

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO



PRODUCCIÓN DE GRANO Y SEMILLA DE MAÍZ (*Zea mays* L.) BAJO EL  
EFECTO DEL DESESPIGUE Y DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACIÓN  
DE PLANTAS

**Tesis**

Que presenta HUMBERTO DE JESÚS MORENO SOLANO  
Como requisito parcial para obtener el Grado de

MAESTRO EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS

Saltillo, Coahuila

Julio 2016

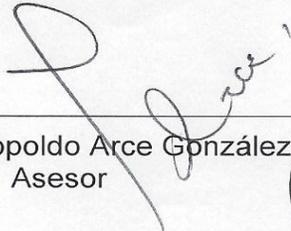
PRODUCCION DE GRANO Y SEMILLA DE MAIZ (*Zea mays* L.) BAJO EL EFECTO DEL DESESPIGUE Y DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACION DE PLANTAS.

**Tesis**

Elaborada por HUMBERTO DE JESÚS MORENO SOLANO como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Tecnología de Granos y Semillas con la supervisión y aprobación del Comité de Asesoría



Dra. Leila Minea Vásquez Siller  
Asesor Principal



M.C. Leopoldo Arce González  
Asesor



M.C. María Cristina Vega Sánchez  
Asesor



Dr. Carlos Javier Lozano Cavazos  
Asesor



Dr. Alberto Sandoval Rangel  
Subdirector de Posgrado

Saltillo, Coahuila

Julio 2016

## **Agradecimiento**

*Primeramente, a Dios por darme el privilegio de vivir y por haberme acompañado a lo largo de mi formación, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo mucha felicidad.*

*A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, mi Alma Terra Mater por haberme brindado la oportunidad de continuar con mi formación y hacer de mí un profesionalista de provecho.*

*A la Dra. Leila Minea Vásquez Siller, asesor principal de mi tesis, por sus consejos y apoyo que dedicó a mi formación. A mis asesores por sus valiosas sugerencias al presente trabajo.*

*Al M.C. Antonio Valdez Oyervidez por su valiosa aportación en esta investigación en su etapa inicial.*

*A mis amigos y compañeros que estuvieron conmigo, durante el desarrollo de este trabajo, Daniel Calvo, Ángel Ruiz, Justino Hernández, María de Jesús Arellanos, Miguel Ángel Velázquez.*

*A aquellas personas que de una u otra forma participaron en la ejecución del presente trabajo.*

## Dedicatoria

### **A mis Padres:**

*Guadalupe Solano Gómez*

*Humberto Félix Moreno Ramírez*

*Por todos los sacrificios que hicieron para formarme como un ser humano responsable y comprometido con la vida y conmigo mismo y de quienes he aprendido a tener fortaleza en los momentos más difíciles de la vida, con todo mi amor, cariño y admiración para ustedes.*

### **A mis Hermanos:**

*Jhonatan Moreno Solano (Chaparro)    Elsy Guadalupe Moreno Solano (Wera)*

*Cruzy Estrella Moreno Solano (Flaquita)*

*Le agradezco a cada uno de ustedes por haberme brindado siempre su apoyo incondicional, por la confianza que depositaron en mí,*

### **A mis Familiares:**

*Agradezco sinceramente a todos y cada uno de ustedes que me brindaron su apoyo incondicional, a pesar de estar muy lejos de ustedes siempre los llevo conmigo. Agradezco sus palabras de aliento y sus sabios consejos que me brindaron.*

*A la mujer que durante este tiempo ha compartido conmigo momentos felices y tristes, Gracias por tu apoyo y comprensión **Martha Maribel Zúñiga Cárdenas.***

*A todas aquellas personas que de una u otra forma me ayudaron a seguir soñando Gracias de todo corazón les dedico este logro.*

## Índice General

Agradecimiento.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Índice General.....	v
Lista de Cuadros.....	vii
Lista de Figuras .....	viii
Resumen .....	xii
Abstract.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos. ....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Descripción botánica de la planta de maíz. ....	4
Clasificación taxonómica del maíz. ....	7
Etapas fenológicas del cultivo del maíz. ....	7
Producción de Maíz en México. ....	7
Técnicas implementadas para aumentar la producción de Maíz.....	9
Influencia de las densidades de población en la producción de Maíz. ....	9
Efectos del desespigue en la producción de Maíz. ....	11
Fisiología de la semilla de maíz. ....	12
Germinación. ....	12
Pruebas de germinación. ....	13
Indicadores de vigor.....	13
MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
Localización de las investigaciones.....	14
Experimento de campo.....	14
Material genético.....	14
Manejo del experimento.....	14
Tratamientos seleccionados. ....	16
Descripción de tratamientos. ....	16

Desespigue / Sin desespigue.....	16
Densidades de población.....	17
Variables evaluadas.....	17
Análisis estadístico de los datos.....	18
Experimento de laboratorio.....	19
Variables evaluadas.....	20
Análisis estadístico de los datos.....	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	23
Experimento de campo.....	23
Experimento de laboratorio.....	51
CONCLUSIONES .....	60
LITERATURA CITADA .....	61

## Lista de Cuadros

Cuadro 1. Tratamientos seleccionados para determinar el efecto del desespigue y las densidades de población de plantas de maíz, en el rendimiento de la variedad VS – 201. ....	16
Cuadro 2. Cuadrados medios y su significancia de las variables evaluadas en el experimento de campo. ....	25
Cuadro 3. Comparación de medias de las variables evaluadas en el experimento de campo. ....	26
Cuadro 4. Coeficientes de correlación de la práctica sin desespigue y las tres densidades de población, con respecto a las variables evaluadas en el experimento de campo. ....	34
Cuadro 5. Coeficientes de correlación de la práctica del desespigue y las tres densidades de población, con respecto a las variables evaluadas en el experimento de campo. ....	35
Cuadro 6. Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables evaluadas en el experimento de laboratorio. ....	52
Cuadro 7. Comparación de medias de las variables evaluadas en el experimento de laboratorio, para el análisis de la calidad fisiológica de la semilla obtenida del experimento de campo. ....	53
Cuadro 8. Coeficientes de correlación de la práctica sin desespigue y las diferentes densidades de población, de las variables evaluadas en el experimento de laboratorio, para el estudio de la calidad fisiológica de las semillas obtenidas. ....	56
Cuadro 9. Coeficientes de correlación de la práctica del desespigue y las diferentes densidades de población, de las variables evaluadas en el experimento de laboratorio, para el estudio de la calidad fisiológica de las semillas obtenidas. ....	57

## Lista de Figuras

Figura 1. Planta de Maíz mostrando sus diversos órganos. ....	6
Figura 2. Medias generales de la altura de la planta con respecto a la práctica del desespigado realizada en el experimento de campo. ....	27
Figura 3. Medias generales de la longitud de mazorca con respecto a las diferentes densidades de población de plantas de maíz estudiadas en el experimento de campo. ....	27
Figura 4. Medias generales del diámetro de mazorca con respecto a las diferentes densidades de población de plantas de maíz estudiadas en el experimento de campo. ....	28
Figura 5. Medias generales de las variables peso de mazorca, peso de olote y peso de grano por mazorca con respecto a las diferentes densidades de población de plantas de maíz estudiadas en el experimento de campo. ....	28
Figura 6. Medias generales de la variable rendimiento de grano por parcela con respecto a las diferentes densidades de población de plantas de maíz estudiadas en el experimento de campo. ....	29
Figura 7. Medias generales de las variables evaluadas en el experimento de campo, bajo el efecto de la interacción de las prácticas de desespigado y sin desespigar y las diferentes densidades de población de plantas, en la producción de semilla de maíz.....	33
Figura 8. Comportamiento de la interacción Diámetro de tallo con respecto a las variables Longitud de mazorca y Diámetro de mazorca y su ecuación de predicción. ....	36
Figura 9. Comportamiento de la interacción Diámetro de tallo con respecto a la variable Número de granos por hilera y su ecuación de predicción.....	37
Figura 10. Comportamiento de la interacción Diámetro de tallo con respecto a las variables Peso de mazorca, Peso de olote y Peso de grano por mazorca y su ecuación de predicción. ....	38

Figura 11. Comportamiento de la interacción de Numero de hojas debajo de la mazorca con respecto a la variable Diámetro de mazorca y su ecuación de predicción. ....	38
Figura 12. Comportamiento de la interacción de número de hojas debajo de la mazorca con respecto a la variable Rendimiento de grano por parcela y su ecuación de predicción. ....	39
Figura 13. Comportamiento de la interacción de la variable Longitud de mazorca con respecto a la variable Numero de granos por hilera y su ecuación de predicción. ....	39
Figura 14. Comportamiento de la variable Longitud de mazorca con respecto a las variables Peso de mazorca, Peso de olote y Peso de grano por mazorca y su ecuación de predicción. ....	40
Figura 15. Comportamiento de la interacción de la variable Diámetro de mazorca con respecto a la variable Numero de hileras por mazorca y su ecuación de predicción. ....	40
Figura 16. Comportamiento de la interacción de la variable Diámetro de mazorca con respecto a las variables Peso de mazorca, Peso de olote y Peso del grano por mazorca y su ecuación de predicción. ....	41
Figura 17. Comportamiento de la interacción de la variable Diámetro de mazorca con respecto a la variable Rendimiento de grano por parcela y su ecuación de predicción. ....	41
Figura 18. Comportamiento de la interacción de la variable Número de granos por hilera con respecto a las variables Peso de la mazorca y Peso del grano por mazorca y su ecuación de predicción. ....	42
Figura 19. Comportamiento de la interacción de la variable Peso de mazorca con respecto a la variable Peso del olote y Peso del grano por mazorca y su ecuación de predicción. ....	42
Figura 20. Comportamiento de la interacción de la variable Peso de mazorca con respecto a la variable Rendimiento de grano por parcela y su ecuación de predicción. ....	43

Figura 21. Comportamiento de la interacción de la variable Peso de mazorca con respecto a la variable Peso del grano por mazorca y su ecuación de predicción. ....	43
Figura 22. Comportamiento de la variable Peso del olote con respecto a la variable Rendimiento de grano por parcela y su ecuación de predicción. ....	44
Figura 23. Comportamiento de la variable Peso del grano por mazorca con respecto a la variable Rendimiento de grano por parcela y su ecuación de predicción. ....	44
Figura 24. Comportamiento de la variable Número de hojas debajo de la mazorca con respecto a la variable Diámetro de mazorca y su ecuación de predicción. ....	45
Figura 25. Comportamiento de la variable Longitud de mazorca con respecto a la variable Número de granos por hilera y su ecuación de predicción. ....	46
Figura 26. Comportamiento de la variable Longitud de mazorca con respecto a las variables Peso de mazorca, Peso de olote y Peso de grano por mazorca y su ecuación de predicción. ....	46
Figura 27. Comportamiento de la variable Longitud de mazorca con respecto a la variable Rendimiento de grano por parcela y su ecuación de predicción. ....	47
Figura 28. Comportamiento de la variable Diámetro de mazorca con respecto a las variables Peso de mazorca, Peso de olote y Peso de grano por mazorca y su ecuación de predicción. ....	47
Figura 29. Comportamiento de la variable Diámetro de mazorca con respecto a la variable Rendimiento de grano por parcela y su ecuación de predicción. ....	48
Figura 30. Comportamiento de la variable Peso de mazorca con respecto a las variables Peso del olote y Peso del grano por mazorca y su ecuación de predicción. ....	48
Figura 31. Comportamiento de la variable Peso de mazorca con respecto a la variable Rendimiento de grano por parcela y su ecuación de predicción. ....	49
Figura 32. Comportamiento de la variable Peso del olote con respecto a la variable Peso del grano por mazorca y su ecuación de predicción. ....	49

Figura 33. Comportamiento de la variable Peso del olote con respecto a la variable Rendimiento de grano por parcela y su ecuación de predicción. ....	50
Figura 34. Comportamiento de la variable Peso del grano por mazorca con respecto a la variable Rendimiento de grano por parcela y su ecuación de predicción. ....	50
Figura 35. Comportamiento de las variables evaluadas en el experimento de laboratorio, en comparación de la práctica realizada. ....	53
Figura 36. Resultados de las variables estudiadas en el experimento de laboratorio, en relación a las diferentes densidades de población, en el estudio de la calidad fisiológica de las semillas del experimento de campo. ....	54
Figura 37. Resultados de las variables evaluadas en el experimento de laboratorio, bajo el efecto de la interacción de las prácticas realizadas y las diferentes densidades de población, en la calidad fisiológica de la semilla obtenida del experimento de campo. ....	55
Figura 38. Comportamiento de la variable Plántulas normales con respecto a la variable Plántulas anormales y su ecuación de predicción. ....	58
Figura 39. Comportamiento de la variable Plántulas anormales con respecto a la variable Longitud media de plúmula y su ecuación de predicción. ....	58
Figura 40. Comportamiento de la variable Plántulas normales con respecto a la variable Semillas sin germinar y su ecuación de predicción. ....	59
Figura 41. Comportamiento de la variable Longitud media de plúmula con respecto a la variable Longitud media de radícula y su ecuación de predicción. ....	59

## Resumen

PRODUCCIÓN DE GRANO Y SEMILLA DE MAÍZ (*Zea mays* L.) BAJO EL EFECTO DEL DESESPIGUE Y DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACIÓN DE PLANTAS.

POR

HUMBERTO DE JESÚS MORENO SOLANO

MAESTRÍA PROFESIONAL EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DRA. LEILA MINEA VÁSQUEZ SILLER – ASESOR –

Saltillo, Coahuila

Julio 2016

Esta investigación, determinó los rendimientos de maíz de la variedad VS - 201 cuando se aplicaron medidas culturales como ausencia y presencia de desespigue con diferentes densidades de población de plantas, las cuales fueron de 40 000, 50 000 y 60 000 plantas ha<sup>-1</sup>. Se realizaron dos experimentos uno de campo y otro de laboratorio; en el experimento de campo se evaluaron las variables altura de la planta, diámetro de tallo, número de hojas debajo de la mazorca, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca, número granos por hilera, peso de la mazorca, peso de olote, peso del grano por mazorca y rendimiento de grano por parcela. En el experimento de laboratorio se evaluó la germinación y vigor de las semillas cosechadas en el experimento de campo. En el caso de germinación se midieron las variables de plántulas normales, plántulas anormales, semillas sin germinar; el vigor se estimó mediante las variables, longitud media de plúmula y longitud media de radícula. Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial para ambos experimentos, además de una comparación de medias, análisis de correlación múltiple y análisis de regresión. En el experimento de campo se observó que cuando se aplica una densidad de 60 000 plantas ha<sup>-1</sup> se obtienen los mejores rendimientos, que fueron en promedio de 7 183.15 kg/ha ( $P = < 0.0001$ ) independientemente que se aplicara o no el desespigue ( $P = 0.8801$ ). En el caso del experimento de laboratorio, no se observaron diferencias significativas; en ninguno de los factores estudiados, tales como el desespigue y las densidades de población ( $P = 0.1571$ ;  $P = 0.6535$ , respectivamente); sin embargo, se observó que un máximo porcentaje de germinación de 97%, cuando se cultivó dicha variedad con una densidad de población de 50 000 plantas ha<sup>-1</sup>. En cuanto a vigor los resultados estudiados indicaron que no se encontraron diferencias significativas ( $P = 0.8390$ ,  $P = 0.9690$ ), obteniéndose en general, una longitud media de plúmula de 12.32 cm y una longitud media de radícula de 18.81 cm.

Las correlaciones analizadas entre las variables estudiadas indicaron que presumiblemente la tendencia observada fue que la práctica del desespigue favorece la utilización eficiente de los nutrientes y agua que no se utiliza en la inflorescencia masculina, para favorecer la estructura de fructificación que es la mazorca, en las que las variables longitud de mazorca, diámetro de mazorca, peso de la mazorca, peso de olote, peso del grano por mazorca y el rendimiento de grano por parcela resultaron correlacionadas entre sí. Los análisis de regresión refrendaron las tendencias observadas entre ellas, estableciendo ecuaciones de predicción.

**Palabras Clave:** Maíz, Variedad VS – 201, Rendimiento, Correlaciones, Variables agronómicas.

**Abstract**

PRODUCTION OF GRAIN AND CORN SEED (*Zea mays* L.) UNDER THE  
INFLUENCE OF DETASSELING AND DIFFERENT PLANT POPULATION  
DENSITY

BY

HUMBERTO DE JESÚS MORENO SOLANO

PROFESSIONAL MASTER IN GRAIN AND SEED TECHNOLOGY  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DRA. LEILA MINEA VÁSQUEZ SILLER – ADVISER –

Saltillo, Coahuila

Julio 2016

This research determined the yields of maize variety VS - 201 when cultural measures such as absence and presence of detasseling were applied with different population densities of plants, which were 40 000, 50 000 and 60 000 plants ha<sup>-1</sup>. Two experiments one in the field and another in laboratory were performed; in the field, experiment variables such as plant height, stem diameter, number of leaves below the ear, ear length, ear diameter, number of rows per ear, grain number per row, weight of the cob were evaluated, cob weight, grain weight per ear and grain yield per plot. In the laboratory experiment germination and vigor of seeds harvested in the field experiment were evaluated. In the case of germination variables such as, normal seedlings, abnormal seedlings and ungerminated seeds were measured. the vigor was estimated by the variables, average length of plumule and radicle average length. The results were statistically analyzed using a completely randomized design factorial arrangement for both experiments, along with a comparison of means, multiple correlation analysis and regression analysis. In the field experiment, it was observed that when a density of 60 000 plants ha<sup>-1</sup> is applied, the best yields, which were on average, 7 183.15 kg / ha ( $P < 0.0001$ ), regardless if the detasseling was or not applied ( $P = 0.8801$ ). In the case of laboratory experiment, no significant differences were observed; in any of the factors studied, such as detasseling and population density ( $P = 0.1571$ ;  $P = 0.6535$ , respectively); however, a maximum germination percentage of 97%, it was observed, when the variety was grown with a density of population of 50 000 plants ha<sup>-1</sup>. For vigor results, the studied factors indicated that no significant differences ( $P = 0.8390$ ,  $P = 0.9690$ ) were found, however, the variables of vigor presented an overall average on length of plumule of 12.32 cm and an average length of radicle of 18.81 cm.

Analyzed correlations between the variables studied indicated that presumably the trend was that the practice of detasseling promotes efficient utilization of nutrients and water that is not used in the male inflorescence, to favor the structure fruiting is the cob, in the variables ear length, ear diameter, cob weight, cob weight, grain weight per ear and grain yield per plot were correlated with each other. Regression analyzes endorsed the observed trends including establishing prediction equations.

**Keywords:** Corn, Variety VS - 201, Performance, Correlations, Agronomic variables.

## INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es el cultivo más importante de México, forma parte importante en la dieta de los mexicanos; el maíz está presente en la elaboración de más de 4 mil productos (almidón, fructuosa, aceites, cartón, chocolates, biocombustible, alimento animal, entre otros); ocupa poco más de la mitad de la superficie sembrada del país; representa alrededor de una tercera parte del valor de la producción agrícola. Existen poco más de 3 millones de productores de este grano, por lo que México es el cuarto productor mundial después de Estados Unidos, China y Brasil.

Desde finales de la década de los ochenta el mercado del maíz en México ha sido deficitario, la producción no alcanza a cubrir la demanda nacional por lo que se ha tenido que incrementar la importación de este cereal, particularmente de Estados Unidos.

La producción del grano en México tiene dos tipos, la blanca y la amarilla. La primera es para el consumo humano y se estima que es autosuficiente en esa materia, mientras que la segunda, que se destina para el consumo animal y a la industria de almidones y cereales, registra déficit en su producción. Ante la deficiencia en la producción de granos y semillas, se han implementado prácticas que ayudan a incrementar la producción, como son el uso de híbridos y variedades de alto rendimiento, uso de fertilizantes, el incremento de las densidades de población y algunas prácticas como el desespigue.

Dentro de estas prácticas empleadas para aumentar la producción, la densidad de población, es una de las prácticas culturales más importantes que influye en el rendimiento de grano y las características morfológicas como la altura de la planta, diámetro de tallo, por mencionar algunas. Cabe remarcar que la altura de la planta y el diámetro de tallo dependen estrechamente del ambiente, del genotipo, del manejo agronómico y de sus interacciones.

Por otra parte, la eliminación de los órganos florales masculinos en las plantas de maíz, llamado desespigue se utiliza para incrementar el rendimiento o en su caso para mejorar la calidad del fruto o semilla. La eliminación de las espigas

inmaduras del maíz permite que los metabolitos destinados al desarrollo de los granos de polen sean canalizados hacia la formación del grano.

Algunos investigadores que han realizado el desespigue han encontrado incrementos significativos de un 30% en cuanto al rendimiento del grano de maíz, lo cual indica que el rompimiento de la dominancia apical favorece la producción y calidad de semilla.

Por lo anteriormente mencionado, se llevó a cabo este trabajo de investigación, con los siguientes objetivos e hipótesis.

## **Objetivos.**

### **Objetivo General**

Determinar los efectos del desespigue y tres densidades de población en la producción de grano y semilla de la variedad sintética de maíz: VS-201.

### **Objetivos Específicos**

- ✓ Evaluar el efecto de la interacción del desespigue con tres densidades de población en la producción de grano y semilla de la variedad sintética de maíz VS-201.
  
- ✓ Evaluar el efecto de la interacción del desespigue y las densidades de población en la calidad fisiológica de la semilla producida en la variedad sintética de maíz VS-201.

## **Hipótesis.**

Ha: El desespigue y las densidades de población son factores que influyen en el rendimiento y calidad de la semilla de maíz.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### **Descripción botánica de la planta de maíz.**

El maíz (*Zea mays* L.) es una planta de porte robusto y de hábito anual; el tallo es simple, erecto, de elevada longitud alcanzando alturas de 2 a 6 m, con pocos macollos o ramificaciones, su aspecto recuerda al de una caña por la presencia de nudos y entrenudos y su médula esponjosa. Las hojas nacen en los nudos de manera alterna a lo largo del tallo; se encuentran abrazadas al tallo mediante la vaina que envuelve el entrenudo y cubre la yema floral, de tamaño y ancho variable. Las raíces primarias son fibrosas presentando además raíces adventicias, que nacen en los primeros nudos por encima de la superficie del suelo, ambas tienen la misión de mantener a la planta erecta (Jugenheimer, 1988).

Es una planta monoica de flores unisexuales, que presenta flores masculinas y femeninas bien diferenciadas en la misma planta: la inflorescencia masculina es terminal, se conoce como panícula (o espiga); consta de un eje central o raquis y ramas laterales; a lo largo del eje central se distribuyen los pares de espiguillas de forma polística y en las ramas con arreglo dístico y cada espiguilla está protegida por dos brácteas o glumas, que a su vez contienen en forma apareada las flores estaminadas, en cada florecilla componente de la panícula hay tres estambres donde se desarrollan los granos de polen. La coloración de la panícula está en función de la tonalidad de las glumas y anteras, que pueden ser de coloración verde, amarilla, rojiza o morada (Reyes, 1990; Jugenheimer, 1988).

