

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COMITANCILLO

TESIS PROFESIONAL

DETERMINACIÓN DEL PATRÓN DE SIEMBRA, FERTILIZACIÓN Y DENSIDAD
DE POBLACIÓN ÓPTIMA, EN LA CRUZA SIMPLE DEL HÍBRIDO H-566 A

QUE PRESENTAN

RAMIRO SÁNCHEZ MIGUEL

VLADIMIR LENIN VÁSQUEZ MANUEL

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITUTLO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO CON ESPECIALIDAD EN FITOTECNIA

SAN PEDRO COMITANCILLO, OAX. JUNIO DEL 2016.



DEDICATORIA

Dedico esta tesis:

A Jehová dios creador del Cielo, la Tierra, el Mar y todas las cosas que en ellos hay; porque me dio la oportunidad de vivir y de poder hacer realidad uno de mis sueños.

A mis padres: Salvador Sánchez miguel y Lucina Miguel Sánchez, por confiar en mí. Por todo el amor y cariño que me han brindado durante mi vida y carrera profesional. Por enseñarme valores para enfrentar la vida con agallas y tenacidad. ¡ Lo logramos!.

A mis hermanos y novia: Abelardo, Jorge Luis, Sandra Luz, Norayma, y Elisa López por ser parte de mi vida y compartir siempre momentos de alegría y felicidad.

Ojalá les sirva el presente logro, en el camino que trazarán por la vida.

Con toda sinceridad, amor y cariño: Ramiro Sánchez miguel.

DEDICATORIA

A Jehová Dios por darme la oportunidad de vivir y de ser parte fundamental en mi camino que me ayudó a realizar uno de mis sueños.

A mi madre: Francisca Manuel Vicente que es para mí un privilegio ser su hijo, por darme la oportunidad de estar en este mundo y compartir experiencias inolvidables a su lado y ser uno de los pilares más importantes de mi vida, gracias por quererme tanto, apoyarme y guiarme en el buen camino de la vida, por creer y confiar siempre en mí, por esto y mucho más gracias.

A mis padre: Javier Vasquez Santiago por ser uno los pilares más importantes de mi vida por confiar en mí. Por todo el amor y cariño que me brindado durante mi vida y carrera profesional y los consejos de padre que me llevaron a ser fuerte en la vida y enfrentar sin temor los obstáculos por eso y por muchos más te agradezco con todo corazón gracias.

A mi hermano y a mi prometida: Elder Gheovanin Vasquez Manuel y Angélica Sánchez Guerra, gracias por ser parte de mi vida y compartir siempre momentos inolvidables de felicidad y alegría.

Con toda sinceridad, amor y cariño: Vladimir Lenin Vasquez Manuel

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico de Comitancillo por brindarnos los conocimientos que imparten en la carrera de Ingeniería en Agronomía y por haber permitido ser parte de su alumnado y formarnos profesionalmente.

Al Campo Experimental Cotaxtla perteneciente al INIFAP-CIRGOC, por darnos la oportunidad de desarrollar la presente tesis en el campo de investigación.

Al M.C. Pedro Márquez Castillo, por apoyarnos con sus conocimientos y fungir como asesor y revisor de la presente tesis.

A mis revisores; el Ing. Rodrigo Santiago Cabrera, Ing. Jesús Santos Osorio y M.C. Meinardo Bautista Ruiz, por ser parte de a comisión revisora, y por sus observaciones y recomendaciones para enriquecer el presente trabajo e investigación.

Al director de tesis profesional el Ingeniero Flavio A. Rodríguez Montalvo: por haber plasmado su experiencia y conocimiento en el presente trabajo y quien fue parte fundamental para su elaboración.

Al Dr. Mauro Sierra Macías, por ser un gran ser humano, por compartir su gran conocimiento, experiencias y momentos de chistes y ánimos que nos daba.

Al Ing. Artemio Palafox Caballero, por brindarnos su conocimiento y experiencia, cuando estuve en el campo Cotaxtla.

Al Dr. Pablo Andrés Mesa, por brindarnos su conocimiento y experiencia en el presente trabajo.

A la C. Enequina Pacheco, por su amistad y ayuda durante nuestra estancia en el programa de maíz.

A la C. Gladys Duarte, por su amista y ayuda durante nuestra estancia en el Campo Experimental.

Al Personal Investigador del Campo Experimenta Cotaxtla, en especial: M.C. Sergio Jácome Maldonado, M.C. Hugo Tosquy, Dr. Isaac Meneses Márquez, Dr. Marcos Vázquez Hernández, les agradecemos su apoyo y consejos en la elaboración del trabajo.

Al personal de campo del CECot, en especial: Tereso Valenzuela, Toño Valenzuela, Eddi Pulido, Alejandro León, Simón Leyva, Nayo, Ángel

Cajina, Honorato, Gilberto Peña, Rufino Portugal, por su amistad durante nuestra estancia en el Campo Cotaxtla.

A la familia Vergara Valenzuela, por habernos abierto las puertas de su casa, cuando realizamos nuestra estancia en el Campo Experimental Cotaxtla, haciéndonos sentir como de su familia, gracias por que aprendimos mucho de ustedes, le damos gracias a DIOS por haberlos puesto en nuestro camino y tengan por seguro que siempre les agradeceremos. Adriana, Alejandro, Manolo, Guadalupe, Toño, Álvaro, Dominga, Doña Mela y los niños (Ángel, Ingrid, Manolito y Valeria).

A los amigos; Minerva, las Magdalenas, Héctor, Carlos, Tomas, las Marías, Monse, Santiago^(†), Doña Bety, por habernos brindado su amistad, por los ratos agradables que pasamos con su compañía, les deseamos lo mejor de la vida y gracias.

A nuestra generación 2010-2014, los Agrónomos con especialidad en Fitotecnia por compartir momentos inolvidables dentro y fuera del grupo.

A todas las personas que de alguna manera nos apoyaron incondicionalmente.

ÍNDICE

| | Pág |
|--|------|
| ÍNDICE DE CUADROS | i |
| ÍNDICE DE FIGURAS | iii |
| ÍNDICE DE ANEXOS | viii |
| RESUMEN | 10 |
| CAPITULO I INTRODUCCIÓN | 12 |
| CAPITULO II OBJETIVOS E HIPÓTESIS | 18 |
| 2.1 Objetivo general | 18 |
| 2.2 Objetivos específicos | 19 |
| 2.3 Hipótesis | 19 |
| CAPITULO III REVISIÓN DE LITERATURA | 20 |
| 3.1 Situación actual de la producción de maíz | 20 |
| 3.2 Importancia y situación actual de la semilla mejorada de maíz blanco y amarillo en México | 25 |
| 3.3 Híbrido | 28 |
| 3.4 Línea | 29 |
| 3.5 Híbrido de cruza simple | 29 |
| 3.6 Manejo agronómico para maximizar la producción de semilla | 31 |
| 3.6.1 Fertilización | 31 |
| 3.6.2 Densidad de población | 33 |
| 3.6.3 Patrones de siembra de surcos hembra:macho | 39 |
| 3.7 Mantenimiento de la calidad de la semilla | 43 |
| 3.7.1 Aislamiento | 43 |
| 3.7.2 Sincronización floral | 44 |
| 3.7.3 Viabilidad del polen | 46 |
| 3.7.4 Distancia a la fuente de polen | 48 |
| 3.7.5 Exposición y receptividad de estigmas | 49 |
| 3.7.7 Forma y tamaño | 52 |
| 3.7.8 Calidad de semilla | 53 |

| | |
|---|-----|
| 3.7.9 Categorías de semillas ----- | 55 |
| CAPITULO IV MATERIALES Y MÉTODOS ----- | 57 |
| 4.1 Localización geográfica ----- | 57 |
| 4.2 Germoplasma utilizado----- | 58 |
| 4.3 Selección de lotes ----- | 59 |
| 4.4 Descripción del experimento ----- | 59 |
| 4.5 Manejo agronómico ----- | 62 |
| 4.6 Beneficio de semillas ----- | 69 |
| 4.7 Registro de variables y datos----- | 72 |
| 4.7.1 Variables registradas en crecimiento y desarrollo de planta ----- | 72 |
| 4.7.2 Variables de mazorca, semilla y rendimiento ----- | 75 |
| 4.8 Análisis estadístico ----- | 79 |
| CAPITULO V RESULTADOS Y DISCUSIÓN ----- | 84 |
| 5.1 Componentes de rendimiento y caracteres vegetativos ----- | 84 |
| 5.2 Características agronómicas de semilla ----- | 109 |
| CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ----- | 146 |
| 6.1 Conclusiones ----- | 146 |
| 6.2 Recomendaciones ----- | 149 |
| CAPITULO VII BIBLIOGRAFÍA ----- | 151 |
| ANEXOS ----- | 163 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro No. | | Página |
|---------------|---|--------|
| 1. | Genealogía y origen de las líneas liberadas por el CIMMYT, utilizadas en la formación de la craza simple del híbrido H-556 A.... | 58 |
| 2. | Diseño experimental utilizado..... | 60 |
| 3. | Fechas de los riegos de auxilio realizado en el Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola 2014 A..... | 64 |
| 4. | Cantidad de dosis por planta aplicados. Localidad. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola 2014 A..... | 66 |
| 5. | Fuentes de variación y grados de libertad para el diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas subdivididas..... | 80 |
| 6. | Cuadrados medios y significancia en componentes de rendimiento y caracteres vegetativos de la craza simple del híbrido H-566 A. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 86 |
| 7. | Efecto de la relación hembra:macho en componentes de rendimiento y caracteres vegetativos, en la formación de la craza simple del híbrido H-566 A. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 87 |
| 8. | Comparación de medias en componentes de rendimiento y caracteres vegetativos, en los factores densidad y fertilización. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014-2015..... | 90 |
| 9. | Comparación de medias para la interacción relación H:M x densidad (A X D) en componentes de rendimiento y caracteres vegetativos. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 94 |
| 10. | Comparación de medias para la interacción relación H:M x fertilización (A X F) en componentes de rendimiento y caracteres vegetativos. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 99 |
| 11. | Comparación de medias para la interacción densidad x fertilización (D X F) en componentes de rendimiento y caracteres vegetativos. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I | |

| | |
|---|-----|
| 2014/2015..... | 105 |
| 12. Cuadrados medios y significancia en caracteres de semilla, evaluadas en la formación de la cruza simple del híbrido H-566 A. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 112 |
| 13. Efecto de la relación hembra:macho en caracteres de semilla, en la formación de la cruza simple del híbrido H-566 A. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 113 |
| 14. Comparación de medias en componentes de rendimiento y caracteres vegetativos, en los factores densidad y fertilización. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 118 |
| 15. Comparación de medias para la interacción relación H:M x densidad (A X D) en caracteres de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 123 |
| 16. Comparación de medias para la interacción relación H:M x fertilización (A X F) en caracteres de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014-2015..... | 128 |
| 17. Comparación de medias para la interacción densidad x fertilización (D X F) en caracteres de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 136 |
| 18. Análisis marginal de un ensayo sobre relación H:M, densidad y fertilización en la cruza simple del híbrido H-566 A..... | 145 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura No. | | Página |
|------------|--|--------|
| 1. | Superficie mundial cosechada de maíz. Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT (2013)..... | 21 |
| 2. | Volumen de producción a nivel mundial. Fuente: Elaborada con datos de FAOSTAT (2013)..... | 22 |
| 3. | Rendimiento de maíz ($t\ ha^{-1}$) de los principales estados durante el 2013. Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP (2014)..... | 24 |
| 4. | Formación de la cruza simple del híbrido de maíz H-566 A..... | 30 |
| 5. | Localización del área de estudio. Campo Experimental Cotaxtla..... | 58 |
| 6. | Croquis del Campo Experimental Cotaxtla..... | 59 |
| 7. | Croquis de campo..... | 61 |
| 8. | Efecto de la relación H:M sobre el rendimiento de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 87 |
| 9. | Efecto de la densidad sobre el rendimiento de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 88 |
| 10. | Efecto de la densidad sobre la altura de mazorca. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 89 |
| 11. | Efecto de la fertilización sobre el rendimiento de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 91 |
| 12. | Efecto de la fertilización sobre la altura de planta y altura de mazorca. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 92 |
| 13. | Efecto de la fertilización sobre la longitud de mazorca. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 93 |
| 14. | Efecto de la interacción relación H:M x densidad sobre el rendimiento de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 95 |
| 15. | Efecto de la interacción relación H:M x densidad sobre la altura de | |

| | |
|---|-----|
| mazorca. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 96 |
| 16. Efecto de la interacción relación H:M x densidad sobre la altura de planta. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015. | 96 |
| 17. Efecto de la interacción relación H:M x densidad sobre longitud de mazorca. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 97 |
| 18. Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre el rendimiento de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 98 |
| 19. Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre la altura de planta. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015. | 100 |
| 20. Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre la altura de mazorca. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 101 |
| 21. Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre longitud de mazorca. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 102 |
| 22. Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre diámetro de mazorca. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 102 |
| 23. Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre número de semillas por hilera. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 103 |
| 24. Efecto de la interacción densidad x fertilización sobre el rendimiento de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 104 |
| 25. Efecto de la interacción densidad x fertilización sobre altura de planta. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 106 |
| 26. Efecto de la interacción densidad x fertilización sobre altura de mazorca. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 107 |
| 27. Efecto de la interacción densidad x fertilización sobre número de hileras en la mazorca. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 108 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 28. | Efecto de la interacción densidad x fertilización sobre número de semillas por hilera. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 109 |
| 29. | Efecto de la relación H:M sobre formas y tamaños de semilla (%). Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 114 |
| 30. | Efecto de la relación H:M sobre número de semillas en 1 kg. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 115 |
| 31. | Efecto de la densidad sobre formas y tamaños de semilla (%). Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 116 |
| 32. | Efecto de la densidad sobre número de semillas en 1 kg. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 117 |
| 33. | Efecto de la fertilización sobre formas y tamaños de semilla (%). Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 119 |
| 34. | Efecto de la fertilización sobre formas y tamaños de semilla (%). Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 120 |
| 35. | Efecto de la fertilización sobre número de semillas en 1 kg. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 121 |
| 36. | Efecto de la fertilización sobre número de semillas en 1 kg. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 122 |
| 37. | Efecto de la interacción relación H:M x densidad sobre porcentaje de semillas bola grande. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 124 |
| 38. | Efecto de la interacción relación H:M x densidad sobre porcentaje de semillas bola media. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 125 |
| 39. | Efecto de la interacción relación H:M x densidad sobre número de semillas en 1 kg plano grande. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 126 |
| 40. | Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre porcentaje de semillas plano grande. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 127 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 41. | Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre porcentaje de semillas plano medio. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 129 |
| 42. | Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre porcentaje de semillas bola grande. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 130 |
| 43. | Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre porcentaje de semillas bola medio. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 131 |
| 44. | Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre número de semillas en 1 kg de plano grande. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 132 |
| 45. | Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre número de semillas en 1 kg de plano medio. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 133 |
| 46. | Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre número de semillas en 1 kg de bola grande (NSBG). Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 134 |
| 47. | Efecto de la interacción densidad x fertilización sobre porcentaje de semillas plano grande. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 135 |
| 48. | Efecto de la interacción densidad x fertilización sobre porcentaje de semillas plano medio. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 137 |
| 49. | Efecto de la interacción densidad x fertilización sobre porcentaje de semillas bola grande. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 138 |
| 50. | Efecto de la interacción densidad x fertilización sobre porcentaje de semillas bola medio. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 139 |
| 51. | Efecto de la interacción densidad x fertilización sobre número de semillas en 1 kg de plano grande. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 140 |
| 52. | Efecto de la interacción densidad x fertilización sobre número de semillas en 1 kg de plano medio. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 141 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 53. | Efecto de la interacción densidad x fertilización sobre número de semillas en 1 kg de bola grande. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 142 |
| 54. | Efecto de la interacción densidad x fertilización sobre número de semillas en 1 kg de bola medio. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 143 |
| 55. | Curva de beneficios netos de los tratamientos dominantes..... | 144 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| Cuadro No. | Página |
|--|--------|
| A1. Cuadrados medios y significancia en caracteres de semilla, evaluadas en la formación de la cruza simple del híbrido H-566 A. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 163 |
| A2. Efecto de la relación Hembra:Macho en las características de semilla, en la formación de la cruza simple del híbrido H-566 A. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 164 |
| A3. Efecto de la relación Hembra:Macho en las características de semilla, en la formación de la cruza simple del híbrido H-566 A. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 164 |
| A4. Comparación de medias en las características de semilla, en los factores densidad y fertilización. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 165 |
| A5. Comparación de medias en las características de semilla, en los factores densidad y fertilización. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 165 |
| A6. Comparación de medias para la interacción relación H:M x densidad (A x D) en las características de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 166 |
| A7. Comparación de medias para la interacción relación H:M x densidad (A x D) en las características de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 166 |
| A8. Comparación de medias para la interacción relación H:M x fertilización (A x F) en las características de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 167 |
| A9. Comparación de medias para la interacción relación H:M x fertilización (A x F) en las características de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 167 |
| A10. Comparación de medias para la interacción densidad x fertilización (D x F) en las características de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 168 |

| | | |
|------------|--|--------|
| A11 | Comparación de medias para la interacción densidad x fertilización (D x F) en las características de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 168 |
| A12. | Comparación de medias para la interacción relación H:M x densidad x fertilización (A x D x F) en componentes de rendimiento y caracteres vegetativos. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 169 |
| A13. | Comparación de medias para la interacción relación H:M x densidad x fertilización (A x D x F) en las características de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 170 |
| A14. | Comparación de medias para la interacción relación H:M x densidad x fertilización (A x D x F) en las características de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 171 |
| A15. | Comparación de medias para la interacción relación H:M x densidad x fertilización (A x D x F) en las características de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 172 |
| A16. | Correlaciones de Pearson entre componentes de rendimiento y caracteres vegetativos de la cruza simple del híbrido H-566 A. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 174 |
| A17. | Análisis de presupuesto parcial de un ensayo sobre relación H:M, densidad y fertilización en la cruza simple del híbrido H-566 A, con 16 tratamientos..... | 175 |
| Figura No. | | Página |
| A1. | Efecto de la interacción relación H:M x densidad sobre porcentaje de semillas plano grande y plano medio. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 176 |
| A2. | Efecto de la interacción relación H:M x densidad sobre número de semillas en 1 kg bola grande. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 176 |
| A3. | Efecto de la interacción relación H:M x densidad sobre número de semillas en 1 kg bola media. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015..... | 177 |

RESUMEN

En México, el maíz es el cultivo más importante desde el punto de vista alimenticio, económico, industrial y social, se siembran cerca de ocho millones de ha y se producen 23, 000, 000 de t aproximadamente. Debido a que se intenta incrementar la producción de semillas por unidad de superficie, reducir costos de producción y maximizar el uso del suelo, durante el ciclo agrícola Otoño-Invierno 2014/15 se condujo una investigación en el Campo Experimental Cotaxtla, Veracruz, México, con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes patrones de siembra, fertilización y densidad de población óptimo, en la producción de semilla de la cruz simple de maíz (LT-161 x LT-162) progenitor hembra del híbrido amarillo H-566 A. El experimento se estableció bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y un arreglo de tratamientos en parcelas subdivididas, donde la parcela chica fueron las fertilizaciones (F) de N_2, P_2O_5, K_2O : 161-69-60, 207-69-60, 253-69-60 y 299-69-60, las parcelas medianas los tratamientos de densidad (D): 50 y 62,5 miles de plantas ha^{-1} y las parcelas grandes las relaciones hembra:macho: 4:2 y 6:2. Se realizaron mediciones en planta, mazorca y semilla, considerando 26 parámetros como variables de respuesta. Los datos se sometieron a un análisis de varianza, y separación de medias a través de la prueba de rangos múltiples de Duncan. Los análisis de varianza mostraron significancia para algunas variables en A, D, F, A x D, A x F y D x F. De acuerdo a lo anterior, aun cuando las relaciones H:M fueron estadísticamente igual numéricamente la relación 6:2 produjo mayor rendimiento de semilla $2216 kg ha^{-1}$,

la mejor fertilización prescindiendo de las densidades y relación H:M fue la dosis 253-69-60 con rendimiento de 2136 kg ha⁻¹. La mejor respuesta de la densidad se dio con la de 62,500 plantas ha⁻¹ presentando el mayor rendimiento, 2154 kg ha⁻¹. Con 62,500 plantas ha⁻¹ todas las fertilizaciones presentaron en general los mejores valores para cada variable.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

En 2012, el maíz producido en el mundo fue de aproximadamente 873 millones de toneladas (MT), cosechadas en 184 millones de hectáreas aproximadamente, y un rendimiento promedio de 5.5 t ha^{-1} (FAO, 2013). En México, el maíz es el cultivo más importante desde el punto de vista alimenticio, económico, industrial y social, se siembran cerca de ocho millones de ha y se producen 23, 000, 000 de t aproximadamente (SIAP, 2014). El rendimiento promedio de maíz en México es bajo (3190 kg ha^{-1}), siendo menores en temporal (2260 kg ha^{-1}) (SIAP, 2013). El consumo anual aparente es de $209.8 \text{ kg per cápita}$ (Morris y López, 2000).

En la región Sur-Sureste de México se siembra anualmente alrededor de tres millones de ha (38 % del total nacional), en estas áreas el promedio de rendimiento no rebasa las 2 t ha^{-1} debido principalmente a factores bióticos y abióticos (SIAP, 2012; Espinosa *et al.*, 2012).

Los bajos rendimientos obtenidos en el área tropical se deben, entre otros factores, al escaso uso de semillas mejoradas, ya que solo 22 % de la superficie se siembra con semilla certificada de variedades e híbridos y el resto con generaciones avanzadas de material mejorado y criollos regionales, de bajo potencial de rendimiento (Tosquy *et al.*, 1998; Cano *et al.*, 2000). Una forma de lograr aumentos significativos en la producción y al mismo tiempo mejorar la economía del agricultor, es mediante el uso de semillas mejoradas, los cuales son más eficientes en el aprovechamiento de los recursos naturales disponibles (Alonso, 2015).

La industria de semillas en México, se inicia a fines de la década de los cuarenta, sin embargo, aún en la actualidad, de las 7.9 millones de hectáreas que se cultivan, solo se siembra con semilla mejorada 30 %, ante este panorama se proyecta un amplio mercado nacional, sin embargo, la situación es complicada, porque el posicionamiento de las grandes corporaciones es muy elevado (Caballero, 1995; García y Erazo, 1997; Luna *et al.*, 2012).

En los últimos años en nuestro país la demanda por semilla híbrida de maíz, ha tenido un incremento significativo, por lo que ha, motivado a empresas particulares, Centros de Investigación y Universidades a dedicarse al estudio y producción de semillas híbridas (García y Erazo, 1997). Este incremento se ha dado sobre todo con la participación de Sinaloa y otras áreas de riego en el

país, constituyéndose estas zonas en las principales áreas productoras de maíz en México, con rendimientos elevados de siete y hasta 12 t ha⁻¹, que contrastan con rendimientos de 300 a 500 kg ha⁻¹ en zonas marginales y de bajas condiciones agronómicas (Espinoza *et al.*, 2002).

Entre las consideraciones importantes que se deben tener presente antes de la siembra de híbridos de maíz y que tienen un gran impacto sobre el rendimiento y la calidad de la cosecha son: densidad de población, patrones de siembra (relación hembra:macho), sincronización y desespigue entre otros. Ésta se realiza en lotes aislados de desespigamiento, donde la relación hembra:macho juega un papel muy importante, puesto que en base a ello se obtiene cantidad variable de semilla de la hembra (García y Erazo, 1997; Cervantes *et al.*, 1990).

En México hasta el 2012, el total de la superficie sembrada de maíz con semillas mejoradas era de 46 % y el resto de semilla criolla. En particular en el estado de Veracruz se sembraron 573 904 ha, de la cual el 51 % se sembró con semilla mejorada y 49 % con semilla criolla (SIAP, 2012), sin embargo, de acuerdo con (Donnet *et al.*, 2012), en México, en la actualidad, el nivel de ventas es de 2.66 millones de bolsas (sacos) de semilla mejorada, pero existe un mercado potencial cercano a 5 millones de bolsas, es decir casi el doble de los sacos que se comercializan actualmente.

En la actualidad muchos patrones de siembra (PS) son utilizados en los campos de producción de semilla debido a que se intenta incrementar la producción de semilla por unidad de superficie y reducir costos de producción, maximizar el uso del suelo, etc (García y Erazo, 1997). En maíz la relación hembra-macho (patrón de siembra) es importante, puesto que estos en muchos de los casos no son los óptimos y que en base a ello se define la cantidad de semilla a utilizar en proporción al manejo de surcos de hembra que pueden ser cubiertos eficientemente por un mínimo de surcos del macho (Caballero, 1995; Larios *et al.*, 2011 y Curtis, 1983).

La necesidad de producir más alimento, tanto para la población nacional como para el estado de Veracruz que presenta crecimiento constante, hace necesario que en los cultivos y específicamente en maíz se exploren diferentes factores controlables de la producción, que conduzcan al incremento en el rendimiento por unidad de superficie y reflejen mayor optimización tecnológica (Tosquy *et al.* 1998).

La semilla es uno de los insumos estratégicos en el proceso de producción (Espinosa, 1993); sin embargo, existen otros factores no menos importantes de los que depende el éxito de la producción de un cultivo. En países en desarrollo el uso de semillas mejoradas permitiría alcanzar niveles competitivos en la producción. Copeland y McDonald (2001), mencionan que las semillas de

variedades e híbridos son el medio para incrementar el rendimiento y calidad de las cosechas, al servir como puente entre el mejoramiento genético (la investigación) y el productor.

Tosquy *et al.* (1998) mencionan que la fertilización y la densidad de siembra se han considerado, desde hace tiempo, como los factores controlables de mayor importancia en la obtención de mejores rendimientos en los cultivos. Se ha enfatizado que en maíz ejercen alta influencia sobre los componentes de rendimiento y calidad de la semilla.

Pese a lo anterior, se han realizado escasos estudios sobre la generación de la tecnología apropiada para la producción de semilla de líneas progenitoras de híbridos simples y dobles, en donde estas se sometan a mayores densidades, diferentes dosis de fertilización y patrones de siembra (relación hembra:macho) es posible que expresen su máximo potencial productivo y con ello hagan más rentable la producción de semilla de líneas *per se* (Tosquy *et al.* 1998), lo que ha frenado en cierta medida la difusión y conocimiento de éstos por parte de los productores, debido a que las empresas semilleras al no contar con dicha información incrementan los genotipos en cantidades limitadas.

Dada la importancia de lo antes expuesto, fue motivo para realizar el presente estudio con el objetivo de estudiar la influencia de la relación H:M, densidad de siembra y abonado químico sobre el rendimiento y calidad de semilla de las líneas progenitoras de la cruza simple del híbrido de maíz H-566 A.

CAPITULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de diferentes patrones de siembra, fertilización y densidad de población óptimo, en la producción de semilla de categoría registrada de la cruza simple de maíz (LT-161 x LT-162) progenitor hembra del híbrido amarillo H-566 A, en el Campo Experimental Cotaxtla durante el ciclo agrícola Otoño-Invierno 2014/2015.

2.2 Objetivos específicos

Conocer el rendimiento de semilla, características agronómicas y Generar la tecnología de producción de semilla de categoría registrada de la cruza simple (LT-161 X LT-162) del maíz amarillo H-566 A.

Identificar qué factores de la producción influyen más en el rendimiento de la cruza simple (LT-161 X LT-162) en el híbrido de maíz H-566 A, para su recomendación en la zona centro de Veracruz.

2.3 Hipótesis

Ha: al menos uno de los diferentes tratamientos que incluyen patrones de siembra, densidad de población y fertilización, utilizados en la producción de semilla de categoría registrada de maíz de la cruza simple (LT-161 x LT-162) del H-566 A, incrementa el rendimiento sin disminuir su calidad total de la semilla.

CAPITULO III

REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Situación actual de la producción de maíz

El maíz es la especie cultivada de mayor importancia actual en los ámbitos mundial, nacional y estatal. Su producción y crecimiento en el mundo, resulta ya superior al arroz y el trigo (FAO, 2012); En el mundo se cosecharon durante el 2013 alrededor de 184 millones de hectáreas con maíz (Figura 1), destaca E.U con un 43 % de la superficie sembrada, seguido de China (27 %), Brasil (10 %), Argentina (4 %), Ucrania (4 %), India (3 %), México con el (3 %), Indonesia (2 %), Francia (2 %) y Canadá con el (2 %) respectivamente (FAOSTAT, 2013).

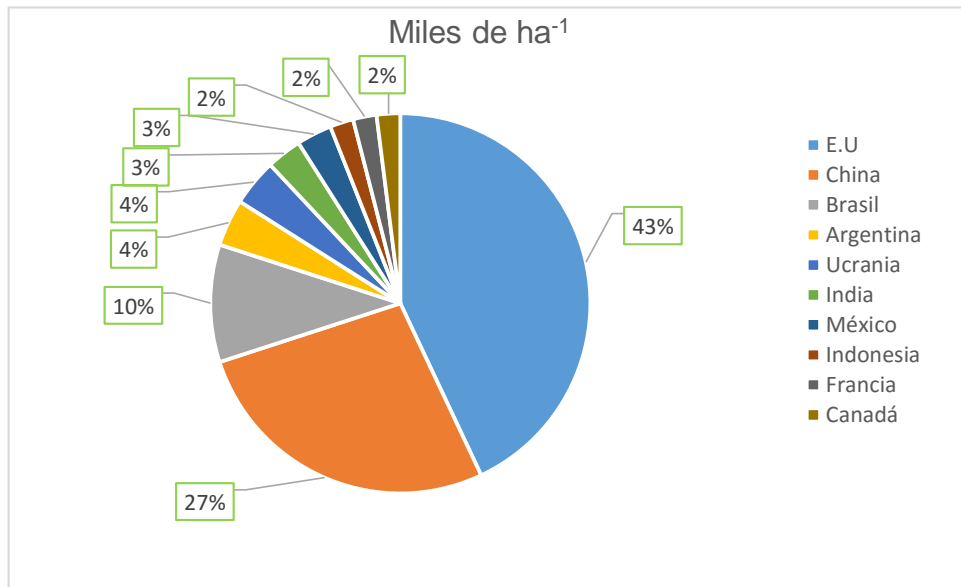


Figura 1. Superficie mundial cosechada de maíz. Fuente: elaboración propia con datos de FAOSTAT (2013).

En la (figura 2), se presenta el volumen de producción mundial durante el año 2013. E.U ocupa el primer lugar con 353.6 millones de toneladas, mientras que China participó con 217.8 millones de toneladas de la producción total. Aunque México no figura dentro de los primeros lugares, durante este año aportó 22.7 millones de toneladas.

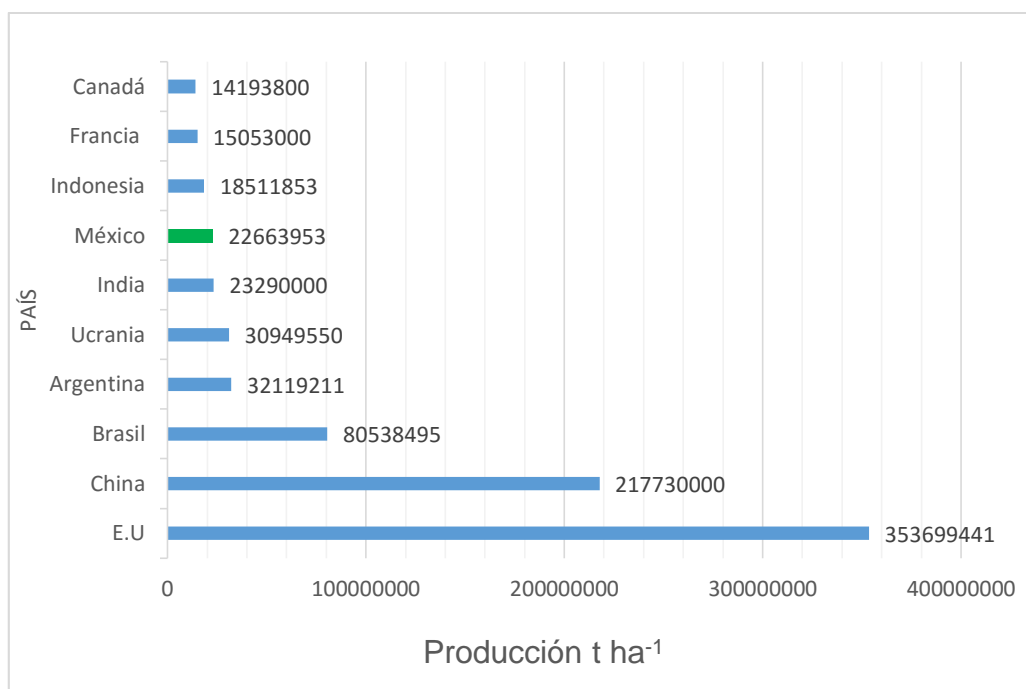


Figura 2. Volumen de producción a nivel mundial. Fuente: elaborada con datos de FAOSTAT (2013).

En México, el maíz es el cultivo agrícola más importante, desde el punto de vista alimenticio, industrial, político y social; participa con el 18 % del valor de la producción del sector agrícola, y concentra el 33% de la superficie sembrada en el territorio nacional. Cada Mexicano consume en promedio 123 kg de maíz anualmente, cifra muy superior al promedio mundial (16.8 kg *per cápita*) (Agroder, 2012). El consumo anual aparente es de 209.8 kg *per cápita* (Morris y López, 2000).

Por otra parte, México consume anualmente alrededor de 30 millones de toneladas de maíz, de las cuáles 74 % representan la totalidad de la producción nacional de maíz blanco (21.8 millones de toneladas), de este volumen 12 millones se destinan al consumo humano (maíces destinados a la industria harinera y de nixtamal, principalmente), 6 millones se destinan al autoconsumo, 2 millones son consumidas por el sector pecuario, y el resto se reparte entre semillas, mermas, inventarios y exportaciones. El maíz restante (26 %), se trata de maíz amarillo (7.8 millones de toneladas importadas principalmente de los E.U.), este es consumido por la industria productora de alimento pecuario balanceado, la industria cerealera, de frituras, botanas, féculas y almidones (Secretaría de Economía, 2012).

Con relación a los estados productores de maíz, siete son las entidades que concentran el 64.5 % del volumen de la producción total nacional (Figura 3), siendo Sinaloa el principal productor, al concentrar el 16.6 % del total, le siguen en importancia Jalisco (14.7 %), Michoacán (8.2 %), Estado de México (7.1 %), Chiapas (6.4 %), Guerrero (5.9 %) y Veracruz (5.8 %) (Financiera Nacional de Desarrollo, 2014).

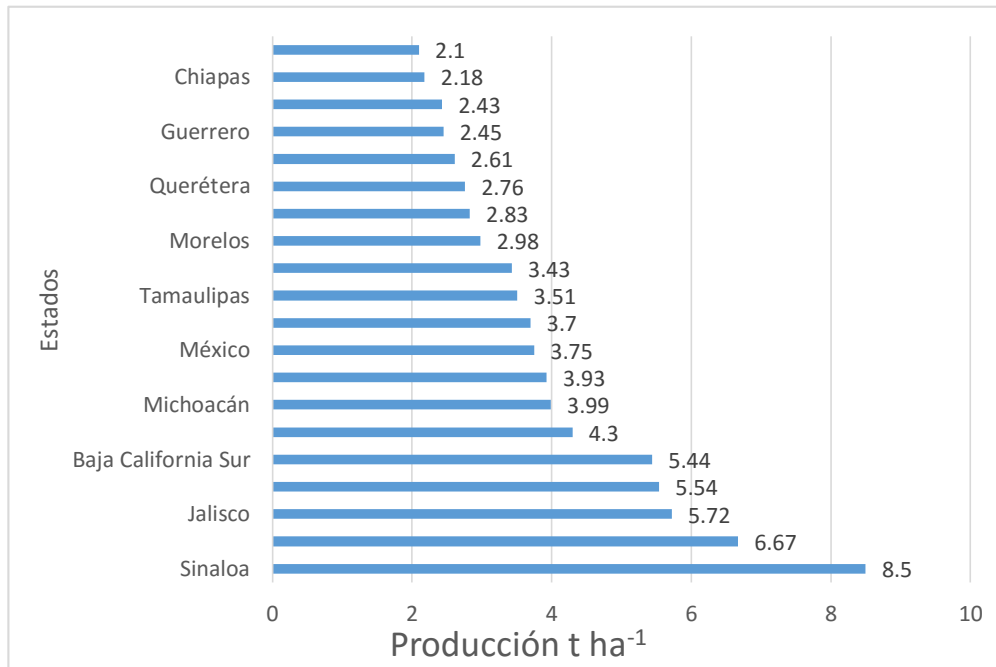


Figura 3. Rendimiento de maíz (t ha⁻¹) de los principales estados durante el 2013. Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP (2014).

