultivares Transgênicos. In: Galvão, J.C.; Miranda, G.V. (Org). *Tecnologias de produção de milho. Cultivares transgênicos*. Viçosa: Ed. Viçosa, UFV, p.87.

Caetano H. 2001. Avaliação de onze cultivares de milho colhidos em duas alturas de corte para produção de silagem, 2001, 178p, Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Demétrio CS, Fornasieri Filho D, Cazetta JO, Cazetta DA. 2008. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. *Pesq. agropec. bras.*, 43(12): 1691-1697.

Fancelli, A.L.; Dourado Neto, D. 2000. Produção De Milho Para Silagem. In: Fancelli, A.L.; Dourado Neto, D. *Produção de milho*. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária. BR.

Farinelli R, Cerveira Junior WR. 2014. Resposta de cultivares de milho transgênico e convencional a densidades populacionais. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* 13(3): 336-346.

Flachowsky, G, Chesson, A.; Aulrich, K. 2005. Animal nutrition with feeds from genetically modified plants. *Archives of Animal Nutrition*

Kuntz, R.P. 2005. Produtividade do milho em função do arranjo e da população de plantas no sistema de plantio direto na palha. 115f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa. BR.

Lourenção ALF, Barros R, Melo EP. 2009. Milho Bt: uso correto da tecnologia. Tecnologia e Produção: Milho Safrinha e Culturas de invernos. Fundação MS, Maracajú, MS, Brasil 1-9p.

Lupatini GC, Maccari, M, Zanette S, Piacentini E, Neumann, M. 2010. Avaliação do desempenho agrônomo de híbridos de milho (*Zea mays* L.) para produção de silagem. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* 3(2): 20-30.

Lupatini, G.C.; Maccari, M.; Zanette, S.; Piacentini, E.; Neumann, M. 2004. Avaliação do desempenho agrônomo de híbridos de milho, (*Zea mays* L.) para produção de silagem. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas*. BR.

Miguel FB, Esperancini MST, Grizotto RK. Rentabilidade e risco da produção de milho safrinha geneticamente modificado e convencional na região de Guaíra/SP. *Energia na Agricultura* 29(1): 64-75.

Neumann M. 2011. Produção de silagem de milho de alta qualidade. UNICENTRO-PR: p.94-97.

Neumann M, Esperancini MST, Grizotto RK. 2002. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Revista Brasileira de Zootecnia 31(1): 293-301.

Nussio LG, Maccari M, Zanette S, Piacentini E, Neumann M. 2001. Determinação do ponto de maturidade ideal para colheita do milho para silagem. In: Nussio LG, Zopollato M, Moura JC (Ed). Milho para a silagem. Piracicaba: FEALQ, p. 11-26.

Oliveira GC. 2017. Características agronômicas de diferentes híbridos de milho (*Zea mays* L.) para produção de silagem. Trabalho de conclusão (Engenheiro Agrônomo) - Universidade Federal de Uberlândia. Instituto de Ciências Agrárias. Uberlândia, MG, Brasil. 24p.

Pereira JRA. 2011. Silagem de planta inteira de milho Bt. Consultado 20 May 2017 Disponível em <<http://www.pioneersementes.com.br/ArtigosDetalhe.aspx?Id=131>

Rosa JRP, Alvares JK, Oliveira AA. 2004. Avaliação do comportamento agrônomico da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays* L.). Revista Brasileira de Zootecnia 33(2): 302-312.

Soares RJS, Pinto AA, Camara FT, Santana LD. 2017. Produtividade de massa verde de milho transgênico em função do arranjo populacional na região do Cariri, CE. Interações 18(2): 117-127.

Vertuan HV, Salvadori JR, Oliveira WS, Berger GU. 2017. Eficácia de tecnologias de milho Bt no manejo de lepidópteros-pragas. Revista Brasileira de Milho e Sorgo 16(1): 22-29.

Waquil JM, Dourado PM, Carvalho RA, Oliveira WS, Berger GU, Head GP, Martinelli S. 2013. Manejo de lepidópteros-praga na cultura do milho com o evento Bt piramidado Cry1A.105 e Cry2Ab2. Pesquisa Agropecuária Brasileira 48(12): 1529-1537.

Waquil JM, Villela FMF, Foster JE. 2002. Resistência do milho (*Zea mays* L.) transgênico (Bt) à lagarta-do cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Revista Brasileira de Milho e Sorgo 1(3): 1-11.

## **ANEXOS**

## A1. Tablas de ANAVA

**Tabla 1.** ANAVA de la altura de planta.

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>valor-P</b>	<b>F crítico</b>
Tratamientos	3	0,703	0,234	41,126	0,000*	3,238
Error de residuo	16	0,091	0,005			
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>0,794</b>				

\* Significativo a 5% de probabilidad.

**Tabla 2.** ANAVA del número de hojas.

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>valor-P</b>	<b>F crítico</b>
Tratamientos	3	1,688	0,562	5,028	0,012*	3,238
Error de residuos	16	1,790	0,111			
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>3,479</b>				

\* Significativo a 5% de probabilidad.

**Tabla 3.** ANAVA de planta por metro lineal.

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>valor-P</b>	<b>F crítico</b>
Tratamientos	3	1,288	0,429	32,463	0,000*	3,238
Error de residuos	16	0,211	0,013			
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>1,500</b>				

\* Significativo a 5% de probabilidad.

**Tabla 4.** ANAVA de área foliar (cm<sup>2</sup>).

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>valor-P</b>	<b>F crítico</b>
Tratamientos	3	0,565	0,188	5028,044	0,000*	3,238
Error de residuos	16	0,000	0,000			
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>0,566</b>				

\* Significativo a 5% de probabilidad.

**Tabla 5.** ANAVA de porcentaje de materia seca (MS).

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>valor-P</b>	<b>F crítico</b>
Tratamientos	3	36,720	12,240	5,924	0,006*	3,238
Error de residuos	16	33,056	2,066			
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>69,777</b>				

\* Significativo a 5% de probabilidad.

**Tabla 6.** ANAVA de producción de materia verde (MV/ha).

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>valor-P</b>	<b>F crítico</b>
Tratamientos	3	46.431.235	15.477.078	0,759	0,533ns	3,238
Error de residuos	16	326.099.479	20.381.217			
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>372.530.714</b>				

<sup>ns</sup> No significativo a 5% de probabilidad.

**Tabla 7.** ANAVA de producción de materia seca (MS/ha).

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>valor-P</b>	<b>F crítico</b>
Tratamientos	3	6.230.547	2.076.849	2,860	0,070ns	3,238
Error de residuos	16	11.618.575	726.160			
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>17.849.122</b>				

<sup>ns</sup> No significativo a 5% de probabilidad.

**Tabla 8.** ANAVA de rendimiento de granos por hectáreas.

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>valor-P</b>	<b>F crítico</b>
Tratamientos	3	915.174	305.058	5,22	0,010*	3,239
Error de residuos	16	933.955	58.372			
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>1.849.129</b>				

\* Significativo a 5% de probabilidad.