Las inflorescencias femeninas (mazorcas) se localizan en las yemas axilares de las hojas, son espigas de forma cilíndrica que consisten de un raquis central u olote donde se insertan las espiguillas por pares, cada espiguilla con dos flores pistiladas una fértil y otra abortiva, estas flores se arreglan en hileras paralelas, las flores pistiladas tienen un ovario único con un pedicelo unido al raquis, un estilo muy largo con propiedades estigmáticas donde germina el polen. La inflorescencia femenina (mazorca) puede formar alrededor de 400 a 1000

granos arreglados en promedio de 8 a 24 hileras por mazorca; todo esto encerrado en numerosas brácteas o vainas de las hojas (totomoxtle), los estilos largos saliendo de la punta del raquis como una masa de hilo sedoso se conocen como pelo de elote; el jilote es el elote tierno (Figura 1). Por las características mencionadas el maíz es una planta de polinización abierta (anemófila) propensa al cruzamiento, la gran mayoría de los granos de polen viajan de 100 m a 1000 m (Reyes, 1990; Jugenheimer, 1988).

En la mazorca cada grano o semilla es un fruto independiente llamado cariósido que está insertado en el raquis cilíndrico u olote; la cantidad de grano producido por mazorca está limitada por el número de granos por hilera. Como cualquier otro cereal, las estructuras que constituyen el grano del maíz (pericarpio, endospermo y embrión) le confieren propiedades físicas y químicas (color, textura, tamaño, etc.) que han sido importantes en la selección del grano como alimento (Mera *et al.*, 2009).

Después de la fecundación, cada ovario se transforma en un fruto en cariósido, que lleva en su interior una sola semilla, la cual contiene bastantes sustancias de reserva en su endospermo y lleva en su parte basal el embrión: éste se adosa al endospermo por una porción ensanchada llamada escudete, que parece representar el único cotiledón y se encarga de absorber los materiales de reserva durante la germinación (Ruiz *et al.*, 1979).

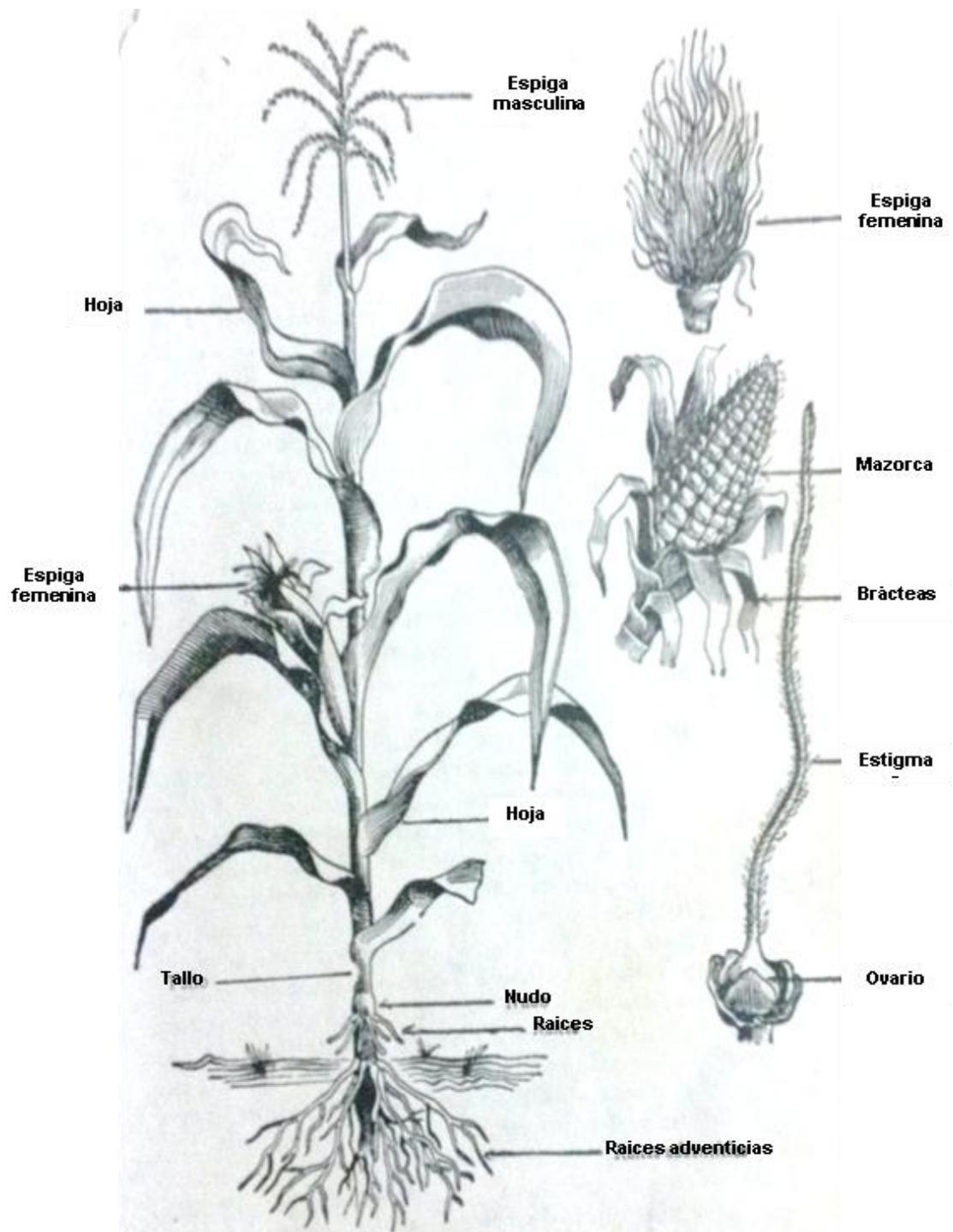


Figura 1. Planta de Maíz mostrando sus diversos órganos.

### **Clasificación taxonómica del maíz.**

Por su parte Valladares (2010), clasifica taxonómicamente al maíz de la siguiente manera:

Reino: Plantae  
Sub Reino: Tracheobionta  
División: Magnoliophyta  
Clase: Liliopsida  
Sub Clase: Commelinidae  
Orden: Poales  
Familia: Poaceae  
Sub Familia: Panicoideae  
Tribu: Maydeae  
Género: *Zea*  
Especie: *Zea mays*

### **Etapas fenológicas del cultivo del maíz.**

El desarrollo del cultivo consiste en una sucesión obligatoria de etapas o fases dadas en un orden riguroso e irreversible, correspondiendo a la iniciación de órganos nuevos, es un fenómeno puramente cualitativo. Llamamos ciclo de desarrollo al conjunto de fases que van desde la germinación de la semilla hasta la floración y formación del fruto. Este ciclo comprende dos etapas bien definidas: desarrollo vegetativo y desarrollo reproductivo (Fassio *et al.*, 1998; Cruz *et al.*, 2007).

### **Producción de Maíz en México.**

México es conocido como un país de mega diversidad biológica, también es considerado como uno de los países con diversidad de plantas cultivadas y de sistemas agrícolas. Toda evidencia arqueológica y biológica señala que en México se originó el maíz. México ha aportado 40 razas de maíz adaptadas a diferentes condiciones climáticas, que van de 0 a 2700 metros sobre el nivel del mar. La producción depende de la capacidad de mantener la fuente continua de

genes para llevar a cabo la obtención de alto rendimiento que, además, estén adaptados a las condiciones cambiantes del ambiente (Sánchez, 2005).

En México, el maíz es uno de los cultivos de mayor importancia desde el punto de vista alimentario, ambiental, económico y social. Por lo que poco más del 47.2% de la superficie agrícola es sembrada con este grano con una producción de 22, 069, 254 toneladas (SIAP, 2013).

Hibon *et al.* (1991) remarcan la gran importancia del maíz para México y la creciente demanda interna; subrayan la urgencia de analizar posibles fuentes de crecimiento de la producción y determinar cómo las instituciones nacionales de investigación y extensión pueden promover los cambios tecnológicos necesarios para mejorarla.

La producción del grano en México tiene dos tipos, la blanca y la amarilla. La primera es para el consumo humano y se estima que es autosuficiente en esa materia, mientras que el segundo tipo, que se destina para el consumo animal y a la industria de almidones y cereales y registra déficit en su producción, en el periodo de 1999 a 2006 se han realizado importaciones de maíz por un volumen de 39 millones 902 mil toneladas, de las cuales 37 millones 390 toneladas correspondieron a maíz amarillo (93.7 por ciento) y 2 millones 512 toneladas (6.3 por ciento) correspondieron a maíz blanco para harina, el total de las importaciones provinieron de Estados Unidos. Sin embargo, hasta hace dos ciclos agrícolas, la producción de maíz blanco se destinaba al consumo humano, pero por el crecimiento del consumo pecuario, en el 2006 se destinó al consumo animal más de un millón de toneladas de este tipo (Anónimo, 2007).

El cultivo de maíz en México se caracteriza por la producción de una amplia gama de variedades, por lo que es posible generar una gran cantidad de productos finales como: tortillas, forraje para animales, almidones, glucosa, fructosa, dextrosa, aceites, botanas, etanol para bebidas o como insumo en la producción de biocombustibles, entre otros (Cruz *et al.*, 2007).

Como ya se mencionó con anterioridad, el maíz es el cultivo más importante de México, desde el punto de vista alimentario, político y social. Este grano se produce en dos ciclos productivos, los cuales son: en primavera – verano y

otoño – invierno, bajo diversas condiciones agroclimáticas. en el primer ciclo los principales estados productores son: Jalisco, Estado de México, Michoacán, Chiapas y Puebla. Aproximadamente entre el 90 y el 95 por ciento de la producción nacional se cultiva en el ciclo primavera-verano que se cosecha en los meses de octubre a diciembre. La producción del ciclo otoño/invierno se concentra básicamente en los estados del norte del país como Sinaloa, Sonora y Chihuahua, la cosecha de este ciclo se realiza durante los meses de marzo y septiembre; particularmente durante este ciclo, casi el 40 por ciento de la superficie sembrada cuenta con sistemas de riego. En 2006, el principal productor de maíz en este ciclo fue Sinaloa (Anónimo,2007).

### **Técnicas implementadas para aumentar la producción de Maíz.**

Tollenaar y Lee (2011) comentaron que los incrementos en la producción de grano que se han logrado en los últimos 60 años, es gracias a la contribución principalmente del fitomejoramiento (60%) y a la aplicación de mejoras tecnológicas agrícolas (40%), como el empleo de más fertilizantes y al combate de plagas y enfermedades, eficiente control de malezas, incrementos en la densidad de población, surcos más estrechos, y utilización de híbridos de alto rendimiento.

### **Influencia de las densidades de población en la producción de Maíz.**

La densidad de población es la herramienta más efectiva para mejorar la captura de la luz, ya que en altas densidades de población la captura de luz se ve afectada y en consecuencia el crecimiento del cultivo. En cada situación la densidad óptima será la mínima cantidad de plantas que permita una mejor cobertura del suelo y un mayor rendimiento. (Cirilo, 2006).

Martínez *et al.* (2013) mencionan que la densidad de población juega un papel importante en el rendimiento, ya que la intercepción de luz está correlacionada con el rendimiento, puesto que la falta o la reducción de la luz incide directamente sobre el crecimiento y producción de las plantas, aunque también hay ciertas variedades o híbridos que soportan altas densidades. A pesar de

ésto, algunos estudios indican que el incremento de la densidad de población conduce a una disminución del uso eficiente de la radiación solar (fotosíntesis) (Purcell *et al.*, 2002), el cual puede afectar significativamente la producción y la calidad del grano del maíz, en consecuencia, de la ausencia de la luz la fase reproductiva es la que más se ve afectada ya que se produce un retraso en la madurez de la semilla.

Mientras que Sangoi (2000), afirma que la densidad de población, es considerada como el factor controlable más importante para obtener mayores rendimientos en los cultivos. En el maíz ejerce alta influencia sobre el rendimiento de grano y las características morfológicas, pues el rendimiento de grano se incrementa con la densidad de población, hasta llegar a un punto máximo y disminuye cuando la densidad se incrementa más allá de este punto.

Rodríguez *et al.* (2015) estudiaron el efecto de cinco densidades de población en ocho cultivares de maíz en tres localidades, y observaron que el mayor rendimiento de grano lo encontraron en la mayor densidad de población, que fue de 104 167 plantas ha<sup>-1</sup>, más sin embargo, remarcan que debe considerarse que con más plantas por ha se incrementa la competencia entre plantas por luz, agua y nutrientes y como consecuencia disminuye el rendimiento de grano al estimularse la dominancia apical, la esterilidad femenina y al reducir las mazorcas y los granos por planta.

Carrillo *et al.* (2013) sugieren densidades de siembra entre 30 000 y 90 000 plantas ha<sup>-1</sup>, en función de la región, genotipo, nivel de fertilización y el tipo de riego, ya que este factor puede afectar el crecimiento y rendimiento de maíz.

De la Cruz *et al.* (2009) realizaron un estudio con nueve genotipos de maíz bajo tres densidades de población: 44 289, 53 200 y 66,500 plantas ha<sup>-1</sup>, donde encontraron que el mayor rendimiento fue de 4.25 t ha<sup>-1</sup> en el genotipo denominado Población 43, y éste se presentó en el mayor número de plantas por hectárea.

Por su parte, Cano *et al.* (2001) trabajaron con cinco genotipos de maíz los cuales fueron: VS-536, H-512, H-513, HTV-1 y HTV-2 bajo seis diferentes densidades de población (50 000, 62 500, 75 000, 93 750, 100 000 y 125 000

plantas ha<sup>-1</sup>), los resultados no presentaron diferencias significativas para rendimiento, aunque se encontró el mayor rendimiento que fue de 6.29 t ha<sup>-1</sup> con una densidad de 62,500 plantas ha<sup>-1</sup>, mientras que el menor rendimiento lo presentó la densidad mayor (125,000 plantas ha<sup>-1</sup>).

Widdicombe y Thelen (2002), indican que el mayor rendimiento de maíz se tiene con densidades de 90,000 plantas ha<sup>-1</sup>, aunque también destacó la importancia de la interacción densidad por genotipo. Al igual que las dosis de fertilización, no hay un estándar en la densidad óptima para la producción de maíz, ya que siempre hay efecto del manejo agronómico con el genotipo.

### **Efectos del desespigue en la producción de Maíz.**

Calderón *et al.* (1999) estudiaron el efecto que produce el desespigue en el comportamiento de líneas tropicales de maíz, en el cual concluyeron que las líneas de maíz expresaron respuesta diferencial al desespigue; en promedio aumentaron en 30.3% la producción de semilla por efecto de dicha práctica.

Pedroza y Fernández, (1978) observaron que la longitud de mazorca se incrementó en 9.63%; encontraron también un aumento de 16.45% en el peso de la mazorca, de 17.41% en el peso del grano, 15.73% en el número de granos y un aumento de 5.6% en el índice de fecundación, por efecto del desespigamiento con respecto a los componentes de rendimiento de grano.

El desespigamiento provocó incrementos en el rendimiento de grano promedio en un 20.1%; aplicando dicha práctica, en un 50% de las plantas de maíz en el genotipo NL-VS-2, ya que consideran que al quitar la espiga antes de la maduración del polen, los fotosintatos que deberían ser demandados por ésta, se canalizaron principalmente a la mazorca (Ruiz, 1988).

Coutiño *et al.* (2001) evaluaron el desespigue en el rendimiento de grano en maíces de razas criollas, los cuales fueron: Tehua, Tuxpeño, Comiteco y Olotón donde afirman que no hubo respuesta significativa a la eliminación de las flores masculinas sobre el rendimiento de grano, sin embargo, observaron una tendencia a favor de esta práctica, ya que hubo mayor peso de grano en las plantas desespigadas que en las no desespigadas.

Por su parte Espinosa *et al.* (2010) evaluaron el despanojado (desespigue) y densidades de población, y encontraron que el tratamiento sin despanojar (sin desespigue) fue estadísticamente superior, con un 35,3% con respecto al tratamiento despanojado (desespigado), ésta lo observaron en la altura de la mazorca, la floración masculina y femenina, en el diámetro y el número de hileras por mazorca, el número de granos por hilera y la longitud de mazorca donde no hubo diferencias significativas, solo para la altura de la planta, lo que se debe a que en el caso del tratamiento con despanojado, la altura de la planta es menor, al eliminarse la panoja. Lo anterior es contrario a otros trabajos que muestran, influencia positiva del despanojamiento (desespigamiento), esto lo observaron en el incremento de la longitud de la mazorca, el peso de la mazorca, entre otras variables.

### **Fisiología de la semilla de maíz.**

#### **Germinación.**

Se llama germinación al acto por el cual la semilla en estado de vida latente entra de pronto en actividad y origina una nueva planta. La germinación es el proceso reactivación de la maquinaria metabólica de la semilla, junto con la emergencia de la radícula (raíz) y plúmula (tallo), conducentes a la producción de una plántula (Jann y Amen, 1977).

Thomson (1979) dice que el embrión dentro de la semilla es una planta miniatura, que está vivo y que respira lentamente, y cuando las condiciones son favorables para el crecimiento vegetal, el embrión empieza su desarrollo provocando la ruptura de las cubiertas de la semilla y la emergencia de una nueva planta.

Moreno (1996) describe a la germinación como la emergencia y desarrollo de las estructuras que son las esenciales, provenientes del embrión, y donde la semilla, propicia la capacidad para producir una planta normal en condiciones favorables.

### **Pruebas de germinación.**

Los ensayos de germinación ponen en manifiesto la capacidad de las semillas para producir una planta normal bajo condiciones favorables, este ensayo contempla tres parámetros los cuales son: plántulas normales, plántulas anormales y semillas sin germinar (ISTA, 2004).

Plántulas normales (PN): Se consideran plántulas normales aquellas que poseen sus estructuras esenciales (sistema radicular, eje del tallo, yemas terminales, etc.) y que demuestran potencial para su desarrollo continuo cuando crecen bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y luz (ISTA, 2004).

Plántulas anormales (PA): Las plántulas anormales no demuestran el potencial de desarrollo, aun cuando éstas crecen bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y luz, esto puede deberse a irregularidades o deformaciones durante la germinación (ISTA, 2004).

Semillas sin germinar (SSG): Las semillas sin germinar, son las que no han germinado al final del periodo del ensayo cuando han sido sometidas a condiciones favorables (ISTA, 2004).

### **Indicadores de vigor.**

El vigor es una característica genética de la planta expresada a nivel de semilla, que es afectada por factores exógenos como la nutrición de la planta madre, daños mecánicos ocasionados durante la cosecha, el procesamiento y el almacenamiento (McDonald, 1998).

Longitud media de plúmula (LMP): Ésta se obtiene midiendo la longitud de la plúmula de las plántulas normales del ensayo de germinación. El resultado de la evaluación se expresa en centímetros Mora *et al.* (2013).

Longitud media de radícula (LMR): Ésta al igual que la longitud media de plúmula, se obtiene de medir la longitud de la radícula de las plántulas normales del ensayo de germinación. El resultado se expresa en centímetros Mora *et al.* (2013).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### **Localización de las investigaciones.**

Esta investigación constó de dos experimentos: uno en campo y otro en laboratorio. El experimento de campo se estableció durante el ciclo agrícola primavera – verano del 2015, en los terrenos agrícolas de la sede de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El experimento de laboratorio se desarrolló en los laboratorios del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas. Ambas locaciones se encuentran situadas en Buenavista, Saltillo, Coahuila; en las coordenadas geográficas 25° 21' 13" latitud norte y 101° 01' 56" longitud oeste, con una elevación de 1742 msnm.

### **Experimento de campo.**

#### **Material genético.**

El genotipo fue seleccionado de acuerdo a su periodo de días a floración, es decir que en base a este criterio se eligió un maíz precoz que se adaptara a las condiciones climáticas del lugar. Dicho genotipo fue: VS-201 este genotipo es una variedad sintética de polinización libre; la cual fue desarrollada en el Campo Experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de Pabellón, Aguascalientes en el año de 1963. Dicho material es recomendado para siembras de temporal, para los estados de: San Luis Potosí, Aguascalientes, Chihuahua, Durango, Oaxaca, Jalisco, Guanajuato, Tamaulipas, Zacatecas y Coahuila. Su floración se presenta de los 65 a 68 días después de la siembra, con 120 días a madurez. Las plantas alcanzan una altura de 1.9 a 2.5 metros, los granos son de forma semidentada ovalada y de color blanco. El rendimiento experimental es de 2 mil 400 kilogramos por hectárea.

#### **Manejo del experimento.**

El experimento se inició a finales del mes de abril de 2015, con las labores de la preparación del terreno, los cuales consistieron en: barbecho, rastreo y cruza.

Posteriormente se procedió a trazar los surcos, dándoles una pendiente aproximada de 0.1%. Los días 28 y 29 de abril se dio un riego de presembrado, para luego llevar a cabo la siembra, la cual se realizó los días 01, 02 y 03 de mayo. La siembra se llevó a cabo de forma manual, depositando tres semillas por cada punto en el lomo del surco a espacios de 0.25, 0.20 y 0.166 m entre puntos para las densidades establecidas respectivamente de 40 000 plantas ha<sup>-1</sup> (D1), 50 000 plantas ha<sup>-1</sup> (D2) y 60 000 plantas ha<sup>-1</sup> (D3).

La emergencia de las plántulas se inició el 11 de mayo y con excepción de algunas parcelas en la que hubo daños por pájaros, más sin embargo en la mayor parte del experimento el porcentaje de germinación fue superior al 95%. Entre los meses de mayo y junio, se tuvieron problemas de plagas, entre éstas, las que se consideraron de importancia para su control fueron: gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y gusano barrenador de la hoja (*Elasmopalpus angustellus*) las cuales se lograron controlar satisfactoriamente con una aplicación de Sevin (Carbaryl®) (granulado al 5%), a una dosis de 8 kg por hectárea.

Después del riego de presembrado, el suelo se mantuvo con humedad suficiente, nuevamente se regó el 16 de mayo y posterior a este riego se dieron riegos de auxilio cada semana (4 riegos de auxilio), sin embargo, durante el ciclo se presentaron precipitaciones de lluvia, las cuales fueron importantes para el desarrollo del cultivo, ya que gracias a estas precipitaciones se redujo el número de riegos de auxilio durante el ciclo del cultivo.

Entre el 09 y 11 de junio se llevó a cabo un aclareo en el cultivo en forma manual para obtener las densidades de población consideradas. Posteriormente se escardó el cultivo para controlar las malezas y después de eso el cultivo se mantuvo libre de malezas con ayuda de azadones principalmente durante los primeros 40 días después de la siembra.

El desespigamiento se inició el 5 julio, a los 65 días después de la siembra, en las parcelas establecidas. Esta práctica consistió en revisar diariamente la emergencia de las espigas durante un periodo que abarcó ocho días y éstas se

arrancaban de forma manual, mediante un leve, pero firme tirón, tratando de no eliminar hojas con la espiga; en ocasiones ésto no fue posible evitarlo.