El maíz representa una de las principales actividades productivas desarrolladas en Veracruz, tanto por agricultores de autoconsumo como por empresariales. En este estado durante el ciclo 2012 tuvo una superficie total cosechada de 553 mil hectáreas, con un rendimiento de 2.3 t ha⁻¹, obteniendo un volumen de producción de 1.2 millones de toneladas (SIAP, 2014).

3.2 Importancia y situación actual de la semilla mejorada de maíz blanco y amarillo en México

La industria de semillas en México se compone de: agricultores individuales, grandes empresas multinacionales, empresas privadas nacionales, y dependencias de investigación pública. El sector privado tiene 94 % de la cuota de mercado, y el resto es del sector público (USDA, 2008).

Datos publicados por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2010) señalan que en 2010 el consumo de semilla mejorada de maíz en el país fue de 162 mil toneladas. En ese año se produjeron 75 mil toneladas con la que se cubrió sólo 47 % de la superficie sembrada total (7.86 millones de hectáreas).

Las semillas de calidad de variedades mejoradas de maíz son el insumo para aumentar la productividad del cultivo (Copeland y McDonald, 2001; Barrón, 2010). En México, durante el 2012 se cosecharon 4537 ha⁻¹ con un rendimiento de semilla de 7,72 t ha⁻¹ para una producción de 35 025 toneladas; cantidad necesaria para sembrar 1 751 250 hectáreas, que constituyen el 21,81 % de la superficie sembrada con este cultivo (SIAP, 2013).

La información del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semilla (SNICS) señala que la cobertura de la superficie sembrada con semilla certificada de granos básicos (entre ellos el maíz) es aproximadamente 40 %

(Rodríguez-Flores, 2011). La tasa anterior indica un aumento importante en los últimos 15 años, ya que en 1996 sólo 20.3 % de la superficie de maíz se sembraba con variedades mejoradas (Morris y López-Pereira, 2000).

Aunque el uso de semilla mejorada ha aumentado en los últimos 15 años, el padrón de adopción ha sido irregular y su uso se ha concentrado en zonas de producción comercial (Aquino-Mercado *et al.*, 2009). Datos del directorio de productores, obtentores y comercializadores de semilla del 2009 indican que la producción de semilla se concentra en estados del Noroeste y de El Bajío (Luna-Mena *et al.*, 2012). Por ello, no es casualidad que entre los estados con mayor consumo de semilla mejorada se encuentren Sinaloa, Sonora, Jalisco y Guanajuato, en los cuales la superficie sembrada con este tipo de insumo es mayor de 70 % (Ortega- Paczka, 2003).

Por su parte, el rendimiento promedio de maíz blanco ha crecido aproximadamente a una TMCA de 2.1 % durante los últimos cinco años. No obstante, en 2011 se espera una reducción en el rendimiento promedio nacional y se ubique en 3 t ha⁻¹ (versus 3.2 en 2010), debido a la caída de éste en Sinaloa. No obstante, en 2012 se estima que el rendimiento alcance las 3.3 ton ha⁻¹ y alcance las 3.6 t ha⁻¹ al final del periodo de estudio. En este sentido, para el año 2011, se espera una producción de 20.2 millones de toneladas (MT). En 2012, la expectativa de precio incentivará la superficie sembrada y por ende se espera una producción de 23.7 millones de toneladas (MT). Al final del periodo

de estudio se espera que ésta supere las 25.6 millones de toneladas (MT) (SFA-SAGARPA, 2011). Por otro lado, en 2011, se estima un consumo de aproximadamente 20 (MT); el cual se divide en: autoconsumo, 5.4 (MT); comercializado, 11.9 y pecuario 2.4 (MT) y el resto se utiliza para semilla u otros usos y finalmente, merma. Para 2020, se estima un consumo de 24.6 (MT). La producción de maíz amarillo representa aproximadamente el 5 % de la producción nacional de maíz en México. Asimismo, contrario al superávit de maíz blanco, el mercado de maíz amarillo es deficitario. En México, se consumen aproximadamente 11 (MT) anuales de maíz amarillo. Alrededor del 70 % de éste se destina a forraje y el 25 % a la industria almidonera, el resto es para consumo humano y otros usos.

En 2011 se estima que la superficie sembrada de maíz amarillo sea de 403 mil ha⁻¹ con un rendimiento promedio de 5.1 t ha⁻¹, lo que producirá un volumen de 1.97 millones de toneladas (MT). En el largo plazo se estima que la superficie sembrada supere las 439 mil ha⁻¹, un rendimiento promedio de 5.4 t ha⁻¹ y que la producción nacional supere las 2.28 (MT) (SFA-SAGARPA, 2011).

El impacto actual en el comercio de semilla de las variedades mejoradas de maíz liberadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y por otras instituciones públicas, es limitado, a pesar de que existen materiales genéticos destacados. Una causa es la insuficiencia, en número y tamaño, de empresas productoras de semilla que multipliquen este

insumo; además, su abastecimiento de semilla registrada no es adecuado ni oportuno, por lo que es frecuente que los planes de las empresas de semillas, usuarias del INIFAP, reduzcan sus programas de producción. Por ello se requiere propiciar y apoyar el desarrollo de empresas mexicanas productoras de semilla de maíz y de otras especies, para garantizar el abastecimiento de semilla certificada (González *et al.*, 2008).

3.3 Híbrido

El híbrido es el producto del apareamiento de individuos de genotipos diferentes, en México se han ensayado cruzamientos en distintas regiones del país. Poehlman y Allen (2003), indican que el maíz híbrido es la progenie de la primera generación de un cruzamiento entre líneas endogámicas o híbridos entre ellos. La producción de maíz híbrido involucra:

- La obtención de líneas auto fecundadas.
- La determinación y obtención de líneas auto fecundadas que puedan combinarse en cruza productivas.
- Utilización comercial de las cruza para le producción de semilla.

Sierra (1991), define que un híbrido no es más que el resultado del cruzamiento, ya sea entre dos variedades, dos líneas, entre líneas por

variedad, entre cruza simples. Indica que el número de líneas para formar un híbrido son:

- Híbridos de cruza simple: Línea A x Línea B.
- Híbridos de tres elementos: (línea A x línea B) x Línea C.
- Híbridos de cruza doble: (líneas A x línea B) x (línea C x línea D).

3.4 Línea

De la loma (1982), menciona que el concepto de línea pura se debe al botánico Danés Wilhelm L. Johannsen, el cual la define como “la descendencia de un solo organismo homocigótico, obtenida exclusivamente por autofecundación. Reyes (1985), define a la línea pura como el conjunto de individuos que tienen igual constitución genética que sus progenitores, siendo genéticamente idénticos entre sí.

3.5 Híbrido de cruza simple

Es el que se obtiene del cruzamiento de dos líneas, por lo que el procedimiento de este tipo de semilla híbrida es muy sencillo y único, ya que solo es necesario cruzar la línea A (macho) con la línea B (hembra) y, así obtener semilla de un híbrido de cruza simple (Tadeo *et al.*, 2001). En la (Figura 4), se muestra el proceso de obtención de la cruza. El maíz híbrido de cruza simple se cultiva comercialmente en sitios donde el consumo de maíz tiene mucha demanda, son

híbridos obtenidos a base de líneas suficientemente productivas como tales, con lo que el costo de la semilla no es tan elevado (Ramírez, 2006).



Figura 4. Formación de la cruce simple del híbrido de maíz H-566 A.

Una cruce simple es la resultante de la primera generación del cruzamiento entre dos líneas homocigotas. Dicha cruce se utiliza en la formación de algunas de las clases de híbridos considerados en regla para la calificación de semilla de maíz. Lo anterior no excluye la posibilidad de destinar la semilla producida para siembras comerciales o para cualquier otro uso; no obstante, esta decisión le compete exclusivamente al productor de la misma (Carballo *et al.*, 2015).

3.6 Manejo agronómico para maximizar la producción de semilla

3.6.1 Fertilización

La fertilización deberá ser aplicada para alcanzar el máximo rendimiento y calidad de semilla, pero considerando la rentabilidad económica y ambientales. La dosis de fertilización adecuada, varía de acuerdo con las condiciones edáficas y climáticas, aunque también se debe considerar el material a ser producido (García, 2013). En general las líneas endogámicas tienen un sistema radicular más pobre que los híbridos por lo que son más sensibles a las deficiencias y desbalances nutrimentales. Se recomienda realizar un análisis de suelo y éstos relacionarlos con los registros de respuesta de los progenitores a la fertilización (Beck, 2002). Al respecto, Vallejo *et al.* (2008) señalan que en caso de que no haya estudios de la respuesta de los progenitores a las dosis de fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio (NPK), podrían tomarse como referencia la dosis utilizada en la producción de grano de la región más un 20 % adicional para compensar la falta de vigor de las líneas endogámicas.

Cueto y colaboradores (2006), reportaron que no hubo diferencia significativa para la dosis de nitrógeno en el rendimiento de materia seca, mientras que el rendimiento de grano e índice de cosecha no fueron afectados significativamente al aumentar la dosis de nitrógeno de 125 a 375 kg N ha⁻¹. El

mayor rendimiento unitario de materia seca implica necesariamente una mayor demanda de nitrógeno.

En evaluaciones del efecto de la fertilización nitrogenada, se menciona que en maíz el peso del grano y el número por mazorca están influenciados positivamente por la disponibilidad de nitrógeno (Lemcoff y Loomis 1986). Evaluaciones de una cruz simple de maíz en dos dosis de nitrógeno (0 y 167 kg ha⁻¹) y dos densidades de población (36 600 y 73 200 plantas ha⁻¹), muestran que el rendimiento de grano estuvo más relacionado con la densidad de población que con la fertilización nitrogenada, y fue más dependiente del número de granos por mazorca que del tamaño de los mismos; en este sentido, hubo una reducción del peso de grano y mazorca con el incremento en la densidad de población (Lemcoff y Loomis 1994).

Barbieri *et al.* (2000) concluyeron que con bajos niveles de nitrógeno disminuyó el número de granos por mazorca y el rendimiento; mientras que al reducir la distancia entre surcos estos caracteres se incrementaron significativamente. En muchos estudios, se afirma un efecto positivo del nitrógeno en el rendimiento de grano, en el número de semillas por mazorca y en el peso de la semilla de híbridos de maíz (Osborne *et al.* 2002).

Evaluaciones de tres dosis de fertilización y cuatro densidades de población (45, 60, 75 y 80 mil plantas ha⁻¹) en dos cruces simples de maíz, muestran que

es recomendable utilizar la densidad de 60 mil plantas/ha en los lotes de producción de semilla donde las cruzas simples se utilicen como progenitores hembra, ya que, además de tener un buen rendimiento de semilla, se facilita el manejo del cultivo. También se señala que la respuesta típica de las plantas a suelos de baja fertilidad conduce a la reducción de la cantidad de semilla producida, más que en su calidad (Espinosa y Tadeo 1992).

Cano *et al.* (2001) realizaron un trabajo de Fertilización y densidad de población en genotipos de maíz bajo condiciones de temporal y obtuvo que la densidad que aportó el mayor rendimiento fue de 62,500 plantas ha⁻¹ la cual presentó un bajo porcentaje de plantas “jorras” y el mejor genotipo para rendimiento de grano fue el híbrido experimental HTV-1 con 6,74 t ha⁻¹ que superó en 1,5 t ha⁻¹ al testigo comercial H-513.

3.6.2 Densidad de población

La población óptima se define como el número menor de plantas por unidad de superficie capaz de producir el máximo rendimiento. La relación entre rendimientos y cantidad de plantas es una función compleja afectada por otros factores de productividad como suelo, clima, variedad y fertilización. Cultivos con menor distancia utilizan mejor la luz y mantienen la humedad del suelo (Aldrich y Leng, 1974).

Densidades de población usadas en la actualidad en campos de producción de semilla varían de 54 000 a 64 000 plantas ha⁻¹, para líneas endogámicas progenitoras hembras (Wych, 1988). Sin embargo, un aspecto que es necesario considerar es el que se refiere a la efectividad del desespigamiento de poblaciones densas. Si bien pueden obtenerse mayores rendimientos, existen pruebas que indican que el límite superior para realizar el desespigamiento con los métodos actuales se alcanza cerca de las 60 000 plantas ha⁻¹ (Curtis, 1980). Mientras que en los progenitores macho se recomienda utilizar densidades de población más altas que en las hembras, 65 a 70 mil plantas por ha⁻¹, debido a que se busca tener mayor producción de polen por unidad de superficie (García *et al.*, 2014).

Una alternativa reciente en la producción de semilla híbrida de maíz es el incremento de la densidad de siembra en las plantas polinizadoras como estrategia para incrementar la oferta de polen por unidad de superficie durante el período de floración (Marcantonio, 2004).

Los cambios que se producen en el rendimiento con el aumento de la densidad de plantas incrementan al principio y luego descienden y que estos cambios, en realidad son de la forma de una parábola, además que los bajos rendimientos a bajas densidades de siembra son debido a la escasez de plantas y en altas densidades de población provocan esterilidad (Ajamnourozi y Bohrani 1998);

también afirman, que la densidad de plantas en cada región está determinada por la competencia para la obtención de agua, luz y nutrientes.

La densidad de población ha sido un factor muy importante para contribuir a incrementar el rendimiento en maíz. Por tal motivo, varias investigaciones han estudiado el efecto de la densidad de población en la producción de semilla de maíz (Sprague 1985, Gutiérrez y Luna 2002) indicando que la densidad óptima de plantas para producción de semilla puede variar entre 40 y 100 mil plantas/ha.

Al incrementar la densidad de población en maíz (33 300, 44 400 y 66 600 plantas/ha), se incrementó el rendimiento y el número de mazorcas por m². Sin embargo, el número de semillas por mazorca fue mayor con 33 300 planta/ha y el peso de grano disminuyó con el incremento en la densidad de población (Roy y Biswas 1992). De la Cruz *et al.* (2009) llegaron a las mismas conclusiones para rendimiento en poblaciones de maíz tropical. Por otro lado, Kresovic *et al.* (1997) concluyeron que un aumento en la densidad de 49 300 a 59 500 plantas/ha, el rendimiento de grano incrementó de 11,14 a 15,02 toneladas por hectárea en híbridos de maíz. Sin embargo, Nielson (1988) informó que con un aumento en la densidad de 44 444 a 88 888 plantas/ha, la producción de maíz aumentó en un 2,7 por ciento. Además señala que el estrés por agua y la falta de nitrógeno requerido por las plantas, también puede aplicar presión sobre el crecimiento y el rendimiento de maíz.

Con el incremento en la densidad de población disminuye el número de plantas que producen mazorca, aunque aumenta el rendimiento por unidad de área (González *et al.* 1984). Oyervides *et al.* (1990) evaluaron 40, 80 y 120 mil plantas/ha en líneas de maíz, encontrando que los aumentos en la densidad de población indujeron una mayor altura de planta, retrasaron la floración masculina y femenina y hubo una reducción en el número de mazorcas por planta.

Se determinó la influencia de la densidad de población y la fertilización nitrogenada en el rendimiento de maíz en Nebraska, USA, y se concluyó que con un incremento en la población se aumenta el rendimiento (Blumenthal *et al.* 2003). Por otro lado, este respondió favorablemente al incremento en la fertilización nitrogenada (Bravo y Chan 1987).

En un estudio para evaluar la respuesta de cruza simples de maíz a diferentes densidades de población y niveles de nitrógeno, Yasari *et al.* (2012), encontraron que niveles altos de nitrógeno (350 kg/ha) incrementaron el rendimiento de grano. Por otro lado, altas densidades de población (95 000 plantas ha⁻¹) disminuyen el número de semillas por hilera y de hileras por mazorca; mientras que la aplicación del nitrógeno no afectó estos caracteres.

Cervantes *et al.* (2013), evaluaron en una crusa simple de maíz tres densidades de población (60, 75 y 90 mil plantas ha⁻¹) y tres niveles de nitrógeno (150,250 y

350 kg ha⁻¹), encontraron que la densidad de población afectó estadísticamente el rendimiento, la floración y el índice de prolificidad. Mientras que ambos factores no tuvieron efectos significativos en las variables de características de mazorca. Para la interacción D x F solo afectó estadísticamente el rendimiento de semilla en campo.

Feizbakhsh *et al.* (2007), indican que con el aumento de las densidades de plantas se incrementan los rendimientos, aunque se espera una reducción en el tamaño de mazorca, este se compensa por el mayor número de ellas.

El componente del rendimiento más afectado por la densidad es el número de granos que alcanzan la madurez, el mismo se asocia con la capacidad de crecimiento de la planta durante la floración, a medida que el crecimiento por planta disminuye por incremento en la densidad, la caída en el número de granos fijados en la planta se hace más abrupta (Campodónico, 2012).

Bolaños (1993) menciona que existe un efecto en las densidades de población en diversos genotipos con respecto a la producción de semilla, siendo las mejores densidades 60,000 y 70,000 plantas ha⁻¹, mientras que Gordon *et al.* (1993) evaluaron densidades altas y bajas de maíz y encontraron que a medida que se reduce la densidad mejora la sincronía floral entre las dos floraciones y el número de mazorca por planta tiende a incrementarse. De igual manera,

Torres (1992) al trabajar con densidades de población en el cultivo de maíz, encontró que a altas densidades, la interacción genotipo ambiente hace que el fenotipo y la heredabilidad cambien en algo sus magnitudes, así mismo reporta que a densidades bajas las plantas presentan mejor calidad, rendimiento, ancho de grano, espesor del grano, número de hileras y peso de la mazorca.

El CIMMYT (2010) realizó un trabajo para evaluar el efecto de densidad en la floración de hembras, floración macho y rendimiento de tres líneas y tres híbridos a densidades de 33,000 y 66,000 plantas ha^{-1} , se encontró diferencia significativa en las variables con un incremento del 20 %, por lo que nos indica que a medida que se elevan las densidades aumentan los rendimientos, pero las floraciones se mantienen muy similares sin afectar su desarrollo.

Rutger (1971), al comparar líneas de maíz y sus cruza simples bajo tres densidades de población (37,000, 62,000 y 86,000 plantas por hectárea), se observó que las primeras mostraron mayor respuesta que los híbridos, ya que al pasar de 37,000 a 86,000 pl/ha, el rendimiento se incrementó en 48 y 37 por ciento para líneas y cruza simples, respectivamente. Sin embargo, enfatizó que el rendimiento individual más alto para las líneas se logró al tener 62,000 pl ha^{-1} .

Carrera y Cervantes (2006) evaluaron la respuesta a densidades de población en cruzas de maíz tropical y subtropical adaptadas a los Valles Altos, manejando 60 000, 70 000 y 80 000 plantas ha⁻¹, obteniéndose resultados que mencionan que con el aumento de la población de 60,000 a 80,000 plantas ha⁻¹, los genotipos de maíz tuvieron un incremento en el número de días a floración y una reducción en longitud de mazorca, peso de 200 granos y número de mazorca por planta, pero sin efecto significativo en rendimiento de grano.

Virgen *et al.* (2014), Indican que la densidad de población de 82,500 plantas ha⁻¹ se incrementó 13.05 % en rendimiento de semilla en comparación con la de 62,500 plantas ha⁻¹, sin afectar significativamente el tamaño, que está íntimamente relacionado con el establecimiento rápido y uniforme de cultivo en los lotes de producción de semilla; así mismo, disminuyó en 2.75 % el peso de mil semillas. Del mismo modo, en cruzas simples progenitoras de híbridos, se detectó que la densidad de población de 80,000 plantas por ha⁻¹, superó estadísticamente el rendimiento obtenido con 50,000 plantas por ha⁻¹ (Espinosa *et al.*, 2010).

3.6.3 Patrones de siembra de surcos hembra:macho

La relación hembra:macho utilizada en un lote de producción de semilla, tiene mucha importancia por la cantidad de polen producido y la cobertura que el genotipo utilizado como macho tiene hacia los genotipos utilizados como

hembra, aspecto que impactará en el rendimiento de semilla por superficie útil y en la utilidad económica del productor de semilla (Cervantes *et al.*, 1990; Rivas, 2010). Esta capacidad es influenciada por diversos factores, entre los que está la relación de porte de las plantas macho y hembra y la cantidad de polen producida por los machos. Lógicamente se busca la mayor proporción posible, es decir, más plantas hembras que machos, pues las semillas serán cosechadas solamente de las plantas hembras que tengan las semillas híbridas (Zanovello, 2008). Las líneas de machos serán muchas veces destruidas después de que concluye la polinización a los surcos hembra (Vallejo *et al.*, 2008).

Los patrones de siembra en los campos de producción de semilla incluyen 4:1 (cuatro surcos del progenitor femenino por un surco del parental masculino), 4:2 y 6:2. En los casos de las proporciones 4:1 y 4:2, la mitad de los surcos del progenitor femenino están adyacentes al parental masculino. El patrón 6:2 es comúnmente utilizado en la multiplicación de cruzas dobles, aunque puede ser usado para la producción de cruzas triples y simples, pero está restringido a que el progenitor masculino libere abundante polen (Wych, 1988).

Actualmente es factible generar genotipos con una arquitectura que permita siembras con altas densidades de población, por lo anterior es posible implementar un patrón de siembra conocido como compacto (PSC), que utiliza el 100 % de la superficie sembrada con material femenino y se intercala un

surco del progenitor masculino en cada dos, tres o cuatro surcos de la hembra, posteriormente se elimina el macho después de la polinización, para disminuir la competencia durante la etapa de maduración, además de evitar contaminaciones durante la cosecha (Beck, 2004; Córdova, 1986). El sistema de siembra compacta se sugiere en la producción de híbridos donde se incluya un progenitor hembra de porte bajo a intermedio, de tal forma que el macho no sea sombreado y se afecte la liberación de polen (Vallejo *et al.* 2008).

Casiano y Espinosa (1990), observaron que la relación 4:1 propició mayor rendimiento de semilla total con 4182 kg ha⁻¹. Tomando en cuenta que la relación 4:1 es semejante a la relación 8:2, ya que ambas representan una proporción de 80 % de hembras, cabría esperar un comportamiento similar; sin embargo, mencionan que 4:1 produce 38.7 % más semilla total que 8:2, con 3014 kg ha⁻¹; en contraste, la relación 4:2 representa el 66 % de hembras y su rendimiento total fue semejante a 4:1, siendo estas dos relaciones las mejores.

Ramírez (1992) investigó el efecto de diferentes patrones de siembra tradicionales (1:1, 2:1, 3:1 y 4:2) sobre el rendimiento, calidad física de la semilla híbrida de maíz, encontrando que el rendimiento fue significativo entre los patrones de siembra evaluados; siendo el mejor tratamiento el 3:1 con un rendimiento de 4.22 t ha⁻¹ superando a los demás patrones de siembra en 0.22 t ha⁻¹ al 4:2, 0.69 t ha⁻¹ al 1:1 y en 0.88 t ha⁻¹ al 2:1, por lo que se recomienda

usar el patrón 3:1 debido al mejor aprovechamiento de la cantidad de polen donado por las plantas utilizadas como macho.

Al estudiar las relaciones hembra:macho 4:1, 5:1 y 4:1 modificado como sistemas de siembra para la producción de semillas, en donde las tres primeras relaciones tuvieron un distanciamiento de 0.75 metros entre surcos y la relación 4:1 modificada se sembró con un distanciamiento entre hembra y macho de 0.65 metros entre surcos; se detectó un mayor rendimiento en la relación 5:1 (0.64 ton ha^{-1}) superior respecto al testigo 4:1, esto debido a que existió cobertura completa en los surcos hembra (Córdova y Calderón 1987).

Al evaluar en el sistema compacto las relaciones 4:1, 5:1 y la relación 4:1 tradicional como testigo, con el híbrido de maíz H-5, se encontró que el rendimiento de grano en la siembra 4:1 compacta fue superior a las otras dos relaciones evaluadas. Esto debido principalmente al cosechar un número mayor de plantas hembra y por lo tanto mayor número de mazorcas por superficie (Solórzano *et al.*, 1987).

Con respecto a los resultados reportados por los autores antes citados, Caballero (1995) no detectó diferencias significativas al evaluar los patrón de siembra tradicional: 8:2, 6:2, 4:2 y 3:1 y los PS compacta: 6:1, 4:1 y 2:1.

García y Erazo (1997), evaluaron el efecto de diferentes relaciones hembra:macho en el rendimiento y calidad de la semilla del híbrido de maíz H-135, encontraron que para rendimiento de semilla no se detectaron diferencias significativas entre patrones de siembra, por lo que resulta igual sembrar el patrón 6:2 o cualquiera de los patrones en estudio.

En la producción de semillas se usan generalmente dos surcos con plantas del progenitor que servirá como macho y cuatro o seis surcos del progenitor que servirá como hembra. Además, se menciona que si el progenitor masculino es poco productor de polen se sembrarán dos surcos del macho y cuatro surcos de hembra sucesivamente. En cambio, cuando el progenitor masculino produzca polen abundante. La relación será de dos surcos del macho por seis surcos del progenitor femenino (Robles, 1986).

3.7 Mantenimiento de la calidad de la semilla

3.7.1 Aislamiento

Para producir buena semilla híbrida, el campo de cruzamiento debe aislarse de otro maíz para evitar la contaminación de polen extraño. Los campos en los que se están produciendo cruza simples deben de estar por lo menos a 200 metros de otro maíz, o el equivalente a través de barreras naturales o surcos polinizadores extras. (Poehlman y Allen, 2003; Delorit y Ahlgren, 1970).

Carballo *et al.* (2015), indican dos formas de aislamiento para la producción de semilla de maíz en híbridos de cruza simples: Por distancia, para producir semilla de la categoría Registrada, se requieren 300 m como distancia mínima de aislamiento del progenitor femenino en el lote para producción con relación a cualquier otro campo de maíz. En el caso de la categoría Básica dicha distancia tiene que ser de 400 m. No se requiere aislamiento para la producción de semilla mediante polinización controlada. Aislamiento por fecha de siembra, la siembra debe programarse de tal manera que la emisión de estigmas en el lote para producción de semilla no coincida con la liberación de polen en el campo de maíz contaminante. Una diferencia de tres semanas puede ser suficiente para evitar que haya coincidencia entre la emergencia de estigmas de las plantas hembras de una unidad y la liberación de polen de los surcos macho de la unidad contigua (SNICS, 1975).

3.7.2 Sincronización floral

Un problema importante que enfrentan los fitomejoradores y productores de semilla de maíces híbridos es el uso de progenitores que difieren en su período de floración; en estos casos es necesario establecer los dos progenitores en diferentes fechas de siembra para lograr una mejor sincronización floral, lo que significa que los surcos hembra deben de sembrarse antes o después que los surcos macho dependiendo de los días a floración femenina (emergencia de

estigmas) y de los días a la floración masculina “liberación de polen” (Mora *et al.*, 1992a; Ortiz, 2005).

La falta de sincronía es un factor limitante en el proceso de producción de semilla híbrida ya que origina disminución en rendimiento de semilla híbrida por la falta de polinización del macho, así como la producción de tipos de semilla “bola” que son menos preferidos por los productores que los “planos” (Vallejo *et al.*, 2008). Para solucionar el problema de falta de sincronización en la floración de los progenitores y, además, evitar las siembras diferenciales de los mismos, se han usado diferentes técnicas correctivas como: uso de fertilizantes foliares y reguladores de crecimiento (Anderson *et al.*, 1984; Singh y Shelke, 1984; Mora *et al.*, 1992a), aplicación de riegos, uso de densidades de siembra (PRONASE, 1974), corte del follaje o poda (Dungan y Gausman, 1951; Cloninger *et al.*, 1974; Mora *et al.*, 1992b), así como el uso de flameo (Green, 1949).

MacRobert (2014), menciona los efectos de una mala sincronización en el rendimiento semilla de maíz: El polen es producido antes de la emisión de estigmas o ésta ocurre después de la producción de polen.

- Solo la base de la mazorca es polinizada y la punta quedará vacía.
- Cuánto rendimiento se pierde depende del porcentaje de grano formado, pero los granos de la base de la mazorca suelen ser más grandes y compensan mejor las pérdidas que los granos más pequeños que se forman en la punta.

- Es de esperarse que haya una mayor proporción de semillas grandes y redondas en comparación con las otras clases de semilla.

La emisión de estigmas ocurre antes de la producción de polen, o el polen es producido de manera tardía.

- Las puntas de la mazorca se llenan, pero las bases no.
- La pérdida de rendimiento suele ser grande, porque aunque estén presentes los granos pequeños de la punta, faltan los granos grandes de la base.
- Las semillas son, en su mayoría, pequeñas, redondas y gruesas, y solo una pequeña porción puede clasificarse como semilla plana intermedia.

3.7.3 Viabilidad del polen

Un aspecto importante durante la polinización es la viabilidad del polen, se debe tomar en cuenta que las temperaturas superiores a 35 °C, durante el período de polinización, causan la muerte al polen. Considerando el gran número de granos de polen producido, la producción de semilla normalmente no resulta afectada si sobrevive el 10 % de éstos (Poehlman y Allen, 2003). La viabilidad normal del polen es de 18 a 24 horas bajo condiciones favorables (baja temperatura y alta humedad relativa); sin embargo, altas temperaturas influyen drásticamente en su viabilidad; de tal manera que cuando el polen es expuesto a una temperatura de 40 °C por 45 minutos solo permanece viable el 5 %, o

bien, cuando se poliniza en el día a una temperatura de 36 °C el polen permanece viable sólo por tres horas (Luna, mencionado por Rivas, 2010; Jones y Newell, 1948). Para determinar la vitalidad del polen de maíz, Ñopo y Carrillo (1977) determinaron en laboratorio que un medio de pH 7.3, permite mayor germinación de polen, siendo gradualmente menor en los medios de pH 6.8 y 5.6; además observaron que una temperatura optima de 30 °C y la oscuridad son las mejores condiciones de incubación.

El polen es un vector importante para el flujo de genes en maíz, se mantiene viable de 1 a 2 h después de la dehiscencia, dependiendo del potencial de agua en la atmósfera. En teoría, el polen podría ser de hasta 32 km, asumiendo que es transportado linealmente con el promedio máximo de velocidad del viento. Luna *et al.*, (2001) reportan que la polinización cruzada ocurrió hasta una distancia máxima de 200 m de la fuente de plantación y solamente un número limitado de polinizadores cruzadas ocurrieron en distancias más cortas (100 m).

Los aspectos importantes a tomar en cuenta en la dispersión y viabilidad del polen son; 1) las características del polen, el cual tiene un tamaño que va de 90 a 125 por 85 micrones, el volumen es de $700 \times 10^{-9} \text{ cm}^{-3}$, peso de 247×10^{-9} gramos, período de viabilidad de 3 horas a 8 días (24 h promedio), número de granos de polen por antera de 2000 a 7500, número de granos de polen por

planta de 14 a 50 millones y peso de polen por hectárea de 170 kg o más; 2) velocidad del viento; a una velocidad de 2 a 4 m s⁻², a estabilidad atmosférica, el porcentaje de concentración de polen de la parcela productora será: a 60 m el 2 %, a 200 m el 1.1 y a 500 m de 0.75 – 0.5 %. Cuando se tiene inestabilidad atmosférica, se presenta un ascenso vertical y desplazamiento de polen a grandes distancias y esto ocurre cuando hay convección, turbulencia y frentes climáticos (CERV, 2002). Otros factores tales como temperatura altas pueden afectar negativamente la viabilidad del polen (Roy *et al.*, 1995).

3.7.4 Distancia a la fuente de polen

Varios trabajos de investigación se han desarrollado con la finalidad de ver el efecto que existe en la calidad de la semilla, debido a la distancia de la hembra a la fuente de polen. Así tenemos que (Culy *et al.*, 1991) realizaron estudios para determinar los efectos de la distancia entre los curcos polinizadores y los surcos receptores de polen, con un patrón de siembra 6:2 en un período comprendido entre 1983 y 1986 a través de los cuales obtuvieron siete categorías de tamaño y forma de la semilla. En 1983 se utilizó un solo genotipo hembra y tres machos diferentes clasificados por su capacidad para producir polen en tres categorías que son: débil, moderado y fuerte; y en 1985-1986 se utilizaron tres genotipos hembras con un macho en común. Los surcos fueron sembrados con una separación de 30 pulgadas. Las siete categorías que se

evaluaron fueron: bola grande, bola media y bola chica, plano grande, plano medio y plano chico, así como los granos de punta.

A estudiar el efecto de la distancia de polen sobre el rendimiento en la producción híbrida de maíz. Se encontró que los diferentes tratamientos evaluados, en el rendimiento de semilla por hectárea se presentó una tendencia decreciente al incrementar la distancia de la hembra a la fuente de polen (Ramírez, 1992).

3.7.5 Exposición y receptividad de estigmas

Es importante señalar que la formación de grano es afectada por la eficiencia de la polinización, la cual depende, bajo condiciones óptimas del medio ambiente, de que los estigmas estén receptivos al momento en que el polen está disponible. Una sincronización deficiente entre la aparición del polen y la receptividad de estigmas, puede ocasionar la formación de mazorcas con hileras de granos incompletas (Ramírez y Andrade, 1974).

De esta manera, la sincronía también refleja una baja formación de grano, la cual es afectada por las densidades de siembra utilizadas para la producción de grano y semilla. Otahola-Gómez y Rodríguez (2001), observaron que la sincronización entre la floración masculina y femenina en maíz dulce, cultivado en condiciones agroecológicas de sabana, fue afectada por la distancia de

siembra entre hileras, con tendencia a aumentar el período a medida que se aumenta la distancia entre las hileras. El mayor número de mazorcas comerciales por hectárea se obtuvo con la mayor densidad de siembra (0,70 m entre hileras por 0,20 m entre plantas).

La humedad también es un factor importante durante la polinización; en este sentido Ramírez y Andrade (1974), encontraron que los componentes de rendimiento, tales como: número de hileras de grano por mazorca, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, peso de mazorca y peso de grano por mazorca, no variaron o fueron prácticamente iguales al comparar los obtenidos en plantas de polinización no controlada (PNC) y polinización controlada (PC), dentro de la época de riego (R) o de secano (S). Sin embargo, cuando se comparan los datos obtenidos para riego con los de secano para PNC y PC, respectivamente, se observan grandes diferencias a favor del maíz de riego, con excepción del número de hileras de grano por mazorca que fue mayor en el maíz de secano y para la longitud promedio del ápice sin grano fue igual para plantas de R-PNC, R-PC, S-PNC y S-PC.

3.7.6 Desespigamiento

La labor de desespigamiento es generalmente el periodo más crítico y difícil de manejar en la producción de maíz híbrido (Wych, 1988). Las operaciones de desespigado involucran la remoción física de la espiga ya sea manualmente o

en combinación con el uso de maquinaria. Otras opciones para eliminar el polen de las hembras son los sistemas de esterilidad masculina genética y citoplasmática, agentes hibridizantes químicos y algunas técnicas basadas en la biotecnología (García *et al.*, 2014).

El periodo de desespigamiento usualmente dura dos semanas, pero puede fluctuar entre una a cinco semanas o más. La etapa de desespigamiento se puede prolongar en campos que han tenido una germinación retrasada y desuniforme, con variaciones en la fertilidad del suelo, con problemas de encharcamiento en las primeras etapas del cultivo, con estrés hídrico antes de la floración, con infestaciones severas de insectos o con alta incidencia de enfermedades (Beck y Torres, 2006).

Valladares (1999) dice que "una indicación para desespigar una planta es cuando esta voluminosa al tacto la espiga y se observa con un desarrollo de aproximadamente 60 % (color verde) o en su caso saliendo parte de la espiga a través de las hojas que la cubren. Cuando la espiga en líneas hembra madura es de color claro. Cuando el lote tenga el 5 % de estigmas receptivos es necesario estar desespigando para que no exista contaminación.

Las espigas deben ser removidas cuando estén totalmente fuera, lo que a menudo ocurre uno o dos días después de haber comenzado a ser visibles. Si se saca la espiga prematuramente, una o dos hojas pueden ser eliminadas en

la operación, o quizás la espiga puede quebrarse y no ser removida totalmente. Esto no es deseable porque la pérdida de hojas reduce el rendimiento de semilla y la remoción parcial de la espiga ocasiona trabajo adicional (Beck y Torres, 2006).

3.7.7 Forma y tamaño

La mazorca de maíz presenta diferencias en forma y tamaño de semilla según su posición en la mazorca. En la región basal de ésta las semillas son a menudo grande y redondo, en la apical pequeña y redondas, y en la parte media aplanada. La semilla aún se comercializa clasificada por forma y tamaño; probablemente porque se usa como estrategia comercial de presentar una semilla uniforme y además, porque muchos productores de maíz de países no desarrollados aún no tienen acceso a las sembradoras de precisión y siguen usando las sembradoras tradicionales de platos (Beck, 2002). A este respecto, Wood *et al.* (1977) señalan que estas variaciones pueden presentarse dentro de un cultivo y en la planta misma, debido a factores genéticos y ambientales entre los que se pueden mencionar la competencia por luz, agua, nutrientes, efectos por plagas y enfermedades, ubicación de la flor en la inflorescencia, periodo de floración, llenado de grano.

Beck (2002), describió con detalle el proceso y el equipo utilizado para clasificar por tamaño y forma la semilla de maíz; el cual consiste en pasar la semilla por

una serie de cribas con huecos oblongos y redondos que permiten clasificar la semilla con base en su ancho, grosor, y algunas veces por longitud. La separación por grosor se hace usando cribas con ranuras, mientras que para la separación por ancho se usan cribas con perforaciones redondas. La semilla de maíz puede separarse en un gran número de formas y tamaños, dependiendo del equipo que se use en las plantas de procesamiento y de la demanda de los agricultores; las cuales podrían agruparse en seis tipos: bola grande, plano grande, bola media, plano medio, bola chica y plano chico.

3.7.8 Calidad de semilla

Sánchez (2004) define calidad de semilla “como el conjunto de sus atributos que involucran cuatro factores: genético (genotipo); físico (aspecto general); fisiológico (germinación, vigor) y sanitario (carencia de enfermedades transmisibles). Bernal (1996) señala que la calidad de semilla es su capacidad para germinar y producir una plántula normal en el menor tiempo posible.

El aspecto genético se refiere a la calidad que obtiene el fitomejorador, es decir, un material genético de características sobresalientes, la cual está determinada por el genotipo de la variedad o híbrido (Copeland y McDonald, 1995). LFPCS (2007), define calidad genética como medida de la identidad genética de la semilla.

La calidad fisiológica es la capacidad de la semilla para germinar, emerger y dar origen a plantas uniformes y vigorosas. Se evalúa mediante pruebas de germinación y vigor (Peretti, 1994). LFPCCS (2007), define calidad fisiológica como medida de la capacidad de la semilla para producir material de propagación fisiológicamente viable, se expresa como el porcentaje de semilla fisiológicamente viable, con respecto al total de la muestra de un lote.

La calidad física se asocia con el color, brillo, daños mecánicos (fracturas, cuarteos), la presencia o ausencia de cualquier contaminante distinto de la semilla deseable. Estos contaminantes pueden ser: materiales inertes, semillas de malezas comunes y nocivas, formas reproductivas de plagas y enfermedades (Moreno, 1996). LFPCCS (2007), define calidad física como medida de la pureza física de la semilla, se expresa como el porcentaje del peso que corresponde a la semilla de la especie, con respecto al peso total de la muestra de un determinado lote.

El componente sanitario es la condición de la semilla en cuanto a la presencia o ausencia de hongos, virus, bacterias y nematodos, ya que los patógenos llevados en la simiente afectan en forma directa e indirecta, la calidad de las semillas y son capaces de reducir la productividad de los cultivos (Moreno, 1996). LFPCCS (2007), define calidad fitosanitaria como medida de la sanidad de la semilla que evalúa y determina la presencia o ausencia de organismos patógenos en el lote de semillas.

3.7.9 Categorías de semillas

En la Ley federal de producción, certificación y comercio de semillas (LFPCCS), publicada en el Diario Oficial de la Federación en 2007, se definen algunos términos que es importante describir: Categoría de semillas, es la clasificación que se otorga a las semillas en términos de procedimientos, factores y niveles de calidad conforme a las reglas correspondientes; se reconocen las categorías básica, registrada, certificada, habilitada y declarada.

Semilla original, constituye la fuente inicial para la producción de semillas de las categorías básica, registrada y certificada y es el resultado de un proceso de mejoramiento o selección de variedades vegetales. La semilla original conserva los caracteres pertinentes con los que la variedad fue inscrita en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV).

Semilla categoría básica, la que conserva un muy alto grado de identidad genética y pureza varietal, proviene de una semilla original o de la misma básica y es producida y reproducida o multiplicada cumpliendo con las reglas a que se refiere la LFPCCS. Esta semilla se produce mediante polinización controlada o apareamiento aleatorio entre plantas fértiles procedentes de la semilla original.

Semilla categoría registrada, la que conserva un alto grado de identidad genética y pureza varietal, proviene de una semilla original, básica o registrada y es producida y reproducida o multiplicada de acuerdo con las reglas a que se refiere la LFPCCS.

Semilla categoría certificada, es la que conserva un grado adecuado y satisfactorio de identidad genética y pureza varietal, proviene de una semilla original, básica o registrada y es producida y reproducida o multiplicada de acuerdo con las reglas a que se refiere la LFPCCS.

Semilla categoría declarada, es aquella que sus características de calidad no son calificadas por la SAGARPA ni por un organismo de certificación acreditado y aprobado para tal efecto, son informadas directamente por el productor o comercializador en la etiqueta a que se refiere el artículo 33 de la LFPCCS

Semilla categoría habilitada, aquella cuyo proceso de propagación o producción no ha sido verificado o habiéndolo sido, no cumple totalmente con alguna de las características de calidad genética, física, fisiológica o fitosanitaria.

CAPITULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización geográfica

La presente investigación se llevó a cabo en el Campo Experimental Cotaxtla perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Se localiza geográficamente en el km. 34.5 de la Carretera Veracruz-Córdoba en el Municipio de Medellín de Bravo, Veracruz (Figura 5), a los 19° 05' latitud Norte y 96° 09' longitud Oeste y una Altitud de 15 msnm. Pertenece al grupo climático A(Aw1) cálido húmedo. Presenta una temperatura media anual de 25°C y una precipitación media anual de 1400 mm distribuidos de junio a septiembre (García, 1981).



Figura 5. Localización del área de estudio. Campo Experimental Cotaxtla

4.2 Germoplasma utilizado

El germoplasma utilizado en el presente trabajo fueron los progenitores de la cruce simple (LT-161 x LT-162) del híbrido H-566 A, genotipos que fueron generados por el INIFAP y por el CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo), los cuales se especifican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Genealogía y origen de las líneas simple liberadas por el CIMMYT, utilizadas en la formación de la cruce del híbrido H-566 A.

| Línea | Genealogía | Origen del germoplasma |
|--------|--------------------------------------|------------------------|
| LT-161 | [NPH28-1*G25)*NPH28]-1-2-1-1-3-1-B*6 | Tropical |
| LT-162 | SW1(S)C11-14-1-3-3-B*4 | Tropical |

4.3 Selección de lotes

Para la formación de la cruce simple (LT-161 x LT-162) en estudio, se estableció en el Campo Experimental Cotaxtla, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en el lote ("C-3") aislándolo por tiempo y distancia, como se puede ver en la (Figura 6).

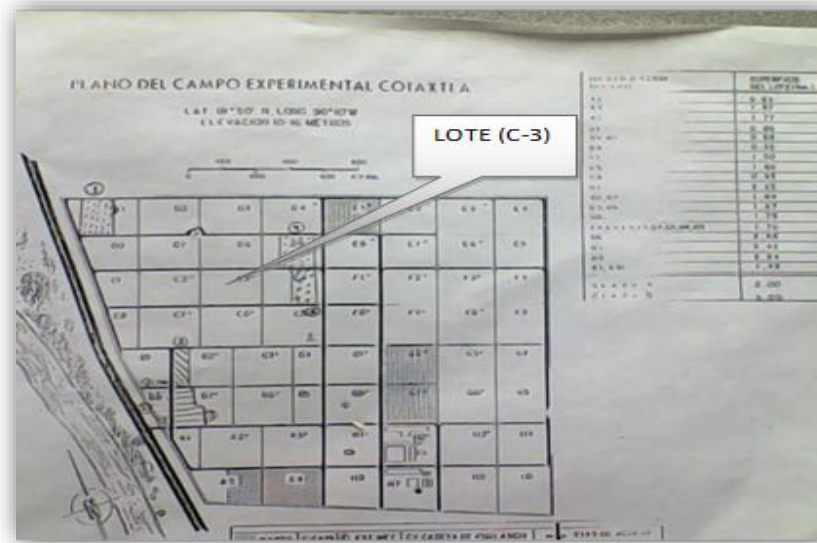


Figura 6. Croquis del Campo Experimental Cotaxtla.

4.4 Descripción del experimento

El experimento se estableció durante el ciclo Otoño-Invierno 2014, bajo condiciones de riego, en terrenos del Campo Experimental Cotaxtla. Se estudiaron tres factores (Relación H:M, Densidad de población y Dosis de fertilización) en el progenitor hembra de la cruce simple del híbrido de maíz H-

566 A. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar, con arreglo en parcelas subdivididas y tres repeticiones. Se probaron 16 tratamientos, lo que permitió manejar un total de 48 unidades experimentales que formaron los tres bloques o repeticiones (Cuadro 2). La parcela experimental constó de cuatro y seis surcos dependiendo de la relación H:M, de 5 metros de largo por 0.8 metros de ancho. Las parcelas grandes correspondieron a las dos relaciones Hembra: Macho (A), las parcelas medianas lo conformaron dos niveles de densidades de población (D) y las parcelas chicas fueron cuatro dosis de fertilización (F). En la (Figura 7), se muestra el croquis de campo y la distribución de los tratamientos.

Cuadro 2. Diseño experimental utilizado

| Trat. | PG | PM | PCH | REP. | | |
|-------|-----|-------|-----------|------|----|-----|
| | | | | I | II | III |
| 1 | 4:2 | 50000 | 161-69-60 | 10 | 27 | 47 |
| 2 | 4:2 | 50000 | 207-69-60 | 9 | 25 | 45 |
| 3 | 4:2 | 50000 | 253-69-60 | 12 | 26 | 48 |
| 4 | 4:2 | 50000 | 299-69-60 | 11 | 28 | 46 |
| 5 | 4:2 | 62500 | 161-69-60 | 14 | 30 | 43 |
| 6 | 4:2 | 62500 | 207-69-60 | 13 | 29 | 41 |
| 7 | 4:2 | 62500 | 253-69-60 | 16 | 31 | 44 |
| 8 | 4:2 | 62500 | 299-69-60 | 15 | 32 | 42 |
| 9 | 6:2 | 50000 | 161-69-60 | 8 | 21 | 34 |
| 10 | 6:2 | 50000 | 207-69-60 | 6 | 24 | 33 |
| 11 | 6:2 | 50000 | 253-69-60 | 7 | 23 | 36 |
| 12 | 6:2 | 50000 | 299-69-60 | 5 | 22 | 35 |
| 13 | 6:2 | 62500 | 161-69-60 | 2 | 18 | 37 |
| 14 | 6:2 | 62500 | 207-69-60 | 1 | 17 | 39 |
| 15 | 6:2 | 62500 | 253-69-60 | 4 | 19 | 40 |
| 16 | 6:2 | 62500 | 299-69-60 | 3 | 20 | 38 |

PG= Relación H:M; PM= Densidad de población; PCH= Dosis de fertilización; REP= Repeticiones.

| | | PG 2 6:2 | | PG 1 4:2 | | | |
|------|--|--|--|--|--|------|--|
| PM 2 | | 40 Densidad 62500 Dosis 253-69-60 | 39 Densidad 62500 Dosis 207-69-60 | 48 Densidad 50000 Dosis 253-69-60 | 47 Densidad 50000 Dosis 161-69-60 | PM 1 | |
| | | 37 Densidad 62500 Dosis 161-69-60 | 38 Densidad 62500 Dosis 299-69-60 | 45 Densidad 50000 Dosis 207-69-60 | 46 Densidad 50000 Dosis 299-69-60 | | |
| PM 1 | | 36 Densidad 50000 Dosis 253-69-60 | 35 Densidad 50000 Dosis 299-69-60 | 44 Densidad 62500 Dosis 253-69-60 | 43 Densidad 62500 Dosis 161-69-60 | PM 2 | |
| | | 33 Densidad 50000 Dosis 207-69-60 | 34 Densidad 50000 Dosis 161-69-60 | 41 Densidad 62500 Dosis 207-69-60 | 42 Densidad 62500 Dosis 299-69-60 | | |
| PM 1 | | 24 Densidad 50000 Dosis 207-69-60 | 23 Densidad 50000 Dosis 253-69-60 | 32 Densidad 62500 Dosis 299-69-60 | 31 Densidad 62500 Dosis 253-69-60 | PM 2 | |
| | | 21 Densidad 50000 Dosis 161-69-60 | 22 Densidad 50000 Dosis 299-69-60 | 29 Densidad 62500 Dosis 207-69-60 | 30 Densidad 62500 Dosis 161-69-60 | | |
| PM 2 | | 20 Densidad 62500 Dosis 299-69-60 | 19 Densidad 62500 Dosis 253-69-60 | 28 Densidad 50000 Dosis 299-69-60 | 27 Densidad 50000 Dosis 161-69-60 | PM 1 | |
| | | 17 Densidad 62500 Dosis 207-69-60 | 18 Densidad 62500 Dosis 161-69-60 | 25 Densidad 50000 Dosis 207-69-60 | 26 Densidad 50000 Dosis 253-69-60 | | |
| PM 1 | | 8 Densidad 50000 Dosis 161-69-60 | 7 Densidad 50000 Dosis 253-69-60 | 16 Densidad 62500 Dosis 253-69-60 | 15 Densidad 62500 Dosis 299-69-60 | PM 2 | |
| | | 5 Densidad 50000 Dosis 299-69-60 | 6 Densidad 50000 Dosis 207-69-60 | 13 Densidad 62500 Dosis 207-69-60 | 14 Densidad 62500 Dosis 161-69-60 | | |
| PM 2 | | 4 Densidad 62500 Dosis 253-69-60 | 3 Densidad 62500 Dosis 299-69-60 | 12 Densidad 50000 Dosis 253-69-60 | 11 Densidad 50000 Dosis 299-69-60 | PM 1 | |
| | | 1 Densidad 62500 Dosis 207-69-60 | 2 Densidad 62500 Dosis 161-69-60 | 9 Densidad 50000 Dosis 207-69-60 | 10 Densidad 50000 Dosis 161-69-60 | | |

PG 1 = parcela grande uno; PG 2= parcela grande dos; PM 1= parcela media uno; PM 2= Parcela media dos.

Figura 7. Croquis de campo

4.5 Manejo agronómico

Barbecho

Consistió en el paso de un arado de tres discos el cual sirvió para romper y voltear la capa arable del suelo; además de incorporar residuos, eliminar malezas, y de igual forma para el control de plagas con exposición directa a los rayos del sol.

Rastra

Esta labor se realizó de manera mecanizada, que consistió en dar de dos pases de rastra, con la finalidad de romper todos los terrones que hayan quedado después del barbecho, quedando la tierra bien mullida, lo que facilitó el surcado y la siembra posteriormente.

Surcado

Esta actividad se realizó con maquinaria, consistió en pasar la surcadora, con la finalidad de marcar las líneas en donde posteriormente se colocó la semilla, la distancia entre surco fue de 80 cm.

Preparación de semilla

Se prepararon por cada tratamiento tres sobres con un total de 48 unidades experimentales (UE), que consiste el experimento. En la relación H:M (6:2) se

contaron 312 semillas/sobre; para el caso de 62,500 plantas ha^{-1} y 252 semillas para la densidad de 50,000 plantas ha^{-1} , por otro lado para la relación H:M (4:2) se prepararon sobres con 208 semillas para la densidad de 62,500 plantas ha^{-1} y 168 semillas para la densidad de 50,000 plantas ha^{-1} , los cuales se ordenaron conforme al número de parcela del diseño del experimento.

Siembra

La siembra se realizó el día 05 de diciembre del 2014, una vez concluida la preparación del terreno y con la disposición suficiente de humedad en el suelo garantizando la buena germinación de la semilla. Se realizó a “tapa pie” los patrones de siembra de acuerdo al diseño experimental (6:2 y 4:2), es decir, seis y cuatro surcos del progenitor hembra y dos surcos del progenitor macho. Con estas relaciones de H:M se formó la cruce simple (progenitor hembra) del H-566 A.

A la siembra se depositaron 2 semillas por golpe cada 20 y 25 cm de distancia según la densidad de población en surcos de 5 m de largo, con una distancia entre surco de 0.80 m, en la primera distancia la cual se obtuvieron 26 plantas y en la segunda se obtuvieron 21 plantas/surco, estos datos representan una densidad de población de 62,500 y 50,000 plantas/ ha^{-1} , en los surcos hembras.

Riegos de auxilio

Esta actividad se llevó a cabo durante el periodo de crecimiento del cultivo, finalizando antes de la madures fisiológica, en total se realizaron siete riegos de auxilio. En el Cuadro 3 se puede apreciar las fechas en que se realizaron los riegos tomando en cuenta las necesidades del cultivo.

Cuadro 3. Fechas de los riegos de auxilio realizado en el Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo 2014 A.

| Día | Mes | Año |
|--------------|-----------|------|
| Miércoles 03 | Diciembre | 2014 |
| Viernes 16 | Enero | 2015 |
| Martes 20 | Enero | 2015 |
| Viernes 23 | Enero | 2015 |
| Martes 03 | Febrero | 2015 |
| Lunes 16 | Febrero | 2015 |
| Viernes 20 | Marzo | 2015 |

Aclareo en estado de plántula

Esta actividad se realizó el día 20 de diciembre de 2014, tres semanas después de la siembra, consistió en eliminar y dejar una planta por mata, con la ayuda de un “machete” cortándolo desde la base del suelo con la finalidad de evitar que volvieran a brotar, se dejó 26 plantas por surco para la densidad 62,500 plantas y 21 plantas para 50,000 obteniendo una buena densidad de población.

Cultivo

Esta actividad se realizó el día 23 de diciembre de 2014, de manera mecanizada con la ayuda de rejillas, que consistió en dar un pase con cultivadora, con la finalidad de eliminar malezas y acondicionar la planta.

Aporque

Esta labor se llevó acabo el día 05 de enero de 2015, día después de haber realizado la segunda fertilización; de manera mecanizada con un arado de mariposa. Con el objetivo de arrimarle tierra la base de la planta, para que estas tuvieran un mejor soporte y conservar por más tiempo la humedad.

Fertilización

Esta actividad se realizó de manera manual, utilizando cuatro dosis de fertilización química (161-69-60, 207-69-60, 253-69-60 y 299-69-60), las cuales se les aplicaron a cada tratamiento con diferentes densidades de población y patrón de siembra, por tres repeticiones, dando un total de 48 unidades experimentales, mediante la aplicación de Urea (46 % nitrógeno), DAP (18-46-00) y KCL (00-00-60). La primera fertilización se realizó después de la siembra, el 15 de diciembre 2014, a los 10 días después de la emergencia, se aplicó el 50 % de Urea requerida, todo el fosforo (DAP) y potasio (KCL). La segunda fertilización se aplicó el 04 de Enero del 2015, a los 20 días después de la primera, en donde se aplicó la segunda mitad del Nitrógeno 50 % de Urea. En

el Cuadro 4, se puede apreciar cómo fueron distribuidas las dosis de fertilizante en gramos por planta para cada tratamiento.

Cuadro 4. Cantidad de dosis por planta aplicados. Localidad Campo Experimental. Cotaxtla. Ciclo 2014 A.

| Dosis de fertilización | kg ha ⁻¹ | Gramos/planta | | | | |
|------------------------|---------------------|---------------|-------|-------|-------|-----|
| | | 6:2 | | 4:2 | | |
| 1° Fertilización | | 62500 | 50000 | 62500 | 50000 | |
| 161-69-60 | UREA | 116.3 kg | 1.8 | 2.2 | 1.7 | 2.2 |
| | DAP | 150 Kg | 2.3 | 2.8 | 2.3 | 2.8 |
| | KCL | 50 kg | 1.5 | 1.9 | 1.5 | 1.9 |
| 207-69-60 | UREA | 166.3 kg | 2.5 | 3.1 | 2.5 | 3.1 |
| | DAP | 150 kg | 2.3 | 2.8 | 2.3 | 2.8 |
| | KCL | 50 kg | 1.5 | 1.9 | 1.5 | 1.9 |
| 253-69-60 | UREA | 216 kg | 3.3 | 4.1 | 3.3 | 4.1 |
| | DAP | 150 Kg | 2.3 | 2.8 | 2.3 | 2.8 |
| | KCL | 50 kg | 1.5 | 1.9 | 1.5 | 1.9 |
| 299-69-60 | UREA | 266.3 kg | 4.1 | 5 | 4.1 | 5 |
| | DAP | 150 Kg | 2.3 | 2.8 | 2.3 | 2.8 |
| | KCL | 50 kg | 1.5 | 1.9 | 1.5 | 1.9 |
| 2ª Fertilización | | | | | | |
| 161-69-60 | UREA | 175 kg | 2.6 | 3.3 | 2.6 | 3.3 |
| 207-69-60 | UREA | 225 kg | 3.4 | 4.2 | 3.4 | 4.2 |
| 253-69-60 | UREA | 275 kg | 4.2 | 5.2 | 4.2 | 5.2 |
| 299-69-60 | UREA | 325 kg | 5 | 6.1 | 5 | 6.1 |

Etiquetado del experimento

Esta actividad se realizó el 14 de Enero de 2015, a los 40 días después de la siembra; consistió en colocar tarjetas de papel encerado en cada una de las parcelas con sus respectivos datos, con el objetivo de identificar fácilmente

cada tratamiento y llevar un mejor control en la conducción y toma de datos del experimento.

Desmezcle antes de floración

Esta actividad se realizó el 13 de febrero de 2015 consistió en eliminar plantas fuera de tipo y enfermas, se realizó antes de la floración a los 70 días después de la siembra.

Control de malezas

Para el control químico en preemergencia se realizó el día 07 de diciembre de 2014, dos días después de la siembra con la finalidad de permitir que el cultivo naciera limpio y libre de malezas utilizando el herbicida Primagram (*S-Metolaclo*) a dosis de 3 L por hectárea en 200 L de agua, con la suficiente humedad en el suelo, y después en postemergencia se realizó el día 24 de enero, a los cincuenta días después de la siembra, se aplicó el herbicida Sansón (*Nicosulfurón*) para hoja angosta (zacate) en dosis de 0.75 a 1 L por hectárea.

Control de plagas

Las plagas que afectaron más al cultivo fue el gusano cogollero (*Spodoptera*

frugiperda) y el pulgón del maíz (*Rhopalosiphum maidis*), para el caso del primer insecto plaga se controló el día 09 de febrero de 2015, con el insecticida granulado Pounce 0.4 (*Permetrina*), se realizó de manera manual, que consistió en aplicar de una a dos piscas en el cogollo de la planta. El 14 de febrero de 2015 se aplicó el insecticida Arribo (*Cipermetrina*) para el control de las dos especies de plagas antes mencionadas en dosis de 250 ml ha⁻¹, bañando la planta por completo.

Control de enfermedades

Para prevenir enfermedades como el achaparramiento se le aplicó un fungicida Talonil[®] 75 (Clorotalonil) a dosis 2 g/L.

Desespigamiento

Para llevar a cabo la cruce simple hembra del híbrido H-566 A, se requirió de plantas hembras (LT-161) y machos (LT-162), para esta actividad se procedió a eliminar la inflorescencia masculina (espiga) de las plantas de maíz que se usaron como hembra en la formación de la cruce simple del híbrido antes mencionado el día 15 de febrero de 2015, se realizó en la etapa vegetativa de anthesis que es próxima a la etapa de floración y así se evitó la contaminación de la misma, por lo consiguiente las plantas con espigas son considerados como machos que emitieron polen a los estigmas de los jilotes para garantizar la calidad de la semilla. El desespigue duró alrededor de 12 días.

Cosecha

Se realizó el 20 de abril de 2015, cuando las mazorcas alcanzaron los porcentajes de humedad recomendada inferiores a 18 %. Esto se logró aproximadamente a los 140 días después de la siembra.

Selección de mazorcas

Otra práctica importante en el proceso de producción de semillas es la selección de mazorcas después de la cosecha, para conservar la calidad total de la semilla; consistió en eliminar, del total de las mazorcas cosechadas en cada uno de los diferentes parcelas, las mazorcas chupadas, podridas, picadas y fuera de tipo.

Desgrane

El desgrane consiste en la separación de los granos de maíz del olote. Esta práctica se realizó de manera manual cuando la semilla tuvo un 16 % de humedad, para evitar el daño de la semilla y así obtener calidad en la germinación.

4.6 Beneficio de semillas

Limpieza. El principal objetivo fue eliminar o separar trozos de olote y hojas del totomoxtle (materia inerte).

Secado. Se efectuó después de la cosecha, tomando en cuenta el peso promedio de la semilla del material, así como el contenido de humedad de la semilla. El secado se realizó en forma manual, exponiéndola al sol 2 días continuos, teniendo en cuenta que si se deja más tiempo, el exceso de calor puede provocar que pierda su poder germinativo extendiendo la semilla en un piso de concreto; la semilla se removió para que el secado fuera homogéneo hasta obtener un 13 % de humedad.

Clasificación

Esta labor consistió en el pasó la semilla por una serie de cribas con perforaciones oblongos y redondos con distintos diámetros, esto para clasificar la semilla con base en su forma y tamaño. Para la separación de formas, se hizo usando una criba con ranura (perforaciones oblogas) de 15 mm (3/4), esto separó las semillas planas de las bolas. En tanto que para la separación por tamaño se utilizó la criba con perforación redonda de 20 mm, para separar planos grandes de las semillas medios y chicos, posteriormente estos dos últimos se pasaron por una criba redonda de 18 mm, separando así planos medios de las semillas chicas. Este mismo proceso se repitió para la separación de las semillas bolas.

Tratamiento químico

Esta labor se efectuó para prevenir el ataque por insectos y hongos de semillas

almacenados, cuando la semilla alcanzó una humedad inferior al 13 %; se aplicó a la semilla la mezcla del insecticida Deltametrina (K'obiol), el fungicida Intertiran 480 (Thiram) y el colorante Rodamina en dosis de 200 ml + 3 l + 200 ml, respectivamente, en 20 l de agua, para tratar una tonelada de semilla.

Envasado

La semilla se envasó en bolsas de papel con capacidad de 20 kg, posteriormente se procedió al etiquetado de la semilla con categoría registrada otorgado por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, además se procedió al sellado y/o cosido de las bolsas.

Almacenamiento

Esta actividad se efectuó una vez envasado la semilla, trasladándola inmediatamente al almacén (cuarto frío) del Campo Experimental Cotaxtla, las cuales cuentan con las condiciones óptimas de temperatura de menos de 20 °C y una humedad relativa máximo del 50 %; para evitar la degradación o pérdida de viabilidad o germinación de la semilla y en forma secundaria el ataque de insectos plagas de almacén y hongos.

4.7 Registro de variables y datos

4.7.1 Variables registradas en crecimiento y desarrollo de planta

Las siguientes variables se midieron en planta en cada una de las parcelas experimentales:

Altura de planta

La toma de esta característica se llevó a cabo en 5 plantas tomadas al azar antes de la cosecha, con la ayuda de una regla midiendo en centímetros desde la base del tallo, hasta la inserción de la última hoja (hoja bandera).

Altura de mazorca

Para este parámetro se tomaron 5 plantas al azar antes de la cosecha, y se midió con la ayuda de una regla en cm, desde la base del tallo al nudo donde se inserta la mazorca principal.

Relación altura de mazorca/ altura de planta

Esta variable se calculó dividiendo la altura de la mazorca entre la altura de planta obtenida.

Longitud de hoja

La toma de esta característica se llevó a cabo en 5 plantas tomadas al azar

antes de la cosecha con la ayuda de una regla midiendo en centímetros la longitud de la hoja, del extremo inferior donde termina la vaina, al ápice de la hoja.

Ancho de la hoja

La toma de este carácter se llevó a cabo en 5 plantas tomadas al azar antes de la cosecha con la ayuda de una regla midiendo en centímetros la distancia entre bordes en la parte central de la lámina de la hoja.

Diámetro de tallo

La toma de este carácter se llevó a cabo en 5 plantas tomadas al azar antes de la cosecha con la ayuda de un vernier midiendo en milímetro, del entrenudo de la mazorca superior.

Acame de tallo

Para el acame de tallo se contaron las plantas con tallos rotos debajo de las mazorcas, pero no más arriba.

Acame de raíz

Se registró el número de plantas con una inclinación de 30° o más a partir de la perpendicular en la base de la planta, donde comienza la zona radical.

Cobertura de mazorca

Se contaron las mazorcas de cada tratamiento que presentaron una cobertura deficiente y en las cuales la punta del totomoxtle se encontraban abiertas y con granos expuestos al exterior.

Enfermedades foliares (achaparramiento)

Se contó el número de plantas que estaban dañadas por achaparramiento tomando en cuenta: plantas que presentaban coloración amarilla o rojiza intensa.

Número de planta por parcela

Se contó el número de plantas totales establecidas en cada parcela, esta actividad se realizó antes de la cosecha.

Número total de mazorca

Se registró la cantidad total de mazorcas que se cosecharon de cada parcela, incluyendo mazorcas secundarias buenas y podridas aunque sean muy pequeñas (molotes).

Mazorcas podridas

Se contó el número de mazorcas podridas de la parcela útil al momento de la

cosecha estas fueron causadas principalmente por, *Fusarium* spp.

Mazorcas mal polinizadas

Se contó el número de mazorcas en cada una de las parcelas que no lograron llenar en su totalidad, después de la cosecha.

4.7.2 Variables de mazorca, semilla y rendimiento

Peso de campo

Se obtuvo al pesar el total de las mazorcas al momento de la cosecha, en kg por parcela, y se utilizó como factor para transformar el rendimiento a kg ha⁻¹.

Rendimiento de grano

El rendimiento fue ajustado mediante la siguiente formula:

$$RG = \left[\frac{\% MS \times \% GR \times PC \times FS}{8600} \right]$$

Dónde:

RG= Rendimiento de grano en kg ha⁻¹ ajustado al 14 % de humedad.

%MS= Materia seca.

%GR= Porcentaje de grano.

PC= Peso de campo.

8600= Constante para transformar los rendimientos a humedad del 14 %.

FS= Factor superficie. En el caso de este experimento varió para la relación H:M y la densidad de 50,000 y 62500 plantas ha⁻¹. Se utilizó el factor superficie en la relación H:M (4:2) = 416.665, y (6:2) = 625 para las dos densidades.

$$F.S. = \frac{\textit{Superficie en m}^2 / \textit{ha}}{\textit{Superficie en m}^2 / \textit{parcela util}}$$

Rendimiento de semilla

El Rendimiento de semilla fue ajustado mediante la siguiente formula:

$$R.S. = \frac{(PCC * \% Gr * \% Ms * Fs)}{8800} \times (F.H:M)$$

Donde:

R.S = Rendimiento de semilla en kg ha⁻¹ ajustado al 12 % de humedad.

PCc= Peso de campo corregido.

F. H:M = Factor hembra:macho. Relación (6:2) = 0.75 y (4:2) = 0.66.

Longitud de mazorcas

Para esta característica se tomó una muestra de 5 mazorcas al azar después de la cosecha con la ayuda de una regla midiendo en centímetros, desde la base de la mazorca hasta la parte apical.

Diámetro de mazorcas

Esta característica se tomó en las mismas 5 mazorcas seleccionadas anteriormente con la ayuda de un vernier digital, midiendo en milímetro la parte central de la mazorcas.

Número de hileras

Se contaron el número de hileras de las mismas cinco mazorcas seleccionadas al azar.

Número de semilla por hileras

Se seleccionó una hilera completa, a cada una de las cinco mazorcas, a la que se le contabilizaron las semillas.

Longitud de semilla

Se midió en (mm), con la ayuda de un vernier digital a partir de 5 semillas tomados de cada uno de las diferentes formas y tamaños obtenidos en cada una de las parcelas.

Ancho de semilla

Se midió en (mm), con la ayuda de un vernier digital a partir de 5 semillas tomados de cada uno de las diferentes formas y tamaños obtenidos en cada una de las parcelas.

Grosor de semilla

Se midió en (mm), con la ayuda de un vernier digital a partir de 5 semillas tomadas de cada uno de las diferentes formas y tamaños obtenidos en cada una de las parcelas.

Número de semillas en 1 kg

Se pesaron y se contaron 100 gramos de semilla tomados de cada uno de las diferentes formas y tamaños obtenidos en cada una de las parcelas, y se realizó un cálculo para extrapolarlo a la cantidad del número de semilla en un kilogramo.

4.8 Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) sobre las variables evaluadas mediante el programa estadístico INFOSTAT (2009) ver. 2009, estableciéndose el modelo estadístico que comprende a un diseño en parcelas subdivididas (Pedroza, 1993).

El modelo estadístico fue:

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + A_j + \varepsilon_{ij}(a) + k + (AD)_{jk} + \varepsilon_{ijk}(b) + F_l + (AF)_{jl} + (DF)_{kl} + (ADF)_{jkl} + \varepsilon_{ijkl}(c)$$

Dónde:

Y_{ijkl} = Observación de las dosis l , en cada densidad k , en la relación H:M j , en la repetición i .

μ = Media general.

R_i = Efecto de la repetición i .

A_j = Efecto de la relación H/M j .

$\varepsilon_{ij}(a)$ = Es el error experimental de las parcelas grandes.

D_k = Es el efecto de la densidad por parcela.

$(AD)_{jk}$ = Es el efecto de la interacción de la relación H:M j , en la densidad por parcela k .

$\varepsilon_{ijk}(b)$ = Es el error experimental de las parcelas medianas.

$F/$ = Es el efecto de las fertilizaciones l .

$(AF)j/$ = Es el efecto de la interacción de la relación H:M j , en las fertilizaciones l .

$(DF)k/$ = Es el efecto de la interacción en la densidad k , en las fertilizaciones l .

$(ADF)jkl$ = Es efecto de la interacción de la relación H:M j , en la densidad k , en las fertilizaciones l .

$\varepsilon_{ijkl}(c)$ = Es el error experimental de las parcelas chicas.

Cuadro 5. Fuentes de variación y grados de libertad para el diseño de bloques la azar con arreglo en parcelas subdivididas.

| Fuentes de variación | Grados de libertad |
|----------------------------------|---------------------|
| Bloques | $n-1$ |
| R H:M (A) | $a-1$ |
| Error a | $(a-1) (n-1)$ |
| Densidad (D) | $d-1$ |
| R H:M x Densidad | $(a-1) (d-1)$ |
| Error b | $a (d-1) (n-1)$ |
| Fertilización (F) | $f-1$ |
| R H:M x Fertilización | $(a-1) (f-1)$ |
| Densidad x Fertilización | $(d-1) (f-1)$ |
| R H:M x Densidad x Fertilización | $(a-1) (d-1) (f-1)$ |
| Error c | $ad (f-1) (n-1)$ |
| Total | $adfn-1$ |

n = repeticiones; a = R H:M; d = densidad de población; f = fertilización

Para la obtención de los coeficientes de variación de cada análisis de varianza se utilizaron las formulas:

Dónde:

$$C.V \ \varepsilon \ a = \frac{\sqrt{CM\varepsilon a}}{\bar{X}} \times 100$$

$CM\varepsilon a =$ cuadrado medio del error a dado por la interacion $(R \times A)_{ij}$

$$C.V \ \varepsilon \ b = \frac{\sqrt{CM\varepsilon b}}{\bar{X}} \times 100$$

$CM\varepsilon b =$ cuadrado medio del error b (ε_{ijk})

$$C.V \ \varepsilon \ c = \frac{\sqrt{CM\varepsilon c}}{\bar{X}} \times 100$$

$CM\varepsilon c =$ cuadrado medio del error c (ε_{ijkl})

$\bar{X} =$ Media general.