### **Tratamientos seleccionados.**

Se estudió el efecto que tiene el desespigue y las densidades de población en las variables determinantes para la producción de semilla, utilizando la práctica de desespigue y la aplicación de diferentes densidades de población como se indica en la Cuadro 1.

Cada parcela grande estuvo constituida por tres densidades de población de plantas, la subparcela estuvo constituida por seis surcos espaciados a 0.8 m y de 10.0 m de longitud, ocupando una superficie de 48 m<sup>2</sup>, de éstos se tomaron los cuatro surcos centrales como la parcela útil. Cada unidad experimental estuvo constituida por un surco de la parcela útil, con una superficie de 8 m<sup>2</sup>. Se probaron 6 tratamientos, lo cual permitió manejar un total de 24 unidades experimentales que formaron las cuatro repeticiones.

Cuadro 1. Tratamientos seleccionados para determinar el efecto del desespigue y las densidades de población de plantas de maíz, en el rendimiento de la variedad VS – 201.

<b>Práctica</b>	<b>Densidades de población de plantas ha<sup>-1</sup></b>
<b>Desespigue</b>	40 000
	50 000
	60 000
<b>Sin desespigue</b>	40 000
	50 000
	60 000

### **Descripción de tratamientos.**

#### **Desespigue / Sin desespigue.**

El desespigue o desespigamiento se llevó a cabo al momento de la emergencia de dicha inflorescencia, la cual ocurrió a los 65 días después de la siembra y se

realizó procurando que no se eliminaran hojas durante la operación. A cada tratamiento del lote desespigado se eliminó las espigas de cada surco establecido, según lo planteado con anterioridad.

### **Densidades de población.**

Las densidades de población se establecieron con una misma separación de surcos; se utilizó la más usual de la región que es de 80 cm. Los niveles de densidad fueron cuantitativamente equidistantes y constaron de 40 000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  (25 cm entre plantas), 50 000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  (20 cm entre plantas) y 60 000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  (16.6 cm entre plantas) y se mantuvo controlada la separación entre plantas; así, en lo sucesivo en cada nivel de densidad.

### **Variables evaluadas.**

Las variables evaluadas en este experimento fueron las siguientes:

Altura de planta (AP): Se obtuvo midiendo con un flexómetro desde el nivel del suelo hasta el punto en que la espiga emerge, medida en metros, de un promedio de ocho plantas tomadas al azar de la unidad experimental. Estos datos se tomaron entre el 20 y 24 de julio de 2015.

Diámetro de tallo (DT): Se obtuvo en centímetros midiendo con un vernier en la parte media del tallo, abajo de la mazorca. De un promedio de ocho plantas tomadas al azar.

Número de hojas abajo de la mazorca (NHAbM): Se obtuvo contando las hojas localizadas abajo de la mazorca principal, de un promedio de ocho plantas tomadas al azar.

Longitud de mazorca (LM): Se obtuvo en centímetros midiendo con cinta métrica la longitud desde la base de la mazorca hasta el ápice de la mazorca, de un promedio de 8 mazorcas cosechadas en la unidad experimental.

Diámetro de mazorca (DM): Se obtuvo midiendo con un vernier en la parte media de la mazorca, de un promedio de ocho mazorcas cosechadas en la unidad experimental, los datos se reportan en centímetros.

Número de hileras por mazorcas (NHM): Se obtuvo contando la cantidad de hileras por mazorca, de un promedio de ocho mazorcas cosechadas en la unidad experimental.

Número de granos por hilera de mazorca (NGH): Se obtuvo contando la cantidad de granos de una hilera por mazorca, de un promedio de ocho mazorcas cosechadas en la unidad experimental.

Peso de mazorca (PM): Se obtuvo pesando en la balanza granataria cada mazorca cosechada de un promedio de ocho, obtenidas de la unidad experimental, reportando el peso en gramos.

Peso de olote (PO): Se obtuvo en gramos pesando en la balanza granataria los olotes de cada mazorca cosechada, de un promedio de ocho obtenidas de la unidad experimental.

Peso de grano por mazorca (PGM): Se obtuvo por diferencia de pesos entre PM y PO, del promedio del grano de cada una de las ocho mazorcas, cosechadas en la unidad experimental.

Rendimiento de grano por parcela (RGP): Se obtuvo como peso total en kilogramos del grano correspondiente a las mazorcas cosechadas en una superficie de 1.6 m<sup>2</sup> de la unidad experimental, para cada una de las tres densidades consideradas.

### **Análisis estadístico de los datos.**

#### **Diseño experimental.**

Para el presente trabajo se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con arreglo factorial y con cuatro repeticiones, con dos factores o efectos principales siendo éstos: el Factor A, que corresponde a la práctica del desespigado y el Factor B, que corresponde a diferentes densidades de población de plantas ha<sup>-1</sup>.

### Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

En donde:

$Y_{ijk}$  = Efecto o variable de respuesta para el i-ésimo sujeto bajo la combinación del j-ésimo valor del factor  $\alpha$ , el k-ésimo valor del factor  $\beta$ .

$\mu$  = Media común a todos los datos del experimento.

$\alpha_j$  = Efecto o impacto de j nivel de la variable del factor A.

$\beta_k$  = Efecto del k valor de la variable del factor B.

$(\alpha\beta)_{jk}$  = Efecto de la interacción entre el i valor de A y el k valor de B.

$\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental, variable aleatoria a la que se asume la distribución normal.

Se realizó un análisis de varianza para las variables estudiadas en este experimento. Los datos se procesaron en el paquete estadístico Statistical Analysis System versión 9.4 (SAS, 2004), obteniendo el coeficiente de variación en cada variable considerada y la comparación de medias a través de la prueba de Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ). Posteriormente se realizó un análisis de correlación, utilizando la prueba de correlación de Pearson, para cada factor principal y la interacción de las mismas con respecto a las variables evaluadas para estudiar la asociación entre las variables estudiadas. Además, se realizaron análisis de regresión de las asociaciones entre las variables que resultaron significativas en el análisis de correlación.

### Experimento de laboratorio.

El experimento de laboratorio se llevó a cabo en el laboratorio de ensayo de semillas “MSc Leticia Bustamante García” del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

El material cosechado del experimento de campo, se mantuvo separado en diferentes sacos conforme a los tratamientos estudiados en campo, para posteriormente evaluar la calidad fisiológica de las semillas. Cabe mencionar que antes de iniciar el experimento de laboratorio se realizó la homogenización con el homogeneizador Boerner y reducción del material cosechado con la finalidad de obtener una muestra de trabajo para analizar la calidad fisiológica de dicho material.

El experimento se inició en el mes de octubre de 2015, con el establecimiento de ensayos de germinación, ésta se determinó mediante una prueba descrita por ISTA, 2004 con algunas modificaciones, la que consistió en la aplicación de cuatro repeticiones de 25 semillas, las cuales fueron colocadas en toallas de papel Anchor humedecidas con agua destilada, posteriormente se enrollaron para formar tacos y se colocaron al azar cuatro tacos por bolsa, éstas se mantuvieron en una cámara de germinación durante siete días a una temperatura de 25 °C.

#### **Variables evaluadas.**

Una vez establecido los ensayos de germinación, se realizaron dos evaluaciones, la primera se realizó al cuarto día (primer conteo) en el cual se contabilizó el número de plántulas normales (PN) y a los siete días se realizó el segundo conteo, en el cual nuevamente se contabilizó el número de plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA) y semillas sin germinar (SSG) (ISTA, 2004).

Plántulas normales (PN): Se obtuvo del número de plántulas normales de los dos conteos, la cual se reportaron en porcentaje (ISTA, 2004).

Plántulas anormales (PA): Se obtuvo del número de plántulas anormales, expresada en porcentaje (ISTA, 2004).

Semillas sin germinar (SSG): Se obtuvo del total de semillas que no germinaron durante todo el ensayo de germinación, ésta también es expresada en porcentaje (ISTA, 2004).

Longitud media de plúmula (LMP): Esta se obtuvo midiendo la longitud de la plúmula de las plántulas normales del ensayo de germinación. El resultado de la evaluación se expresa en centímetros.

Longitud media de radícula (LMR): Al igual que la longitud media de plúmula, se obtuvo midiendo la longitud de la radícula de las plántulas normales del ensayo de germinación. El resultado se expresa en centímetros.

### **Análisis estadístico de los datos.**

#### **Diseño experimental**

Para el presente experimento se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con arreglo factorial y con cuatro repeticiones, con dos factores o efectos principales siendo éstos: el Factor A, que corresponde a la práctica del desespigado y el Factor B, que corresponde a diferentes densidades de población de plantas de maíz.

#### **Modelo estadístico**

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

En donde:

$Y_{ijk}$  = Efecto o variable de respuesta para el i-ésimo sujeto bajo la combinación del j-ésimo valor del factor  $\alpha$ , el k-ésimo valor del factor  $\beta$ .

$\mu$  = Media común a todos los datos del experimento.

$\alpha_j$  = Efecto o impacto de j nivel de la variable del factor A.

$\beta_k$  = Efecto del k valor de la variable del factor B.

$(\alpha\beta)_{jk}$  = Efecto de la interacción entre el i valor de A y el k valor de B.

$\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental, variable aleatoria a la que se asume la distribución normal.

Se realizó un análisis de varianza para las variables estudiadas en este experimento. Los datos se procesaron en el paquete estadístico Statistical Analysis System versión 9.4 (SAS, 2004), obteniendo los coeficientes de variación y la comparación de medias a través de la prueba de Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ). Posteriormente se realizó un análisis de correlación, utilizando la prueba de correlación de Pearson, para cada factor y la interacción de las mismas con respecto a las variables evaluadas para estudiar la asociación intrínseca entre las variables estudiadas. Además, se realizaron análisis de regresión de las asociaciones entre las variables que resultaron significativas en el análisis de correlación.

Antes de analizar los datos representados en porcentajes fueron transformados a *arcoseno*  $\sqrt{x}$  transformación angular. Esta transformación es aplicable a datos binomiales expresados como porcentajes y por regla tiene una distribución binomial y no una distribución normal. Para lo cual la conversión del dato se utilizó la siguiente ecuación.

$$\text{arcoseno } \sqrt{\frac{x}{100}}$$

Donde:

X = Datos expresados en porcentajes.

100 = Constante.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Experimento de campo.

Los datos obtenidos en el análisis de varianza (Cuadro 2) y comparación de medias (Cuadro 3) indican que, para el factor práctica el cual incluye al desespigue y sin desespigue, únicamente se obtuvo diferencia altamente significativa ( $P = 0.01$ ) para la variable altura de la planta, donde la práctica sin desespigar obtuvo el mayor valor que fue de 1.90 m de altura, mientras que en la práctica desespigue se observó el menor de 1.81 m (Cuadro 3 y Figura 2). El resto de las variables no fueron diferentes estadísticamente ( $P=0.4589$ , Cuadro 2). Estos resultados indican que sí hay una influencia en la práctica del desespigado, y por consecuencia la variabilidad de la altura de la planta se debe a la eliminación de la espiga lo cual probablemente se relaciona con el aprovechamiento de los nutrientes y agua originalmente destinados a la inflorescencia masculina, tal y como Espinosa et al. (2010) relatan.

Para el factor densidades, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la longitud de mazorca ( $P = 0.05$ ), obteniéndose el mayor valor en la densidad de 60 000 plantas  $\text{has}^{-1}$  con 13.61 cm, siendo estadísticamente iguales las densidades de 40 000 y 50 000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  con 13.05 cm y 12.32 cm respectivamente (Figura 3). Las variables diámetro de mazorca, Peso de Mazorca, Peso de Olote, Peso del Grano por Mazorca y Rendimiento de Grano por Parcela presentaron valores altamente significativos ( $P \leq 0.001$ ; Figuras 4, 5 y 6); el resto de las variables no tuvieron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) (Cuadro 3).

Para la variable diámetro de mazorca, se obtuvo la mayor longitud en la densidad de 60 000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  con 4.88 cm en comparación de las densidades de 40 000 y 50 000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  que tuvieron el menor valor de 4.47 cm. Las variables peso de mazorca, peso de olote y peso de grano por mazorca, los mayores resultados se obtuvieron en la densidad de 60 000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  con 131.82, 24.38 y 105.72 g respectivamente; y los menores

resultados se obtuvieron en las densidades 40 000 y 50 000 plantas ha<sup>-1</sup> de 98.87, 18.58 y 76.78; 91.92, 17.29, 73.47, respectivamente.

Los resultados relacionados con las variables asociadas a la mazorca fueron similares a las reportadas por Pedroza y Fernández (1978) quienes observaron que la longitud de mazorca se incrementó en 9.63%; encontraron también un aumento de 16.45% en el peso de la mazorca, de 17.41% en el peso del grano, 15.73% en el número de granos y un aumento de 5.6% en el índice de fecundación, por efecto del desespigamiento con respecto a los componentes de rendimiento de grano.

Respecto a los rendimientos, en la variable Rendimiento de Grano por Parcela se obtuvo el mayor rendimiento en la densidad de 60 000 plantas ha<sup>-1</sup> con 1.14 kg, mientras que las densidades de 40 000 y 50 000 plantas ha<sup>-1</sup> obtuvieron valores menores que consistieron de 0.61 kg y 0.70 kg respectivamente. Caso similar reportan De la Cruz *et al.* (2009) quienes realizaron un estudio con nueve genotipos de maíz bajo tres densidades de población: 44 289, 53 200 y 66,500 plantas ha<sup>-1</sup>, donde encontraron que el mayor rendimiento fue de 4.25 t ha<sup>-1</sup> en el genotipo denominado Población 43, y éste se presentó en el mayor número de plantas por hectárea.

En lo que respecta a la interacción de los factores estudiados en el experimento de campo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a las variables estudiadas (Cuadro 2) ésta se hace evidente si comparamos cada una de dichas variables determinadas por cada población de plantas con sus homologas cuando se aplica el desespigue y el no desespigue, esto es lo que se demuestra en la Figura 7.

Cuadro 2. Cuadrados medios y su significancia de las variables evaluadas en el experimento de campo.

<b>F.V</b>	<b>G.I</b>	<b>AP</b> <b>(m)</b>	<b>DT</b> <b>(cm)</b>	<b>NHAbM</b> <b>(No)</b>	<b>LM</b> <b>(cm)</b>	<b>DM</b> <b>(cm)</b>	<b>NHM</b> <b>(No)</b>	<b>NGH</b> <b>(No)</b>	<b>PM</b> <b>(g)</b>	<b>PO</b> <b>(g)</b>	<b>PGM</b> <b>(g)</b>	<b>RGP</b> <b>(Kg)</b>
<b>Práctica</b>	1	<b>0.045**</b>	0.132	0.375	0.700	0.120	0.041	0.666	1.653	3.736	0.693	0.0004
<b>Densidad</b>	2	0.005	0.067	0.125	<b>3.332*</b>	<b>0.453**</b>	0.041	6.291	<b>3634.114**</b>	<b>114.283**</b>	<b>2518.075**</b>	<b>0.655**</b>
<b>Prac*Dens</b>	2	0.007	0.007	0.875	0.377	0.045	0.791	2.041	126.556	20.383	69.308	0.010
<b>E.E</b>	18	0.006	0.050	0.180	0.987	0.041	0.458	5.666	206.793	7.404	154.257	0.016
<b>Media</b>		1.86	2.19	5.62	13.00	4.61	13.21	22.83	107.54	20.09	85.33	0.82
<b>C.V (%)</b>		4.15	10.25	7.55	7.64	4.42	5.13	10.42	13.37	13.55	14.55	15.56

F.V= Fuente de variación; \*\*, \* = Niveles de significancia al 0.01 y 0.05 respectivamente; G.I= Grados de libertad; AP = Altura de planta; DT = Diámetro de tallo; NHAbM = Número de hojas debajo de la mazorca; LM = Longitud de mazorca; DM = Diámetro de mazorca; NHM = Número de hileras por mazorca; NGH =Número de granos por hilera; PM = Peso de mazorca; PO = Peso de olote; PGM = Peso de grano por mazorca y RGP= Rendimiento de grano por mazorca.

Cuadro 3. Comparación de medias de las variables evaluadas en el experimento de campo.

Factores	AP (m)	DT (cm)	NHAbM (No)	LM (cm)	DM (cm)	NHM (No)	NGH (No)	PM (g)	PO (g)	PGM (g)	RGP (Kg)
<b>Practica</b>											
Desespigado	<b>1.81 b</b>	2.11 a	5.50 a	13.16 a	4.54 a	13.25 a	22.66 a	107.28 a	20.48 a	85.15 a	0.81 a
Sin Desespigar	<b>1.90 a</b>	2.26 a	5.75 a	12.82 a	4.68 a	13.16 a	23.00 a	107.80 a	19.69 a	85.49 a	0.82 a
DMS	0.066	0.192	0.364	0.852	0.174	0.580	2.041	12.334	2.333	10.652	0.109
<b>Densidades</b>											
40 000	1.84 a	2.23 a	5.75 a	<b>13.05 ab</b>	<b>4.47 b</b>	13.25 a	23.00 a	<b>98.87 b</b>	<b>18.58 b</b>	<b>76.78 b</b>	<b>0.61 b</b>
50 000	1.88 a	2.08 a	5.62 a	<b>12.32 b</b>	<b>4.47 b</b>	13.12 a	21.87 a	<b>91.92 b</b>	<b>17.29 b</b>	<b>73.47 b</b>	<b>0.70 b</b>
60 000	1.84 a	2.24 a	5.50 a	<b>13.61 a</b>	<b>4.88 a</b>	13.25 a	23.62 a	<b>131.82 a</b>	<b>24.38 a</b>	<b>105.72 a</b>	<b>1.14 a</b>
DMS	0.098	0.286	0.542	1.267	0.260	0.863	3.037	18.350	3.472	15.849	0.1635

Tukey 5%, Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes. AP = Altura de planta; DT = Diámetro de tallo; NHAbM = Número de hojas debajo de la mazorca; LM = Longitud de mazorca; DM = Diámetro de mazorca; NHM = Número de hileras por mazorca; NGH = Número de granos por hilera; PM = Peso de mazorca; PO = Peso de olote; PGM = Peso de grano por mazorca y RGP= Rendimiento de grano por mazorca.

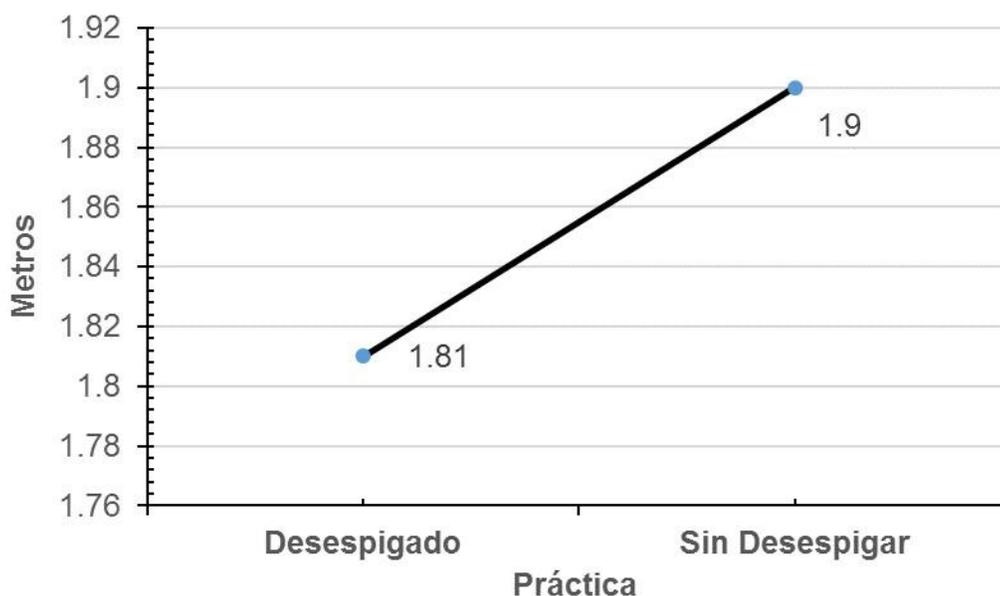


Figura 2. Medias generales de la altura de la planta con respecto a la práctica del desespigado realizada en el experimento de campo.

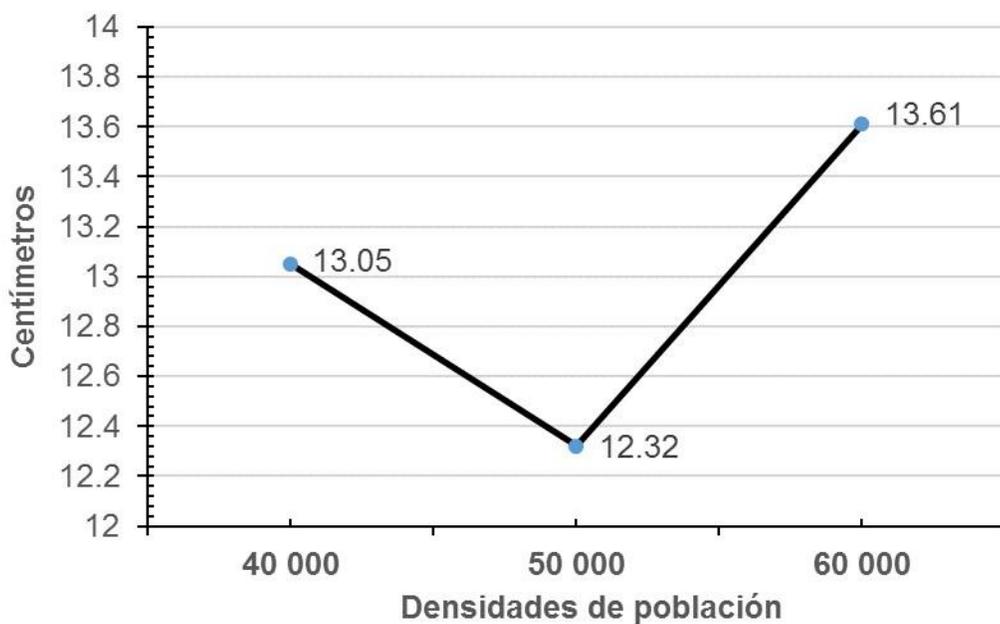


Figura 3. Medias generales de la longitud de mazorca con respecto a las diferentes densidades de población de plantas de maíz estudiadas en el experimento de campo.