Comparación de medias

Para comparar las medias de rendimiento y características agronómicas se aplicó la prueba estadística diferencia mínima significativa (Duncan), al $\alpha = 0.05$ de probabilidad, descrita por Reyes (1990), como sigue:

$$L.S. = t_{\alpha} S_{\bar{x}}; S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{s^2}{n}}$$

Dónde:

$L.S.$ = límite de significancia.

t_{α} = t múltiple obtenida de las tablas de Duncan para $\alpha = 0.05$

$S_{\bar{x}}$ = error estándar de la media.

s^2 = varianza del error experimental o cuadrado medio del error.

n = número de repeticiones.

Transformaciones

Para el análisis de varianza de las variables: porcentaje de plano grande (PPG), porcentaje de plano medio (PPM), porcentaje de plano chico (PPCH), porcentaje de bola grande (PBG), porcentaje de bola media (PPBM) y porcentaje de bola chica (PBCH), fue necesario transformarlos con el fin de dar una mejor interpretación, tener una distribución normal de los valores y para disminuir los coeficientes de variación. Se hizo de acuerdo con Reyes (1990) con la siguiente fórmula:

$$Bliss = \sqrt{(X + 1)} \text{ Donde: } X = \text{Porcentaje}$$

Análisis económico

Finalmente se realizó una evaluación económica de todos los insumos empleados en el presente trabajo de investigación, para la siembra de la cruza simple (LT-161 x LT-162) progenitor hembra del híbrido H-566 A, así como de cada uno de los tratamientos utilizados, con precios de acuerdo al año 2016. Se determinaron los costos que varían y se les relacionó con el beneficio neto y la tasa de retorno marginal, con la finalidad de encontrar el mejor tratamiento económicamente (CIMMYT, 1988).

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Componentes de rendimiento y caracteres vegetativos

En el Cuadro 6 se presenta el resumen de los análisis de varianza realizados para los componentes de rendimiento y caracteres vegetativos, donde se visualiza que para el factor relación H:M (A) no se detectó diferencia estadística significativa en ninguna de las variables. Resultados similares fueron encontrados por García y Erazo (1997), al evaluar el efecto de diferentes relaciones hembra:macho en el híbrido de maíz H-135 con respecto al rendimiento de semilla. Para el factor densidad (D) se determinó diferencia estadística altamente significativa para rendimiento de semilla (RS), así como diferencia estadística significativa para altura de mazorca (AM). Cervantes *et al.* (2013) obtuvieron resultados similares en relación con el efecto de la densidad. En la interacción relación H:M x densidad (A x D) solamente se detectó diferencia estadística significativa para número de semillas por hilera (NSH).

Con respecto a la fuente de variación fertilización (F) se encontró diferencia estadística altamente significativa para altura de planta (AP); habiendo diferencia estadística significativa en las variables altura de mazorca (AM) y longitud de mazorca (LM). Estos resultados difieren un tanto con lo reportado por Cervantes *et al.* (2013), al no encontrar efectos estadísticos en los caracteres de mazorca.

En la interacción relación H:M x fertilización (A x F) solamente se detectó diferencia estadística significativa en la variable diámetro de mazorca (DM). La interacción densidad x fertilización (D x F) mostró diferencias estadísticas significativas para diámetro de mazorca (DM) y número de hileras en la mazorca (NHILM). Con respecto a la triple interacción relación H:M x densidad x fertilización (A x D x F), solamente se detectó diferencia estadística significativa en la variable diámetro de mazorca (DM). Los coeficientes de variación presentan valores que demuestran confiabilidad en los resultados (Reyes, 1985)

Cuadro 6. Cuadrados medios y significancia en componentes de rendimiento y caracteres vegetativos de la cruz simple del híbrido H-566 A. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

| Fuentes de Variación | GL | RS (Kg ha ⁻¹) | AP (cm) | AM (cm) | LM (cm) | DM (cm) | NHILM (N°) | NSH (N°) |
|----------------------|----|------------------------------|------------|------------|------------|------------|---------------|-------------|
| Repetición (R) | 2 | 1335705.87 | 1340.06 | 158.25 | 5.24 | 5.67 | 1.58 | 9.71 |
| Relación H-M (A) | 1 | 1548460.18 | 500.52 | 77.52 | 0.31 | 2.41 | 2.08 | 0.91 |
| Error a | 2 | 173709.79 | 130.77** | 56.08** | 2.72** | 2.04** | 1.08 | 5.41** |
| Densidad (D) | 1 | 667715.02** | 25.52 | 31.69* | 0.15 | 0.22 | 0.08 | 0.8 |
| A X D | 1 | 86975.13 | 25.52 | 1.69 | 0.09 | 0.21 | 0.08 | 2.9* |
| Error b | 4 | 18886.83 | 18.58 | 4 | 0.05 | 0.68* | 0.33 | 0.18 |
| Fertilización (F) | 3 | 116856.56 | 110.91** | 25.24* | 0.5* | 0.29 | 0.31 | 0.89 |
| A X F | 3 | 32195.72 | 19.24 | 14.24 | 0.23 | 0.66* | 0.08 | 1.17 |
| D X F | 3 | 17928.24 | 6.02 | 2.74 | 0.2 | 0.63* | 2.53* | 0.98 |
| A X D X F | 3 | 39757.93 | 12.02 | 7.85 | 0.18 | 0.69* | 2.08 | 0.62 |
| Error c | 24 | 58408.06 | 20.78 | 8.17 | 0.13 | 0.2 | 0.83 | 0.65 |
| Media | | 2036.45 | 102.94 | 25.56 | 12.805 | 41.205 | 13.29 | 19.27 |
| C.V (%) | | 11.87 | 4.43 | 11.18 | 2.78 | 1.09 | 6.87 | 4.18 |

*, ** P ≤ 0.05, 0.01 de probabilidad; RS= Rendimiento de semilla; AP= Altura de planta; AM= Altura de mazorca; LM= Longitud de mazorca; DM= Diámetro de mazorca; NHILM= Número de hileras en la mazorca; NSH= Número de semillas por hilera; C.V= Coeficiente de variación.

La comparación entre relaciones de H:M, mostró que para rendimiento de semilla la relación 4:2 y 6:2 resultaron estadísticamente iguales Cuadro 7. Numéricamente la relación 6:2 propició mayor rendimiento de semilla total con 2216 Kg ha⁻¹ y produjo 19.33 % más de semilla total que 4:2, con 1857 Kg ha⁻¹; sin embargo, aunque estadísticamente no se detectó diferencia si es importante desde el punto de vista de la rentabilidad en la producción de este insumo (Figura 8). Lo antes mencionado se le atribuye principalmente al cosechar un número mayor de plantas hembra y por lo tanto mayor número de mazorcas por superficie (Solórzano *et al.* 1987).

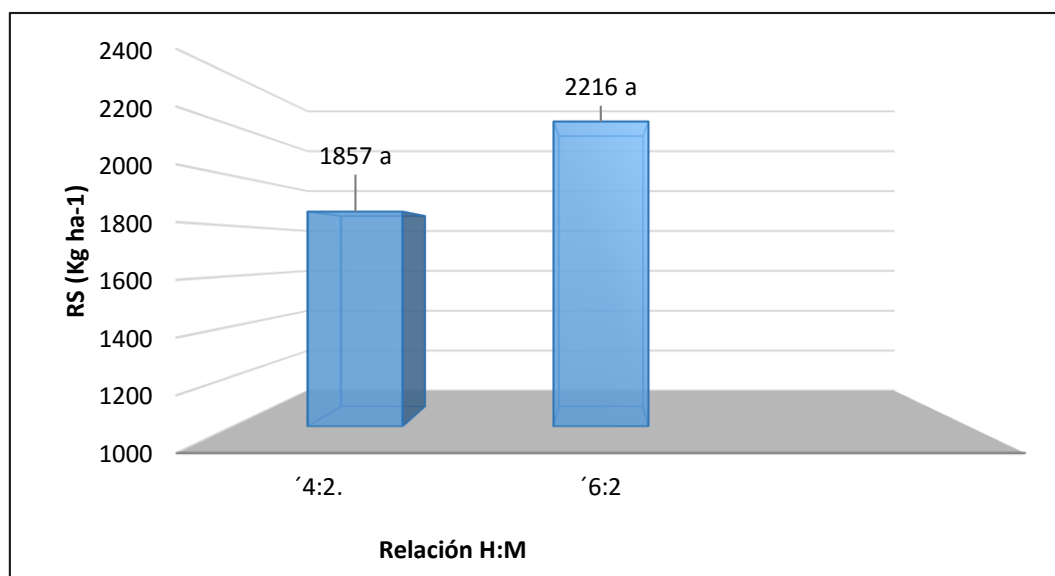


Figura 8. Efecto de la relación H:M sobre el rendimiento de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo Agrícola O-I 2014/2015.

Con relación a las variables altura de planta (AP), altura de mazorca (AM), longitud de mazorca (LM), diámetro de mazorca (DM), número de hileras en la mazorca (NHILM) y número de semillas por hilera (NSH), se visualiza que la relación H:M 4:2 y 6:2 resultaron estadísticamente iguales.

Cuadro 7. Efecto de la relación Hembra:Macho en componentes de rendimiento y caracteres vegetativos, en la formación de la cruce simple del híbrido H-566 A. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

| Tratamiento No. | R H:M | RS (Kg ha ⁻¹) | AP (cm) | AM (cm) | LM (cm) | DM (cm) | NHILM (N°) | NSH (N°) |
|-----------------|-------|---------------------------|----------|---------|---------|---------|------------|----------|
| 1 | 4:2 | 1857 a ^z | 99.71 a | 24.29 a | 12.89 a | 41.43 a | 13.5 a | 19.13 a |
| 2 | 6:2 | 2216 a | 106.17 a | 26.83 a | 12.72 a | 40.98 a | 13.08 a | 19.41 a |
| Promedio | | 2036.5 | 102.94 | 25.56 | 12.805 | 41.205 | 13.29 | 19.27 |

^z Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Duncan, 0.05). RS= Rendimiento de semilla; AP= Altura de planta; LM= Longitud de mazorca; DM= Diámetro de mazorca; NHILM= Número de hileras en la mazorca; NSH= Número de semillas por hilera.

En la comparación de medias Cuadro 8, para la variable rendimiento de semilla (RS), se puede observar que la densidad de población de 50,000 plantas ha^{-1} presentó el rendimiento más bajo, en relación con la densidad de 62,500 plantas ha^{-1} (Figura 9). Resultados similares fueron reportados por Sprague (1985), Esechie (1992), Gutiérrez y Luna (2002), Blumenthal *et al.* (2003) y Yasari (2012), quienes encontraron que usualmente el rendimiento de semilla se incrementa significativamente con el incremento en la densidad de población. Por otro lado para altura de planta (AP) no se detectó significancia estadística.

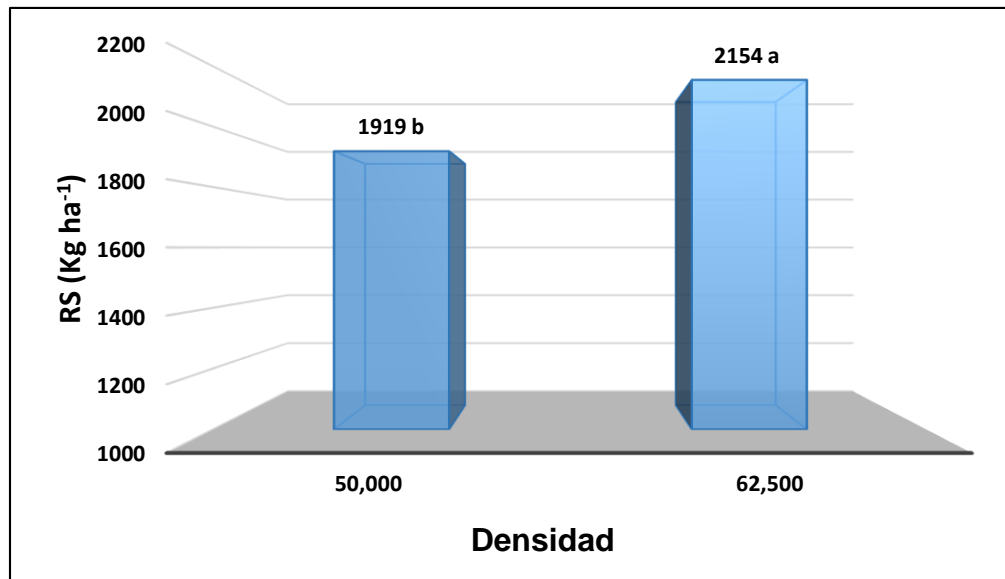


Figura 9. Efecto de la densidad sobre el rendimiento de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Para altura de mazorca se encontró diferencia estadística, donde se observa un incremento con la densidad de 62,500 plantas ha^{-1} de 26.38 pero esta

disminuyó al establecer 50,000 plantas ha⁻¹ de 24.75, lo anterior se puede observar en la (Figura 10).

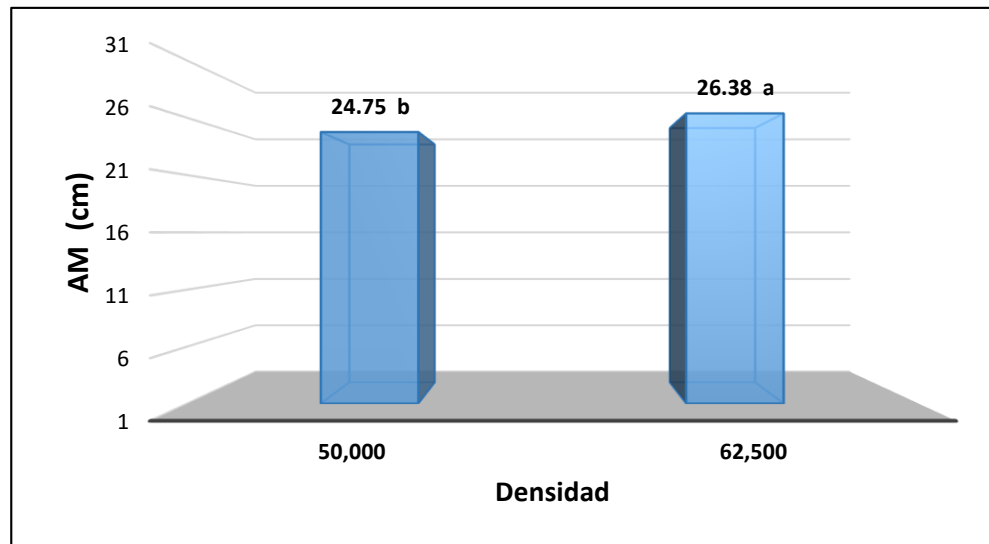


Figura 10. Efecto de la densidad sobre la altura de mazorca. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Por otro lado para las variables longitud de mazorca (LM), diámetro de mazorca (DM), número de hileras en la mazorca (NHILM) y número de semillas por hilera (NSH) las comparaciones de medias no presentaron efectos estadísticos con la densidad de población. Lo anterior se le atribuye a que utilizó un solo genotipo para este estudio y al manejo agronómico. Cabe mencionar que para estos parámetros se obtuvieron coeficientes de variación muy bajos, lo que indica confiabilidad en los resultados. Con relación a lo obtenido en este estudio, los resultados no coinciden con los encontrados por Oyervides *et al.* (1990) y Roy y Biswas (1992) al concluir que existe efecto negativo con el incremento de la densidad de población en los componentes de rendimiento.

Cuadro 8. Comparación de medias en componentes de rendimiento y caracteres vegetativos, en los factores densidad y fertilización. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo Agrícola O-I 2014/2015.

| Factores y niveles de estudio | RS (Kg ha⁻¹) | AP (cm) | AM (cm) | LM (cm) | DM (cm) | NHILM (N°) | NSH (N°) |
|---|------------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|
| Densidad (plantas ha⁻¹) | | | | | | | |
| 50,000 | 1919 b | 102.21 a ^z | 24.75 b | 12.86 a | 41.13 a | 13.33 a | 19.14 a |
| 62,500 | •2154 a | 103.67 a | •26.38 a | 12.75 a | 41.27 a | 13.25 a | 19.4 a |
| Fertilización (Kg ha⁻¹) | | | | | | | |
| 161-69-60 | 1900 b | 99.58 c | 24.25 b | 12.51 b | 41.03 a | 13.17 a | 18.88 a |
| 207-69-60 | 2060 ab | •106.75 a | •27.42 a | 12.83 a | 41.28 a | 13.33 a | 19.5 a |
| 253-69-60 | •2136 a | 103.67 ab | 26 ab | •12.94 a | 41.37 a | 13.17 a | 19.29 a |
| 299-69-60 | 2049 ab | 101.75 bc | 24.58 b | •12.94 a | 41.12 a | 13.5 a | 19.41 a |

• Valores máximos alcanzados en cada variable. ^z Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Duncan, 0.05). RS= Rendimiento de semilla; AP= Altura de planta; LM= Longitud de mazorca; DM= Diámetro de mazorca; NHILM= Número de hileras en la mazorca; NSH= Número de semillas por hilera.

En el mismo Cuadro 8, se puede apreciar que para el factor fertilización el mayor rendimiento de semilla se obtuvo con la dosis de 253-69-60, con 2136 kg ha⁻¹ le siguieron los tratamientos de fertilización 207-69-60 y 299-69-60 con rendimientos de 2060 y 2049 kg ha⁻¹. El menor rendimiento lo mostró la dosis 161-69-60 con 1900 kg ha⁻¹ (Figura 11).

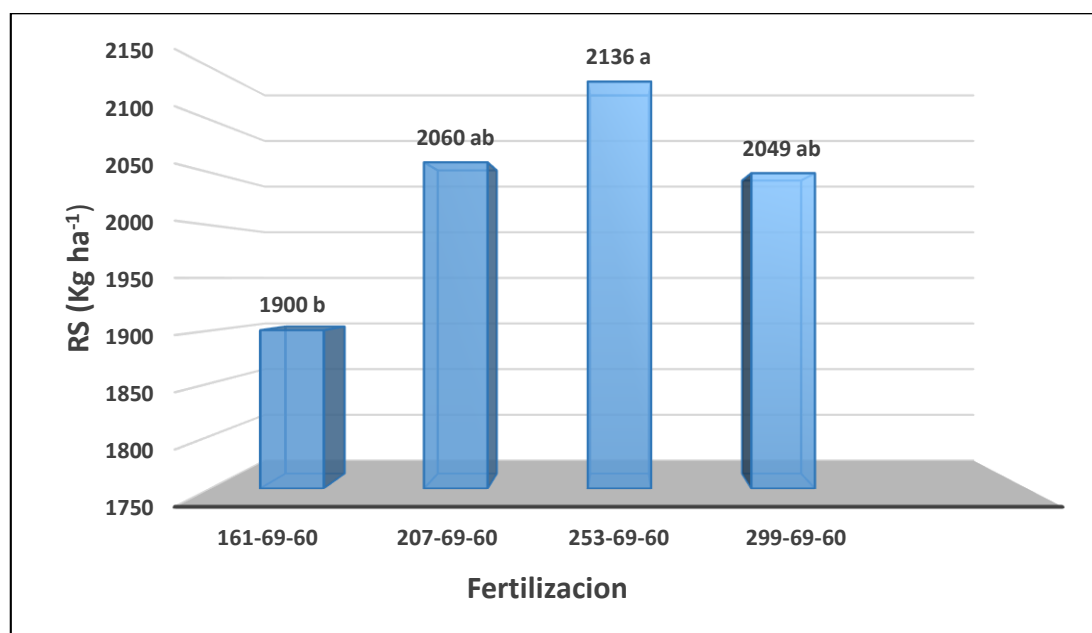


Figura 11. Efecto de la fertilización sobre el rendimiento de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

La prueba de Duncan al (0.05) realizada a las variables altura de planta (AP) y altura de mazorca (AM), en cada una de las dosis de fertilización, corroboró las diferencias que existen dándole validez estadística a las medias obtenidas, lo cual se observa en el Cuadro 8, donde la menor altura de planta (99.58) y altura de mazorca (24.25), se encontró utilizando la dosis 161-69-60. Por el contrario, los valores más altos para estas mismas variables se encontraron al aplicar la

dosis 207-69-60, siendo de 106.75 y 27.42, para altura de planta y mazorca respectivamente (Figura 12). Lo anterior ofrece ventajas desde el punto de vista arquetípico para mayor densidad de población y en tolerancia al acame, característica importante por la presencia de fuertes vientos que azotan el litoral del Golfo de México (Sierra, 2002).

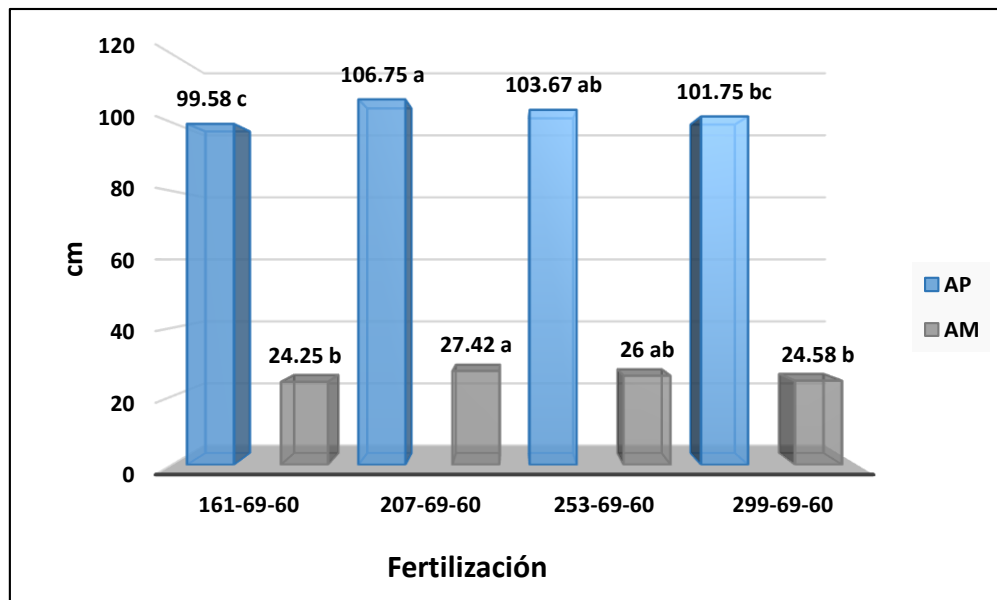


Figura 12. Efecto de la fertilización sobre la altura de planta y altura de mazorca. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Con relación a la variable longitud de mazorca (LM) se observó diferencia significativa, en las dosis de fertilización 299-69-60 y 253-69-60 con promedios de (12.94 cm) siendo la misma en ambas dosis (Figura 13). El menor valor para este parámetro se registró con la dosis 161-69-60 con 12.51 cm.

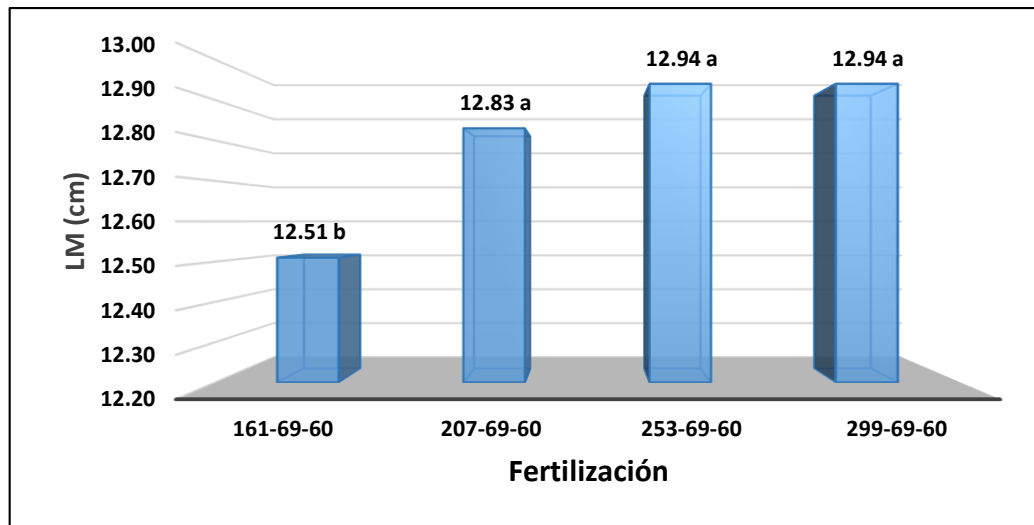


Figura 13. Efecto de la fertilización sobre la longitud de mazorca. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Para las dosis de fertilización en la comparación de medias para las variables diámetro de mazorca (DM), número de hileras en la mazorca (NHILM) y número de semillas por hilera (NSH) se observó que no hubo diferencias significativas.

Interacción en la relación H:M x densidad (A x D)

En el Cuadro 9, se presenta la prueba de Duncan al (0.05) para la interacción relación H:M x densidad (A x D), donde se visualiza que para la variable rendimiento de semilla (RS) se obtuvo la máxima productividad con la relación 6:2 sembrando a 62,500 plantas ha⁻¹, con un promedio de 2291 kg ha⁻¹. Por el contrario el rendimiento se redujo al utilizar la relación 4:2 con una densidad de población de 50,000 plantas ha⁻¹, con un promedio de 1696 kg ha⁻¹ (Figura 14).

Cuadro 9. Comparación de medias para la interacción relación H:M x densidad (A x D) en componentes de rendimiento y caracteres vegetativos. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo Agrícola O-I 2014/2015.

| | Tratamientos | | RS | AP | AM | LM | DM | NHILM | NSH |
|---|--------------|-------------------------------|------------------------|-----------|----------|----------|----------------------|---------|----------|
| | R H-M (A) | D (plantas ha ⁻¹) | (Kg ha ⁻¹) | (cm) | (cm) | (cm) | (mm) | (N°) | (N°) |
| 1 | 4:2 | 50,000 | 1696 c | 98.25 b | 23.67 b | •12.9 a | 41.29 a ^z | 13.5 a | 18.76 b |
| 2 | 4:2 | 62,500 | 2017 b | 101.17 b | 25.83 ab | 12.87 ab | 41.56 a | 13.5 a | •19.53 a |
| 3 | 6:2 | 50,000 | 2141 ab | •106.17 a | 24.92 b | 12.83 ab | 40.98 a | 13.17 a | 19.51 a |
| 4 | 6:2 | 62,500 | •2291 a | •106.17 a | •27.83 a | 12.62 b | 40.98 a | 13 a | 19.29 a |

• Valores máximos alcanzados en cada variable. ^z Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Duncan, 0.05). RS= Rendimiento de semilla; AP= Altura de planta; LM= Longitud de mazorca; DM= Diámetro de mazorca; NHILM= Número de hileras en la mazorca; NSH= Número de semillas por hilera.

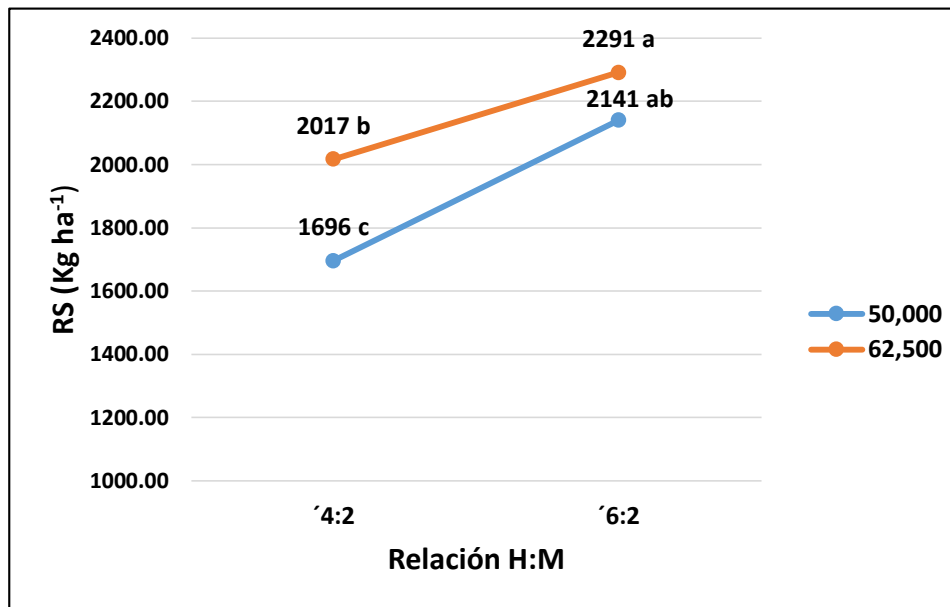


Figura 14. Efecto de la interacción relación H:M x densidad sobre el rendimiento de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Para la variable altura de planta (AP), se observa que el menor valor se obtuvo con el tratamiento 4:2 x 50,000 con promedio de 98.25 cm. Para este mismo carácter el valor más alto se encontró con los tratamientos 6:2 x 62,500 y 6:2 x 50,000 con 106.17 cm en ambos casos (Figura 16). Un comportamiento similar se obtuvo con la altura de mazorca (AM), donde según Duncan al (0.05) el tratamiento 4:2 x 50,000 arrojó el valor más bajo (23.67 cm) y con el tratamiento: 6:2 x 62,500 se obtuvo la mayor altura (27.83 cm) (Figura 15). Lo anterior indica que las líneas son de porte baja, presentan una posición de mazorca debajo de la mitad de la planta. Esta característica es muy importante ya que ofrece desde el punto de vista físico un menor momento que se ejerce sobre el brazo de palanca y por lo tanto una mayor tolerancia al acame (Sierra *et al.*, 1994).

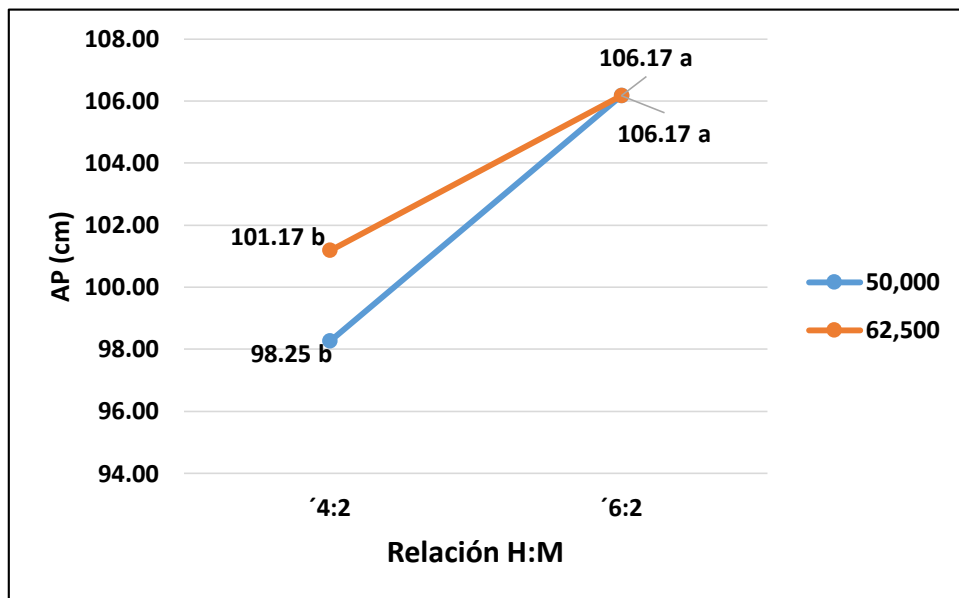


Figura 16. Efecto de la interacción relación H:M x densidad sobre la altura de planta. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

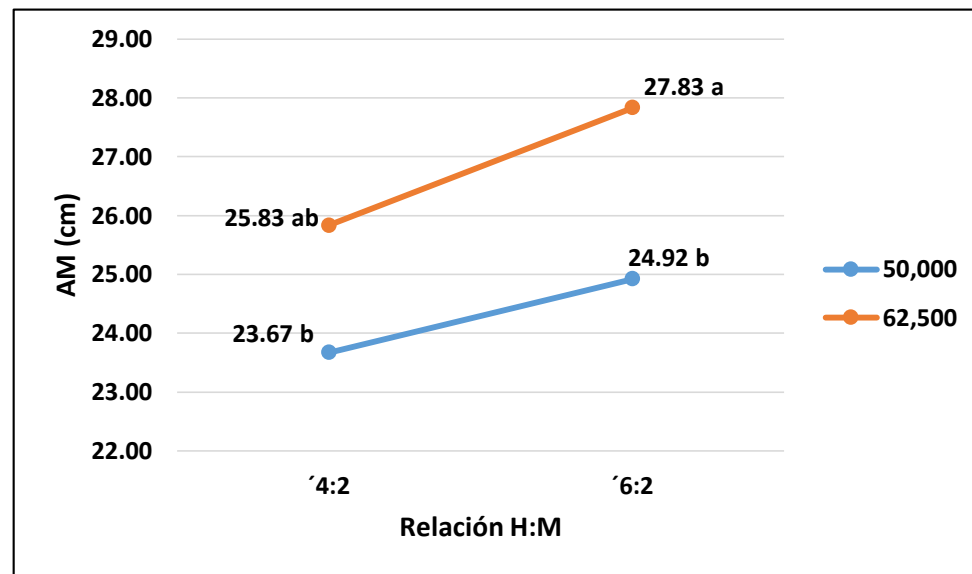


Figura 15. Efecto de la interacción relación H:M x densidad sobre la altura de mazorca. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Con respecto a longitud de mazorca (LM), se encontró diferencias estadísticas significativas, donde la mayor longitud lo mostró el tratamiento 4:2 x 50,000 y el menor valor se obtuvo con 6:2 x 62,500 con promedios de 12.90 y 12.62 cm respectivamente (Figura 17).

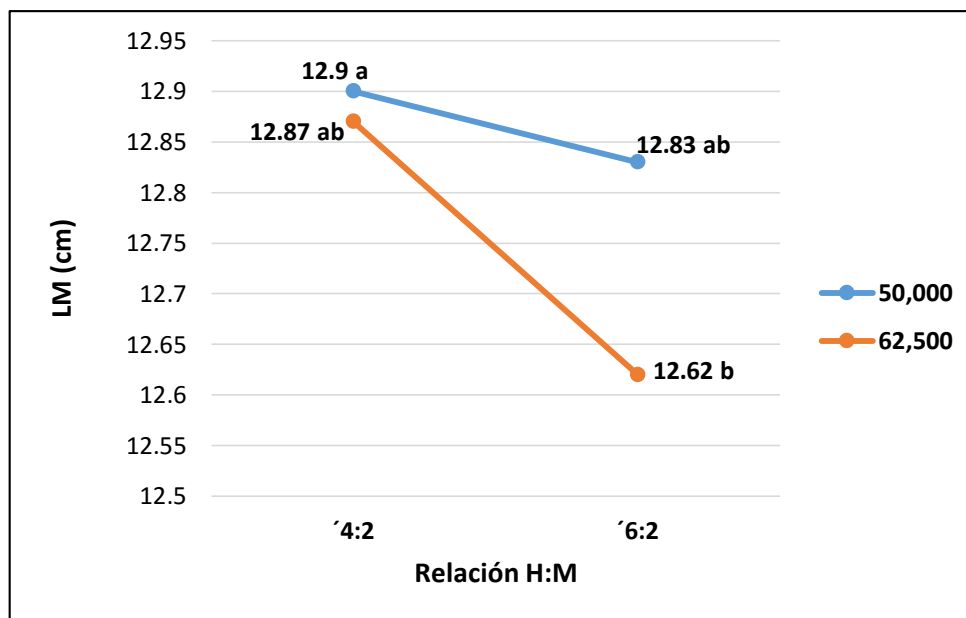


Figura 17. Efecto de la interacción relación H:M x densidad sobre longitud de mazorca. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

En esta misma interacción no se observaron efectos significativos ($P \geq 0.05$) para diámetro de mazorca (DM), número de hileras en la mazorca (NHILM) y número de semillas por hilera (NSH), lo que significa que su expresión no fue afectada de manera diferencial por la interacción de los factores relación H:M x densidad.

Interacción en la relación H:M x fertilización (A x F)

Referente a la interacción relación H:M x fertilización (A x F) la comparación de medias para el rendimiento de semilla (RS) Cuadro 10, mostró que los mejores tratamientos fueron: 6:2 x 253-69-60, 6:2 x 299-69-60 y 6:2 x 207-69-60, con rendimientos de 2357 a 2187 kg ha⁻¹ y los más bajos rendimientos (1673; 1906 y 1916 kg ha⁻¹) se obtuvieron con los tratamientos 4:2 x 161-69-60, 4:2 x 299-69-60 y 4:2 x 253-69-60 (Figura 18).

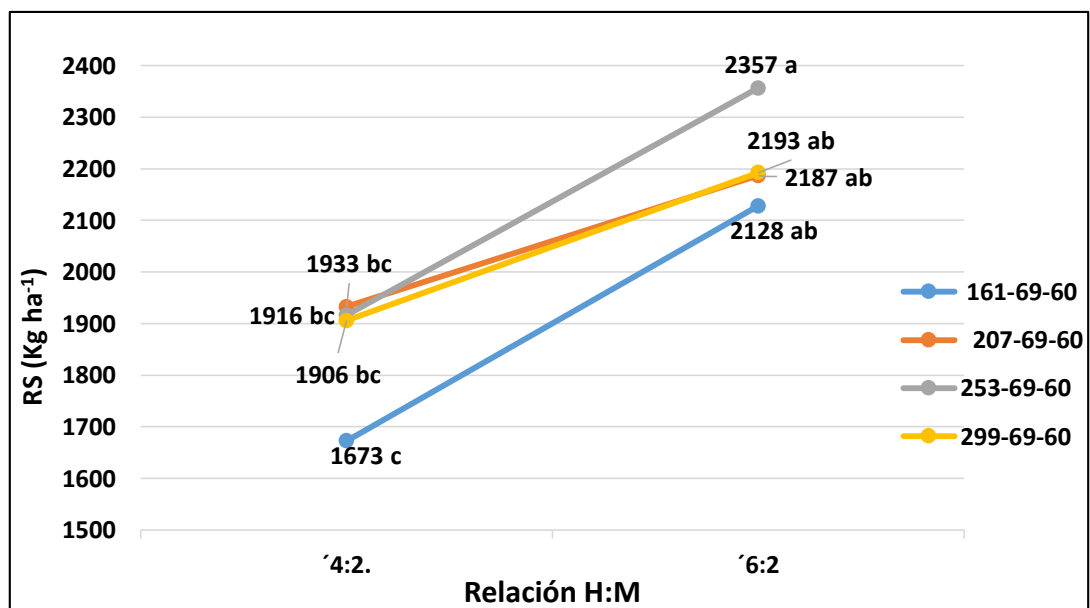


Figura 18. Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre el rendimiento de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Cuadro 10. Comparación de medias para la interacción relación H:M x fertilización (A x F) en componentes de rendimiento y caracteres vegetativos. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo Agrícola O-I 2014-2015.

| | Tratamientos | | RS (Kg ha ⁻¹) | AP (cm) | AM (cm) | LM (cm) | DM (mm) | NHILM (N°) | NSH (N°) |
|---|--------------|--|------------------------------|------------|------------|------------|------------|----------------------|-------------|
| | R H-M (A) | F (Kg ha-1) N ₂ ,P ₂ O ₅ ,K ₂ O | | | | | | | |
| 1 | 4:2 | 161-69-60 | 1673 c | 95.17 d | 22.17 d | 12.41 c | 41.01 bc | 13.33 a ^z | 18.4 b |
| 2 | 4:2 | 207-69-60 | 1933 bc | 105.17 ab | 27.17 abc | 12.9 ab | 41.54 ab | 13.67 a | 19.35 ab |
| 3 | 4:2 | 253-69-60 | 1916 bc | 99.67 bcd | 23.67 cd | 13.08 ab | 41.49 ab | 13.33 a | 19.1 ab |
| 4 | 4:2 | 299-69-60 | 1906 bc | 98.83 cd | 24.17 bcd | •13.16 a | •41.65 a | 13.67 a | •19.68 a |
| 5 | 6:2 | 161-69-60 | 2128 ab | 104 abc | 26.33 abc | 12.61 bc | 41.05 bc | 13 a | 19.37 ab |
| 6 | 6:2 | 207-69-60 | 2187 ab | •108.33 a | 27.67 ab | 12.76 abc | 41.02 bc | 13 a | 19.65 a |
| 7 | 6:2 | 253-69-60 | •2357 a | 107.67 a | •28.33 a | 12.81 abc | 41.26 ab | 13 a | 19.48 a |
| 8 | 6:2 | 299-69-60 | 2193 ab | 104.67 abc | 25 abcd | 12.72 abc | 40.59 c | 13.33 a | 19.13 ab |

• Valores máximos alcanzados en cada variable. ^z Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Duncan, 0.05). RS= Rendimiento de semilla; AP= Altura de planta; LM= Longitud de mazorca; DM= Diámetro de mazorca; NHILM= Número de hileras en la mazorca; NSH= Número de semillas por hilera.

Para la variable altura de planta (AP), se observa que la menor altura se obtuvo con el tratamiento 4:2 x 161-69-60 con promedio de (95.17 cm). Para este mismo carácter el mayor promedio se encontró con el tratamiento 6:2 x 207-69-60 con (108.33 cm) (Figura 19).

Un comportamiento similar se obtuvo con la altura de mazorca (AM), donde según Duncan al (0.05) el tratamiento 4:2 x 161-69-60 mostró el valor más bajo (22.17 cm) y con el tratamiento: 6:2 x 253-69-60 se obtuvo la mayor altura (28.33 cm) (Figura 20).

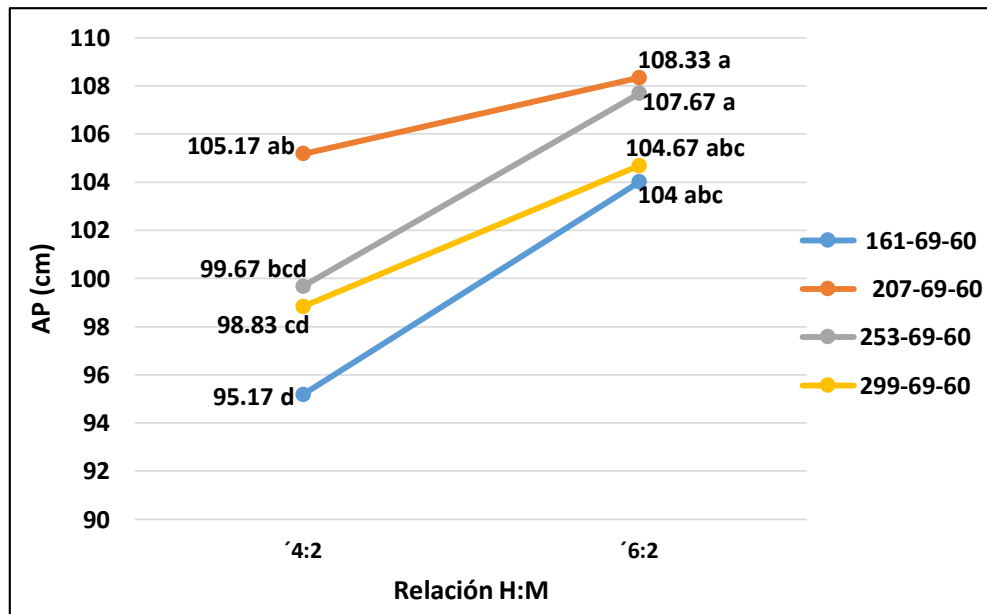


Figura 19. Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre la altura de planta. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

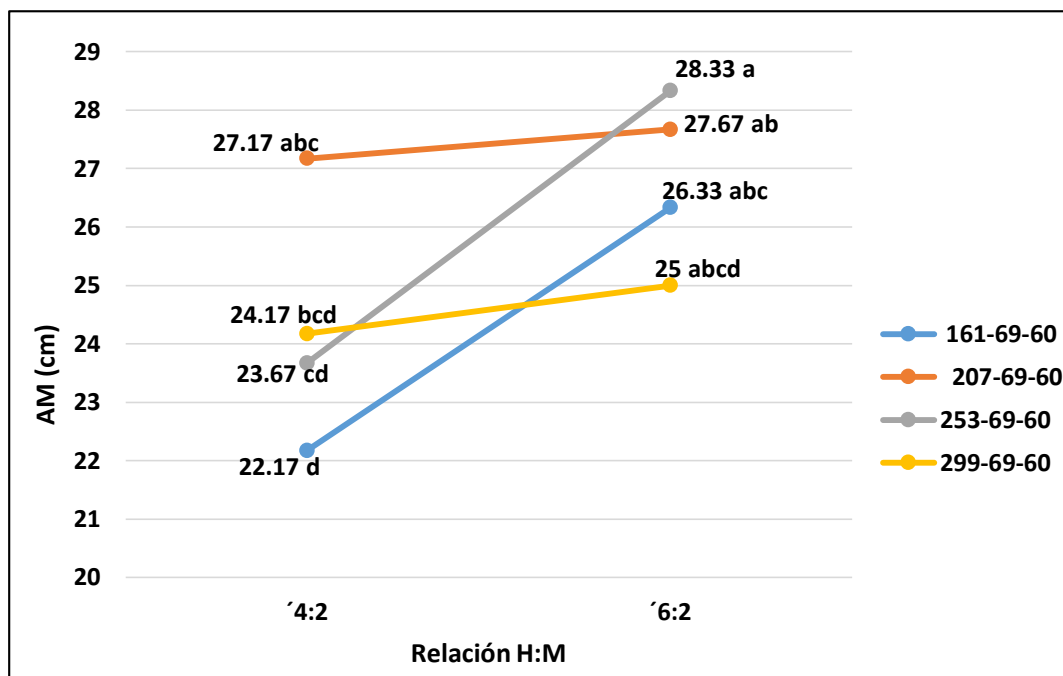


Figura 20. Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre la altura de mazorca. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

También se visualiza que la mayor longitud de mazorca (13.16 cm) se logró con la relación 4:2 con la dosis 299-69-60, mientras que la longitud más baja (12.41 cm) se obtuvo utilizando 4:2 con la dosis 161-69-60 (Figura 21). Un comportamiento un tanto similar se obtuvo para diámetro de mazorca (DM), donde se observa que el mayor diámetro (41.65 mm) se encontró con la relación 4:2 con la dosis 299-69-60, en tanto que el menor valor para este carácter (40.59 mm) se obtuvo con 6:2 utilizando la dosis 299-69-60 (Figura 22).

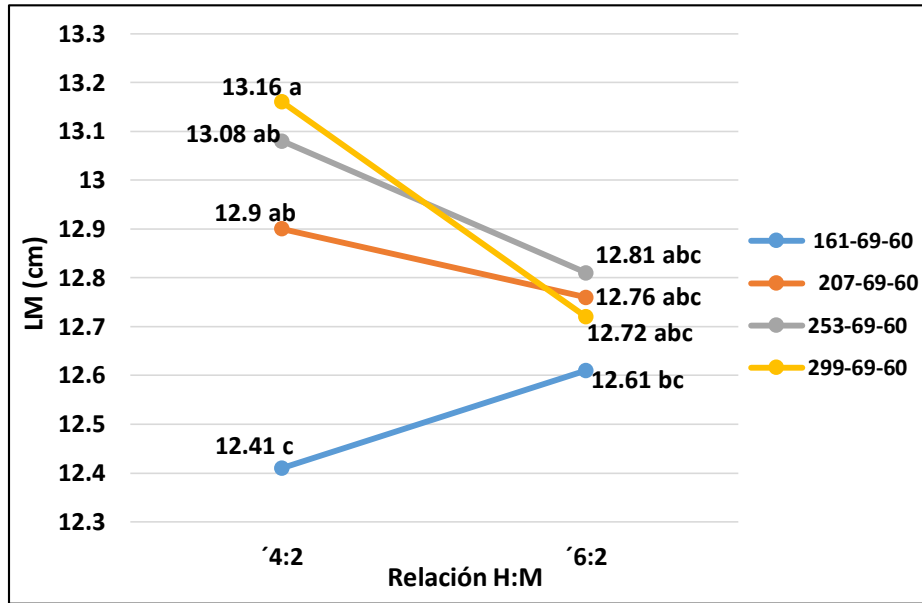


Figura 21. Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre longitud de mazorca. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

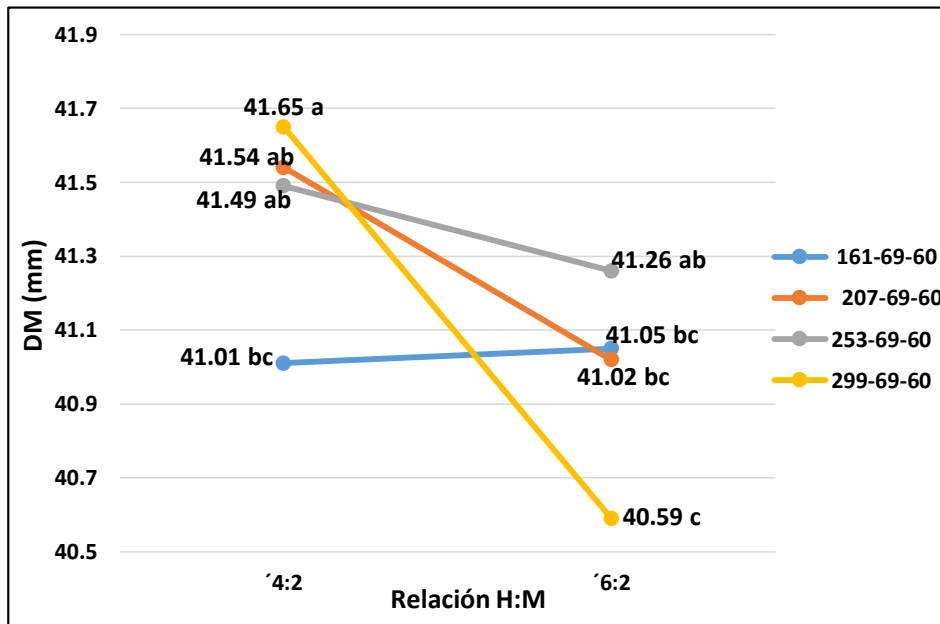


Figura 22. Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre diámetro de mazorca. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

No se observaron efectos significativos ($P \geq 0.05$) para número de hileras en la mazorca (NHILM), lo que significa que su expresión no fue afectada de manera diferencial por la interacción de los factores relación H:M x fertilización (A x F).

Con respecto a la variable número de semillas por hilera (NSH) se encontró diferencia estadística significativa, donde el valor mayor (19.68) se obtuvo utilizando la relación 4:2 con la dosis 299-69-60, en tanto que el menor valor (18.4) para este carácter se logró con 4:2 y la dosis 161-69-60 (Figura 23).

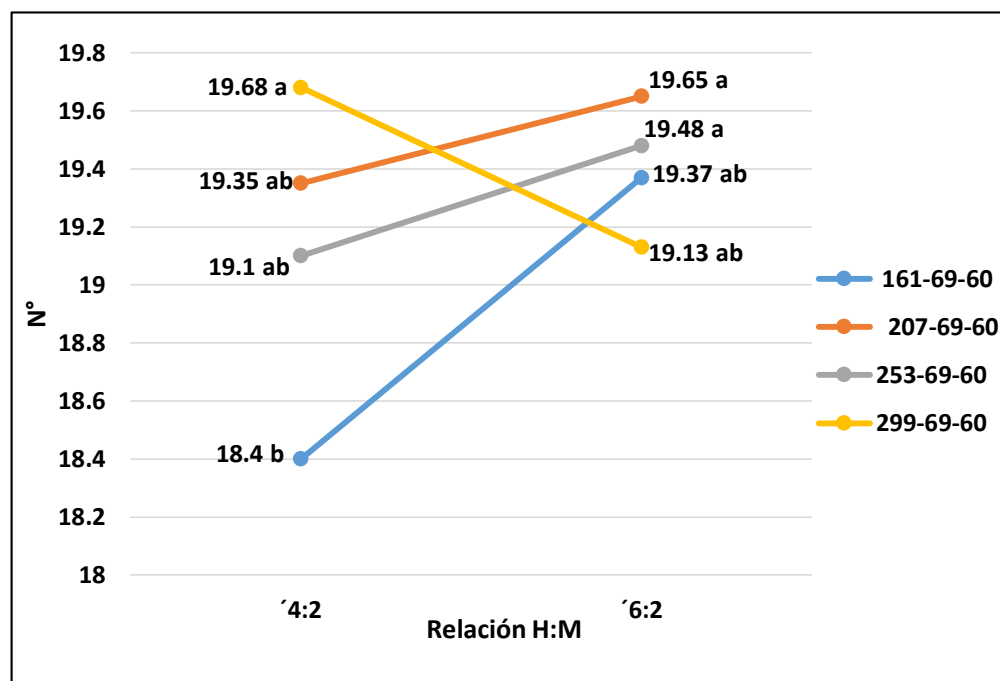


Figura 23. Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre número de semillas por hilera. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Interacción en la densidad x fertilización (D x F)

En el Cuadro 11 se presenta la prueba de Duncan al (0.05) para la interacción densidad x fertilización (D x F), donde se detectó diferencia estadística significativa en todas las variables en estudio. Se visualiza que para el parámetro rendimiento de semilla (RS) tuvo el siguiente comportamiento: el mayor rendimiento medio lo obtuvo el tratamiento 62,500 x 253-69-60 con 2242 kg ha⁻¹, seguido de los tratamientos 62,500 x 299-69-60 y 62,500 x 257-69-60 con rendimientos de 2223 y 2168 kg ha⁻¹ respectivamente. Lo que indica que en los mejores tres rendimientos participa la densidad de 62,500 plantas ha⁻¹ como parte de cada tratamiento (Figura 24). El rendimiento más bajo lo mostró el tratamiento 50,000 x 161-69-60 con 1816 kg ha⁻¹.

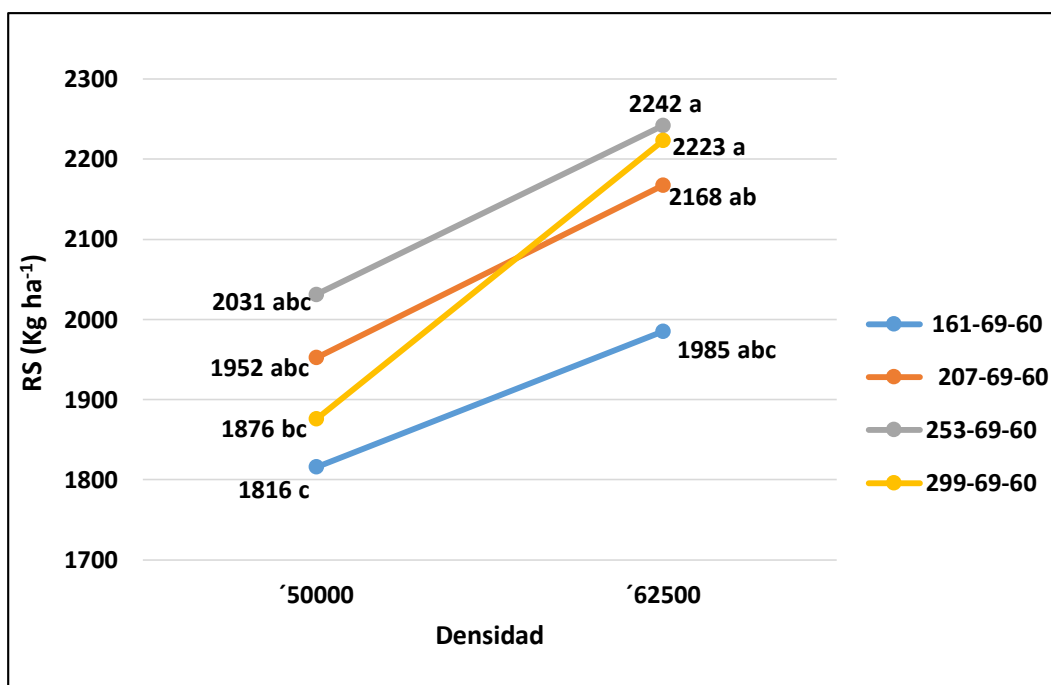


Figura 24. Efecto de la interacción densidad x fertilización sobre el rendimiento de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Cuadro 11. Comparación de medias para la interacción densidad x fertilización (D x F) en componentes de rendimiento y caracteres vegetativos. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo Agrícola O-I 2014/2015.

| | Tratamiento | | RS (Kg ha ⁻¹) | AP (cm) | AM (cm) | LM (cm) | DM (cm) | NHILM (N°) | NSH (N°) |
|---|-------------------------------|--------------------------|------------------------------|------------|------------|------------|------------|---------------|-------------|
| | D (plantas ha ⁻¹) | F (kg ha ⁻¹) | | | | | | | |
| 1 | 50,000 | 161-69-60 | 1816 c | 98.33 c | 23.83 b | 12.52 bc | 40.93 b | 13 ab | 18.68 b |
| 2 | 50,000 | 207-69-60 | 1952 abc | 106.5 ab | 26.83 ab | •13.07 a | 41.49 ab | 13.67 ab | •19.78 a |
| 3 | 50,000 | 253-69-60 | 2031 abc | 103.67 abc | 24.5 ab | 12.97 abc | 41.03 b | 12.67 b | 19.07 ab |
| 4 | 50,000 | 299-69-60 | 1876 bc | 100.33 c | 23.83 b | 12.88 abc | 41.09 b | •14 a | 19.03 ab |
| 5 | 62,500 | 161-69-60 | 1985 abc | 100.83 bc | 24.67 ab | 12.5 c | 41.13 b | 13.33 ab | 19.08 ab |
| 6 | 62,500 | 207-69-60 | 2168 ab | •107 a | •28 a | 12.59 bc | 41.07 b | 13 ab | 19.22 ab |
| 7 | 62,500 | 253-69-60 | •2242 a | 103.67 abc | 27.5 ab | 12.91 abc | •41.72 a | 13.67 ab | 19.52 ab |
| 8 | 62,500 | 299-69-60 | 2223 a | 103.17 abc | 25.33 ab | 12.99 ab | 41.16 b | 13 ab | •19.78 a |

• Valores máximos alcanzados en cada variable. RS= Rendimiento de semilla; AP= Altura de planta; LM= Longitud de mazorca; DM= Diámetro de mazorca; NHILM= Número de hileras en la mazorca; NSH= Número de semillas por hilera.

En la comparación de medias para altura de planta se observa que el valor mínimo correspondió al tratamiento 50,000 x 161-69-60 con 98.33 cm y el máximo en 62,500 x 207-69-60 con 107 cm (Figura 25). Para la variable altura de mazorca se encontró un comportamiento similar que el parámetro anterior, ya que el tratamiento 50,000 x 161-69-60 y 50,000 x 299-69-60 presentaron la mínima altura con 23.83 cm, siendo en 62,500 x 207-69-60 donde se observó el valor máximo (Figura 26).

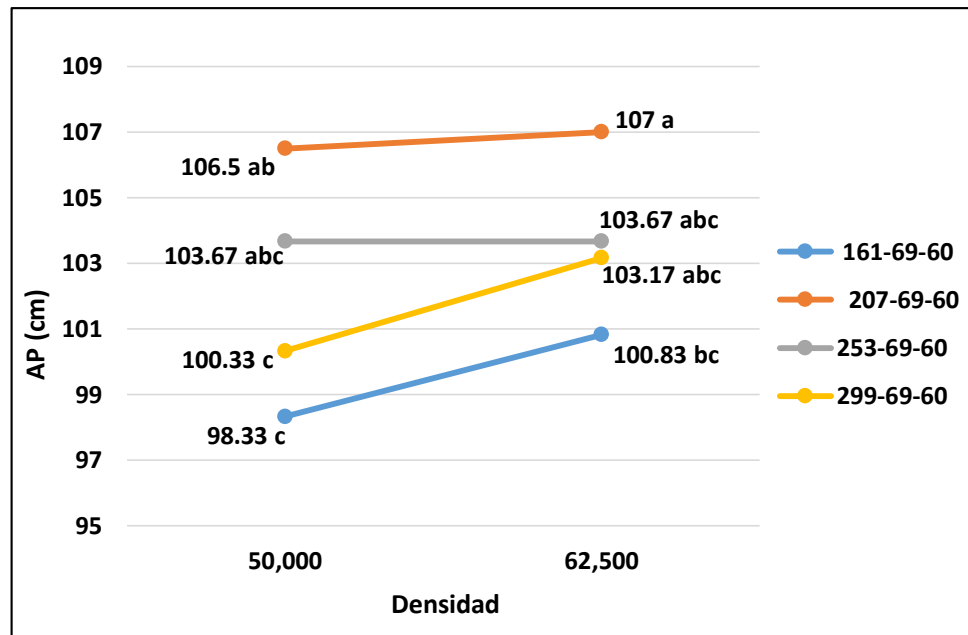


Figura 25. Efecto de la interacción densidad x fertilización sobre altura de planta. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

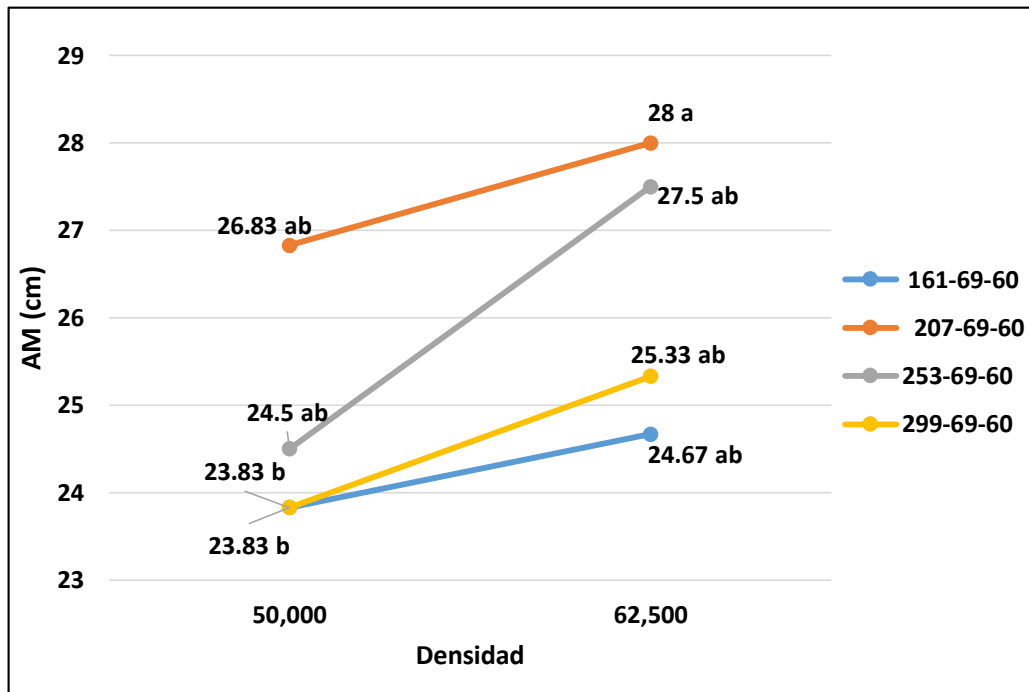


Figura 26. Efecto de la interacción densidad x fertilización sobre altura de mazorca. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Para las variables componentes de rendimiento se visualiza que para longitud de mazorca el valor máximo correspondió al tratamiento 50,000 x 207-69-60 con 13.07 cm y el mínimo en 62,500 x 161-69-60 con un promedio de 12.5 cm. Para diámetro de mazorca el valor máximo se encontró con el tratamiento 62,500 x 253-69-60 con 41.72 mm, mientras que el valor mínimo se obtuvo con 50,000 x 253-69-60 con 41.03 mm.

Para el parámetro número de hileras en la mazorca (NHILM) se observaron efectos significativos, donde el valor máximo (14) se logró con el tratamiento

50,000 x 299-69-60, en tanto que el menor valor se obtuvo con el tratamiento 50,000 x 253-69-60 con un promedio de 12.67 (Figura 27).

Con respecto a la variable número de semillas por hilera (NSH) se visualiza que el valor mayor (19.68) se obtuvo con los tratamientos 50,000 x 207-69-60 y 62,500 x 299-69-60, mientras que el menor valor (18.68) para este carácter se logró con el tratamiento 50,000 x 161-69-60 (Figura 28).

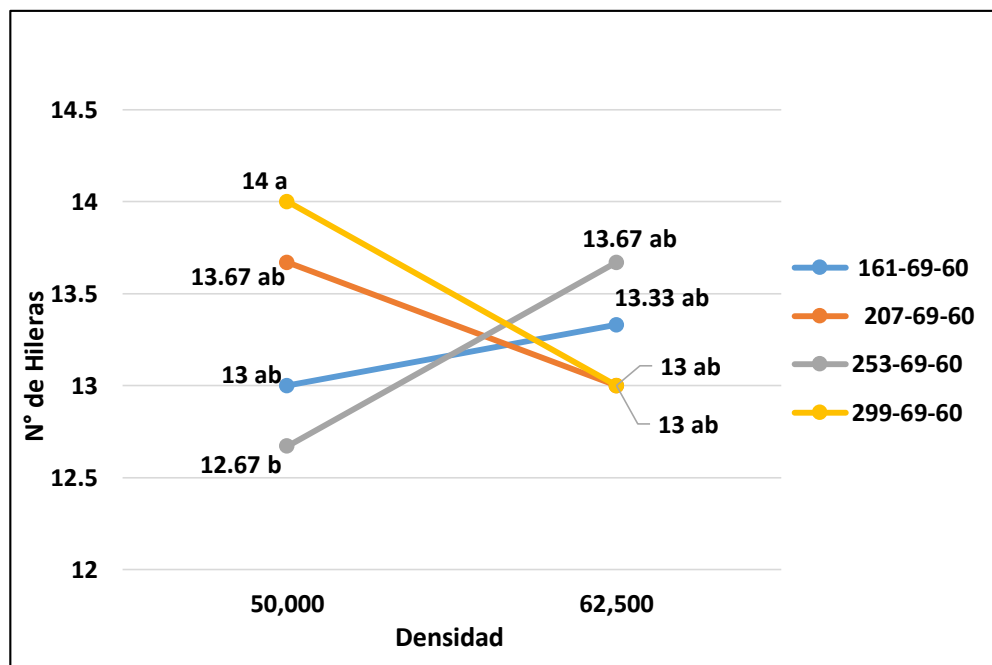


Figura 27. Efecto de la interacción densidad x fertilización sobre número de hileras en la mazorca. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

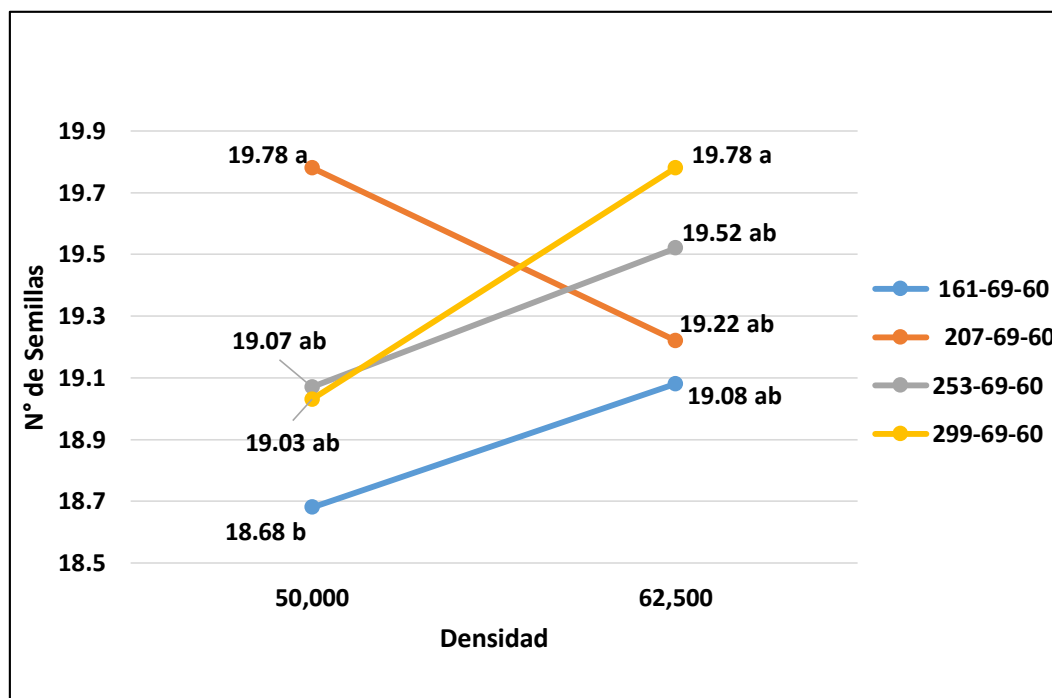


Figura 28. Efecto de la interacción densidad x fertilización sobre número de semillas por hilera. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

5.2 Características agronómicas de semilla

En los resultados del análisis de varianza (ANOVA), de las características de semilla evaluadas Cuadro 12, se visualiza que para el factor relación H:M (A) se encontró diferencia estadística altamente significativa en la variable porcentaje de semillas de plano chico (PPCH); habiendo diferencias estadísticas significativas para el porcentaje de semillas de bola grande (PBG), número de semillas en 1 kg de plano chico (NSPCH), largo de semillas de plano

chico (LSPCH), ancho de semillas de plano grande (ASPG) y grosor de semillas de plano medio (GSPM). Para el factor densidad de población (D) se determinó diferencias altamente significativas para porcentaje de semillas de bola media (PBM) y ancho de semillas de bola chica (ASBCH), así como diferencia estadística significativa en las variables porcentaje de semillas de bola grande (PBG) y número de semillas en 1 kg de plano grande (NSPG). En la interacción relación H:M x densidad de población (A x D) solamente se detectó diferencia estadística significativa para largo de semillas de plano medio (LSPM).

Con respecto a la fuente de variación dosis de fertilización (F) se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas en las variables porcentaje de semillas de plano medio (PPM), porcentaje de semillas de bola media (PBM), porcentaje de semillas de bola chica (PBCH), número de semillas en 1 kg de plano grande (NSPG) y grosor de semillas de plano chico (GSPCH), así como diferencias estadísticas significativas para número de semillas en 1 kg de plano medio (NSPM) y número de semillas en 1 kg de bola grande (NSBG).

En la interacción relación H:M x dosis de fertilización (A x F) no se detectó diferencia estadística significativa en ninguna de las variables. La interacción densidad de población x dosis de fertilización (D x F) causó diferencia estadística altamente significativa para porcentaje de semillas de bola media (PBM), así como diferencia estadística significativa en las variables largo de

semillas de plano medio (LSPM) y ancho de semillas de bola grande (ASBG). Las diferencias detectadas para estas características son atribuidas al efecto conjunto causado por estos dos factores. Con respecto a la triple interacción relación H:M x densidad de población x dosis de fertilización (A x D x F), se encontró diferencia estadística altamente significativa para porcentaje de semillas de bola media (PBM), así como diferencia estadística significativa para número de semillas en 1 kg de bola media (NSBM). Los bajos coeficientes de variación presentados en la mayoría de las variables, sugieren confiabilidad en los resultados (Reyes, 1990).