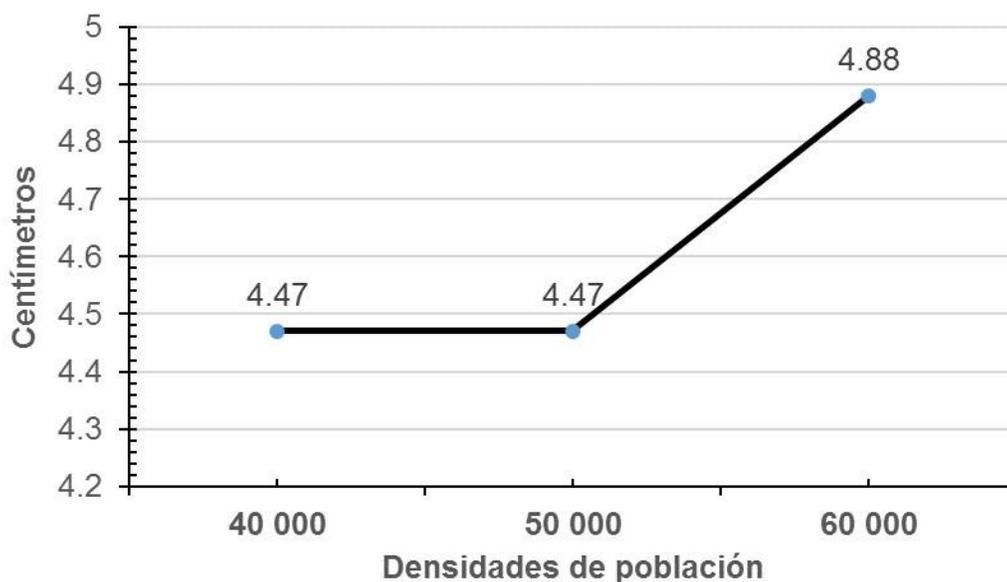


Figura 4. Medias generales del diámetro de mazorca con respecto a las diferentes densidades de población de plantas de maíz estudiadas en el experimento de campo.

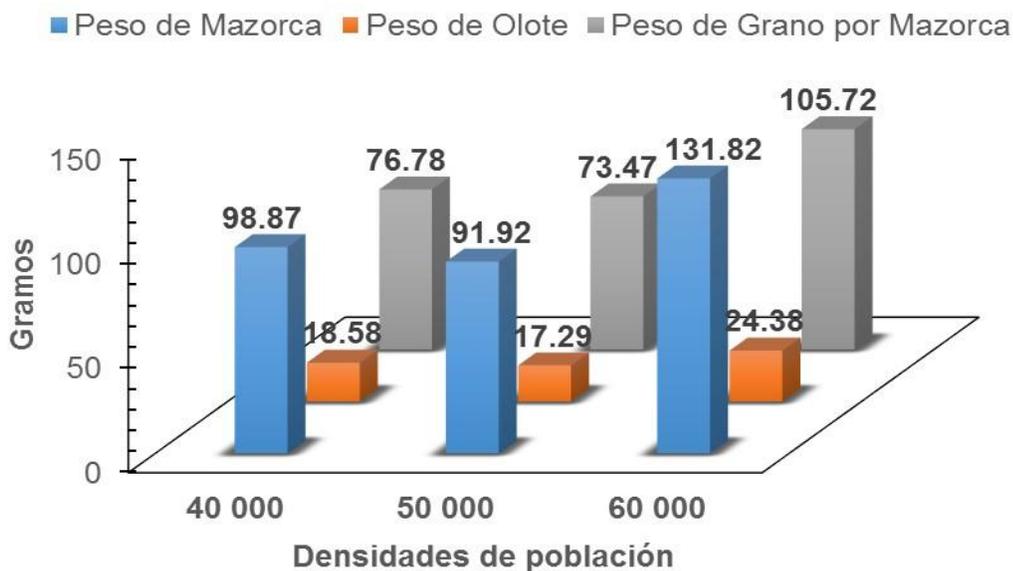


Figura 5. Medias generales de las variables peso de mazorca, peso de olote y peso de grano por mazorca con respecto a las diferentes densidades de población de plantas de maíz estudiadas en el experimento de campo.

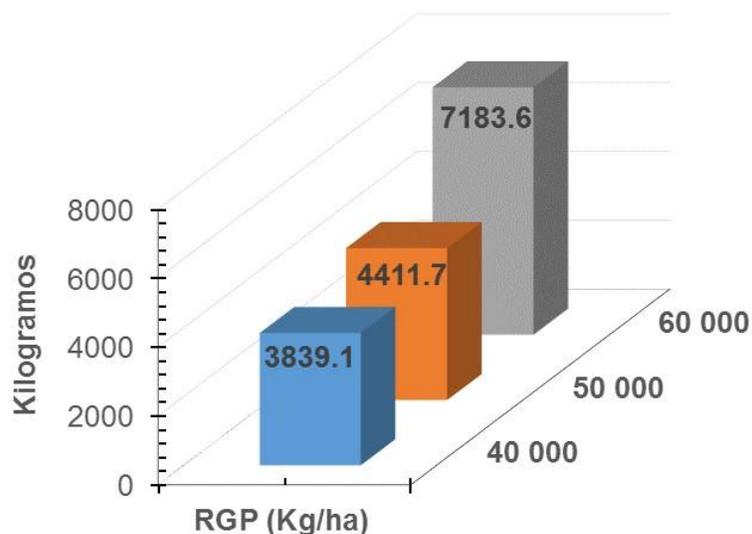


Figura 6. Medias generales de la variable rendimiento de grano por parcela con respecto a las diferentes densidades de población de plantas de maíz estudiadas en el experimento de campo.

### **Análisis de correlación.**

En cuanto al análisis de correlación de las variables estudiadas en el experimento de campo, se analizó de manera separada, es decir el lote de desespigado con las tres diferentes densidades de población de plantas y de igual manera para en lote sin desespigar.

En lote sin desespigar, considerando las diferentes densidades de población estudiadas se encontró correlación en 25 pares de variables (Cuadro 4), donde la variable altura de la planta no se correlacionó con ninguna de las variables estudiadas. En lo que respecta a la variable diámetro de tallo correlacionó positiva y significativamente ( $P \leq 0.05$ ) con las variables longitud de mazorca (0.6358), diámetro de mazorca (0.5910), número de granos por hilera (0.5776), peso de olote (0.6497) y peso del grano por mazorca (0.6257), mientras que con la variable peso de la mazorca (0.6680) la correlación fue positiva y significativa ( $P \leq 0.01$ ).

La variable número de hojas debajo de la mazorca correlacionó de forma altamente negativa ( $P \leq 0.05$ ) con la variable diámetro de mazorca (-0.5825) y la variable rendimiento de grano por parcela (-0.6414). La variable longitud de mazorca se asoció positivamente ( $P \leq 0.01$ ) con la variable número de granos por hilera (0.7647), peso de la mazorca (0.7902), peso de olote (0.8391) y finalmente con la variable peso del grano por mazorca (0.7552).

El diámetro de mazorca correlacionó positivamente ( $P \leq 0.05$ ), con la variable número de hileras por mazorca (0.6287), mientras que con las variables peso de la mazorca (0.8885), peso de olote (0.7684), peso del grano por mazorca (0.8701) y rendimiento de grano por parcela (0.8278) la correlación fue positiva y significativa ( $P \leq 0.01$ ). La variable número de granos por hilera se asoció positivamente ( $P \leq 0.01$ ), con las variables peso de la mazorca (0.7717) y peso del grano por mazorca (0.8018).

La variable peso de la mazorca presentó correlación positiva y significativa ( $P \leq 0.01$ ), con las variables peso de olote (0.8617), peso del grano por mazorca (0.9931) y rendimiento de grano por parcela (0.8866). El peso de olote se correlacionó positivamente ( $P \leq 0.01$ ), con la variable peso del grano por mazorca (0.8016) y rendimiento de grano por parcela (0.7226). Y finalmente la variable peso del grano por mazorca se correlacionó positiva y significativamente ( $P \leq 0.01$ ), con la variable rendimiento de grano por parcela (0.9000).

Partes vegetativas de la planta como altura de la planta no resultó correlacionada con ninguna de las variables relacionadas con la fructificación en la planta. Sin embargo, el diámetro de tallo y número de hojas abajo de la mazorca sí resultaron correlacionadas con algunas de las variables relacionadas con la fructificación de la planta, de las cuales se destacan la longitud de la mazorca, el diámetro de la mazorca, el número de granos por hilera, el peso de la mazorca, el peso de olote y peso del grano por mazorca, como se puede observar en el Cuadro 4.

Dichos tipos de relación nos indican probablemente que el potencial de nutrientes dedicado a desarrollar la altura de la planta y en algunos casos el

diámetro del tallo y el número de hojas debajo de la mazorca, se utilizaron para desarrollar proporcionalmente las estructuras de fructificación de la planta.

En cuanto a la variable rendimiento de grano por parcela, ésta presentó asociación con algunas variables vinculadas directamente con la fructificación de la planta, lo cual corrobora los resultados de las variables involucradas en dichas correlaciones que se indicaron previamente

En contraste con la práctica en donde no se aplicó el desespigue, las correlaciones detectadas en la práctica del desespigue ascendió a 16 correlaciones establecidas entre las variables evaluadas (Cuadro 5). Para la variable número de hojas debajo de la mazorca se encontró correlación positiva y significativa ( $P \leq 0.01$ ) únicamente con la variable diámetro de mazorca (0.6609). La longitud de la mazorca se asoció positivamente ( $P \leq 0.01$ ) con las variables número de granos por hilera (0.6635), peso de la mazorca (0.6984), peso de olote (0.6638) y peso del grano por mazorca (0.6777), mientras que con la variable rendimiento de grano por parcela (0.5575) se correlacionó positivamente ( $P \leq 0.05$ ).

El diámetro de mazorca se correlacionó positivamente ( $P \leq 0.01$ ), con las variables peso de la mazorca (0.8232), peso del olote (0.7753), peso del grano por mazorca (0.8514) y rendimiento de grano por parcela (0.8512). Para la variable peso de la mazorca la correlación fue positiva y altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ), con las variables peso de olote (0.9456), peso del grano por mazorca (0.9812) y rendimiento de grano por parcela (0.9130). El peso de olote se asoció positivamente ( $P \leq 0.01$ ), con el peso del grano por mazorca (0.9107) y el rendimiento de grano por parcela (0.8507). Finalmente, en la variable peso del grano por mazorca se encontró correlación positiva y significativa ( $P \leq 0.01$ ), únicamente con la variable rendimiento de grano por parcela (0.9430).

La única variable que se asocia con la parte vegetativa fue del número de hojas abajo de la mazorca, por otra parte las variables altamente correlacionadas con el rendimiento del grano fueron: la longitud de la mazorca, el diámetro de la mazorca, el peso de la mazorca, el peso de olote y el peso del grano por mazorca, al igual que pasó en la práctica sin desespigar lo cual remarca que la

probable importancia de la variable número de hojas debajo de la mazorca para mantener el ritmo y desarrollo de dicha estructura fructificante. Cuando se efectúa el desespigue se evidencia que los nutrientes y metabolitos destinados a la formación de los granos de polen, se centralizaron más en el desarrollo de las variables de fructificación.

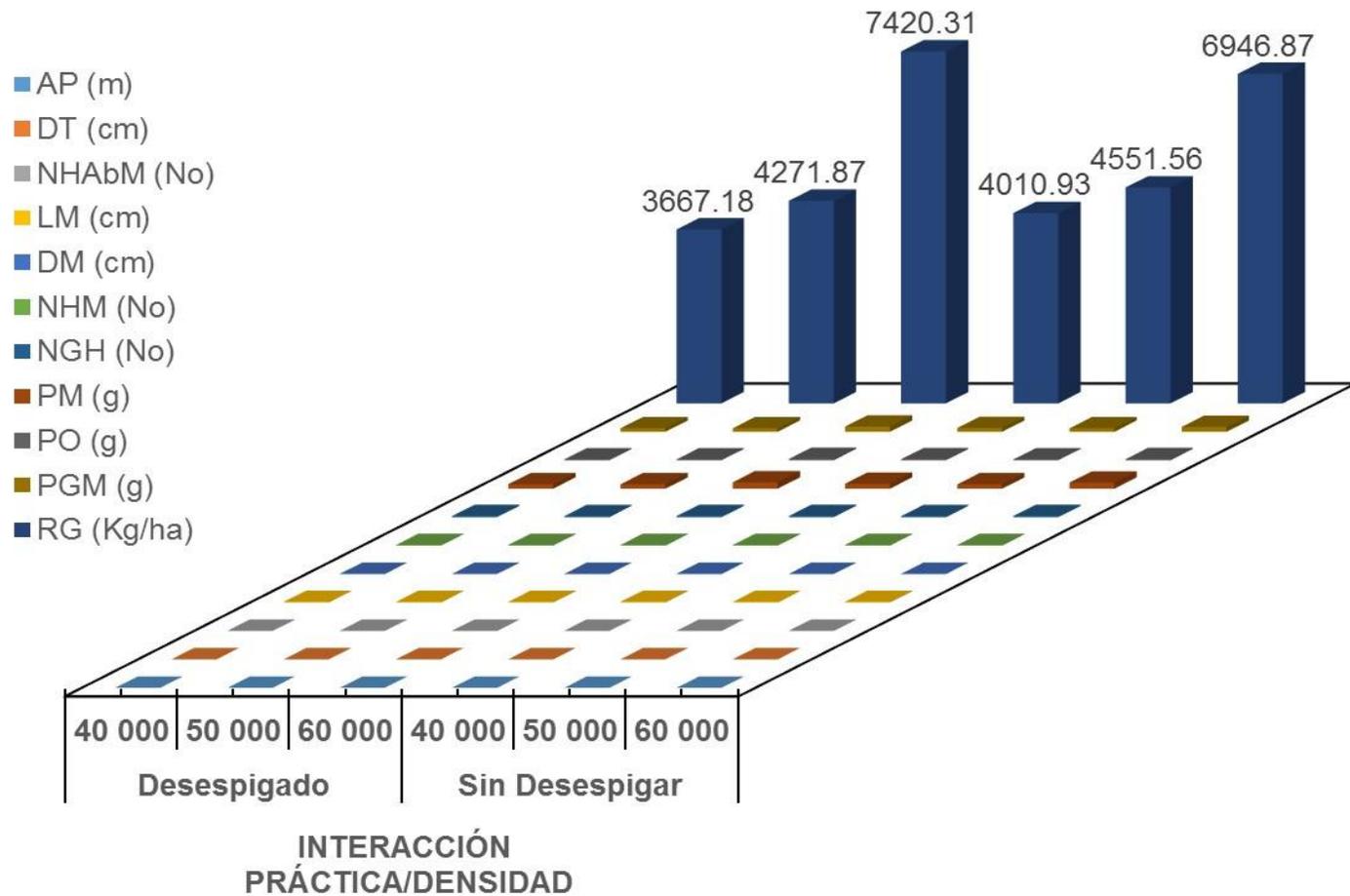


Figura 7. Medias generales de las variables evaluadas en el experimento de campo, bajo el efecto de la interacción de las prácticas de desespigado y sin desespigar y las diferentes densidades de población de plantas, en la producción de semilla de maíz.

Cuadro 4. Coeficientes de correlación de la práctica sin desespigue y las tres densidades de población, con respecto a las variables evaluadas en el experimento de campo.

<i>Variables</i>	<i>AP</i>	<i>DT</i>	<i>NHAbM</i>	<i>LM</i>	<i>DM</i>	<i>NHM</i>	<i>NGH</i>	<i>PM</i>	<i>PO</i>	<i>PGM</i>	<i>RGP</i>
<i>AP</i>											
<i>DT</i>	-0.0302										
<i>NHAbM</i>	0.1044	-0.0400									
<i>LM</i>	-0.5075	<b>0.6358 *</b>	-0.1972								
<i>DM</i>	0.0547	<b>0.5910 *</b>	<b>-0.5825 *</b>	0.5397							
<i>NHM</i>	0.0000	0.4096	-0.5222	0.1582	<b>0.6287 *</b>						
<i>NGH</i>	-0.0399	<b>0.5776 *</b>	-0.0754	<b>0.7647 **</b>	0.5013	0.2956					
<i>PM</i>	-0.0831	<b>0.6680 **</b>	-0.4680	<b>0.7902 **</b>	<b>0.8885 **</b>	0.5025	<b>0.7717 **</b>				
<i>PO</i>	-0.3954	<b>0.6497 *</b>	-0.5519	<b>0.8391 **</b>	<b>0.7684 **</b>	0.3698	0.5233	<b>0.8617 **</b>			
<i>PGM</i>	-0.0226	<b>0.6257 *</b>	-0.4478	<b>0.7552 **</b>	<b>0.8701 **</b>	0.5062	<b>0.8018 **</b>	<b>0.9931 **</b>	<b>0.8016 **</b>		
<i>RGP</i>	0.0890	0.3899	<b>-0.6414 *</b>	0.5222	<b>0.8278 **</b>	0.4598	0.5375	<b>0.8866 **</b>	<b>0.7226 **</b>	<b>0.9000 **</b>	

\*, \*\* Niveles de significancia al 0.05 y al 0.01; AP = Altura de planta; DT = Diámetro de tallo; NHAbM = Número de hojas debajo de la mazorca; LM = Longitud de mazorca; DM = Diámetro de mazorca; NHM = Número de hileras por mazorca; NGH = Número de granos por hilera; PM = Peso de mazorca; PO = Peso de olote; PGM = Peso de grano por mazorca y RGP= Rendimiento de grano por mazorca.

Cuadro 5. Coeficientes de correlación de la práctica del desespigue y las tres densidades de población, con respecto a las variables evaluadas en el experimento de campo.

<i>Variables</i>	<i>AP</i>	<i>DT</i>	<i>NHAbM</i>	<i>LM</i>	<i>DM</i>	<i>NHM</i>	<i>NGH</i>	<i>PM</i>	<i>PO</i>	<i>PGM</i>	<i>RGP</i>
<i>AP</i>											
<i>DT</i>	0.0107										
<i>NHAbM</i>	0.2881	-0.1705									
<i>LM</i>	0.1261	0.7190	0.0795								
<i>DM</i>	-0.0216	0.0874	<b>0.6609 **</b>	0.4788							
<i>NHM</i>	-0.1996	-0.2079	0.1154	-0.1321	0.1891						
<i>NGH</i>	0.1585	0.1840	-0.1810	<b>0.6635 **</b>	0.1352	0.1254					
<i>PM</i>	-0.1959	0.3277	0.3833	<b>0.6984 **</b>	<b>0.8232 **</b>	0.0038	0.3970				
<i>PO</i>	-0.2790	0.4333	0.2434	<b>0.6638 **</b>	<b>0.7753 **</b>	-0.1166	0.2477	<b>0.9456 **</b>			
<i>PGM</i>	-0.1805	0.2725	0.4576	<b>0.6777 **</b>	<b>0.8514 **</b>	0.0632	0.3930	<b>0.9812 **</b>	<b>0.9107 **</b>		
<i>RGP</i>	-0.1729	0.1037	0.4833	<b>0.5575 *</b>	<b>0.8512 **</b>	-0.0766	0.2540	<b>0.9130 **</b>	<b>0.8507 **</b>	<b>0.9430 **</b>	

\*, \*\* Niveles de significancia al 0.05 y al 0.01; AP = Altura de planta; DT = Diámetro de tallo; NHAbM = Número de hojas debajo de la mazorca; LM = Longitud de mazorca; DM = Diámetro de mazorca; NHM = Número de hileras por mazorca; NGH = Número de granos por hilera; PM = Peso de mazorca; PO = Peso de olote; PGM = Peso de grano por mazorca y RGP= Rendimiento de grano por mazorca.

### Análisis de regresión.

El análisis de regresión, se realizó en base a las interacciones que resultaron significativas en el análisis de correlación, por lo tanto, los resultados se expresaron en graficas donde se observan los resultados del análisis de correlación y además de una ecuación de predicción la cual forma parte del análisis de regresión.

Primeramente, se presentan los resultados del análisis de regresión del lote sin desespigar con respecto a las diferentes densidades de población y en base a los resultados obtenidos del análisis de regresión. En la Figura 8 podemos observar gráficamente el comportamiento de la interacción de la variable DT con la variable LM y DM, con su respectiva ecuación de predicción que las identifica.

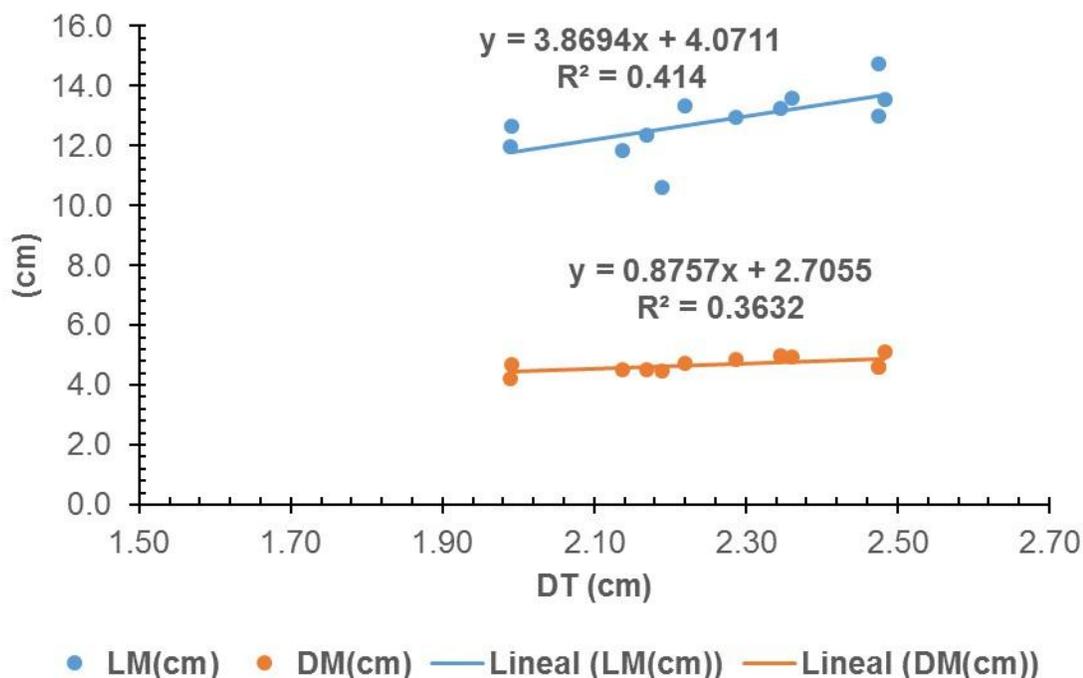


Figura 8. Comportamiento de la interacción Diámetro de tallo con respecto a las variables Longitud de mazorca y Diámetro de mazorca y su ecuación de predicción.

En la Figura 9, podemos observar la interacción entre la variable DT y NGH, con su respectiva ecuación de predicción.

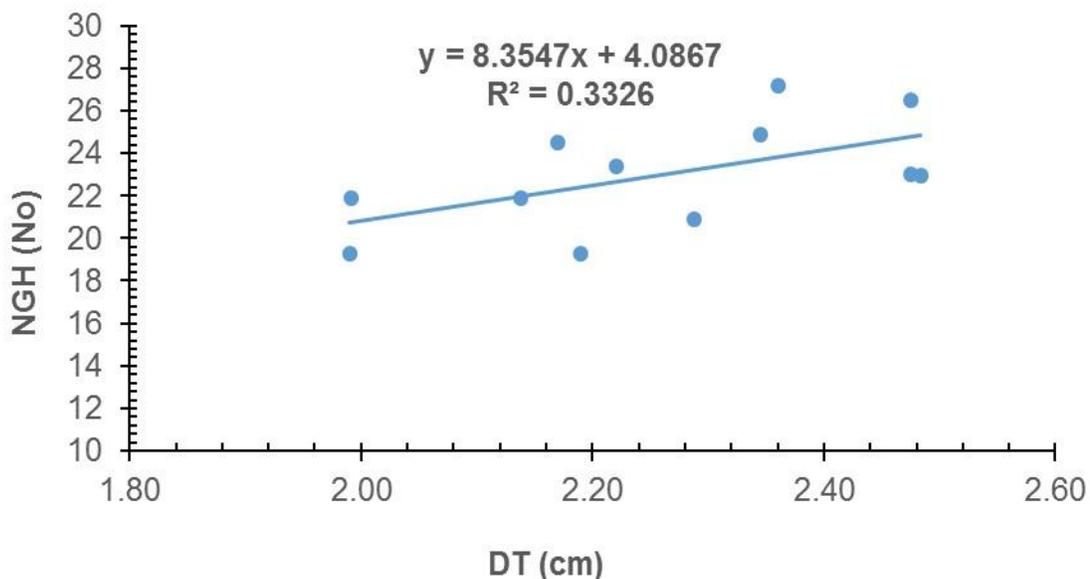


Figura 9. Comportamiento de la interacción Diámetro de tallo con respecto a la variable Número de granos por hilera y su ecuación de predicción.

En la Figura 10 observamos la interacción DT con las variables PM, PO y PGM, con su respectiva ecuación de predicción. Mientras que en la Figura 11 podemos observar la interacción de la variable NHAbM con respecto a la variable DM y con la ecuación que describe dicha interacción. En la Figura 12 podemos observar la interacción de la variable NHAbM con respecto a la variable RGP. Podemos observar el comportamiento entre la variable LM con respecto a la variable NGH (Figura 13) y con las variables PM, PO y PGM (Figura 14). En la Figura 15 observamos claramente la interacción entre la variable DM con respecto a la variable NHM. Mientras que en la Figura 16 vemos la interacción de la variable DM con respecto a las variables PM, PO y PGM. Y finalmente la Figura 17 nos muestra la interacción entre la variable DM con respecto a la variable RGP.

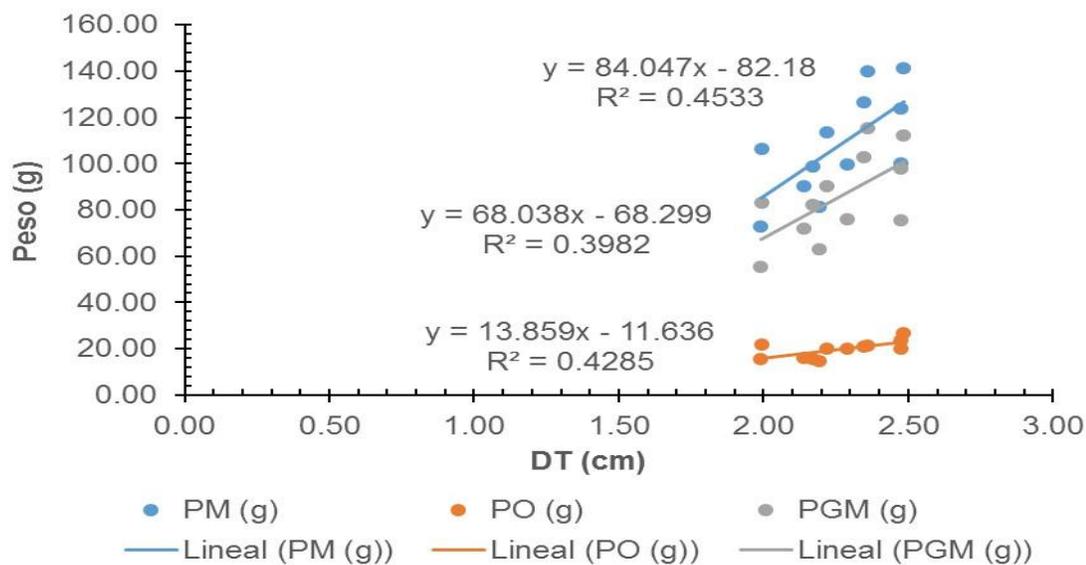


Figura 10. Comportamiento de la interacción Diámetro de tallo con respecto a las variables Peso de mazorca, Peso de olote y Peso de grano por mazorca y su ecuación de predicción.

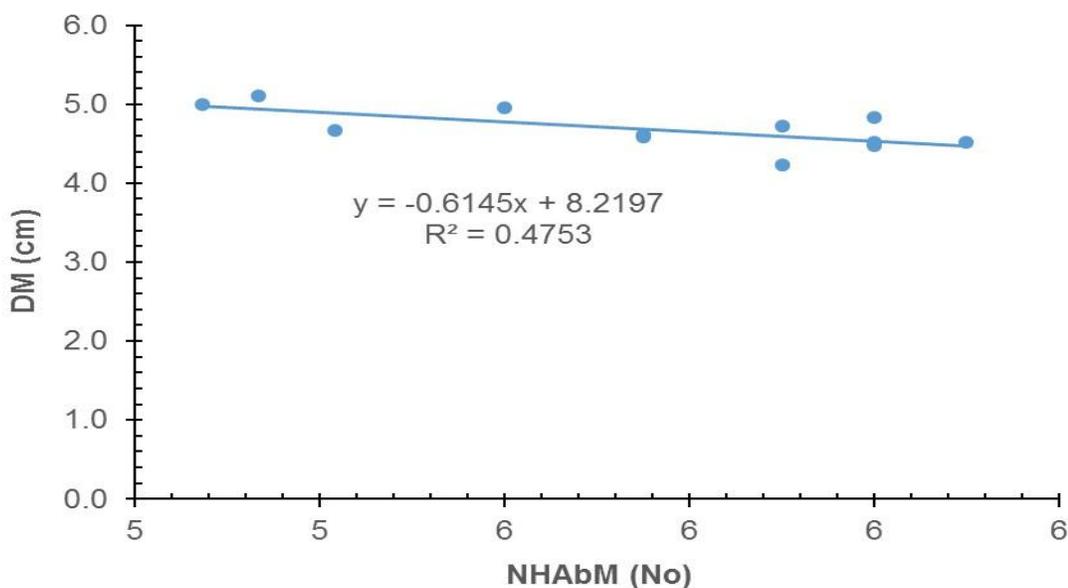


Figura 11. Comportamiento de la interacción de Numero de hojas debajo de la mazorca con respecto a la variable Diámetro de mazorca y su ecuación de predicción.

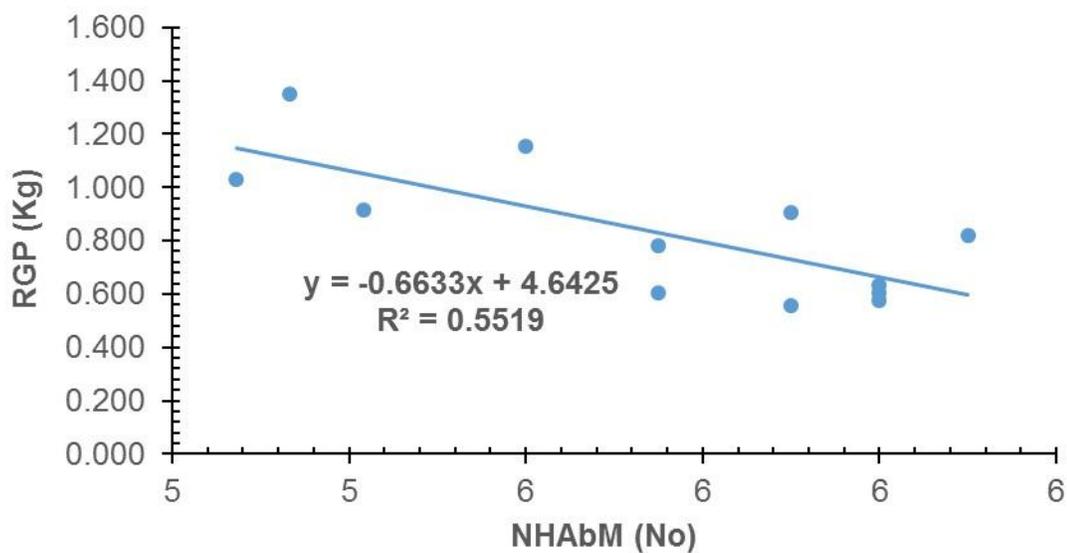


Figura 12. Comportamiento de la interacción de número de hojas debajo de la mazorca con respecto a la variable Rendimiento de grano por parcela y su ecuación de predicción.

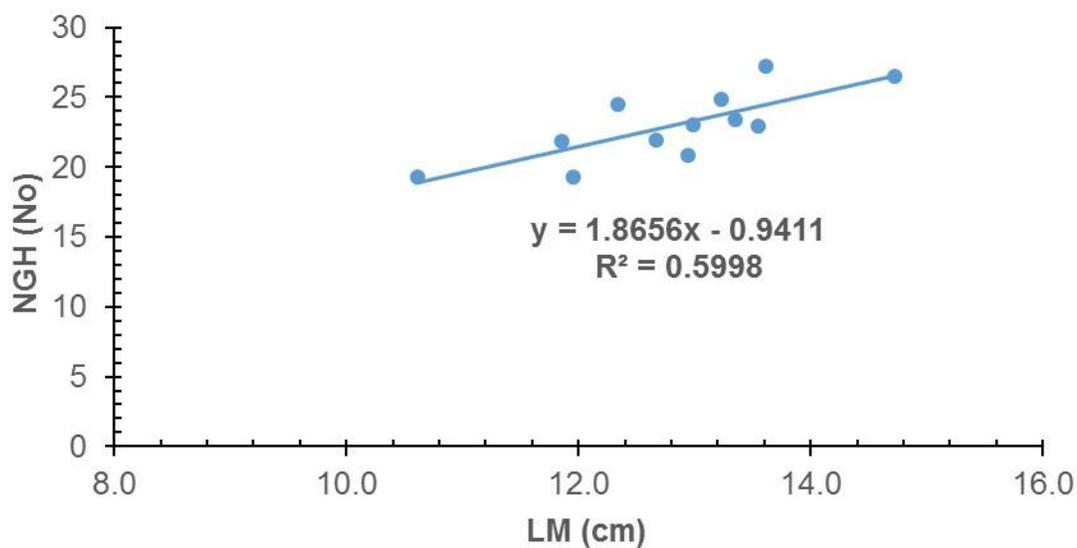


Figura 13. Comportamiento de la interacción de la variable Longitud de mazorca con respecto a la variable Numero de granos por hilera y su ecuación de predicción.

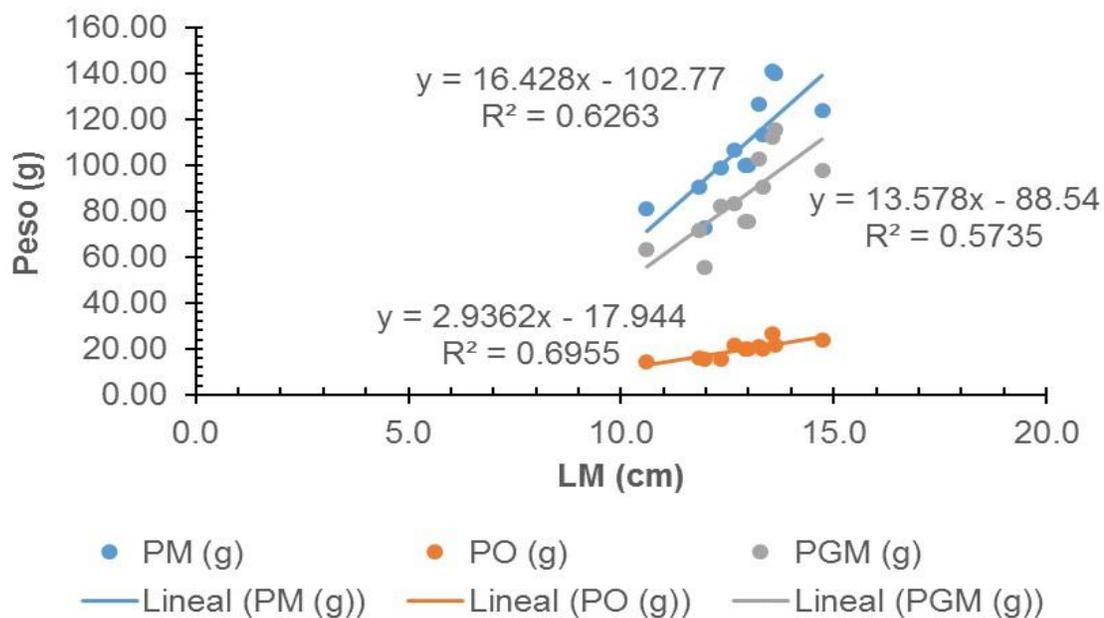


Figura 14. Comportamiento de la variable Longitud de mazorca con respecto a las variables Peso de mazorca, Peso de olote y Peso de grano por mazorca y su ecuación de predicción.

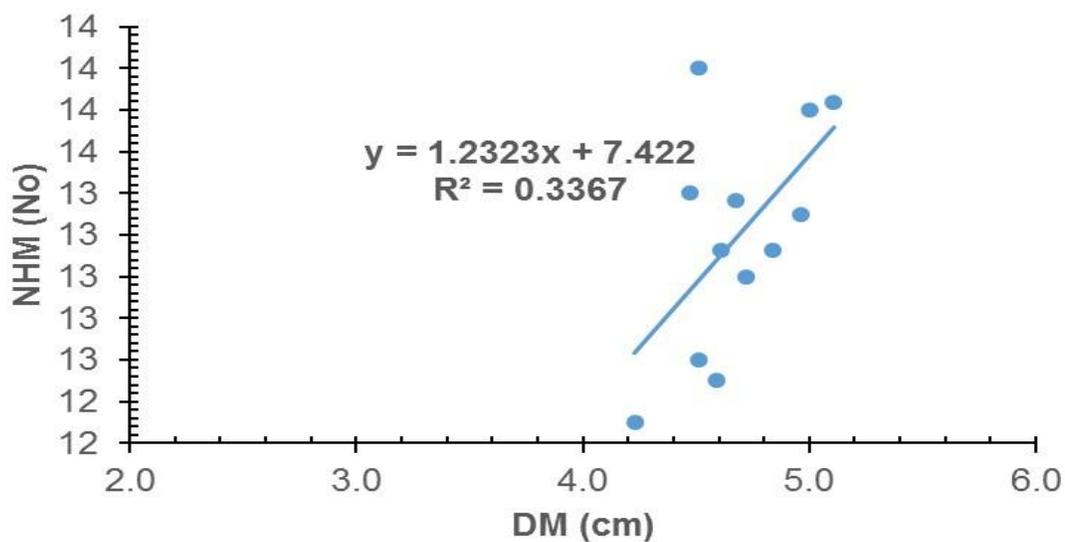


Figura 15. Comportamiento de la interacción de la variable Diámetro de mazorca con respecto a la variable Numero de hileras por mazorca y su ecuación de predicción.

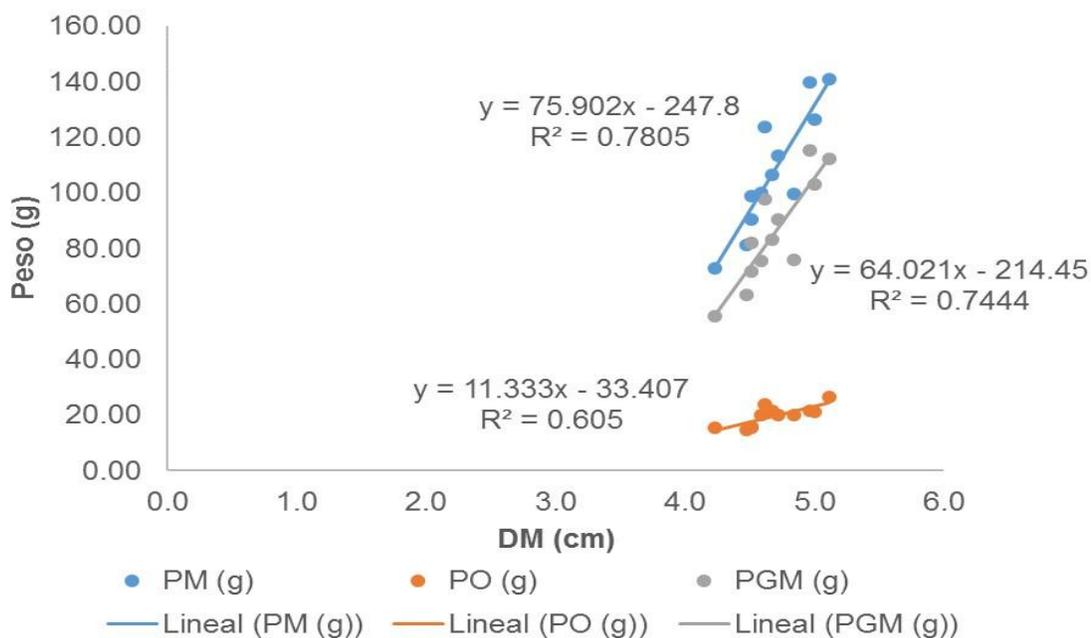


Figura 16. Comportamiento de la interacción de la variable Diámetro de mazorca con respecto a las variables Peso de mazorca, Peso de olote y Peso del grano por mazorca y su ecuación de predicción.

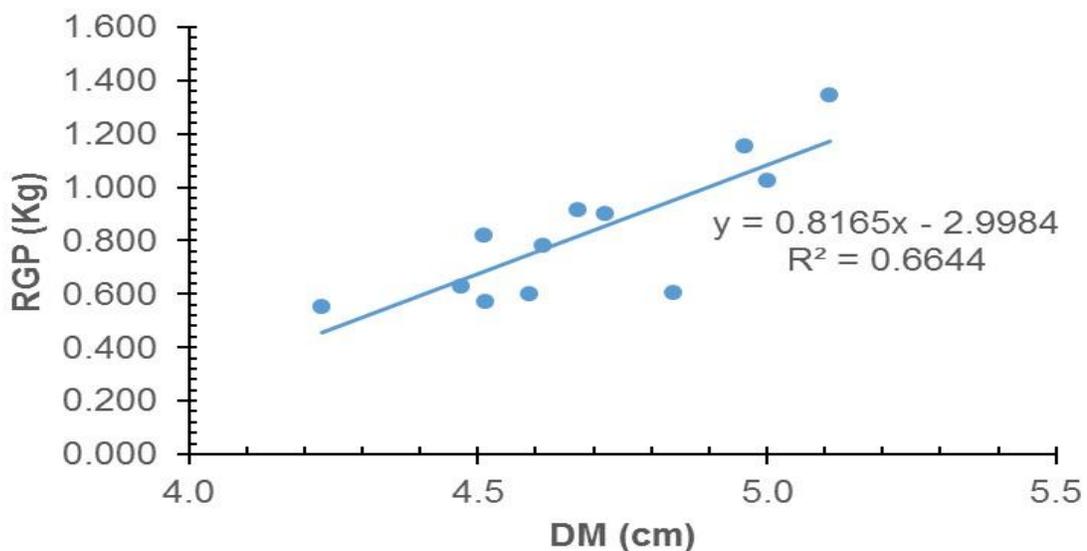


Figura 17. Comportamiento de la interacción de la variable Diámetro de mazorca con respecto a la variable Rendimiento de grano por parcela y su ecuación de predicción.

Por otra parte, la Figura 18 nos muestra el comportamiento de la relación entre la variable NGH y las variables PM y PGM.

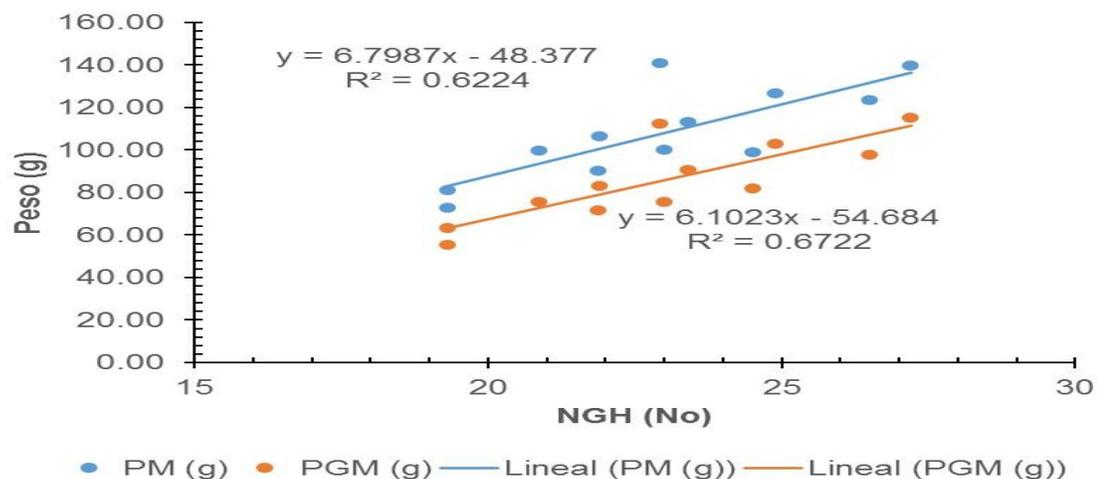


Figura 18. Comportamiento de la interacción de la variable Número de granos por hilera con respecto a las variables Peso de la mazorca y Peso del grano por mazorca y su ecuación de predicción.

En la Figura 19, podemos observar la interacción de la variable PM con respecto a las variables PO y PGM.