Cuadro 12. Cuadrados medios y significancia en caracteres de semilla, evaluadas en la formación de la crusa simple del híbrido H-566 A. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

| Fuentes de Variación | GL | Forma y tamaño | | | | | | N°. de semilla en 1 (kg) | | | | | |
|----------------------|----|----------------|--------|--------|-------|--------|-----------|--------------------------|-----------|--------------|-----------|------------|-------------|
| | | PPG | PPM | PPCH | PBG | PBM | PBCH | NSPG | NSPM | NSPCH | NSBG | NSBM | NSBCH |
| Repetición (R) | 2 | 0.02 | 2.57 | 0.45** | 1.35* | 0.4 | 0.0046 | 37464.58 | 11668.75 | 11478658.33 | 18652.08 | 20352.08 | 422668.75 |
| Relación H:M (A) | 1 | 0.02ns | 0.21 | 0.27** | 0.44* | 0.07 | 0.00046 | 29502.08 | 20008.33 | 18587852.08* | 3333.33 | 75 | 648675ns |
| Error a | 2 | 0.09 | 0.31* | 0.0023 | 0.02 | 0.1* | 0.0014 | 6902.08 | 5314.58 | 879058.33 | 1927.08 | 1743.75 | 84568.75 |
| Densidad (D) | 1 | 0.07ns | 0.59 | 0.02 | 0.67* | 0.36** | 0.0015 | 31518.75* | 208.33 | 2534602.08 | 30000 | 1008.33 | 132300ns |
| A X D | 1 | 0.00035ns | 0.25 | 0.0014 | 0.24 | 0.07 | 0.0000091 | 1518.75 | 15408.33 | 527102.08 | 208.33 | 675 | 39675ns |
| Error b | 4 | 0.01 | 0.12 | 0.01 | 0.08 | 0.02 | 0.0017 | 1737.5 | 10145.83 | 2539670.83 | 3947.92 | 21985.42** | 167443.75 |
| Fertilización (F) | 3 | 0.08ns | 0.43** | 0.07 | 0.16 | 0.28** | 0.0035** | 36496.53** | 49480.56* | 3368607.64 | 15208.33* | 3725 | 216600ns |
| A X F | 3 | 0.05ns | 0.13 | 0.08 | 0.04 | 0.02 | 0.000096 | 8335.42 | 11780.56 | 811707.64 | 8600 | 4980.56 | 71563.89ns |
| D X F | 3 | 0.05ns | 0.08 | 0.06 | 0.14 | 0.11** | 0.0012 | 2918.75 | 10180.56 | 4256468.75 | 2066.67 | 6036.11 | 155300ns |
| A X D X F | 3 | 0.0049ns | 0.18 | 0.01 | 0.12 | 0.16** | 0.0011 | 8029.86 | 34302.78 | 2407790.97 | 5741.67 | 16313.89* | 292963.89ns |
| Error c | 24 | 0.03 | 0.07 | 0.04 | 0.08 | 0.02 | 0.00068 | 6599.31 | 14671.53 | 2032764.58 | 3935.42 | 4030.56 | 232792.36 |
| C.V (%) | | 2.4 | 10.12 | 16.51 | 4.93 | 5.78 | 2.37 | 2.41 | 2.66 | 30.57 | 1.98 | 1.63 | 9.87 |

Cuadro 12.....Continuación.

| Fuentes de variación | GL | LSPM (mm) | LSPCH (mm) | ASPG (mm) | ASBG (mm) | ASBCH (mm) | GSPM (mm) | GSPCH (mm) |
|----------------------|----|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
| Repetición (R) | 2 | 0.55 | 0.32 | 0.9** | 0.08 | 0.03 | 0.05 | 0.09 |
| Relación H:M (A) | 1 | 0.17 | 0.89* | 0.02* | 0.00003 | 0.0038 | 0.12* | 0.19 |
| Error a | 2 | 0.22 | 0.05 | 0.00082 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.05 |
| Densidad (D) | 1 | 0.09 | 0.04 | 0.14 | 0.000091 | 0.2** | 0.07 | 0.28 |
| A X D | 1 | 1.38* | 0.0027 | 0.17 | 0.04 | 0.01 | 0.11 | 0.06 |
| Error b | 4 | 0.13 | 0.24 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.05 | 0.18 |
| Fertilización (F) | 3 | 0.31 | 0.2 | 0.02 | 0.03 | 0.0031 | 0.16 | 0.49** |
| A X F | 3 | 0.12 | 0.23 | 0.06 | 0.05 | 0.01 | 0.04 | 0.22 |
| D X F | 3 | 0.59* | 0.17 | 0.1 | 0.18* | 0.01 | 0.11 | 0.12 |
| A X D X F | 3 | 0.13 | 0.13 | 0.17 | 0.06 | 0.01 | 0.04 | 0.04 |
| Error c | 24 | 0.19 | 0.1 | 0.13 | 0.04 | 0.04 | 0.07 | 0.1 |
| C.V (%) | | 5.02 | 4.35 | 4.07 | 2.58 | 3.22 | 5.46 | 6.59 |

112

*, ** P ≤ 0.05, 0.01 de probabilidad; NS= No significativo; PPG= Porcentaje de semillas plano grande; PPM= Porcentaje de semillas plano medio; PPCH= Porcentaje de semillas plano chico; PBG= Porcentaje de semillas bola grande; PBM= Porcentaje de semillas bola media; PBCH= Porcentaje de semillas bola chica; NSPG = Número de semillas en 1 (kg) de plano grande; NSPM= Número de semillas en 1 (kg) de plano medio; NSPCH= Número de semillas en 1 (kg) de plano chico; NSBG= Número de semillas en 1 (kg) de bola grande; NSBM= Número de semillas en 1 (kg) de bola media; NSBCH= Número de semillas en 1 (kg) de bola chica; LSPM= Largo de semillas de plano medio; LSPCH= Largo de semillas de plano chico; ASPG; Ancho de semillas de plano grande; ASBG= Ancho de semillas de bola grande; ASBCH= Ancho de semillas de bola chica; GSPM= Grosor de semillas de plano medio; GSPCH= Grosor de semillas de plano chico.

A continuación se presentan las comparaciones de medias, en donde se aclara que solamente se discutirán las variables porcentaje de semillas plano grande (PPG), porcentaje de semillas plano medio (PPM), porcentaje de semillas bola grande (PBG), porcentaje de semillas bola media (PBM), número de semillas en 1 (kg) de plano grande (NSPG), número de semillas en 1 (kg) de plano medio (NSPM), número de semillas en 1 (kg) de bola grande (NSBG), y número de semillas en 1 (kg) de bola media (NSBM). Se optó por este criterio debido a que el productor de semilla, no le es atractivo comprar y producir semillas chicas, pese a que estas tengan las mismas características genéticas que las semillas de tamaños grandes.

Cuadro 13. Efecto de la relación Hembra:Macho en caracteres de semilla, en la formación de la cruce simple del híbrido H-566 A. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

| N° | R H:M | Forma y tamaño | | | | N°. de semilla en 1 (kg) | | | |
|----------|-------|----------------------|--------|---------|--------|--------------------------|--------|--------|--------|
| | | PPG | PPM | PBG | PBM | NSPG | NSPM | NSBG | NSBM |
| 1 | 4:2 | 50.35 a ² | 7.34 a | 31.34 b | 7.06 a | 3398 a | 4531 a | 3178 a | 3888 a |
| 2 | 6:2 | 49.73 a | 6.52 a | 33.55 a | 6.64 a | 3348 a | 4572 a | 3161 a | 3891 a |
| Promedio | | 50.04 | 6.93 | 32.445 | 6.85 | 3373 | 4552 | 3170 | 3890 |

² Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Duncan, 0.05).; PPG= Porcentaje de semillas plano grande; PPM= Porcentaje de semillas plano medio; PBG= Porcentaje de semillas bola grande; PBM= Porcentaje de semillas bola media; NSPG = Número de semillas en 1 (kg) de plano grande; NSPM= Número de semillas en 1 (kg) de plano medio; NSBG= Número de semillas en 1 (kg) de bola grande; NSBM= Número de semillas en 1 (kg) de bola media.

En la prueba de Duncan, para la variable porcentaje de semillas plano grande (PPG), no se encontró diferencia estadística entre las medias de los tratamientos Cuadro 13, no obstante, numéricamente la relación 4:2 supero 1.24 % más de semilla que la relación 6:2 (Figura 29). Un comportamiento muy similar se observa en la variable porcentaje de plano medio (PPM), donde no se

detectó diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, siendo numéricamente mayor la relación 4:2 con 7.34 % y menor la relación 6:2 con 6.52 %.

En el mismo Cuadro 13, para la variable porcentaje de semillas bola grande (PBG), se puede apreciar diferencia estadística, donde el valor máximo lo obtuvo la relación 6:2 con 33.55 %, y el valor mínimo fue de 31.34 % en la relación 4:2, siendo superado en 7.05 % (Figura 29). Para la variable porcentaje de semillas bola media (PBM), no hubo diferencia estadística entre las medias de las relaciones 4:2 y 6:2.

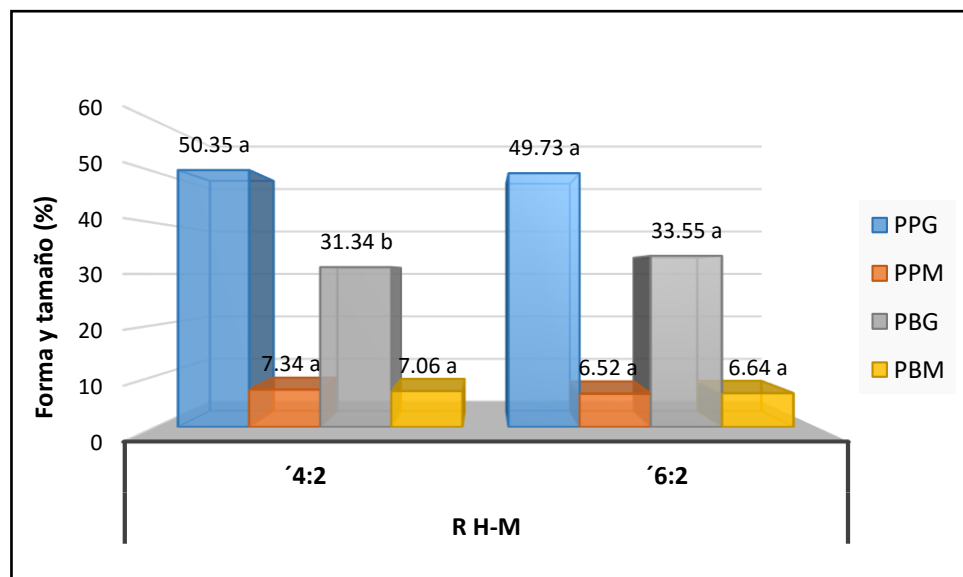


Figura 29. Efecto de la relación H:M sobre formas y tamaños de semilla (%). Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

En relación a las variables número de semillas en 1 (kg) de plano grande (NSPG), número de semillas en 1 (kg) de plano medio (NSPM), número de semillas en 1 (kg) de bola grande (NSBG) y número de semillas en 1 (kg) de bola media (NSBM), la prueba de Duncan mostró que no hubo diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos (Figura 30).

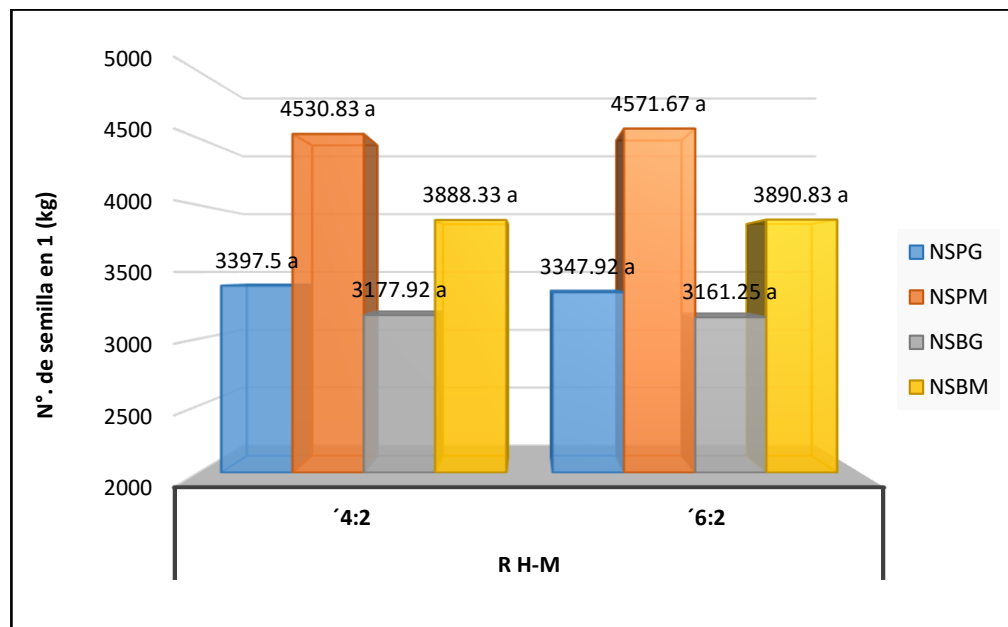


Figura 30. Efecto de la relación H:M sobre número de semillas en 1 kg. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015

Factor densidad de población

En la prueba de Duncan, para la variable porcentaje de semillas plano grande (PPG), no se encontró diferencia estadística entre las medias de los tratamientos Cuadro 14 , no obstante, numéricamente la densidad de 62,500

plantas ha⁻¹ tuvo mayor porcentaje (50.59), superando en 2.22 % más de semilla que la densidad de 50,000 plantas ha⁻¹ (49.49 %). Un comportamiento similar se encontró para porcentaje de semillas plano medio (PPM), donde se visualiza que no hubo diferencia estadística entre las medias de los tratamientos.

En relación al porcentaje de semillas bola grande (PBG), se encontró diferencia estadística, donde el valor máximo (33.83 %) lo obtuvo la densidad de 50,000 plantas ha⁻¹ y el valor mínimo fue de 31.07 % en la densidad 62,500 plantas ha⁻¹, siendo superado en 8.88 % más de semilla bola grande.

En la prueba de Duncan, para la variable porcentaje de semillas bola media (PBM), se encontró diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, donde el valor máximo se logró con densidad de 62,500 plantas ha⁻¹ con 7.29 % y el valor mínimo fue de 6.41 % en la densidad 50,000 plantas ha⁻¹ (Figura 31).

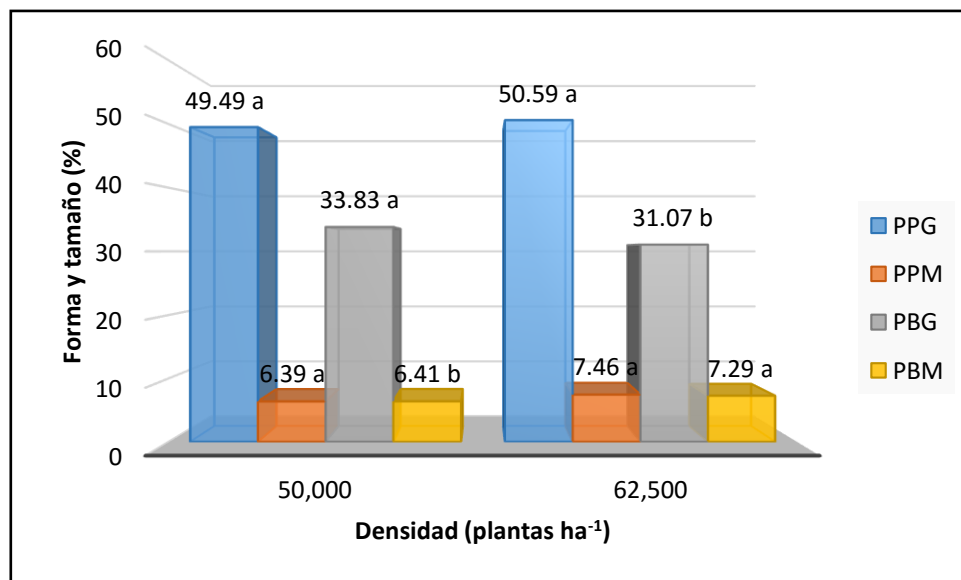


Figura 31. Efecto de la densidad sobre formas y tamaños de semilla (%). Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Para la variable número de semillas en 1 kg de plano grande (NSPG), la comparación múltiple de Duncan Cuadro 14, mostró que la densidad 62,500 plantas ha⁻¹ con un valor de 3398 semillas, fue superior estadísticamente a la densidad 50,000 plantas ha⁻¹ la cual tuvo 3347 semillas. Lo anterior indica que con una mayor densidad de población, se produce mayor número de semilla plano grande por kg (Figura 32). En tanto que en las variables número de semillas en 1 kg plano medio (NSPM), número de semillas en 1 kg de bola grande (NSBG) y número de semillas en 1 kg de bola media (NSBM), se observó que no hubo diferencias significativas, indicio de que para estas variables da lo mismo sembrar con 50,000 o 62,500 plantas ha⁻¹ (Figura 32).

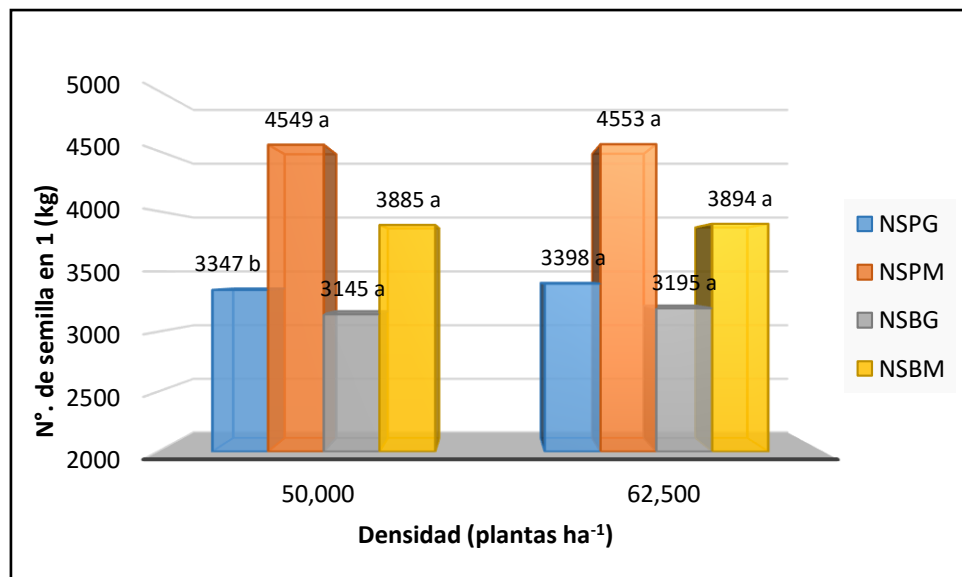


Figura 32. Efecto de la densidad sobre número de semillas en 1 kg. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Cuadro 14. Comparación de medias en componentes de rendimiento y caracteres vegetativos, en los factores densidad y fertilización. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo Agrícola O-I 2014-2015.

| Factores y niveles de estudio | Forma y tamaño | | | | N°. de semilla en 1 (kg) | | | |
|---|----------------------|---------|----------|---------|--------------------------|---------|---------|--------|
| | PPG | PPM | PBG | PBM | NSPG | NSPM | NSBG | NSBM |
| Densidad (plantas ha⁻¹) | | | | | | | | |
| 50,000 | 49.49 a ^z | 6.39 a | •33.83 a | 6.41 b | 3347 b | 4549 a | 3145 a | 3885 a |
| 62,500 | 50.59 a | 7.46 a | 31.07 b | •7.29 a | •3398 a | 4553 a | 3195 a | 3894 a |
| Fertilización (Kg ha⁻¹) | | | | | | | | |
| 161-69-60 | 48.38 b | •8.56 a | 30.89 b | •7.89 a | •3453 a | 4580 a | •3222 a | 3913 a |
| 207-69-60 | 50.73 a | 6.75 b | 32.2 ab | 7.1 b | 3350 b | 4456 b | 3163 b | 3893 a |
| 253-69-60 | •50.9 a | 6.3 b | 32.75 ab | 6.26 c | 3362 b | •4595 a | 3147 b | 3875 a |
| 299-69-60 | 50.14 ab | 6.1 b | •33.95 a | 6.16 c | 3327 b | 4574 a | 3147 b | 3878 a |

• Valores máximos alcanzados en cada variable. ^z Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Duncan, 0.05). ^z Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Duncan, 0.05).; PPG= Porcentaje de semillas plano grande; PPM= Porcentaje de semillas plano medio; PBG= Porcentaje de semillas bola grande; PBM= Porcentaje de semillas bola media; NSPG = Número de semillas en 1 (kg) de plano grande; NSPM= Número de semillas en 1 (kg) de plano medio; NSBG= Número de semillas en 1 (kg) de bola grande; NSBM= Número de semillas en 1 (kg) de bola media.

Factor dosis de fertilización

En el mismo Cuadro 14, la prueba de Duncan para porcentaje de semillas plano grande (PPG) reporta dos grupos, donde los valores más altos los presentaron las fertilizaciones 253-69-60 con 50.9 % y la dosis 207-69-60 con 50.73 %, los cuales son estadísticamente similares; por otro lado, las fertilizaciones con los valores menores fueron 299-69-60 y la 161-69-60 con 50.14 y 48.38 % respectivamente (Figura 33).

Para la variable porcentaje de semillas plano medio (PPM), se encontró que la fertilización 161-69-60 con un valor de 8.56 %, fue superior estadísticamente al resto de las demás dosis de fertilización que tuvieron un comportamiento similar. El valor mínimo fue de 6.1 % obtenido con la dosis 299-69-60. Lo anterior indica que a menor dosis de fertilización se obtiene mayor porcentaje de semilla plano medio y que al incrementar la dosis disminuye éste (Figura 33).

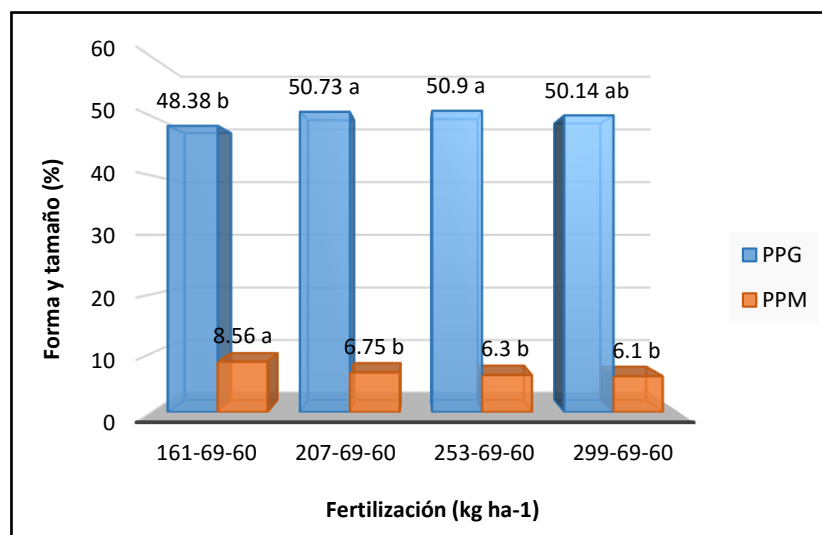


Figura 33. Efecto de la fertilización sobre formas y tamaños de semilla (%).
Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

La prueba de Duncan realizadas a las variables porcentaje de semillas bola grande (PBG) y porcentaje de semillas bola media (PBM) en cada una de las fertilizaciones corroboró las diferencias que existen dándole validez estadística a las medias obtenidas, lo cual se observa en el Cuadro 14, donde el mayor porcentaje de semillas bola grande (33.95) obtenido fue cuando se fertilizó con 299-69-60 y el más alto porcentaje de semillas bola media (7.89) cuando se usó la dosis 161-69-60. Por el contrario, los valores más bajos de PBG y PBM se encontraron con las fertilizaciones 161-69-60 y 299-69-60, con 30.89 y 6.16 % respectivamente (Figura 34). Lo anterior indica que el (PBG), se incrementa a mayor fertilización, mientras que el (PBM), disminuye al aumentar la dosis de fertilización.

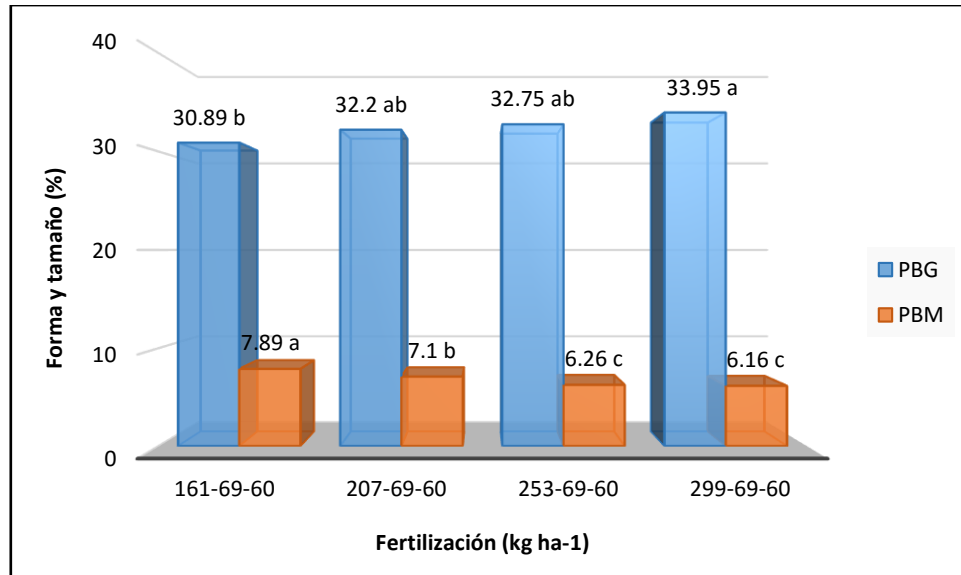


Figura 34. Efecto de la fertilización sobre formas y tamaños de semilla (%). Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Para la variable número de semillas en 1 kg de plano grande (NSPG), la prueba de rango múltiple de Duncan en el mismo Cuadro 14, mostró que la fertilización 161-69-60 con un valor de 3453 semillas, fue superior estadísticamente al resto de las demás dosis de fertilización que tuvieron un comportamiento similar. El valor mínimo fue de 3327 semillas obtenido por la dosis 299-69-60. Lo anterior indica sobre este parámetro que a mayor fertilización se produce un menor (NSPG) (Figura 35).

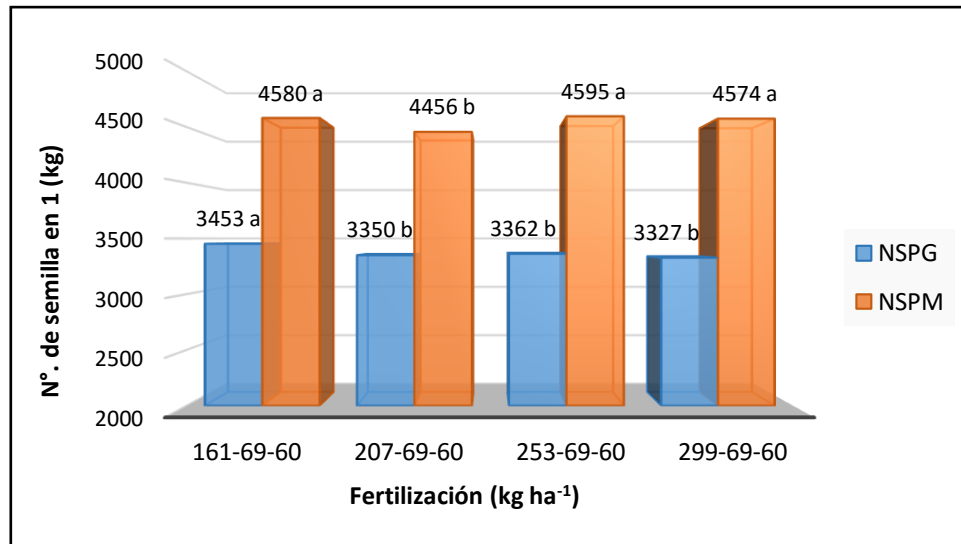


Figura 35. Efecto de la fertilización sobre número de semillas en 1 kg. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Con relación a la variable número de semillas en 1 kg de plano medio (NSPM), las comparaciones de medias mostró diferencias estadísticas, donde los valores más altos los presentaron las fertilizaciones 253-69-60 con 4595 semillas, 161-69-60 y 299-69-60 con 4580 y 4574 semillas en 1 kg respectivamente,

mostrando comportamientos similares, mientras que el menor valor fue de 4456 semillas obtenido con la dosis 207-69-60 (Figura 35).

Para la variable número de semillas en 1 kg de bola grande (NSBG), la prueba de Duncan en el mismo Cuadro 14, se aprecia que la fertilización 161-69-60 con un valor de 3222 semillas, fue superior estadísticamente al resto de las demás dosis de fertilización que tuvieron un comportamiento similar, lo que indica que a menor fertilización se incrementa (NSBG), por el contrario a mayor fertilización disminuye éste (Figura 36). Con respecto al número de semillas en 1 kg de bola media (NSBM), no hubo diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos.

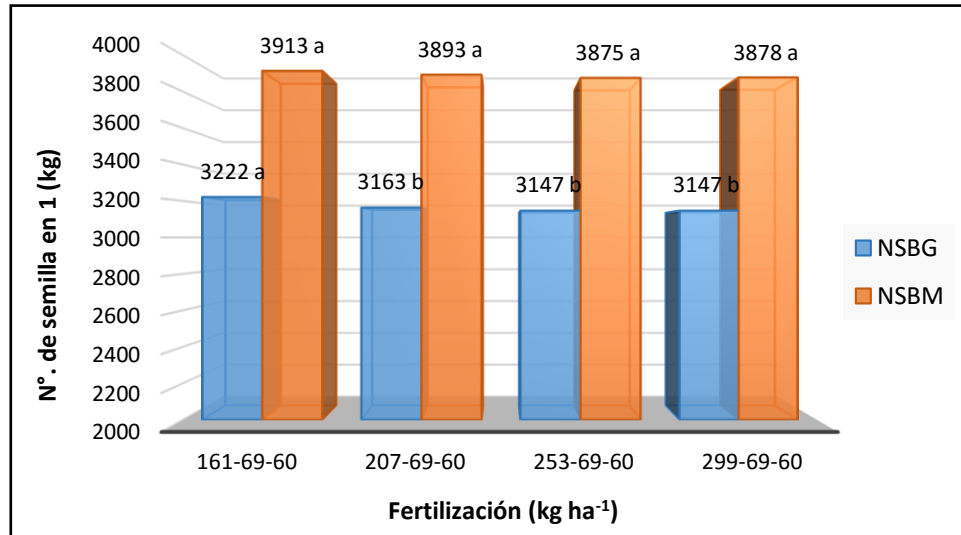


Figura 36. Efecto de la fertilización sobre número de semillas en 1 kg. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Interacción en la relación H:M x densidad

En el Cuadro 15, de acuerdo a la prueba de Duncan, sobre las variables porcentaje de semillas plano grande (PPG) y porcentaje de semillas plano medio (PPM), se encontró que no hubo diferencias estadísticas, sin embargo, el valor mayor en ambos parámetros lo obtuvo el tratamiento 4:2 x 62,500 con 50.93 y 7.47 % respectivamente. Por otro lado valores más bajos en ambas variables se tuvo con el tratamiento 6:2 x 50,000 con promedios de 49.22 y 5.58 % (Figura A1). Por lo que se concluye que los factores en consideración son independientes entre sí para esos parámetros.

Cuadro 15. Comparación de medias para la interacción relación H:M x densidad (A x D) en caracteres de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

| | Tratamientos | | Forma y tamaño | | | | N°. de semilla en 1 (kg) | | | |
|---|--------------|-------------------------------|----------------------|--------|----------|---------|--------------------------|--------|--------|--------|
| | R H:M (A) | D (plantas ha ⁻¹) | PPG | PPM | PBG | PBM | NSPG | NSPM | NSBG | NSBM |
| 1 | 4:2 | 50,000 | 49.76 a ^z | 7.2 a | 31.92 b | 6.85 a | 3378 a | 4511 a | 3155 a | 3880 a |
| 2 | 4:2 | 62,500 | 50.93 a | 7.47 a | 30.76 b | 7.28 a | 3317 b | 4551 a | 3201 a | 3897 a |
| 3 | 6:2 | 50,000 | 49.22 a | 5.58 a | •35.73 a | 5.98 b | •3418 a | 4588 a | 3134 a | 3890 a |
| 4 | 6:2 | 62,500 | 50.24 a | 7.46 a | 31.38 b | •7.31 a | 3379 a | 4556 a | 3188 a | 3892 a |

• Valores máximos alcanzados en cada variable. ^z Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Duncan, 0.05).; PPG= Porcentaje de semillas plano grande; PPM= Porcentaje de semillas plano medio; PBG= Porcentaje de semillas bola grande; PBM= Porcentaje de semillas bola media; NSPG = Número de semillas en 1 (kg) de plano grande; NSPM= Número de semillas en 1 (kg) de plano medio; NSBG= Número de semillas en 1 (kg) de bola grande;

La prueba de Duncan para la variable porcentaje de semillas bola grande (PBG), mostró que el tratamiento 6:2 x 50,000 con un valor de 35.73 %, fue superior estadísticamente al resto de los tratamientos que tuvieron un comportamiento similar (Figura 37). Superó al valor mínimo en 16.14 % más semilla bola grande, obtenido con 4:2 x 62,500 con un promedio de 30.76 %.

Con relación a la variable porcentaje de semillas bola media (PBM), las comparaciones de medias mostró diferencias estadísticas, donde los tratamientos 6:2 x 62,500, 4:2 x 62,500 y 4:2 x 50,000 fueron estadísticamente iguales y superiores a 6:2 x 50,000 teniendo el valor mínimo con 5.98 %. El valor más alto correspondió a 6:2 x 62,500 con 7.31 % de semilla bola grande (Figura 38).

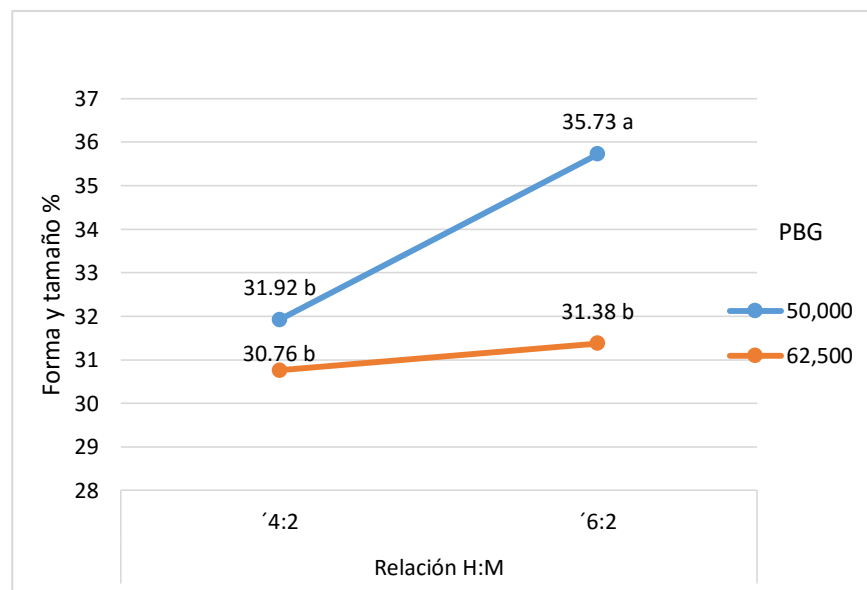


Figura 37. Efecto de la interacción relación H:M x densidad sobre porcentaje de semillas bola grande. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

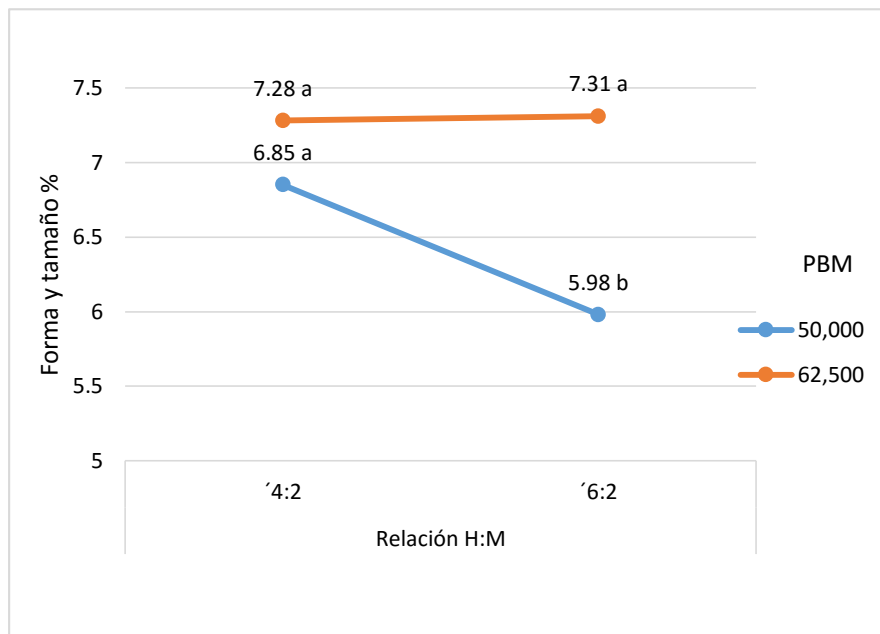


Figura 38. Efecto de la interacción relación H:M x densidad sobre porcentaje de semillas bola media. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Para el caso de la variable número de semillas en 1 kg de plano grande (NSPG), la prueba de Duncan mostró que el tratamiento 6:2 x 50,000, 6:2 x 62,500 y 4:2 x 50,000 con 3418, 3379 y 3378 semillas en 1 kg respectivamente, fueron estadísticamente iguales y superiores al tratamiento 4:2 x 62,500. El valor más alto fue de 3418 semillas obtenido con 6:2 x 50,000 (Figura 39). Con relación número de semillas 1 kg de plano medio (NSPM), se encontró que no hubo diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos.