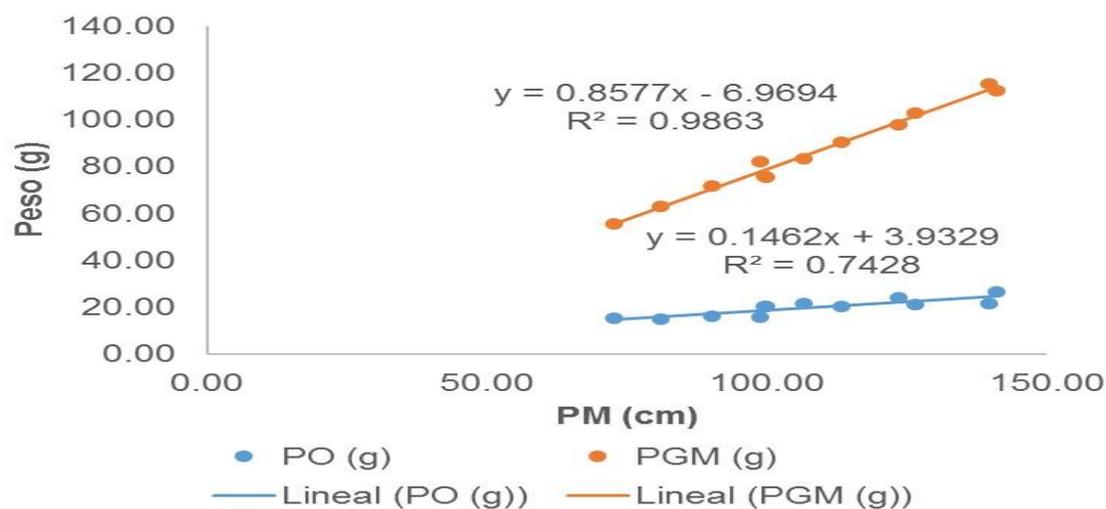


Figura 19. Comportamiento de la interacción de la variable Peso de mazorca con respecto a la variable Peso del olote y Peso del grano por mazorca y su ecuación de predicción.

Mientras que en la Figura 20 se observa la relación existente entre la variable PM y la variable RGP.

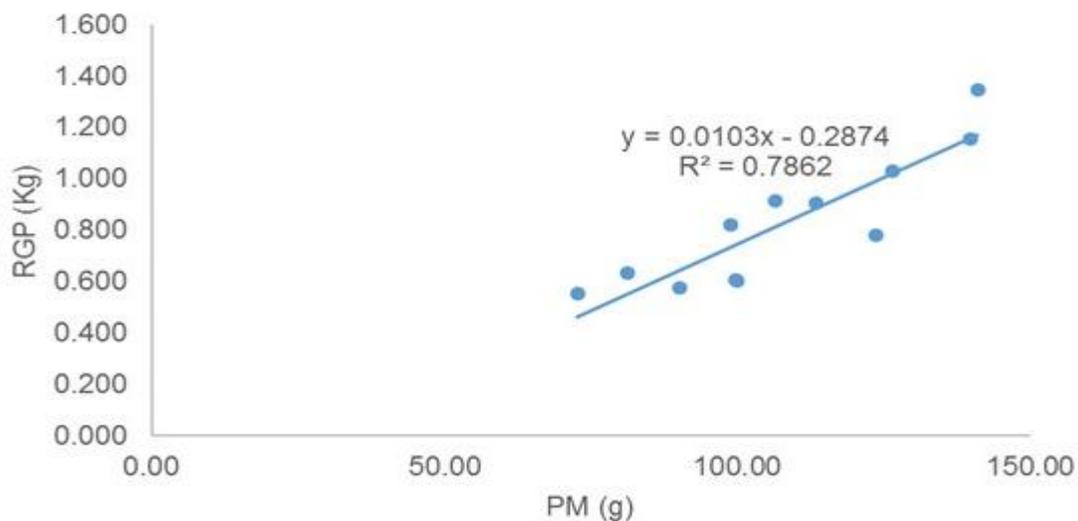


Figura 20. Comportamiento de la interacción de la variable Peso de mazorca con respecto a la variable Rendimiento de grano por parcela y su ecuación de predicción.

La Figura 21 representa la interacción de la variable Peso del olote con respecto a PGM.

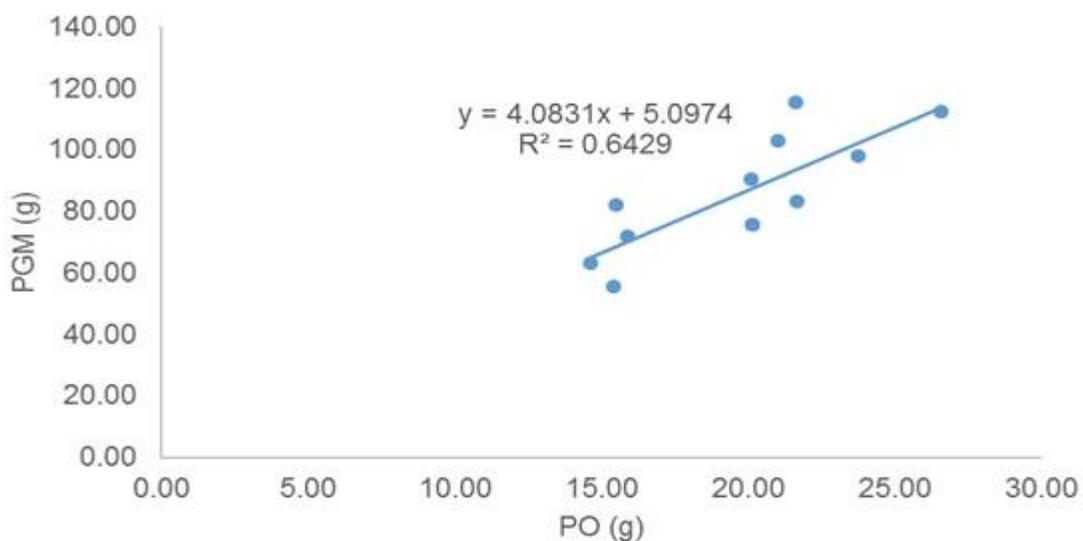


Figura 21. Comportamiento de la interacción de la variable Peso de mazorca con respecto a la variable Peso del grano por mazorca y su ecuación de predicción.

En la Figura 22, se presenta la relación que existe entre la variable PO y RGP, mientras que observamos que la Figura 23 el comportamiento de la variable PGM con respecto a la variable RGP.

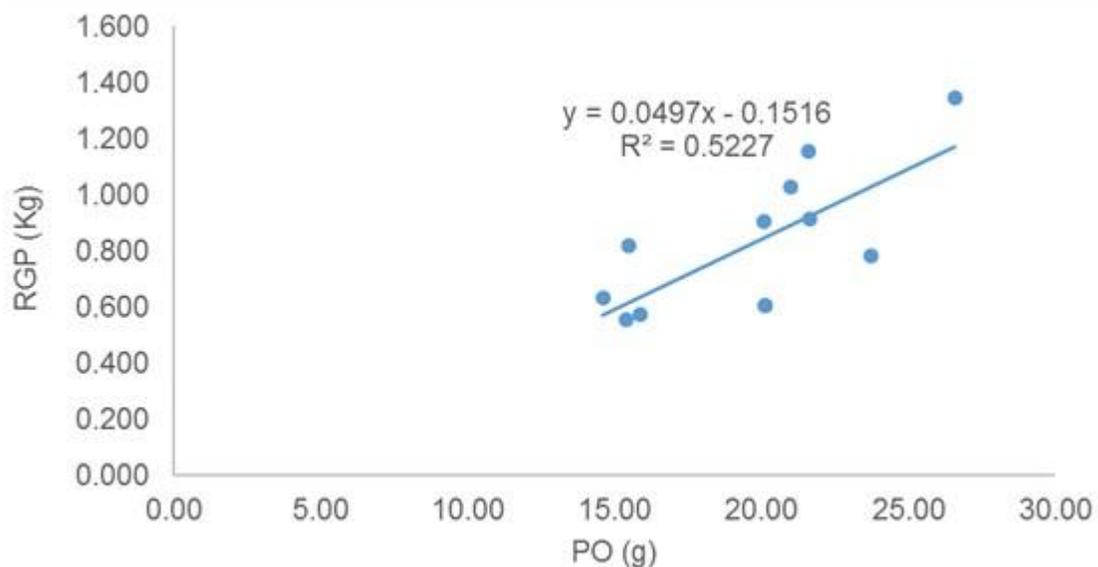


Figura 22. Comportamiento de la variable Peso del olote con respecto a la variable Rendimiento de grano por parcela y su ecuación de predicción.

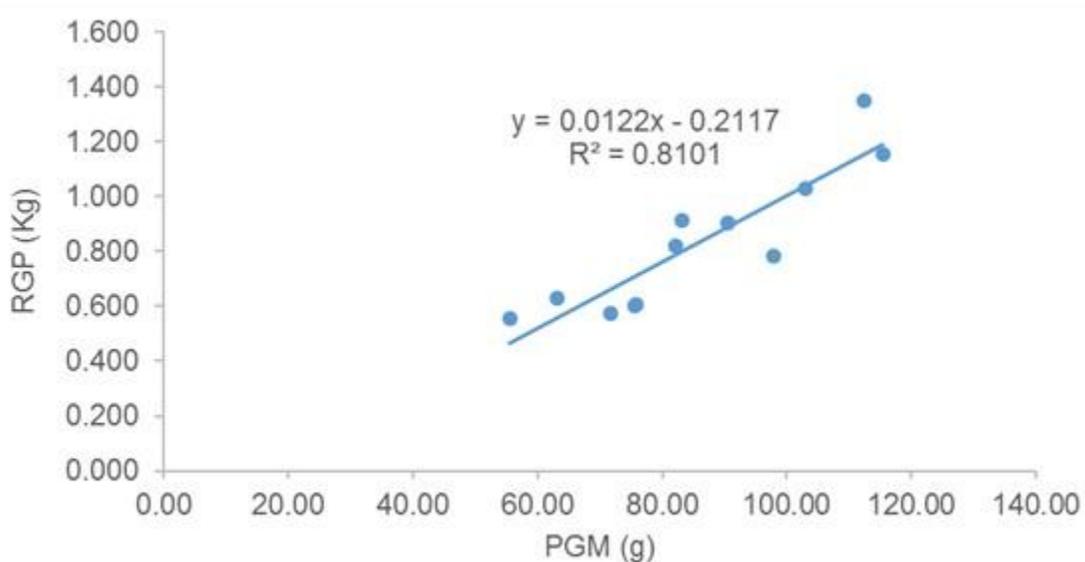


Figura 23. Comportamiento de la variable Peso del grano por mazorca con respecto a la variable Rendimiento de grano por parcela y su ecuación de predicción.

Finalmente, se presentan los resultados del análisis de regresión del lote desespigado con respecto a las diferentes densidades de población de plantas y en base a los resultados obtenidos del análisis de regresión. La Figura 24 muestra el comportamiento entre la variable NHAbM con la variable DM.

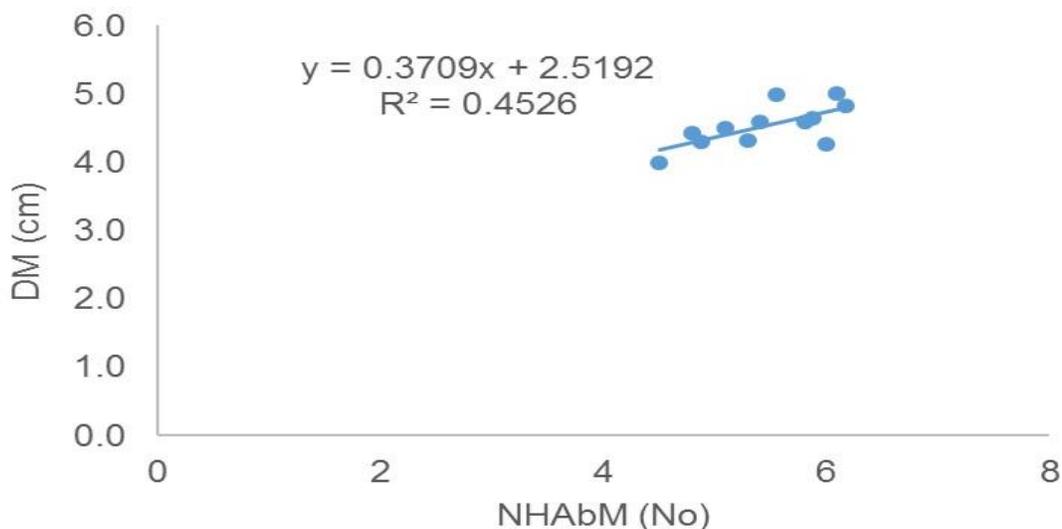


Figura 24. Comportamiento de la variable Número de hojas debajo de la mazorca con respecto a la variable Diámetro de mazorca y su ecuación de predicción.

Podemos observar que en la Figura 25, que la variable LM está relacionada directamente con la variable NGH, además que ésta se encuentra interaccionando con las variables PM, PO y PGM (Figura 26). Vemos en la Figura 27 que está relacionada también con la variable RGP.

Con respecto a la variable DM, ésta se encuentra relacionada con las variables PM, PO y PGM como se muestra en la Figura 28, además también tiene relación estrecha con la variable RGP (Figura 29). Para la variable PM, se encontró que está relacionada con las variables PO y PGM como se ve en la Figura 30 y también con la variable RGP la cual se expresa en la Figura 31.

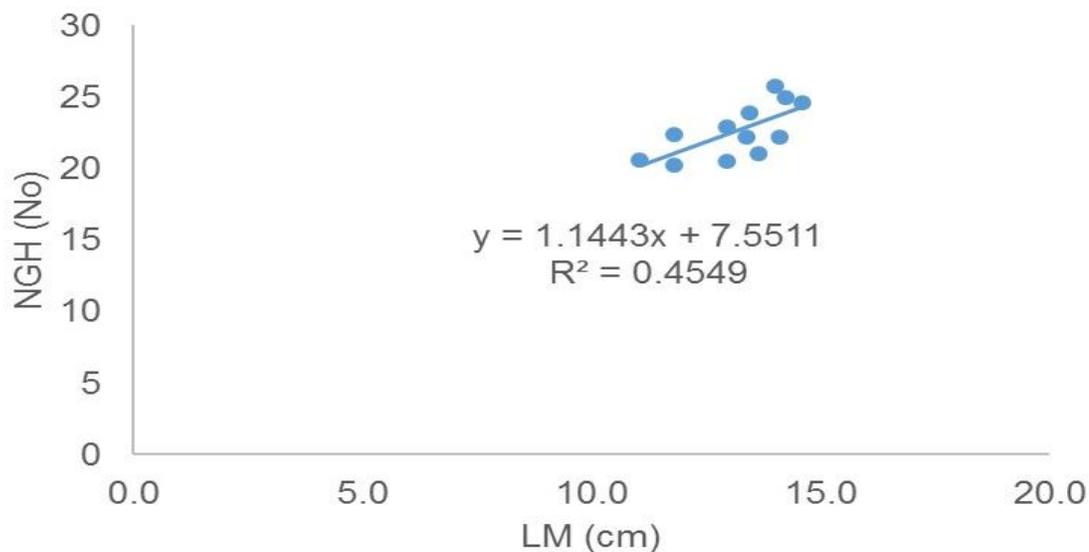


Figura 25. Comportamiento de la variable Longitud de mazorca con respecto a la variable Número de granos por hilera y su ecuación de predicción.

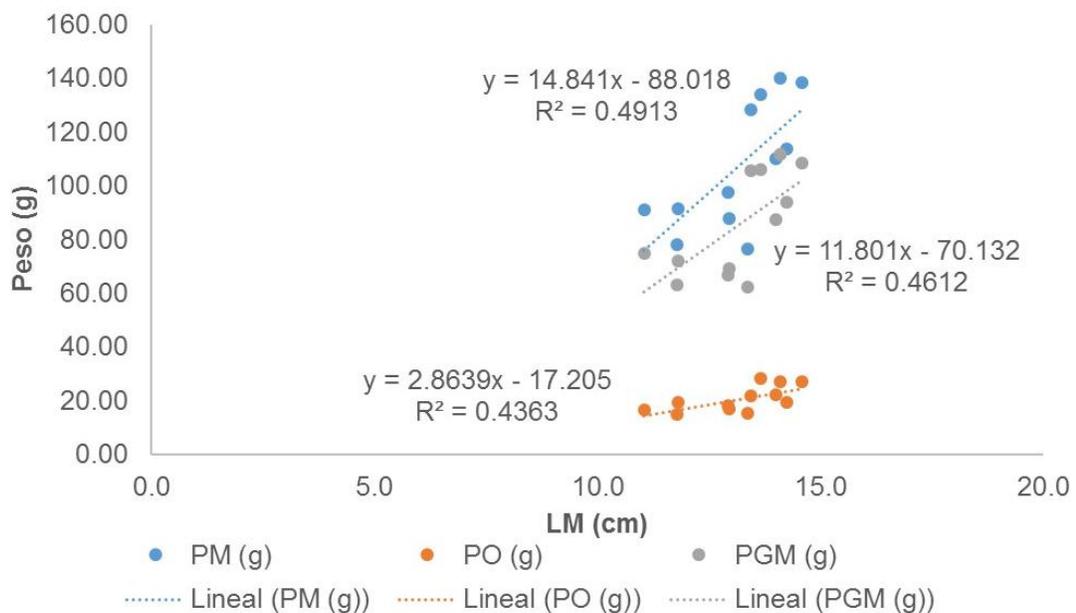


Figura 26. Comportamiento de la variable Longitud de mazorca con respecto a las variables Peso de mazorca, Peso de olote y Peso de grano por mazorca y su ecuación de predicción.

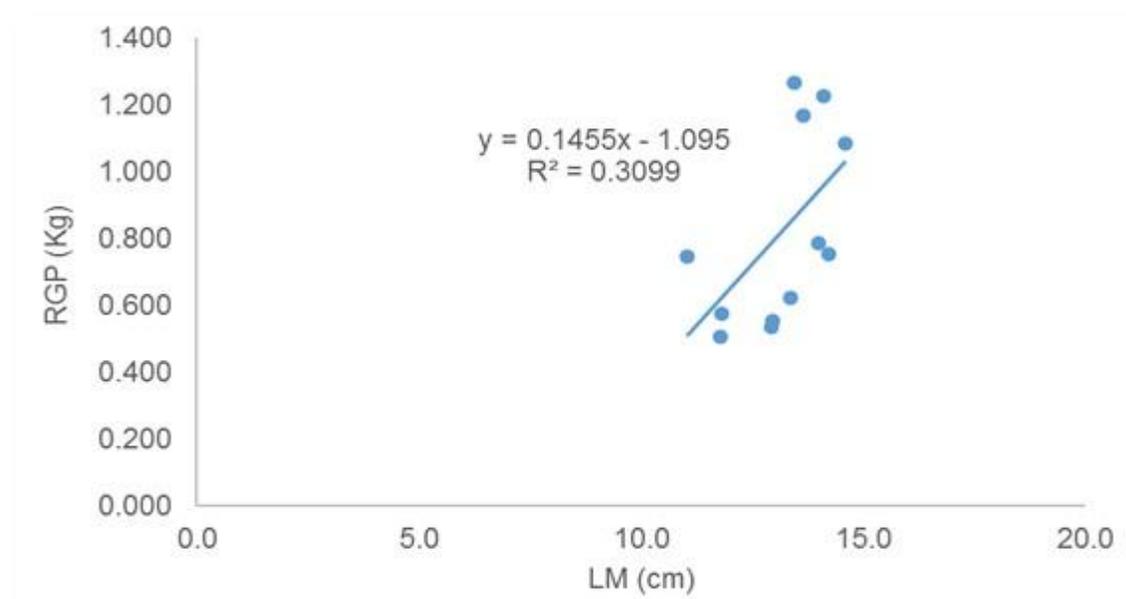


Figura 27. Comportamiento de la variable Longitud de mazorca con respecto a la variable Rendimiento de grano por parcela y su ecuación de predicción.

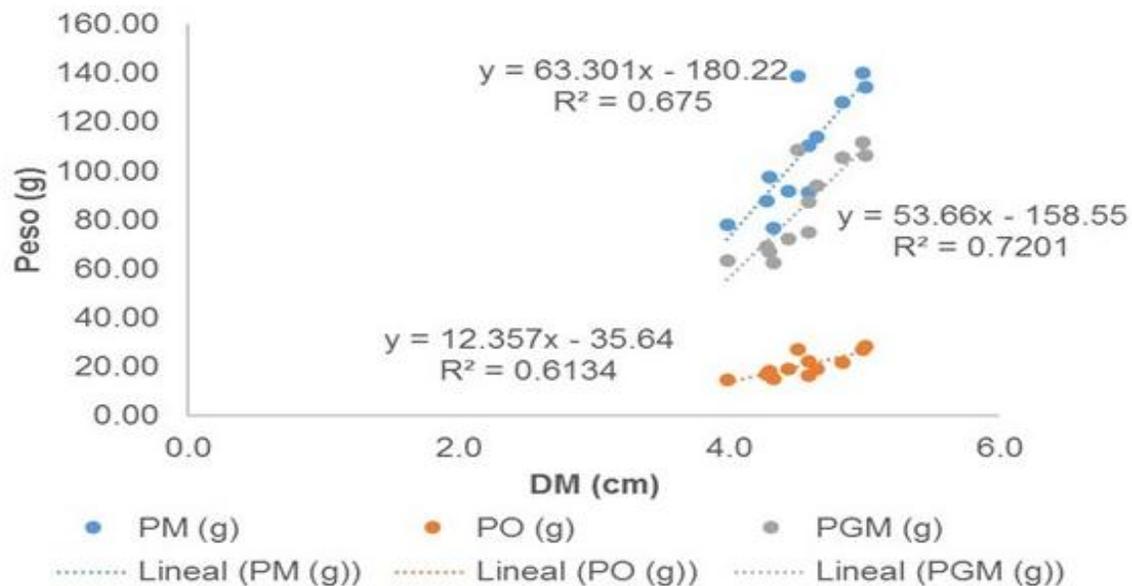


Figura 28. Comportamiento de la variable Diámetro de mazorca con respecto a las variables Peso de mazorca, Peso de olote y Peso de grano por mazorca y su ecuación de predicción.

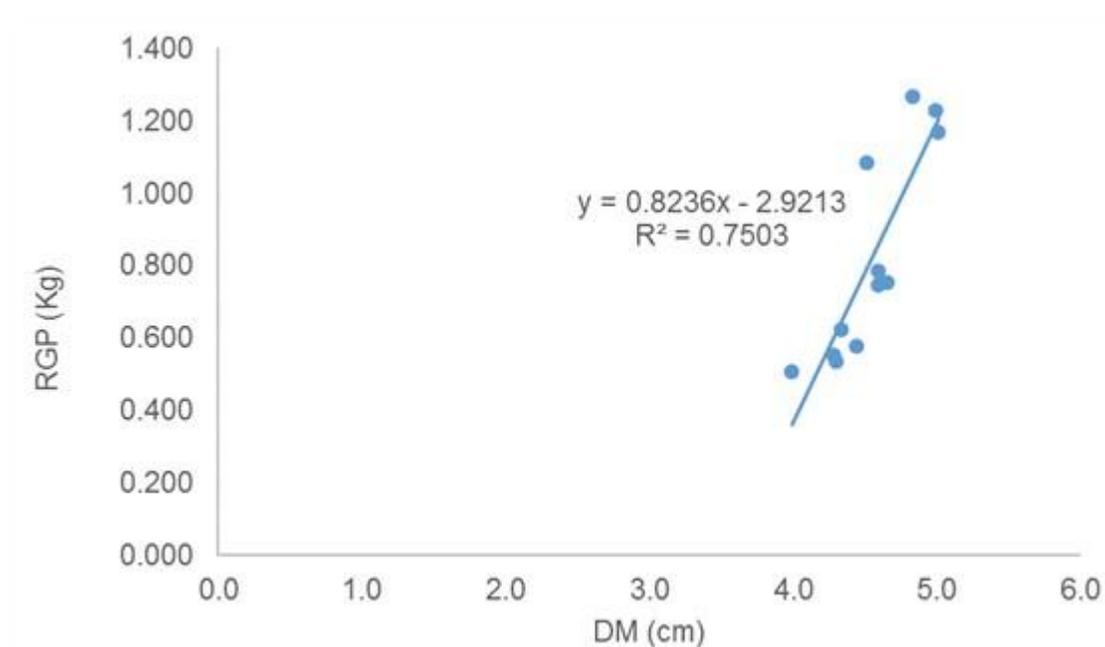


Figura 29. Comportamiento de la variable Diámetro de mazorca con respecto a la variable Rendimiento de grano por parcela y su ecuación de predicción.