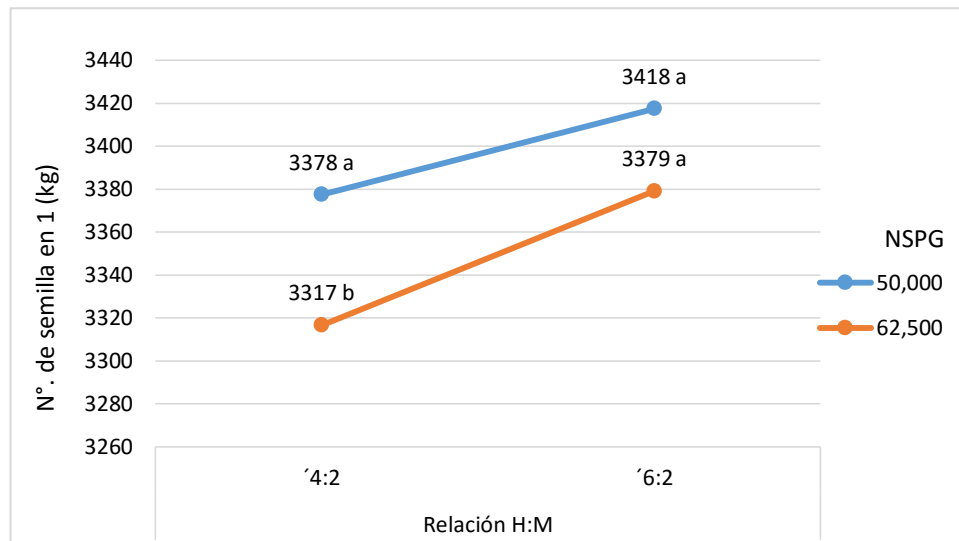


Figura 39. Efecto de la interacción relación H:M x densidad sobre número de semillas en 1 kg plano grande. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

En las variables número de semillas kg de bola grande (NSBG) y número de semillas kg de bola media (NSBM), se encontró que no hubo diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos (Figura A2 y A3). Se puede apreciar para la interacción relación H:M x densidad, se obtuvo un mayor número de semillas de forma planos que bola, aspecto positivo a considerarse ya que la preferencia de distribuidores y productores por la semilla de formas planos.

Interacción relación H:M x fertilización (A x F)

En los valores medios alcanzados por la variable porcentaje de semillas plano grande (PPG) se observa en el Cuadro 16, que el tratamiento 2 (4:2 x 207-69-60) con 51.82 % fue superior y estadísticamente igual a los tratamientos: 7 (6:2 x 253-69-60) con 51.27 % fue superior y estadísticamente igual a los tratamientos: 7 (6:2 x 253-69-60), 4 (4:2 x 299-69-60), 3 (4:2 x 253-69-60), 6 (6:2 x 207-69-60), 8 (6:2 x 299-69-60) y 5 (6:2 x 161-69-60) que están por encima de 49 %, excepto el tratamiento 5 que presentó el valor de 48.99 %. El valor porcentual más bajo (47.78), obtenido en este rubro fue con el tratamiento 1 (4:2 x 161-69-60), (Figura 40).

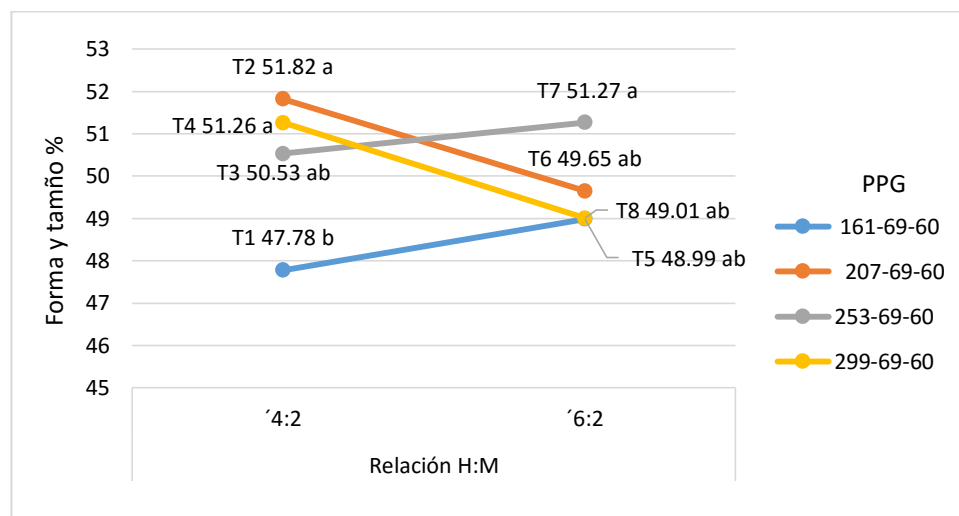


Figura 40. Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre porcentaje de semillas plano grande. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Cuadro 16. Comparación de medias para la interacción relación H:M x fertilización (A x F) en caracteres de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo Agrícola O-I 2014-2015.

| Tratamientos | | Forma y tamaño | | | | N°. de semilla en 1 (kg) | | | | |
|--------------|---|----------------|----------|---------|----------|--------------------------|---------|---------|----------|---------------------|
| R H:M (A) | F (Kg ha ⁻¹) N ₂ ,P ₂ O ₅ ,K ₂ O | PPG | PPM | PBG | PBM | NSPG | NSPM | NSBG | NSBM | |
| 1 | 4:2 | 161-69-60 | 47.78 b | •9.74 a | 29.63 b | •8.36 a | •3503 a | 4598 ab | •3235 a | 3927 a ^z |
| 2 | 4:2 | 207-69-60 | •51.82 a | 6.3 b | 31.61 ab | 6.97 bcd | 3347 b | 4443 b | 3203 abc | 3910 a |
| 3 | 4:2 | 253-69-60 | 50.53 ab | 6.72 b | 32.12 ab | 6.43 cde | 3405 ab | 4563 ab | 3152 bc | 3865 a |
| 4 | 4:2 | 299-69-60 | 51.26 a | 6.58 b | 32.02 ab | 6.49 bcde | 3335 b | 4518 ab | 3122 c | 3852 a |
| 5 | 6:2 | 161-69-60 | 48.99 ab | 7.37 b | 32.16 ab | 7.42 ab | 3402 ab | 4562 ab | 3208 ab | 3900 a |
| 6 | 6:2 | 207-69-60 | 49.65 ab | 7.19 b | 32.78 ab | 7.23 bc | 3353 b | 4468 ab | 3123 c | 3875 a |
| 7 | 6:2 | 253-69-60 | 51.27 a | 5.89 b | 33.37 ab | 6.09 de | 3318 b | 4627 a | 3142 bc | 3885 a |
| 8 | 6:2 | 299-69-60 | 49.01 ab | 5.62 b | •35.89 a | 5.83 e | 3318 b | •4630 a | 3172 abc | 3903 a |

• Valores máximos alcanzados en cada variable. ^z Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Duncan, 0.05). PPG= Porcentaje de semillas plano grande; PPM= Porcentaje de semillas plano medio; PBG= Porcentaje de semillas bola grande; PBM= Porcentaje de semillas bola media; NSPG = Número de semillas en 1 (kg) de plano grande; NSPM= Número de semillas en 1 (kg) de plano medio; NSBG= Número de semillas en 1 (kg) de bola grande; NSBM= Número de semillas en 1 (kg) de bola media.

La comparación múltiple de Duncan aplicada a la variable porcentaje de semillas plano medio (PPM) muestra que el tratamiento 1 con un valor de 9.74 %, fue superior estadísticamente al resto de los demás tratamientos que tuvieron un comportamiento similar. El valor mínimo fue de 5.62 % obtenido por el tratamiento 8, (Figura 41). Se observa por tanto en este parámetro que con una relación H:M de 4:2 y la fertilización más baja se incrementó (PPM), todo lo contrario, al aumentar la relación a 6:2 con mayor fertilización éste disminuye.

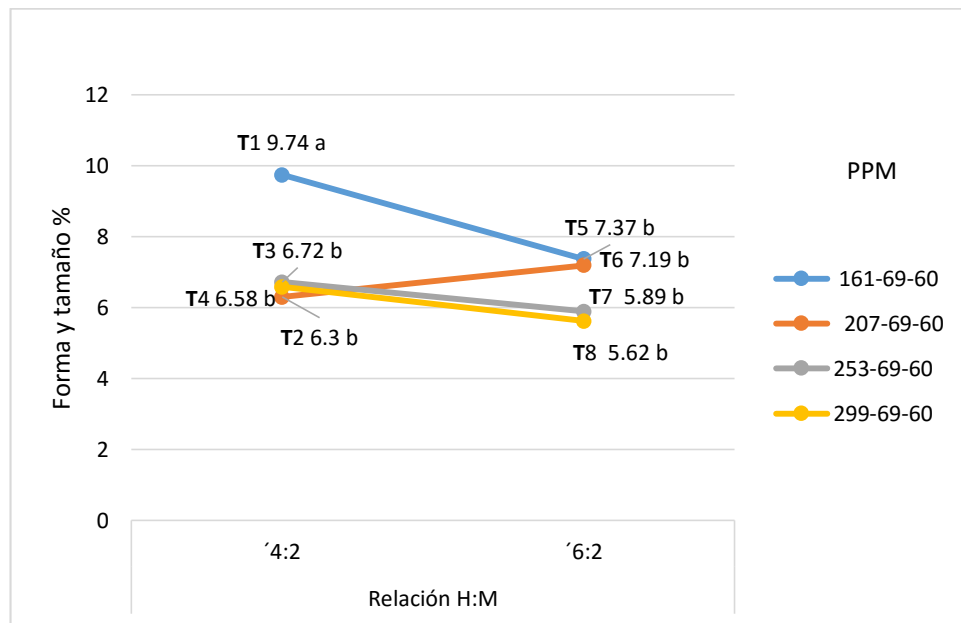


Figura 41. Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre porcentaje de semillas plano medio. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Para la variable porcentaje de semillas bola grande (PBG) la prueba de Duncan formó dos grupos, lo cual se observa el en Cuadro 16, donde el tratamiento ocho con 35.89 % fue el mejor y estadísticamente igual a los tratamientos 7, 6,

5, 3, 4 y 2 que están por encima del 30 %, mientras que el valor porcentual más bajo (29.63), obtenido en este parámetro fue por el tratamiento 1, (Figura 42).

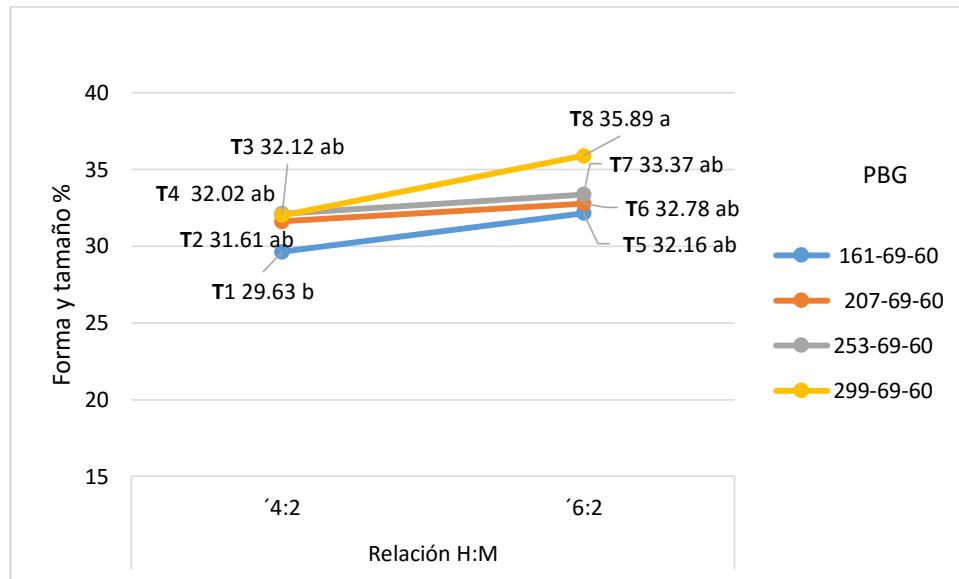


Figura 42. Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre porcentaje de semillas bola grande. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

En los grupos formados con las medias de los tratamientos de la variable porcentaje de semillas bola media (PBM), de acuerdo a la prueba de Duncan se aprecia en el Cuadro 16, que el tratamiento uno compuesto por los niveles bajos de cada factor, obtuvo el mayor porcentaje (8.36 %), seguido del tratamiento 5 con un promedio de 7.42 %, los cuales son estadísticamente iguales; este último también presentó similitud con los tratamientos 6, 2, y 4 y superioridad con respecto a los tratamientos 3, 7, y 8 que brindaron porcentajes medios de 6.43, 6.09 y 5.83 % respectivamente, siendo en este último tratamiento con el que se obtuvo el valor mínimo, (Figura 43).

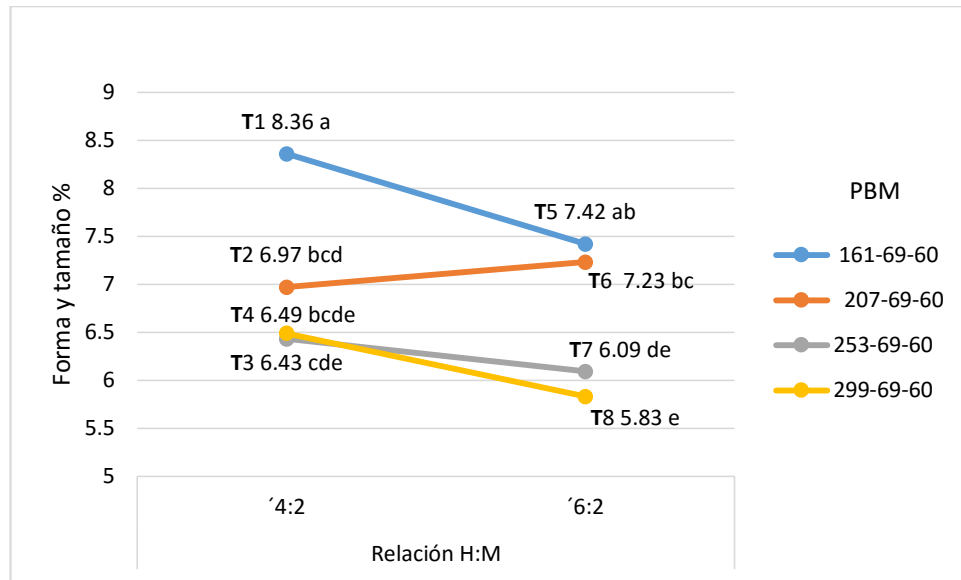


Figura 43. Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre porcentaje de semillas bola medio. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

En relación a la variable número de semillas en 1 kg de plano grande (NSPG) la prueba de Duncan formó dos grupos, donde el tratamiento 1 obtuvo el valor más alto con 3503 semillas, el cual presentó similitud estadística con los tratamientos 3 y 5 con valores de 3405 y 3402 semillas respectivamente y superioridad estadística al resto de los tratamientos que tuvieron un comportamiento similar. El valor mínimo fue de 3318 semillas obtenido por el tratamiento 7 y 8 (Figura 44).

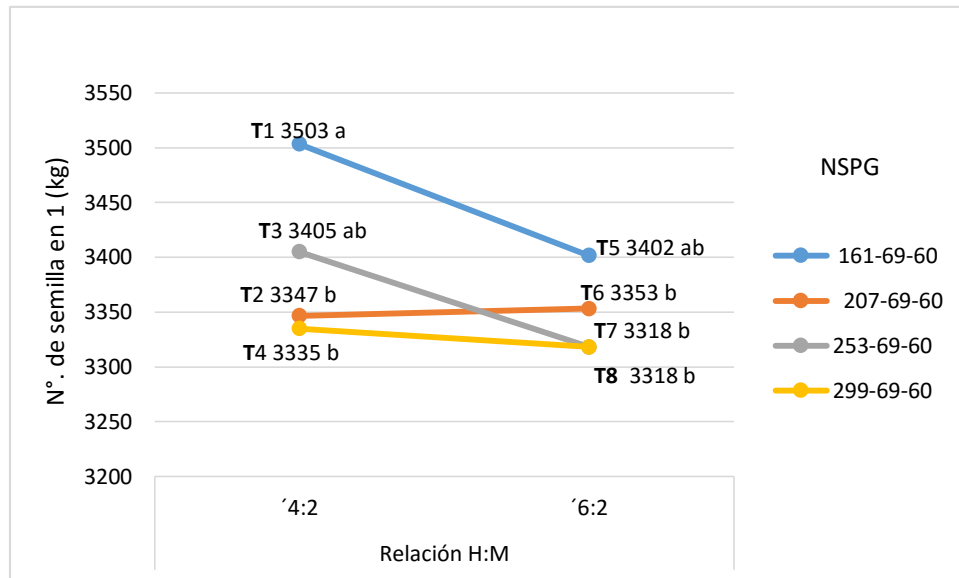


Figura 44. Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre número de semillas en 1 kg de plano grande. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Para la variable número de semillas en 1 kg de plano medio (NSPM) de acuerdo a la prueba de Duncan, se visualiza que el tratamiento ocho tuvo el valor más alto con 4630 semillas, seguido de los tratamientos 7, 1, 3, 5, 4 y 6 con valores de 4627 a 4468 semillas, siendo estadísticamente iguales. El valor mínimo correspondió al tratamiento 2, con 4443 semillas (Figura 45). En el mismo Cuadro 16, cabe hacer notar que en general en los mejores valores participa los niveles altos de cada factor.

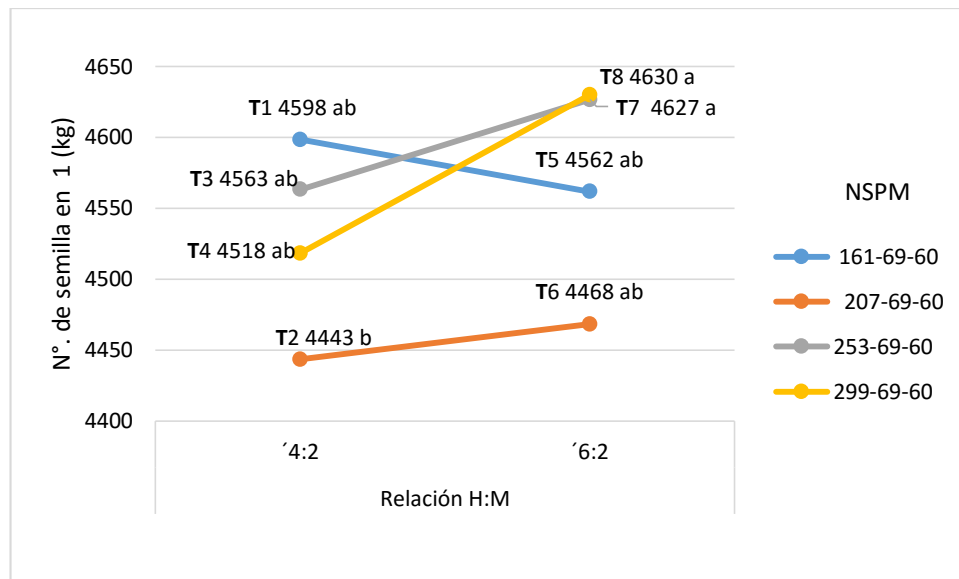


Figura 45. Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre número de semillas en 1 kg de plano medio. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Los resultados arrojados por la prueba de Duncan en las medias obtenidas por cada tratamiento sobre la variable número de semillas en 1 kg de bola grande (NSBG), muestran que el tratamiento uno, con 3235 semillas fue el mejor y estadísticamente igual a los tratamientos 5, 2 y 8 que están por encima de 3150 semillas, mientras que los tratamientos 3 y 7 que presentaron promedios de 3152 y 3142 semillas solo difieren de los anteriores con el tratamiento uno y presentan similitud estadística con los tratamiento 6 y 4, que obtuvieron los valores más bajos en este rubro con 3123 y 3122 semillas (Figura 46).

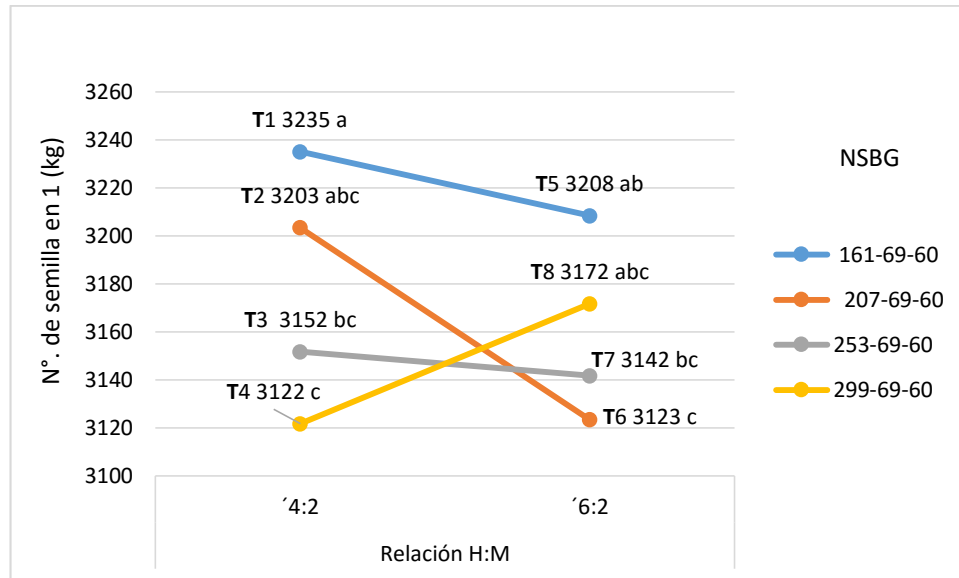


Figura 46. Efecto de la interacción relación H:M x fertilización sobre número de semillas en 1 kg de bola grande (NSBG). Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Con relación a la variable número de semillas en 1 kg de bola media (NSBM), se encontró que no hubo diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, no obstante numéricamente el valor mayor correspondió al tratamiento 1 con 3927 semillas Cuadro 16.

Interacción en la densidad x fertilización

En el Cuadro 17, se presenta la prueba de Duncan para la interacción densidad x fertilización, donde se visualiza que para la variable porcentaje de semilla plano grande (PPG), el tratamiento siete con 52.52 % fue el mayor y estadísticamente igual a los tratamientos 2,8,6,4 y 3 con valores de 51.35 a

49.28 %, mientras que el tratamiento 5 que presentó cifra de 49.04 % solo difiere de los anteriores con el tratamiento siete y presenta similitud estadística con el valor porcentual más bajo (47.73), obtenido en este rubro por el tratamiento 1 (Figura 47).

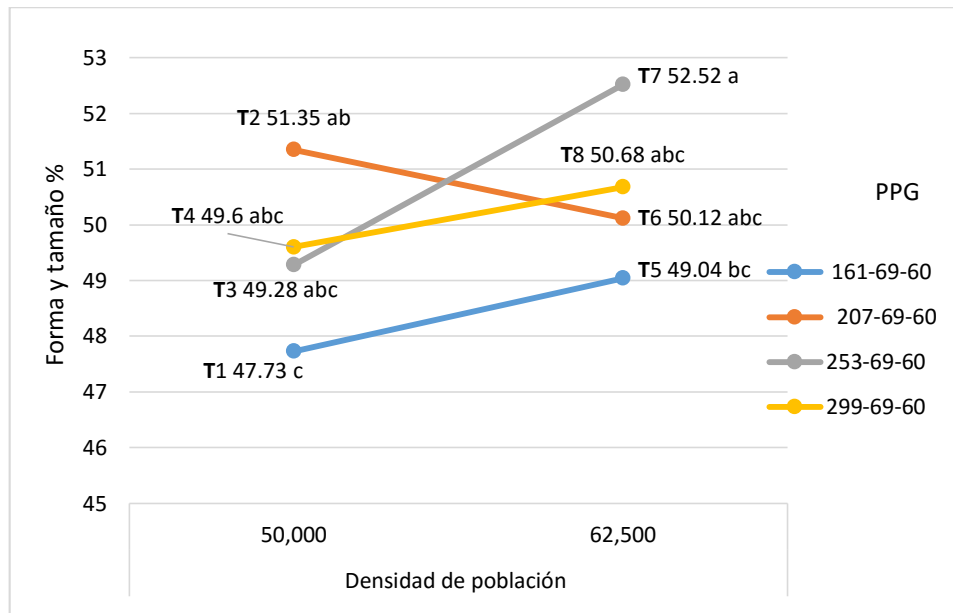


Figura 47. Efecto de la interacción Densidad x fertilización sobre porcentaje de semillas plano grande. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Cuadro 17. Comparación de medias para la interacción densidad x fertilización (D x F) en caracteres de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo Agrícola O-I 2014/2015.

| Tratamientos | | Forma y tamaño | | | | N°. de semilla en 1 (kg) | | | | |
|-------------------------------|--------------------------|------------------|-----------|---------|-----------|--------------------------|----------|---------|----------|---------|
| D (plantas ha ⁻¹) | F (kg ha ⁻¹) | PPG | PPM | PBG | PBM | NSPG | NSPM | NSBG | NSBM | |
| 1 | 50,000 | 161-69-60 | 47.73 c | 8.04 ab | 32.19 abc | 7.7 a | 3443 ab | 4562 ab | 3205 ab | •3933 a |
| 2 | 50,000 | 207-69-60 | 51.35 ab | 5.81 c | 33.42 abc | 6.35 bc | 3328 c | 4455 b | 3132 bc | 3893 ab |
| 3 | 50,000 | 253-69-60 | 49.28 abc | 5.58 c | •35.78 a | 5.34 d | 3315 c | •4633 a | 3135 bc | 3870 ab |
| 4 | 50,000 | 299-69-60 | 49.6 abc | 6.13 bc | 33.91 ab | 6.26 bc | 3302 c | 4547 ab | 3107 c | 3843 b |
| 5 | 62,500 | 161-69-60 | 49.04 bc | •9.07 a | 29.59 c | •8.08 a | •3462 a | 4598 ab | •3238 a | 3893 ab |
| 6 | 62,500 | 207-69-60 | 50.12 abc | 7.68 ab | 30.97 bc | 7.85 a | 3372 abc | 4457 b | 3195 ab | 3892 ab |
| 7 | 62,500 | 253-69-60 | •52.52 a | 7.03 bc | 29.72 bc | 7.18 ab | 3408 abc | 4557 ab | 3158 abc | 3880 ab |
| 8 | 62,500 | 299-69-60 | 50.68 abc | 6.08 bc | 34 ab | 6.06 cd | 3352 bc | 4602 ab | 3187 abc | 3912 ab |

• Valores máximos alcanzados en cada variable. ^z Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Duncan, 0.05). PPG= Porcentaje de semillas plano grande; PPM= Porcentaje de semillas plano medio; PBG= Porcentaje de semillas bola grande; PBM= Porcentaje de semillas bola media; NSPG = Número de semillas en 1 (kg) de plano grande; NSPM= Número de semillas en 1 (kg) de plano medio; NSBG= Número de semillas en 1 (kg) de bola grande; NSBM= Número de semillas en 1 (kg) de bola media.

Con relación a la variable porcentaje de semilla plano medio (PPM), se aprecia que el tratamiento 5 con 9.07 % fue el mayor y estadísticamente igual a los tratamientos 1, 6 con valores de 8.04 y 7.68 %, mientras que los tratamientos 7, 4 y 8 con valores de 7.03 a 6.08 % solo difieren de los anteriores con el tratamiento cinco y presentan similitud estadística con los valores porcentuales más bajos (5.81 y 5.58), obtenidos en este rubro por los tratamientos 2 y 3 respectivamente (Figura 48).

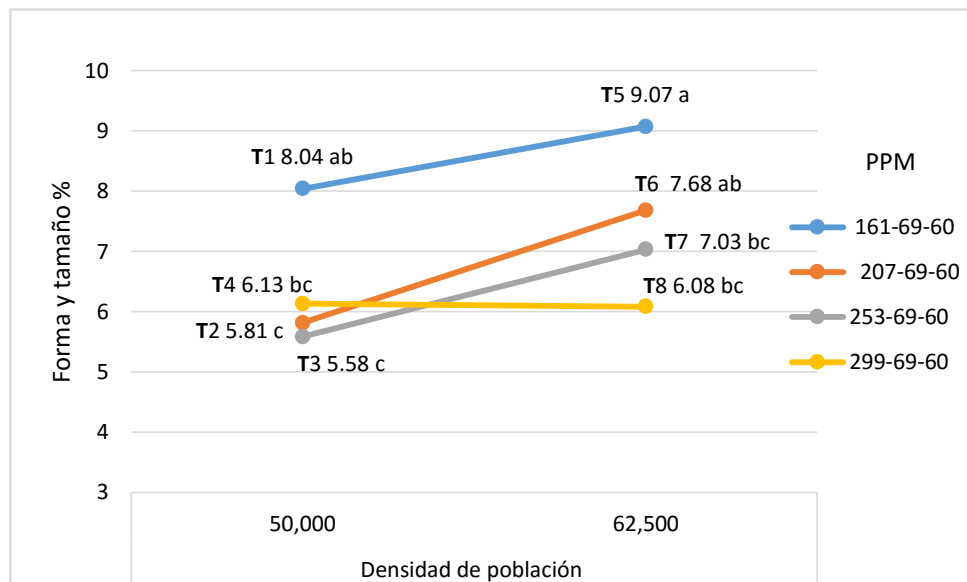


Figura 48. Efecto de la interacción Densidad x fertilización sobre porcentaje de semillas plano medio. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Para la variable porcentaje de semillas bola grande (PBG), se puede apreciar en el mismo Cuadro 17, que el tratamiento tres con 35.78 % fue el mejor y estadísticamente igual a los tratamientos 8, 4, 2, y 1, por otro lado, los tratamientos 6 y 7 solo difieren grupo anterior con el tratamiento tres, mientras

que con el tratamiento 5 que obtuvo el más bajo valor porcentual (29.59) son similares (Figura 49).

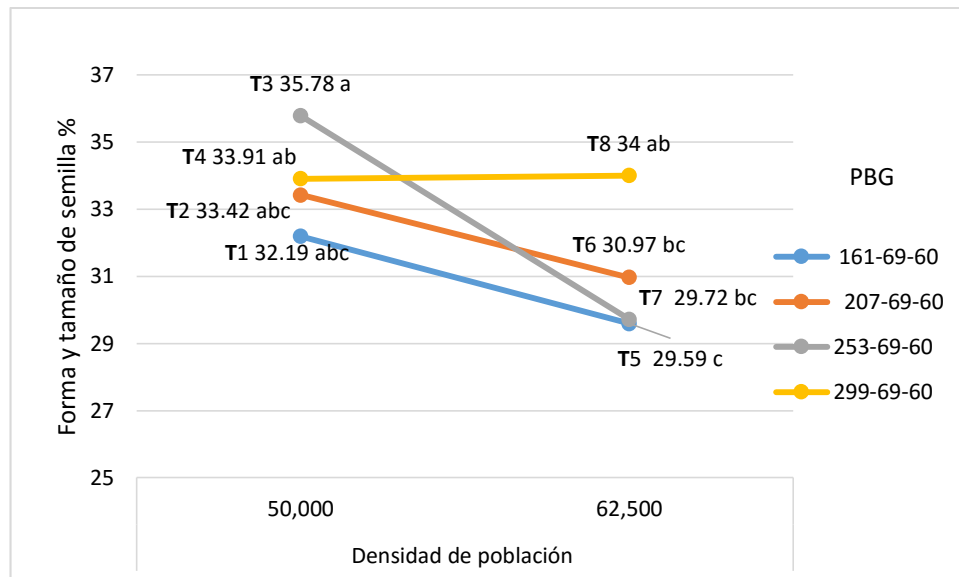


Figura 49. Efecto de la interacción Densidad x fertilización sobre porcentaje de semillas bola grande. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

En los valores medios alcanzados por la variable porcentaje de semillas bola media (PBM) se observa, que al aplicar la prueba de Duncan se formaron tres grupos. El mejor porcentaje correspondió al tratamiento cinco con 8.08 % seguido de los tratamientos: 6, 1, y 7, cuyos valores van de 7.85 a 7.18 %, los cuales son estadísticamente similares entre sí. Los tratamientos 1 y 6 solo difieren de los anteriores con los tratamientos 5, 6 y 1 y es similar al tratamiento 8. El menor valor porcentual (5.34) lo obtuvo el tratamiento 3, (Figura 50).

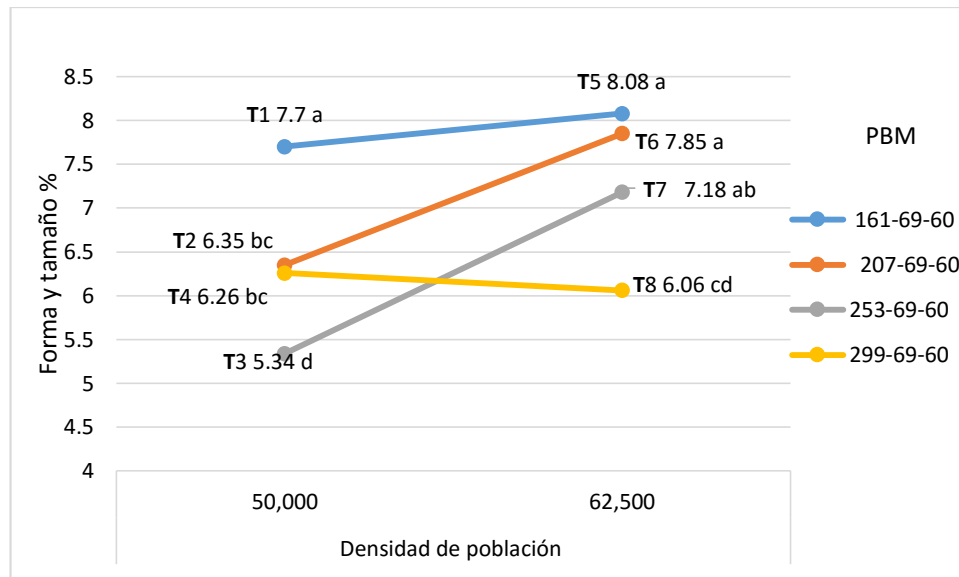


Figura 50. Efecto de la interacción Densidad x fertilización sobre porcentaje de semillas bola medio. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Con relación a la variable número de semillas en 1 kg de plano grande (NSPG) en el mismo Cuadro 17, se aprecia que el valor mayor lo tuvo el tratamiento cinco con un promedio de 3462 semillas, mientras que los valores más bajos correspondió a los tratamientos 2, 3 y 4 con 3328, 3315 y 3303 semillas respectivamente. Lo anterior indica que con una densidad de 62,500 plantas ha⁻¹ y menor fertilización se incrementa los valores en este parámetro, mientras que con la densidad de 50,000 plantas ha⁻¹ con mayor fertilización tiende a disminuir éste (Figura 51).

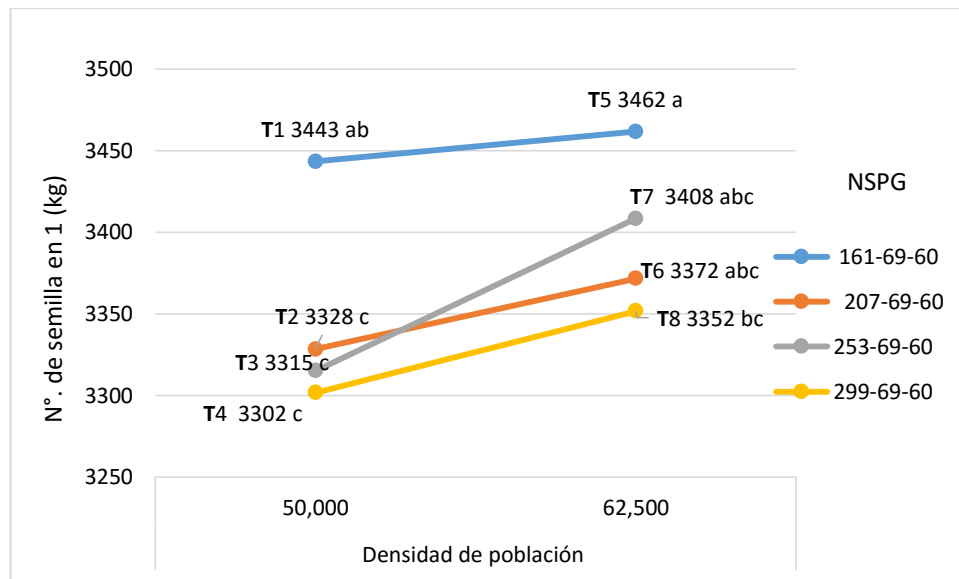


Figura 51. Efecto de la interacción Densidad x fertilización sobre número de semillas en 1 kg de plano grande. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Para la variable número de semillas en 1 kg de plano medio (NSPM), se aprecia que el tratamiento tres con 4633 semillas fue el mayor y estadísticamente igual a los tratamientos 8, 5, 1, 7 y 4 con valores de 4602 a 4547 semillas. Lo valores más bajos correspondió a los tratamientos 6 y 2 con promedios de 4457 y 4455 semillas (Figura 52).