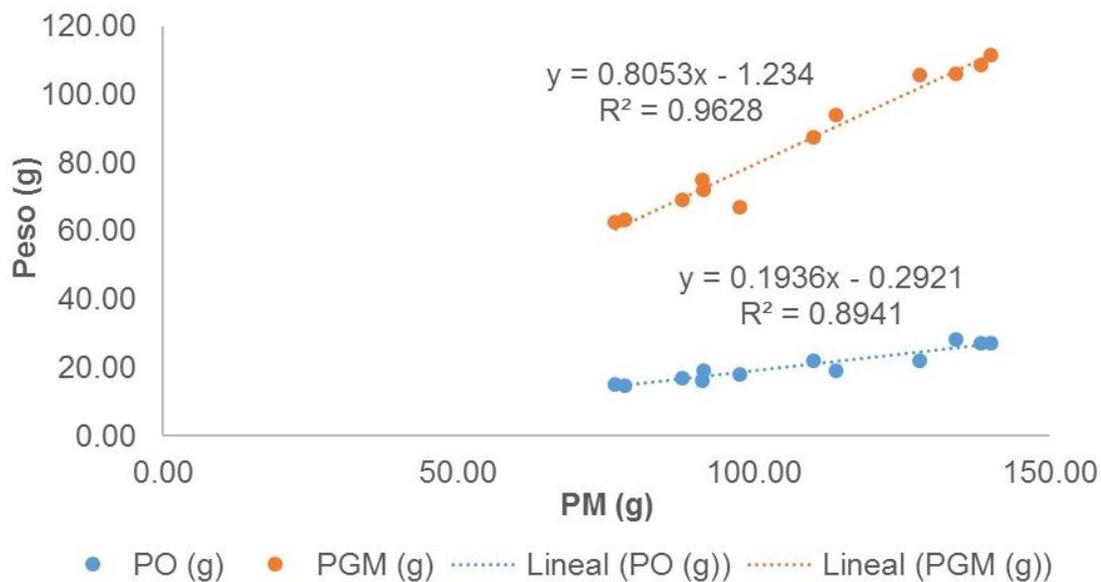


Figura 30. Comportamiento de la variable Peso de mazorca con respecto a las variables Peso del olote y Peso del grano por mazorca y su ecuación de predicción.

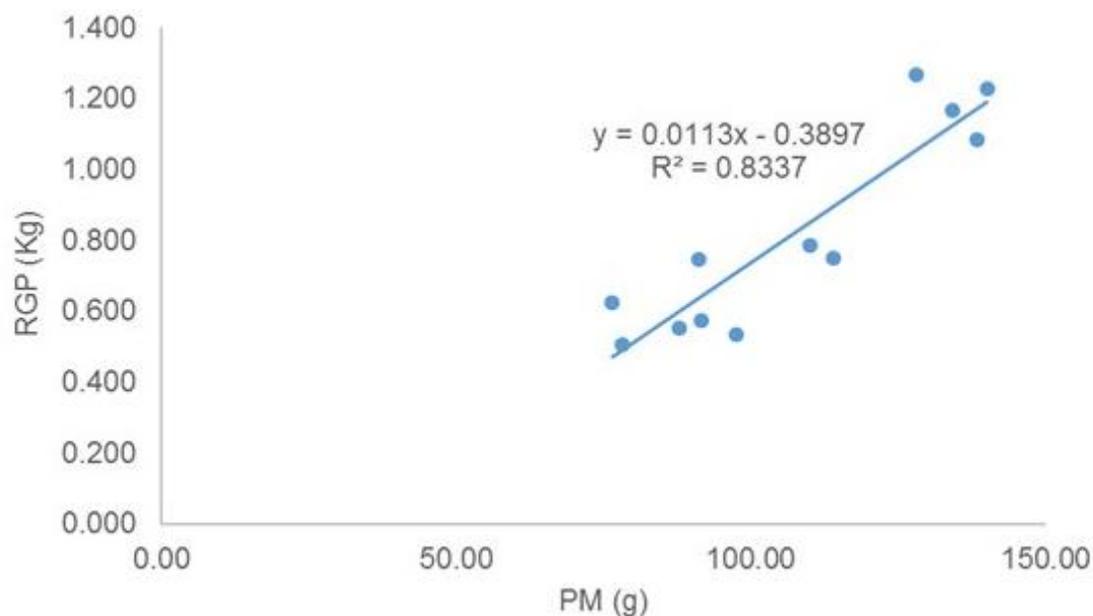


Figura 31. Comportamiento de la variable Peso de mazorca con respecto a la variable Rendimiento de grano por parcela y su ecuación de predicción.

El PO, se relaciona con las variables PGM (Figura 32) y RGP (Figura 33), y la variable PGM está vinculada estrechamente con la variable RGP como se ilustra en la Figura 34.

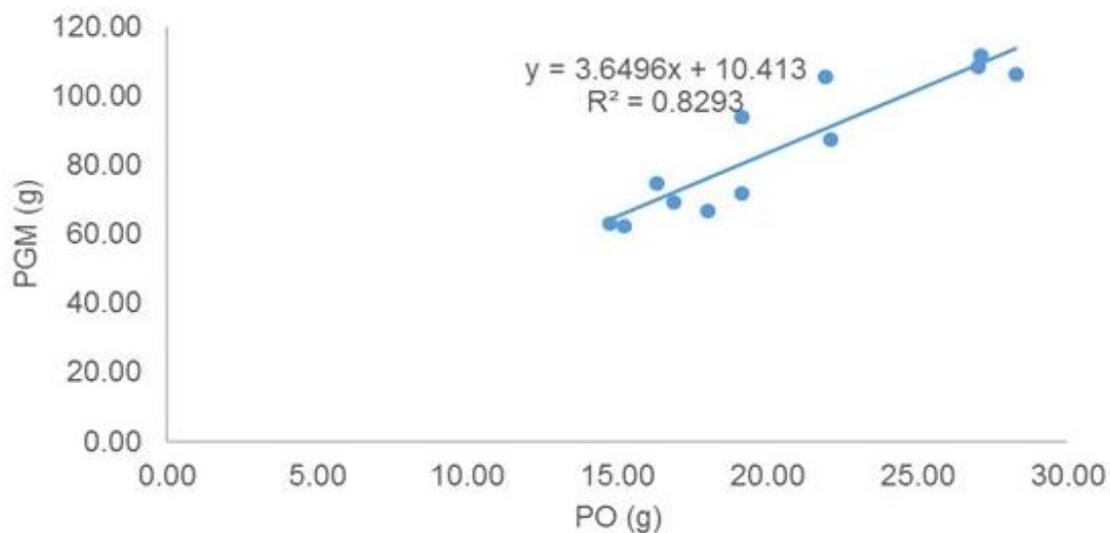


Figura 32. Comportamiento de la variable Peso del olote con respecto a la variable Peso del grano por mazorca y su ecuación de predicción.

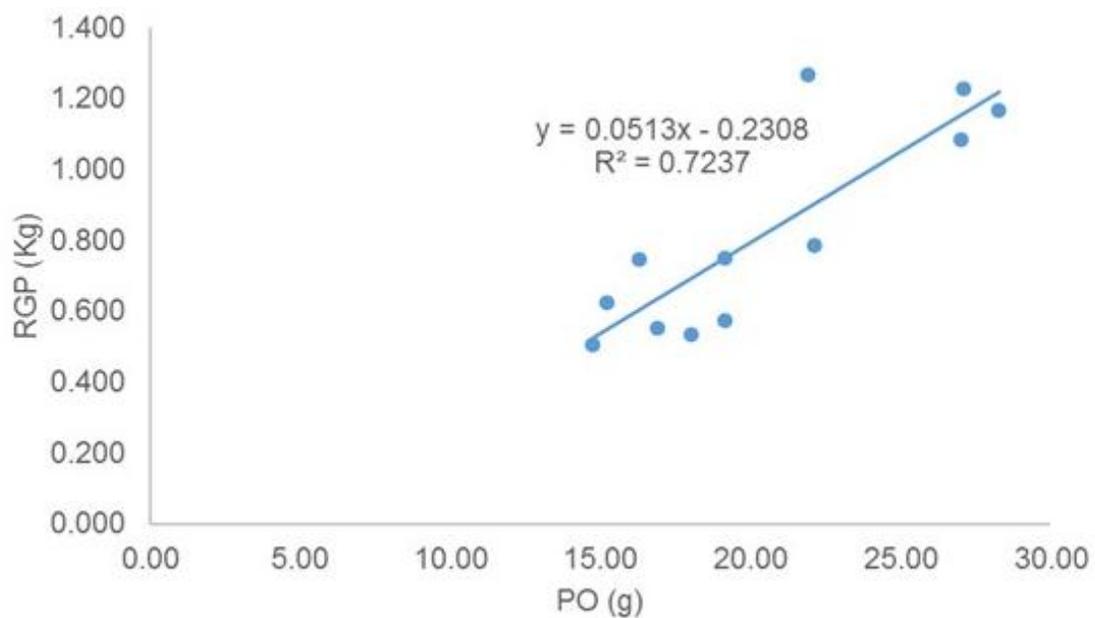


Figura 33. Comportamiento de la variable Peso del olote con respecto a la variable Rendimiento de grano por parcela y su ecuación de predicción.

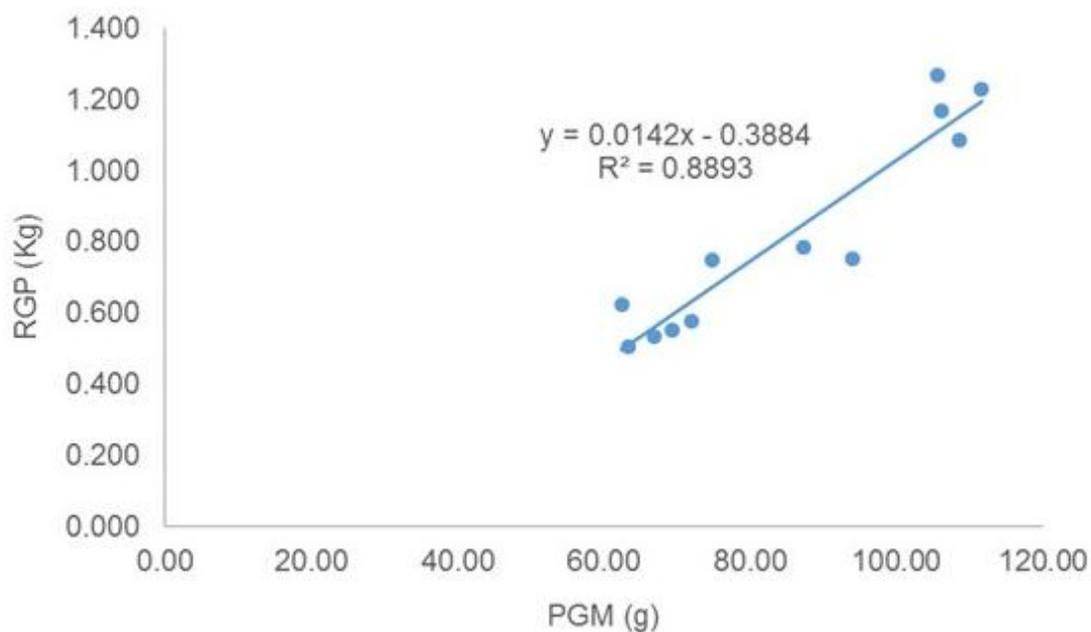


Figura 34. Comportamiento de la variable Peso del grano por mazorca con respecto a la variable Rendimiento de grano por parcela y su ecuación de predicción.

### **Experimento de laboratorio.**

El análisis de varianza y comparación de medias nos indican que, para el factor práctica el cual incluye al desespigado y el sin desespigar, así como para su interacción, no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables estudiadas; en cuanto a la calidad fisiológica de la semilla, se puede observar que los resultados de la práctica del desespigado tienden a ser mejores en cuanto al porcentaje de plántulas normales, aunque estadísticamente no haya alguna diferencia (Figura 35, Cuadros 6 y 7). Posiblemente, los resultados hubieran tenido diferencias estadísticas si se hubiera utilizado genotipos diferentes, ya que Ruiz *et al.* (2012) asocian genotipos como Jagüey y una población precoz los cuales son poblaciones de maíz criollo con la variación en su capacidad de germinación que fueron de 89.22% y 92.40% respectivamente.

Dichos resultados indican que este tipo de práctica, bajo las condiciones experimentadas no tienen efectos contrastantes en la calidad fisiológica de la semilla de maíz de la variedad VS – 201. Cabe hacer notar que los resultados de la práctica del desespigado tienden a ser mejores, lo cual puede ser un indicio de que al momento de la eliminación de las espigas inmaduras de maíz permite que los metabolitos destinados al desarrollo de los granos de polen sean canalizados hacia la formación del grano y al no haber espigas masculinas, hay más intercepción de luz por las hojas superiores, lo cual permite el aumento en la producción y calidad del grano como lo observó Hunter *et al.* (1969).

Para el factor densidades, tampoco se observaron diferencias significativas en ninguna de las variables evaluadas, más sin embargo se puede observar que existe una variabilidad con los porcentajes indicados entre las tres densidades de población de plantas, entre las cuales destacó la densidad de 50 000 plantas ha<sup>-1</sup>, con un porcentaje máximo de plántulas normales del 97 % (Figura 36, Cuadro 7). Los porcentajes de plántulas normales determinadas en las tres poblaciones de plantas nos indicaron que la siembra de maíz de la variedad VS–201, no es afectada en su calidad fisiológica asociada a la germinación por

efectos de competencia en ninguna de las tres poblaciones experimentadas, ya que dichos porcentajes se ubican en los rangos de germinación que se considera como de muy buena calidad, ya que los porcentajes de plántulas normales se encontraron por arriba del 90%, mientras que (ISTA, 2004) menciona que un 85% de plántulas normales en un ensayo de germinación es sinónimo de buena calidad en las semillas de maíz.

Cuadro 6. Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables evaluadas en el experimento de laboratorio.

<b>F.V</b>	<b>G.I</b>	<b>PN</b> <b>(%)</b>	<b>PA</b> <b>(%)</b>	<b>SSG</b> <b>(%)</b>	<b>LMP</b> <b>(cm)</b>	<b>LMR</b> <b>(cm)</b>
<b>Práctica</b>	1	156.621	105.252	4.018	7.425	8.330
<b>Densidad</b>	2	31.304	55.937	39.064	9.964	5.090
<b>Prac*Dens</b>	2	75.127	15.944	52.536	0.929	0.161
<b>E.E</b>	18	1662.676	503.632	272.220	5.245	5.133
<b>Media</b>		80.86	9.62	8.700	12.31	18.82
<b>C.V</b>		10.48	54.93	44.69	18.58	12.04

F.V= Fuente de variación; \*\*, \* =Niveles de significancia al 0.01 y 0.05 respectivamente; GI= Grados de libertad; PN = Plántulas normales; PA = Plántulas anormales; SSG =Semillas sin germinar; LMP = Longitud media de plúmula y LMR = Longitud media de radícula.

Cuadro 7. Comparación de medias de las variables evaluadas en el experimento de laboratorio, para el análisis de la calidad fisiológica de la semilla obtenida del experimento de campo.

<b>Factores</b>	<b>PN (%)</b>	<b>PA (%)</b>	<b>SSG (%)</b>	<b>LMP (cm)</b>	<b>LMR (cm)</b>
<b>Practica</b>					
Desespigado	97.33 a	1.00 a	1.67 a	11.77 a	19.41 a
Sin Desespigar	93.67 a	4.33 a	2.00 a	12.88 a	18.23 a
DMS	4.022	3.382	2.177	1.964	1.943
<b>Densidades</b>					
40 000	94.50 a	5.00 a	0.50 a	13.61 a	19.46 a
50 000	97.00 a	1.50 a	1.50 a	11.73 a	19.06 a
60 000	95.00 a	1.50 a	3.50 a	11.62 a	17.92 a
DMS	5.985	5.032	3.239	2.922	2.891

Tukey 5%, Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes. PN = Plántulas normales; PA = Plántulas anormales; SSG = Semillas sin germinar; LMP = Longitud media de plúmula; LMR = Longitud media de radícula.

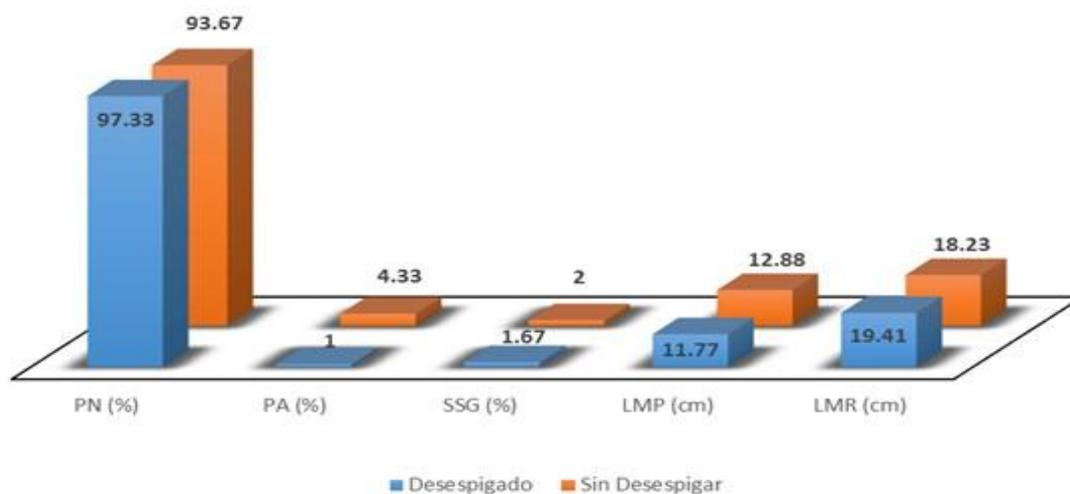


Figura 35. Comportamiento de las variables evaluadas en el experimento de laboratorio, en comparación de la práctica realizada.

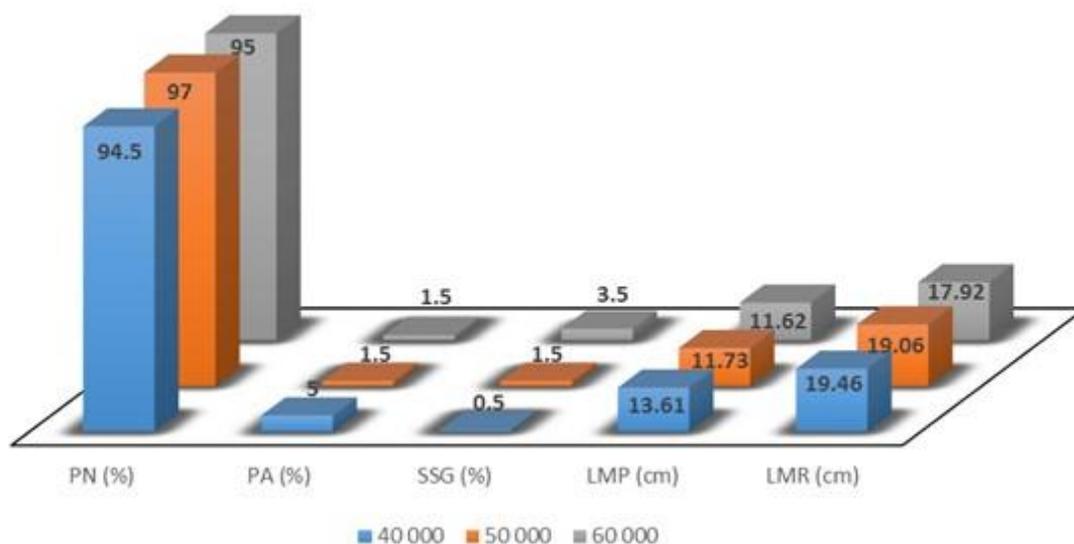


Figura 36. Resultados de las variables estudiadas en el experimento de laboratorio, en relación a las diferentes densidades de población, en el estudio de la calidad fisiológica de las semillas del experimento de campo.

Del mismo modo para la interacción de los factores práctica y densidades de población, no se encontraron diferencias significativas entre las variables estudiadas en este experimento, pero más sin embargo se observó el mejor porcentaje de plántulas normales en la interacción desespigado y con una densidad de población de 50, 000 plantas/ha, obteniendo este de un 99% de plántulas normales (Figura 37, Cuadro 6).

### **Análisis de correlación.**

En cuanto al análisis de correlación en las variables estudiadas contrastadas entre sí mismas en el experimento de laboratorio, analizando el caso donde no se llevó a cabo la aplicación del desespigue, se observó que existe correlación únicamente en dos interacciones. La variable plántulas normales correlacionó negativamente con la variable plántulas anormales ( $r = -0.8868^{**}$ ), así como entre la variable plántulas anormales con respecto a la variable longitud media de plúmula ( $r = 0.6272^*$ ), la cual correlaciono positivamente (Cuadro 8).

Por otra parte, analizando el caso donde se llevó a cabo la aplicación del desespigue, se observó que existe correlación en dos interacciones. Donde la variable plántulas normales se correlacionó de forma negativa con la variable semillas sin germinar ( $r = -0.8345^{**}$ ), así mismo la variable longitud media de plúmula se correlacionó de manera positiva con la variable longitud media de radícula ( $r = 0.8321^{**}$ ) (Cuadro 9).

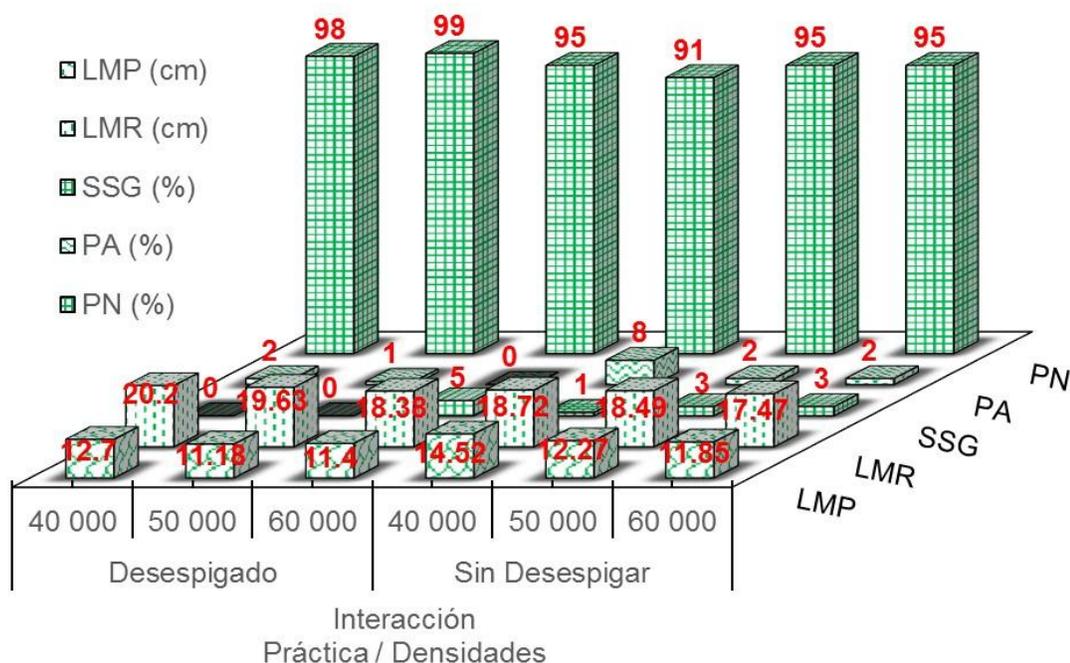


Figura 37. Resultados de las variables evaluadas en el experimento de laboratorio, bajo el efecto de la interacción de las prácticas realizadas y las diferentes densidades de población, en la calidad fisiológica de la semilla obtenida del experimento de campo.

### Análisis de regresión.

El análisis de regresión, se realizó en base a las interacciones que resultaron significativas en el análisis de correlación, por lo tanto, los resultados se expresaron en graficas donde se observa los resultados del análisis de correlación y además de una ecuación de predicción la cual forma parte del análisis de regresión.

Cuadro 8. Coeficientes de correlación de la práctica sin desespigue y las diferentes densidades de población, de las variables evaluadas en el experimento de laboratorio, para el estudio de la calidad fisiológica de las semillas obtenidas.

<i>Variables</i>	<i>PN</i>	<i>PA</i>	<i>SSG</i>	<i>LMP</i>	<i>LMR</i>
<i>PN</i>					
<i>PA</i>	<b>-0.8868 **</b>				
<i>SSG</i>	-0.3269	-0.1466			
<i>LMP</i>	-0.5065	<b>0.6272 *</b>	-0.1984		
<i>LMR</i>	0.4310	-0.4605	0.0191	-0.2689	

\*, \*\* Niveles de significancia al 0.05 y al 0.01; PN = Plántulas normales; PA = Plántulas anormales; SSG = Semillas sin germinar; LMP = Longitud media de plúmula y LMR = Longitud media de radícula.

Para el lote sin desespigue, observamos gráficamente en la Figura 38 el análisis de regresión con respecto al comportamiento de la interacción de la variable plántulas normales con la variable plántulas anormales, el cual nos indica que, al aumentar el porcentaje de las plántulas normales, el porcentaje de las plántulas anormales tiende a disminuir, esto se deduce como un indicativo de la capacidad de germinación de las semillas. Mientras que la Figura 39 nos representa el comportamiento de la variable plántulas anormales con respecto a la variable longitud media de plúmula, el cual expresa que a medida que aumenta el porcentaje de plántulas anormales, la longitud media de la plúmula se reduce, haciendo evidente la capacidad de germinación de la variedad VS – 201, como característica de su calidad fisiológica.

Mientras que en el lote donde se llevó a cabo la práctica del desespigue, podemos observar gráficamente el análisis de regresión de la interacción entre la variable plántulas normales con respecto a la variable semillas sin germinar, el cual nos indica que, al aumentar el porcentaje de plántulas normales, el

porcentaje de semillas sin germinar se disminuye (Figura 40) donde observamos la capacidad de la germinación que tiene dicho material, ya que cuando se realiza el desespigue hay mayor porcentaje de germinación, por otra parte, la interacción entre las variables longitud media de plúmula y longitud media de radícula, expresa que a medida que aumenta la longitud media de la plúmula, se observa un aumento en la longitud media de la radícula, como se puede notar en la Figura 41, el cual se traduce en un crecimiento proporcional de la radícula y la plúmula el cual está relacionado estrechamente con el vigor de las semillas.

Cuadro 9. Coeficientes de correlación de la práctica del desespigue y las diferentes densidades de población, de las variables evaluadas en el experimento de laboratorio, para el estudio de la calidad fisiológica de las semillas obtenidas.

<i><b>Variables</b></i>	<i><b>PN</b></i>	<i><b>PA</b></i>	<i><b>SSG</b></i>	<i><b>LMP</b></i>	<i><b>LMR</b></i>
<i><b>PN</b></i>					
<i><b>PA</b></i>	-0.2582				
<i><b>SSG</b></i>	<b>-0.8345 **</b>	-0.3168			
<i><b>LMP</b></i>	-0.3264	0.1696	0.2237		
<i><b>LMR</b></i>	-0.0145	0.0855	-0.0344	<b>0.8321 **</b>	

\*, \*\* Niveles de significancia al 0.05 y al 0.01; PN = Plántulas normales; PA = Plántulas anormales; SSG = Semillas sin germinar; LMP = Longitud media de plúmula y LMR = Longitud media de radícula.

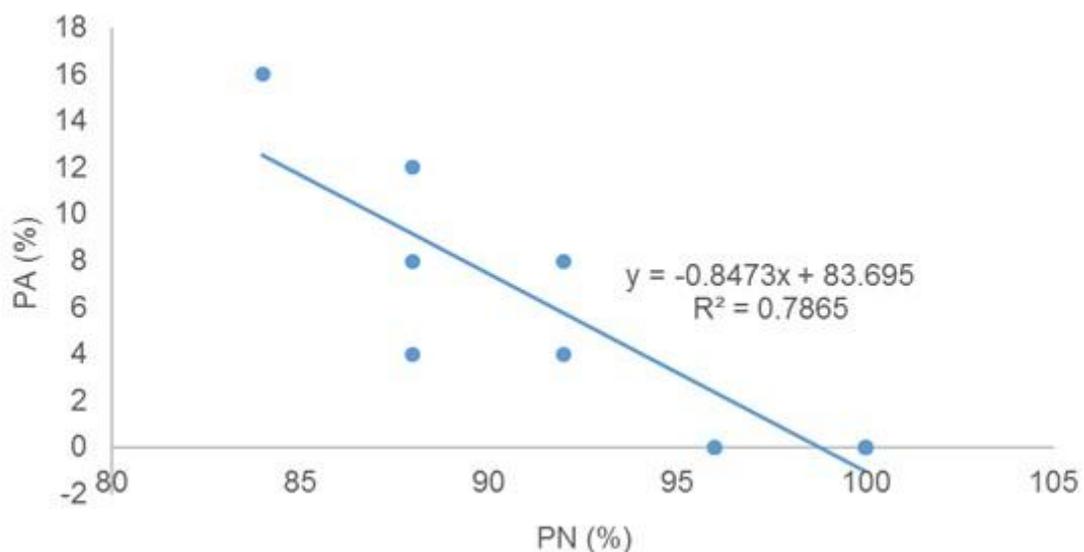


Figura 38. Comportamiento de la variable Plántulas normales con respecto a la variable Plántulas anormales y su ecuación de predicción.

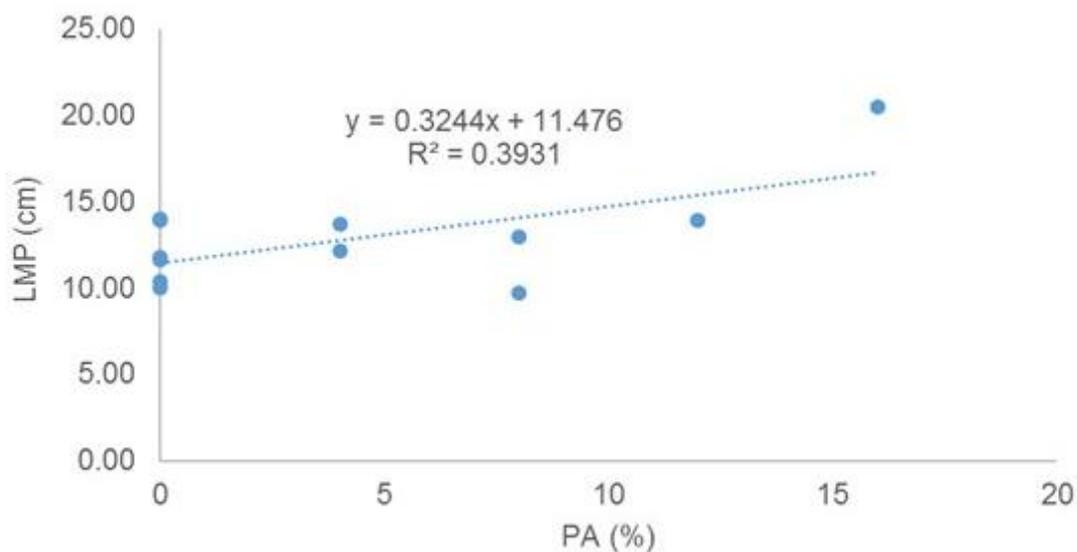


Figura 39. Comportamiento de la variable Plántulas anormales con respecto a la variable Longitud media de plúmula y su ecuación de predicción.

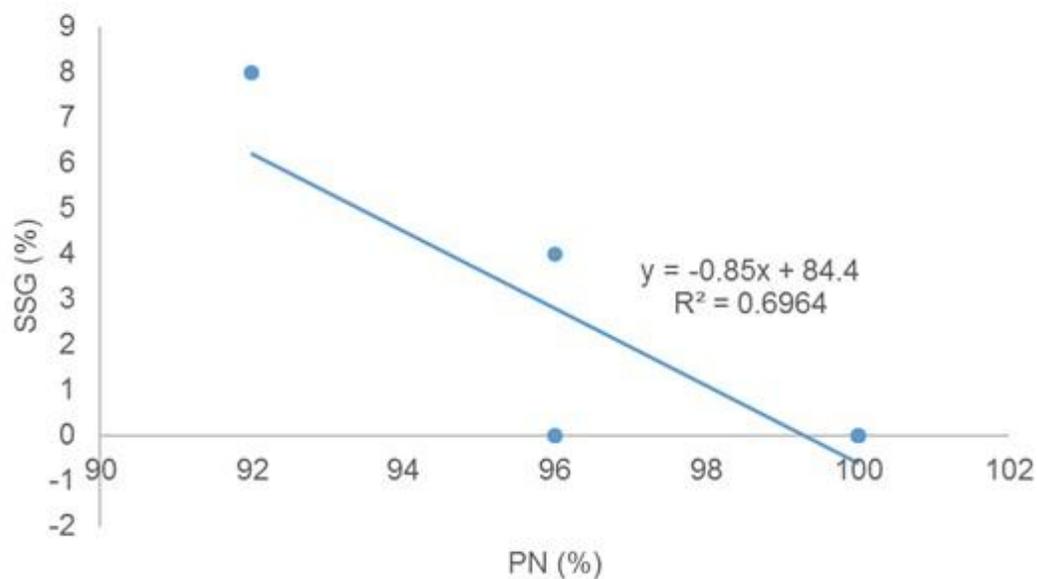


Figura 40. Comportamiento de la variable Plántulas normales con respecto a la variable Semillas sin germinar y su ecuación de predicción.

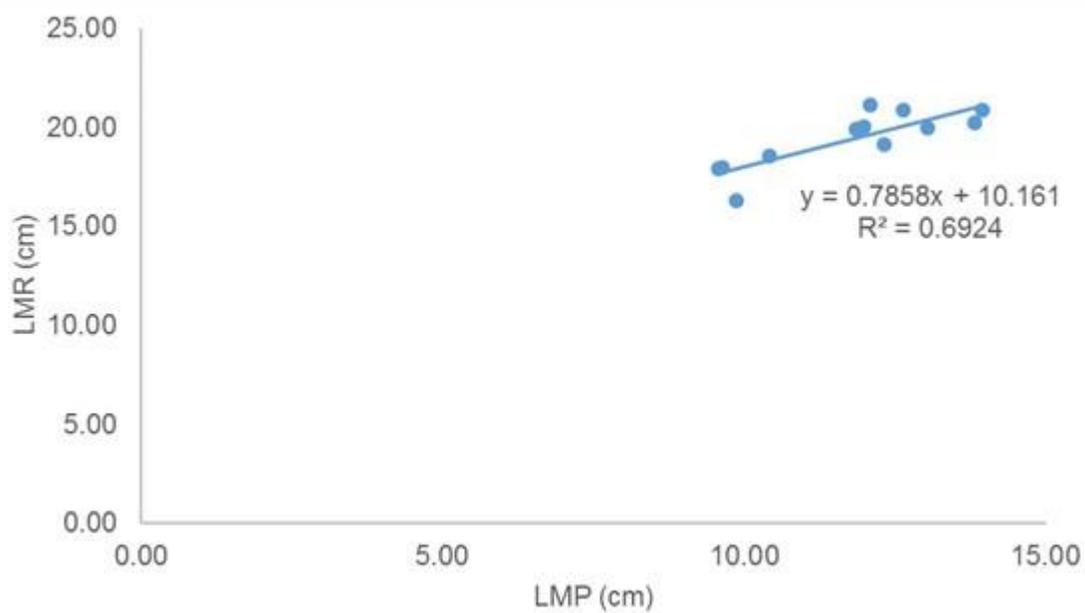


Figura 41. Comportamiento de la variable Longitud media de plúmula con respecto a la variable Longitud media de radícula y su ecuación de predicción.

## CONCLUSIONES

El desespigue no produjo algún efecto en el rendimiento del grano y semilla de maíz de la variedad VS - 201.

Las densidades de población de plantas mostraron un incremento en el rendimiento de grano y semilla de maíz de la variedad VS -201, en una densidad de 60 000 plantas ha<sup>-1</sup>.

Mientras que la interacción del desespigue y las diferentes densidades de población de plantas no tuvo ningún efecto en el rendimiento de grano y semilla de maíz de la variedad VS -201.

La calidad fisiológica de la semilla de maíz de la variedad VS – 201, no se ve afectada por el efecto de la práctica del desespigue.

La calidad fisiológica de las semillas de maíz de la variedad VS- 201, no se vio afectada al ser sometidas a competencia entre plantas, bajo las densidades de población de 40 000, 50 000 y 60 000 plantas/ha.

La interacción entre el desespigue y las densidades de población de plantas, no afectaron la calidad fisiológica de las semillas de maíz, ya que los resultados de germinación y vigor de la semilla analizada indicaron que es una semilla apta para la siembra.

**LITERATURA CITADA**

- Anónimo. (2007). México: El Mercado del Maíz y la Agroindustria de la Tortilla. Centro de Estudios de Las Finanzas Públicas, 0–19.
- Cano, O., Tosquy, O. H., Sierra, M. y Rodríguez, F. A. (2001). Fertilización y densidad de población en genotipos de maíz cultivados bajo condiciones de temporal. Universidad de Costa Rica. Alajuela, Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 12(2): 199-203.
- Calderón, A. E., Cereceres, J. O., Ramírez, F. A. R., Gómez M. N.O. y Garza. A. M. (1999). Productividad de semilla de líneas tropicales de maíz (*Zea mays* L.) del CIMMYT e INIFAP. *Agric. Téc. Méx.*, 25 (1), 53–58.
- Carrillo, M. G. V., Andrade, H. M., Moreno, Y. S., y Ramos, D. S. (2013). Efecto de la densidad de población en la calidad del grano, nixtamal y tortilla de híbridos de maíz de alta calidad proteínica. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(3), 225–232.
- Cirilo, A. (2006). Manejo de la Densidad y Distancia entre Surcos en Maíz. Consejo Directivo Del INTA, 128–133. Disponible en: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210724.pdf> (25 de Noviembre de 2015).
- Coutiño, E. B., Torres, M. B., E., y Velázquez, A. J. F. (2007). Evaluación del desespigue en el rendimiento de grano de maíces (*Zea mays* L.) criollos de Chiapas. *Quehacer Científico en Chiapas* 1 (3): 26–31.
- Cruz D, M. S., Gómez V, M. M., Ortiz P, M. E. y Suárez H, C. Y. (2007). Situación actual y perspectivas del maíz en México 1996 - 2010., 90 p.
- De la Cruz, L. E., Córdova, O. H., Estrada, B. M. A., Mendoza, P. J. D., Gómez V. A y Brito, N. P. M. (2009). Rendimiento de grano de genotipos de maíz sembrados bajo tres densidades de población. *Universidad y Ciencia. Trópico Húmedo*. 25 (1): 93-98.
- Espinosa, C. A., Tadeo, R. M., Sierra, M. M., Caballero, H. F., Valdivia, B. R., y Gómez, M, N. O. (2010). Despanojado y densidad de población en una cruz simple androesteril y fértil de maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 21(1), 159–165.
- Fassio, A., Carriquiry, A., Tojo, C., y Romero, R. (1998). MAIZ: Aspectos sobre fenología. Montevideo-Uruguay. 51p. Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA.
- Hibon, A., Triomphe, B., López, P. M A. y Saad, L. (1991). El maíz de temporal en México: tendencias, restricciones y retos, 312 – 327.

- Hunter, R. B., Daynard, T. B., Hume, D. J., Tanner, J. W., Curtis, J. D. & Kannenberg, I. W. (1969). Effect of tassel removal on grain yield of corn. *Crop Sci.* 9: 405 – 406.
- International Seed Testing Association (ISTA). (2004). *International Rules for Seed Testing*. Ed. 2004. Bassersdorf, CH-Switzerland. 700 p.
- Jann, R. C., and Amen. R. D. (1977). What is germination. In *the physiology and biochemistry of seed germination*, A. A: Khan, ed. Amsterdam: North Holanda Publishing Co., pp 7- 28.
- Jugenheimer, R. W. (1988). *Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas*. Limusa. México. 841p.
- Martínez, R. J. N., Ruiz, T. N. A., Rincón, S. F., Martínez, R. J. M. y Burciaga, D. H. C. (2013). Densidad de población y niveles de fertilización en el rendimiento y propiedades físicas del grano en semillas de maíz criollo. *Revista Agraria* 10 (1): 9 -18.
- McDonald, M. B. (1999). Seed deterioration: physiology, repair, and assessment. *Seed science and Technology* 27:177-237.
- Mora, M. E., Torres, T. M. A., Zamora, V. V. M., Espinoza, V. J. y Facio, P. F. (2013). Capacidad de germinación de semillas y vigor de plántulas en familias de maíz poliembriónico y de alto contenido de aceite. *Revista Agraria* 10 (1): 19 – 26.
- Moreno M., E. (1996). *Análisis físico y biológico de semillas agrícolas*. Programa universitario de alimentos. Tercera edición. UNAM. México.
- Mera, O. L. M. Mapes, S. C. y Kato, Y. T. (2009). El Origen y Diversificación del Maíz, 1 - 152. Disponible en: [http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Anexo8\\_ResultadosProyectos/FX004/EL\\_ORIGEN\\_Y\\_DIVERSIFICACION\\_DE\\_MAIZ\\_ene09.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Anexo8_ResultadosProyectos/FX004/EL_ORIGEN_Y_DIVERSIFICACION_DE_MAIZ_ene09.pdf) (21 de abril de 2016.)
- Pedroza, S. A., y Fernández, M.O., (1978). Efecto de desespigamiento en maíz (*Zea mays*) en tres niveles de densidad de población y tres dosis de fertilización nitrogenada. *Chapingo*. México. (13-14), 90-97.
- Purcell, I., C., A. Ball R., D. Reaper J. & D. Vories E. (2002). Radiation use efficiency and biomass production in soybean at different plant population densities. *Crop Sci.* 42:172-177.
- Reyes, C., P. (1990). *El maíz y su cultivo*. AGTEDITOR S.A. México, D.F.

- Rodríguez, F. I., González, H. A., Jesús, Pérez, L. D. J., y Arriaga, R. M. (2015). Efecto de cinco densidades de población en ocho cultivares de maíz sembrados en tres localidades del Valle de Toluca. México. México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6 (8): 1943–1955.
- Ruiz, C. E. (1988). Respuesta de tres genotipos de maíz (*Zea mays* L.) al desespigamiento y densidades de población. Tesis de maestría. Marín, Nuevo León, México. 96 p.
- Ruiz, T. N. A., Rincón, S. F., Bautista, M. V. M., Martínez, R. J. M., Burciaga, D. H. C. y Olvera, E. M. (2012). Calidad fisiológica de semilla en dos poblaciones de maíz criollo mejorado. *Revista Agraria* 9 (2): 43 – 48.
- Ruiz O M, Nieto R D y Larios R I. (1979). Tratado elemental de botánica. 15ª edición. Editorial E.C.L.A.L. México, DF. 730 p.
- Sánchez V., L. (2005). Maíces, teosinte, *Zea diploperennis* y los indígenas mexicanos. Instituto de Genética Forestal. Universidad Veracruzana. Disponible en: <http://dialogo.ugr.es/contenidos/last02/0602-iv-teosintles.htm> (22 de abril de 2016).
- Thomson, J. R. (1979). An introduction to seed technology. Thomson Litho Ltd. Great Britain. p. 1-15.
- Sangoi, L. (2000). Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. *Ciencia Rural*, Santa María. 31(1): 159-158.
- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2013). Anuario estadístico de la producción agrícola 2008. (en línea). Consultado 10 de Diciembre 2015. Disponible en <http://www.siap.gob.mx>.
- Statistical applied system. SAS Institute Inc. (2004). SAS/STAT 9.4 User's Guide Cary, NC: SAS Institute Inc. USA. 5121 p.
- Tollenaar, M. & Lee, E. A. (2011). Plant breeding reviews. (Ed.). Janick, J. and Blackwell, W. 94:37-81.
- Valladares, C. A. (2010). Taxonomía y Botánica de los Cultivos de Grano, Paginas 3–9. Disponible en: [http://institutorubino.edu.uy/materiales/Federico\\_Franco/6toBot/unidad-ii-taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-los-cultivos-de-grano-agosto-2010.pdf](http://institutorubino.edu.uy/materiales/Federico_Franco/6toBot/unidad-ii-taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-los-cultivos-de-grano-agosto-2010.pdf) (21 de abril de 2016.)
- Widdicombe, W. D. and K. D. Thelen. (2002). Row width and plant density effects on corn grain production in the northern Corn Belt. *Agron. J.* 94:1020 - 1023.