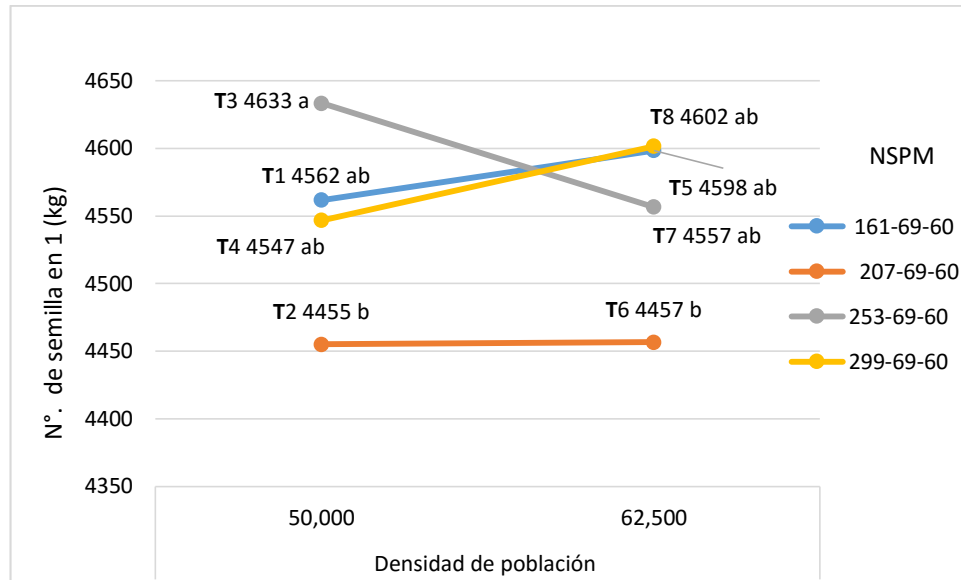


Figura 52. Efecto de la interacción Densidad x fertilización sobre número de semillas en 1 kg de plano medio. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

En relación al número de semillas en 1 kg de bola grande (NSBG) en el mismo Cuadro 17, se aprecia que el valor mayor lo tuvo el tratamiento cinco con un promedio de 3238 semillas, mientras que el valor más bajo lo obtuvo el tratamiento 4 con 3107 semillas. Lo anterior indica que con una densidad de 62,500 plantas ha^{-1} y menor fertilización se incrementa los valores en este parámetro, mientras que con la densidad de 50,000 plantas ha^{-1} con mayor fertilización tiende a disminuir éste (Figura 53).

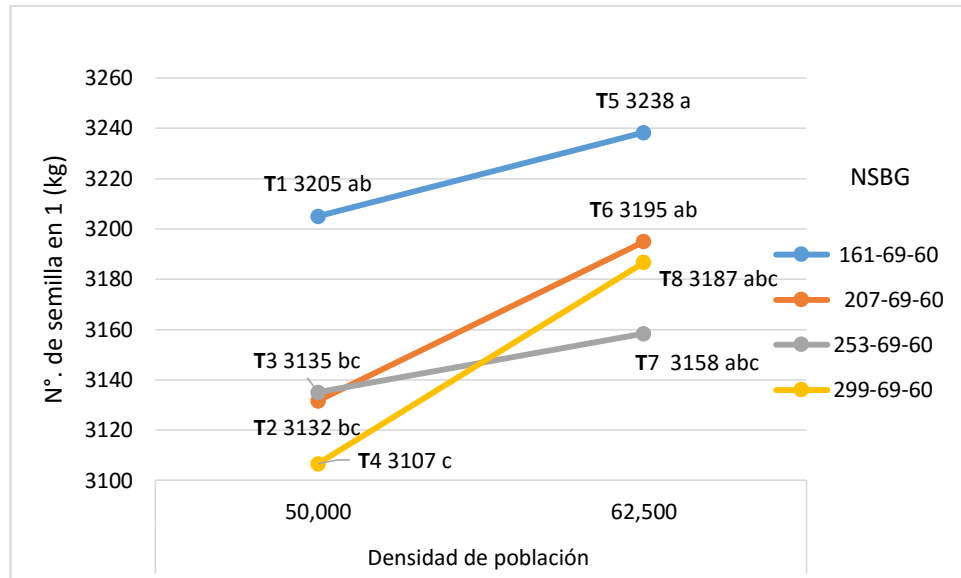


Figura 53. Efecto de la interacción Densidad x fertilización sobre número de semillas en 1 kg de bola grande. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Para la variable número de semillas en 1 kg de bola media (NSBM), se aprecia que el tratamiento tres con 3933 semillas fue el mayor y estadísticamente igual a los tratamientos 8, 2, 5, 6, 7 y 3 con valores de 3912 a 3870 semillas. El valor más bajo correspondió al tratamiento 4 con 3843 semillas (Figura 54).

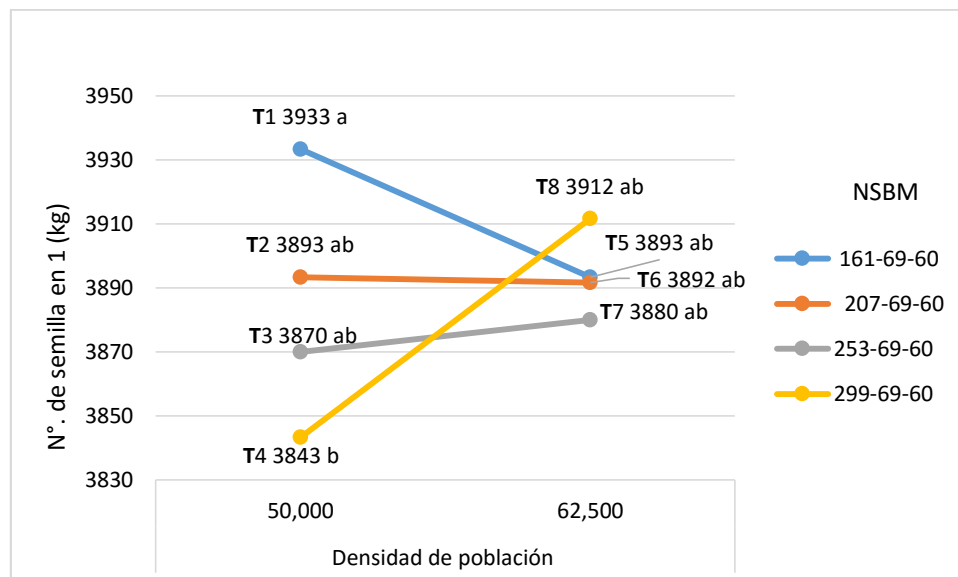


Figura 54. Efecto de la interacción Densidad x fertilización sobre número de semillas en 1 kg de bola medio. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

Análisis económico

Para el análisis económico realizado en este caso, se procedió en primer lugar a un análisis de presupuesto parcial (Cuadro 35), lo cual permitió organizar los datos experimentales y la información sobre costos y beneficios netos de los tratamientos, siguiendo la metodología descrita en el manual formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos del CIMMYT.

Con base a lo anterior se determinó que los mayores beneficios netos (análisis de dominancia) fueron obtenidos por los tratamientos 16, 15, 14, 11 y 10, superando al testigo (Trat. 6). El análisis de dominancia identificó como tratamientos dominados 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 12 y 13, ya que obtuvieron

beneficios netos inferiores al testigo, en el cual se tuvo un menor costo variable, por lo que estos tratamientos fueron eliminados del análisis marginal (CIMMYT, 1988).

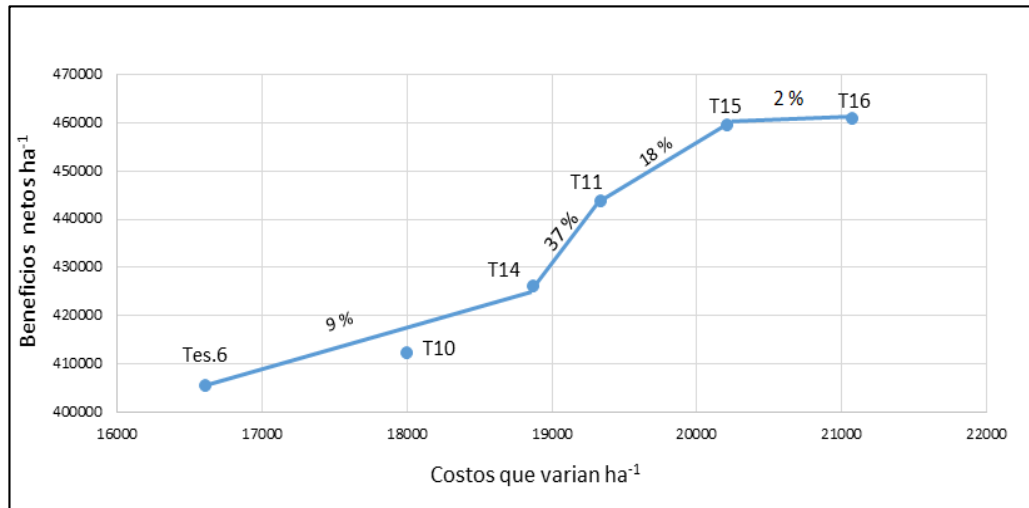


Figura 55. Curva de beneficios netos de los tratamientos dominantes.

En la curva de beneficios netos se puede observar como los tratamientos dominantes fueron superiores al testigo siendo el mayor el tratamiento 16 (Figura 55), sin embargo considerando la tasa de retorno marginal (TRM), el tratamiento (11) con la relación 6:2 x la densidad 50,000 x la dosis de fertilización 253-69-60 es el mejor económicamente, al haber obtenido la mayor tasa de retorno, con lo que se deduce que con este último tratamiento por cada peso invertido se obtiene una ganancia de 37 centavos (Cuadro 18)

Cuadro 18. Análisis marginal de un ensayo sobre relación H:M, densidad y fertilización en la cruz simple del híbrido H-566 A.

| Tra. | Costos que varían (\$ ha ⁻¹) | Costos marginales (\$ ha ⁻¹) | Beneficios netos (\$ ha ⁻¹) | Beneficios netos marginales (\$ ha ⁻¹) | Tasa de retorno Marginal (%) |
|------|--|--|---|--|------------------------------|
| 6 | 16608 | 2262 | 405592 | 20338 | 9 |
| 14 | 18870 | 477 | 425930 | 17723 | 37 |
| 11 | 19347 | 865 | 443653 | 15735 | 18 |
| 15 | 20212 | 864 | 459388 | 1536 | 2 |
| 16 | 21076 | | 460924 | | |

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos y a la discusión que de ellos se hace, se derivan las siguientes conclusiones:

Relación H:M

- No causó efecto significativo estadístico sobre el rendimiento de semilla. No obstante numéricamente la relación 6:2 obtuvo el mayor rendimiento con 2216 Kg ha⁻¹.
- La relación hembra:macho no causó efecto significativo sobre las formas y tamaños de semilla.
- Se produjo porcentajes mayores de tamaños grandes en semillas planas y bolas así como mayor número de semillas plano medio en 1 kg.

Densidad

- La densidad que aportó el mayor rendimiento de semilla fue 62,500 plantas ha⁻¹ con 2154 kg ha⁻¹.
- La mayor altura de mazorca lo aportó la densidad de 62,500 plantas ha⁻¹ con 26.38 cm.
- Los niveles del factor densidad de población produjeron mayor número de semillas en 1 kg de plano medio.
- El factor que más influyó en el parámetro rendimiento de semilla fue la densidad de población.

Fertilización

- Con la dosis de fertilización 253-69-60 se encontró el mejor rendimiento de semilla con 2136 kg ha⁻¹.
- La fertilización que aportó la mayor altura de planta y mazorca fue 207-69-60 con 106.75 y 27.42 cm respectivamente.
- Los porcentajes de semillas de tamaño y forma chico encontrados en los niveles de este factor fueron inferiores a 3.68 %.
- Con la dosis de fertilización 161-69-60 se produjo mayor número de semillas en 1 kg de plano medio.
- La fertilización fue el segundo factor que más influyó en el rendimiento de semilla.

Interacción relación H:M x densidad

- El mayor rendimiento de semilla se logró con la relación 6:2 sembrando a 62,500 plantas ha⁻¹ con un rendimiento de 2291 kg ha⁻¹.
- La relación 6:2 con la densidad 62,500 plantas ha⁻¹ propició la mayor altura de planta y mazorca con 106.17b y 27.83 cm respectivamente.
- El mayor número de semillas por hilera se logró con la relación 4:2 y la densidad 62,500 plantas ha⁻¹.
- La relación 6:2 con la densidad de 50,000 plantas ha⁻¹ tuvo numéricamente el mayor número de semillas en 1 kg de plano medio.

Interacción relación H:M x fertilización

- El mayor rendimiento de semilla se obtuvo con la relación 6:2 y la fertilización 253-69-60, con un rendimiento de 2357 kg ha⁻¹ de semilla.
- La mayor longitud y diámetro de mazorca se obtuvo con la relación 4:2 con la fertilización 299-69-60 con 13.16 cm y 41.65 mm respectivamente.
- El mayor porcentaje de semillas de formas planos (58.12 %) se logró con la relación 4:2 y la dosis de fertilización 207-69-60.
- La mayor cantidad de semillas en un kilogramo de plano medio se logró con la relación 6:2 con la fertilización 299-69-60 con 4630 semillas.

Interacción densidad x fertilización

- El mayor rendimiento de semilla se obtuvo sembrando a 62,500 plantas ha⁻¹ con una dosis de 253-69-60 con un rendimiento de 2242 kg ha⁻¹.
- La densidad 62,500 plantas ha⁻¹ y la fertilización 253-69-60 produjo el mayor diámetro de mazorca con 41.72 mm.
- El mayor número de semillas por hilera en la mazorca fue con la densidad de 62,500 plantas ha⁻¹ y con la fertilización 299-69-60.

Interacción relación H:M x densidad x fertilización

- El mayor rendimiento de semilla con promedio de 2410 kg ha⁻¹ se obtuvo con el tratamiento 6:2 x 62:500 x 299-69-60.
- Económicamente el mejor tratamiento fue el 11 (6:2 x 50,000 x 253-69-60), tuvo un rendimiento de semilla de 2315 kg ha⁻¹.

6.2 Recomendaciones

Tomando en cuenta los resultados y las conclusiones obtenidas, se proponen las siguientes recomendaciones:

Se sugiere continuar evaluando el híbrido de cruce simple (LT-161 x LT-162) progenitor hembra del H-566 A, al menos dos ciclos en los terrenos del Campo Experimental Cotaxtla para reafirmar los resultados obtenidos en el presente estudio.

Realizar un segundo estudio utilizando 62,500 plantas ha^{-1} y los factores relación H:M (patrón de siembra) y fertilización con sus respectivos niveles (N, P, K), en donde se registre las unidades calor en las etapas de floración y madurez fisiológica, con la finalidad de obtener o reafirmar los resultados encontrados en este trabajo.

Evaluar en otros Campos Experimentales del país la cruce simple (LT-161 x LT-162) progenitor hembra del híbrido H-566 A, con el fin de conocer su potencial productivo en estas regiones.

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFÍA

- Aldrich, S. R. y Leng, E. R. (1974). Producción moderna de maíz. Trad. por Oscar Martínez y Patricia Leguisamón. Buenos Aires, Argentina; Hemisferio Sur. 308 p.
- Anderson, E. L.; Kamprath, E. J.; Moll, R. H. and Jackson, W. A. (1984). Effect of N fertilization on silk synchrony, ear number, and growth of semiprofit maize genotypes. *Crop Sci.* 24; 663-666.
- Ajamnouroozi, H; Bohrani, J. 1998. The effects of planting configuration and plant density on the yield and yield components of the late maturing grain corn cultivar of S. C 704 and the intermediate maturing corn cultivar of S. C 704 in the region of Aliabad Kamin in the province of Fars. *In* Proceeding 5th Congress of Iranian Agronomy and Plant Breeding. Karaj, Iran. p. 380.
- Aquino-Mercado P., R. J. Peña y I. Ortiz-Monasterio (2009). México y el CIMMYT. Disponible en: http://www.cimmyt.org/en/aboutus/partnerships/countries/doc_view/668-mexico-y-el-cimmyt (Junio 2015).
- Agroder. (2012). Producción de maíz México, 2010: Comparativo regional de rendimientos de maíz. 10 p.
- Alonso, H. E. (2015). Selección de híbridos en maíz precomercial con base a comportamiento agronómico y estabilidad para el sureste de México. Tesis para obtener el grado de Ing. Agrónomo en Producción. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Barbieri, P; Sainz, H; Andrade, F; Echeverria, H. 2000. Row spacing effects at different levels of nitrogen availability in maize. *Agronomy Journal* 92:283-288.
- Barrón, C.E. (2010). Producción de semilla certificada de maíz por pequeñas organizaciones de productores: el caso de Impulsora Agrícola El Progreso SPR de RL. Fundación Produce Guerrero. Guerrero, México. <http://www.siac.org.mx/fichas/49%20Guerrero%20Maiz.pdf> (Consultado oct. 2015).

- Bassetti, P. and M. E. Westgate. (1994). Floral asynchrony and kernel set in maize quantified by image-analysis. *Agron. J.*, 86: 699-703.
- Bernal, E. J. (1996). Producción, manejo y calidad de semillas. *In: Pasturas Tropicales. Memorias del curso.* Correa, P. S; (ed). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Medellín, Colombia. 196 p.
- Beck, D. L. (2002). Management of Hybrid Maize Seed Production. CIMMYT.
- Beck, D., (2004). Hybrid corn seed production. *In: C. W. Smith, J. Betrán and E. C. A. Runge (eds.) Corn, origin, history, technology and production.* John Wiley & Sons, Inc., USA. Pp 565-630.
- Beck, D. L., J. L. Torres F. (2006). Desespigamiento. En: Ortíz, T. C., A. Espinosa C., H. S. Azpíroz R., S. Sahagún C. Producción y tecnología de semillas de maíz del INIFAP para los Valles Altos y Zonas de Transición. Libro Técnico No. 3. CIRCE. INIFAP. Zinacantepec, Estado de México.
- Bolaños, J. J. G. (1993). Caracterización agronómica y fenológica en base a unidades calor de progenitores de híbridos de maíz para la producción de semilla en el Bajío Mexicano. Tesis profesional. Saltillo, Coahuila. México. Pp. 25-26.
- Blumenthal, J; Lyon, D; Stroup, W. 2003. Optimal plant population and nitrogen fertility for dryland corn in western Nebraska. *Agronomy Journal* 95:878-883.
- Bravo, A; Chan, J. 1987. Relaciones agua-suelo-planta-atmósfera del maíz de riego en zonas semiáridas. I. Rendimiento de grano. *Terra* 5(2):132-139.
- Casiano T., C. y A. Espinosa C. (1990). Efecto de diferente relación hembra:macho en la producción de semilla del híbrido de maíz H-137. *In: Kato Y., T. A., Livera M., M y González H., V. A. (eds). XIII Congreso Nacional de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Cd. Juárez. Chih. 3 al 7 de septiembre. Pág. 379.*
- Caballero, M. C. (1995). Determinación de la densidad y patrón de siembra óptimos para la producción del híbrido de maíz AN-447. Tesis Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Cano, R. O.; Sierra, M. M.; Jeffers, D.; Tosquy, O. H.; Palafox, C. A. y Preciado R. E. (2000). Respuesta de híbridos de maíz QPM y normales a

- infestación con *Dalbulus maydis* vector del achaparramiento del maíz. In: memorias de la XIII reunión científica tecnológica de Veracruz. 2000. 17 p.
- Cárcova, J. and M. E. Otegui. (2001). Ear temperature and pollination timing effects on maize kernel set. *Crop Sci.* 41: 1809-1815.
- Carrera, V. J. A. y T. Cervantes. S. (2006). Respuesta a densidades de población de cruza de maíz tropical y subtropical adaptadas a Valles Altos. *Revista Fitotecnia. Mexicana.* 29: 331-338.
- Campodónico F. (2012). Evaluación de rendimientos de maíz en función en distintas densidades de siembra, en el partido de lima. Provincia de Buenos aires. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad católica Argentina. P 27.
- Cano, O., H. Tosquy. O y M. Sierra. 2001. Fertilización y densidad de población en genotipos de maíz cultivados bajo condiciones de temporal. *Agronomía mesoamericana.* 12(2):199-203.
- Carballo, C. A., Alcázar, A. J., Estrada, G. J., Aguilera, P. M., García, G. M., Benítez, R. I. y Guerrero, O. J. L. (2015). Regla para la calificación de semilla de maíz (*Zea mays* L.). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). Secretaria de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, (SAGARPA). México, D.F. Disponible en: <http://snics.sagarpa.gob.mx/certificación/Paginas/Reglas.aspx> (febrero 2016).
- Cervantes G., F. J., A. Espinosa C. y J. Ortega A. (1990). Productividad de semilla en base a diferente relación hembra:macho en los híbridos de maíz H-34 y H-137. In: Kato Y., T. A., Livera M., M. y González H., V. A. (eds). XIII Congreso Nacional de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Cd. Juárez, Chuh. 3 al 7 de septiembre. Pág. 373.
- Cervantes, O. F., Covarrubias, P. J., Rangel, L. J. A., Terrón, I. A. D., Mendoza. E. M. y Preciado, O. R. E. (2013). Densidad de población y fertilización nitrogenada en la producción de semilla híbrida de maíz. *Agronomía Mesoamericana* 24(1):101-110.
- CIMMYT. (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT.

- CIMMYT. Centro de Investigación de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (2010). Efecto de densidades de población de tres híbridos y tres líneas de maíz. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 23: 44-47.
- Copeland, L. O. and M. B. McDonald. (1995). *Principles of seed science and technology*. Third edition. Kluwer Academic Publishers. U. S. A.
- Copeland, L.O., y M.B. McDonald. (2001). *Principles of seed science and technology*. 4 ed. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, USA.
- Córdova O. H. S. (1986). Investigación y entrenamiento en tecnología de semilla. Un enfoque integrado para consolidar la industria semillera en Centroamérica y del Caribe. El Salvador. pp. 114.
- Córdova, O. R. H. y Calderón, P. M. (1987). Determinación de la relación óptima de surcos hembras y machos en producción de semilla de maíz XXXIII Reunión Anual de PCCMCA, Guatemala. Pág. 47.
- Comisión de Riesgo de Vegetales Genéticamente Modificados (CERV). 2002. Informe sobre la Liberación Comercial del Evento MON-810. Maíz. Comisión Técnica Interdepartamental. Resolución No. 1015. Consejo de Facultad. Facultad de Agronomía. 4 de octubre de 2002. Uruguay. Verificado en marzo de 2006. WWW.Fagro.edu.uy/.../Documentos/Informe%20sobre%20la%20LiberaciF3n%20Comercial%20del%20Evento%20MON.ppt.
- Curtis, D. L. (1980). Algunos aspectos de la producción de semilla de *Zea mays* L. (maíz) en E. U. A. In: Hebblethwaite, P. D. *Producción moderna de semillas*, Volumen II. Trad. F. Stanham. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur. Uruguay.
- Curtis, D. L. (1983). Algunos aspectos de la producción de semilla de maíz (*Zea mays* L.) en E.U.A. *Producción moderna de semillas*. Editorial Hemisferio Sur. Tomo II. Escuela de Agricultura. Universidad de Nottingham. 466-480p.
- Culy, M. D. *et al* 1991. Row position effects within seed corn production fields on yield and quality of inbred corn. *J. Prod. Agric.*, 4(3) p 373-376.
- Cueto W. J. A., D. G. Reta., J. Barrientos R., G. González C. y E. Salazar S. (2006). Rendimiento de maíz en respuesta a fertilización nitrogenada y densidad de población. *Revista Fitotecnia*. México. Vol. 29: 97-101.

- De la Loma J., L. (1982). "Genética general y aplicada". UTHEA, S.A.D.F, México. 382 p.
- Cloninger, F.; Zuber, D. M. S. and Horrocks, R. D. (1974). Synchronization of flowering in corn (*Zea mays* L.) by clipping young plants. Agron. J. 66: 270-272.
- Delorit. R. J. y H. L. Ahlgren (1970). Producción agrícola. Compañía editorial Continental, S.A. Primera edición en español de la tercera edición en inglés mayo 1970 Calzada de Tlalpan núm. 4620 México 22 D. F.
- De la Cruz, E; Cordoba, H; Estrada, M; Mendoza, J; Gómez, A; Brito, N. 2009. Rendimiento de grano de genotipos de maíz sembrados bajo tres densidades de población. Universidad y Ciencia 25(1):93-98.
- Donnet, L., D. López, J. Arista, F. Carrión, V. Hernández, A. González. (2012). El potencial de mercado de semillas mejoradas de maíz en México. CIMMYT. México.
- Dungan, G. H. and Gausman, H. w. (1951). Clipping corn plants to delay their development. Agron. J. 43: 90-93.
- Espinosa, A; Tadeo, M. 1992. Producción de semilla del híbrido doble de maíz en respuesta a la fertilización nitrogenada y densidad de población. Rev. Fitotec. Mex. 15:1-9.
- Espinosa, C. A. (1993). Tecnología de producción de semillas de maíz en México. *In*: Memoria de Primer Simposium Internacional de Maíz en la década de los noventa. Zapopan, Jal. Marzo de 1993.27 p. México.
- Espinoza, A. M., M. Sierra. M. y N. Gómez. M. (2002). Análisis y comentarios. Producción y tecnología de semillas mejoradas de Maíz por el INIFAP. Escenario sin la PRONASE. Agronomía Mesoamericana 14(1): 117-121.
- Espinosa C. A., M. Tadeo R., M. Sierra M., F. Caballero H., R. Valdivia B., N. O. Gómez M. (2010). Despanojado y densidad de población en una cruz simple androestéril y fértil de maíz. Agronomía Mesoamericana 21 (1): 159-165.
- Espinosa C., M. Tadeo., J. Virgen., I. Rojas., N. Gómez., M. Sierra., A. Palafox., G. Vázquez., F. Rodríguez., B. Zamudio., I. Arteaga., E. Canales., B. Martínez., y R. Valdivia. (2012). H-51 AE, híbrido de maíz para áreas de humedad residual, buen temporal y riego en Valles Altos del Centro de México. Rev. Fitotec. Mex., 35: 347-349.

- FAO. FAOSTAT. (2012).
http://faostat.fao.org/home/index_es.html?locale=es#DOWNLOAD.
Fecha de consulta: 03 de marzo de 2016.
- FAOSTAT. (2013). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
(Disponible en línea en <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>)
(Consulta: 30 de febrero 2016).
- FAO. Food and Agricultural Organization/World Health Organization. (2013).
Rome, Italy. <http://www.fao.org/home/en/> (consultado el 29 de enero de
2016).
- Feizbakhsh, M; Nemati, H; Mokhtarpour, A; Mossavat, A; Saberi, F; Sheikh, F.
2007. The effect of eliminating shoots and that of plant density on the
yield and its components of sweet corn. *Journal of Constructive Research
in Agronomy and Horticulture* 77:66-69.
- Financiera Nacional de Desarrollo. (2014). Panorama del maíz. Dirección
General de Planeación Estratégica, Análisis Sectorial y Tecnologías de la
Información. 2 p.
- García E. (1981). Modificaciones al sistema de clasificación climática de
köppen. Instituto de Geografía. UNAM. México. D.F. 245 p.
- García, R. J. J. y Erazo, B. M. (1997). Determinación del patrón de siembra
óptimo, para la producción del híbrido de maíz (*Zea mays* L.) H-135.
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
Campo Experimental Bajío. Fundación Guanajuato Produce A. C.
Celaya, Guanajuato. México.
- García, R. J. J., de la Torre, V. J. D., Ávila, P. M. A. y Herrera, C. C. (2014).
Recomendaciones para la producción de semilla de frijol, sorgo, trigo y
maíz. INIFAP. CIRCE. Campo Experimental Bajío Celaya, Gto., México.
Pp 51-52.
- García P. G. A. (2013). Fertilización en el cultivo de maíz blanco amiláceo. Guía
técnica. Agrobanco servicios financieros para el Perú Rural. 18p.
- González A, J Islas, A Espinosa, J A Vázquez, S Wood (2008) Impacto
Económico del Mejoramiento Genético del Maíz en México. Publicación
Especial No. 25. INIFAP. México. 88 p.
- González, V; Ortiz, J; Mendoza L. 1984. Rendimiento del maíz y sus
componentes en respuesta a diversas prácticas culturales y criterios de
selección. *Agrociencia* 58:101-112.

- Gordon, R. I., E.M. Camargo. C. y A. González. (1993). Respuesta de dos cultivares de maíz a la densidad. Síntesis de Resultados Experimentales del PRM. 1993-1995. CIMMYT-PRM. México, D.F. pp. 101-105.
- Gutiérrez, R; Luna, M. 2002. Riego, densidad de plantas y fertilización nitrogenada en producción de híbridos de maíz en Zacatecas. Agricultura Técnica en México 28(2):95-103.
- Green, J. M. (1949). Effect of flaming on the growth of lines of corn. Agron. J. 41: 144-146.
- InfoStat. (2009). InfoStat versión 2009. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Jones MD and Newell LC. (1948). Longevity of pollen and stigmas of grasses: Buffalograss, *Buchloe dactyloodes* (NUTT) Engelm., and corn, *Zea mays* L. Journal of the American Society of Agronomy, 40 (3): 195 - 204.
- Kresovic, B; Tolimir, M; Pajic, Z. 1997. Growing of sweet corn as a second or stubble crop. J. of Sci. Agric. Aes. 48:23-30.
- Larios, R., J. Inzunza, F. R. Mascareño y J. C. Mendoza. (2011). Producción y Validación de Semilla Mejorada de Maíz en las Diferentes Regiones de Jalisco. Universidad Autónoma Chapingo. Fundación Produce Jalisco, A. C. 10 p.
- Lemcoff, J; Loomis, R. 1986. Nitrogen influences on yield determination in maize. Crop Sci. 26:1017-1022.
- Lemcoff, J; Loomis, R. 1994. Nitrogen and density influence on silk emergence, endosperm development and grain yield in maize (*Zea mays* L). Field Crop Research 38: 63-72.
- Ley federal de producción, certificación y comercio de semillas (LFPCCS). (2007). Diario Oficial de la Federación.
- Luna V., S., J. Figueroa M., B. Baltasar M, R. Goewmz L., R. Townsend and B. Schoper J. (2001). Maize Pollen longevity and distance isolation requirements for effective pollen control. Crop Sci. 41:1551-1557.
- Luna, M. B. M., M. A. Hinojosa R., O. J. Ayala, G., F. Castillo G. y J. A. Mejía C. (2012). Perspectivas de desarrollo de la industria semillera de maíz en México. Rev. Fitotec. Mex. 35(1): 1-7.
- MacRobert, J, F., P. Setimela, J. Gethi, M. Worku. (2014). Maize hybrid seed production manual. CIMMYT: México.

- Marcantonio, M. A. (2004). Dinámica de producción de polen en ocho líneas endocriadas de maíz expuestas a dos densidades de siembra contrastantes. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria- Facultad de Ciencias Agrarias.
- Mora A., R.; Mendoza O., L. E.; González H., V. A. y Molina M., J. (1992a). Métodos para sincronizar la floración en líneas parentales de sorgos híbridos. I. Influencia de la poda. *Agrociencia serie Fitociencia* 3(4): 23-35.
- Mora A., R.; Mendoza O., L. E.; González H., V. A. y Molina M., J. (1992b). Métodos para sincronizar la floración en líneas parentales de sorgos híbridos. II. Influencia de la fertilización nitrogenada. *Agrociencia serie Fitociencia* 3(4): 37-51.
- Moreno, M. E. (1996). Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Tercera edición. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Morris M. L. y M. A. López-Pereira (2000). Impactos del Mejoramiento de Maíz en América Latina, 1966-1997. Disponible en: http://apps.cimmyt.org/research/Economics/map/impact_studies/ImpactsMaize66_97/ImpactosLA/pdfs/ImpactosLA_agrad.pdf (Junio 2014).
- Nielson, RL. 1988. Influence of hybrids and plant density on grain yield and stair breakage in corn growth in 15- inch row spacing. *J. Prod. Agric.* 190-195.
- Ñopo D., J. y G. Carrillo C. (1977). Determinación de la vitalidad del polen de maíz. *Agrociencia*, 28: 101-102.
- Oyervides, A; Ortiz, J; González, V; Carballo, A. 1990. El número de mazorcas por planta y la formación de arquetipos de maíz. *Serie fitotecnia* 1(4):103-118.
- Osborne, L; Scheppers, S; Francis, D; Schlemmer, R. 2002. Use of spectral radiance to in-season biomass and grain yield in nitrogen and water-stressed corn. *Crop. Sci.* 42:165-171.
- Ortiz, T. C., A. Espinosa, C., H. S, Azpiroz, R y S. Sahún, C (Com). 2005. Producción y tecnología de semillas de maíz del INIFAP para los Valles Altos y Zonas de Transición. INIFAP. CIRCE. Campo Experimental Valle de Toluca. 122 p. Zinacantepec Estado de México.
- Otahola-Gómez, V. y Z. Rodríguez. (2001). Comportamiento en la producción de maíz (*Zea mays* L.) tipo dulce bajo diferentes densidades de siembra en condiciones de sabana. *Revista Científica UDO Agrícola* 1: 18-24.

- Ortega-Paczka R. (2003) El maíz como cultivo II: *In: Sin Maíz no hay País*. José Vicente Anaya (ed). CONACULTA. pp:123-154.
- Pedroza, H. (1993). Fundamentos de experimentación agrícola. Managua: Editora de Arte. 264 p.
- Peretti, A. (1994). Manual para análisis de semillas. Editorial Hemisferio Sur. Uruguay. Programa de maíz. 1999. Desarrollo, mantenimiento y multiplicación de semilla de variedades de polinización libre. Segunda edición. CIMMYT. México.
- Poehlman - Allen. (2003). Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa. Balderas 95, México, D. F. 2da. Edición.
- Poehlman, J. M. y D. Allen L. (2003). Mejoramiento genético de las cosechas. Segunda Edición. Ed. Limusa S. A. de C. V. México D. F.
- PRONASE. Productora Nacional de Semilla. (1974). Instructivo para llevar a cabo siembras de sorgo destinado a producir semillas certificadas. Secretaria de Agricultura y Ganadería. (s.1) p. 1-25.
- Ramírez, G. E. (1992). Efecto de la distancia a la fuente de polen sobre el rendimiento y sus componentes en la producción de semillas híbridas de maíz (*Zea mays* L.). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Ramírez, M. D. (1992). Efecto del patrón de siembra sobre el rendimiento y calidad física de la semilla híbrida de maíz (*Zea mays* L.) Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Ramírez, R. y L. Adrade. (1974). Influencia de la polinización sobre el llenado de la punta de la mazorca del maíz y otros caracteres. *Agronomía Tropical* 24(1):43-54.
- Ramírez L. (2006). Mejora de las plantas alógamas. Universidad Pública de Navarra. Pamplona-España. 33 p.
- Reyes C., P. (1985). Fitogenotecnia básica y aplicada. Agt. editor, S. A. México D.F. Pág. 309-334.
- Reyes, C. P. (1990). Diseños de experimentos aplicados. Trillas. D.F, México. Pág.347.
- Rivas, J. M. A. (2010). Eficiencia de la Polinización, Productividad y Calidad de Semilla y Forraje en Híbridos Trilineales de Maíz. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillos, Postgrado de Recursos Genéticos

- y Producción de Semillas. Tesis Doctoral. Texcoco, Edo. De México. 138 p.
- Robles, S. R. (1986). Genética elemental y fitomejoramiento práctico. Ed. Limusa. México. P. 186.
- Roy, S; Biswas, P. 1992 Effect of density and detopping following silking on cob growth, fodder and grain yield of maize (*Zea mays*). Journal of Agricultural Science 119:297-301.
- Roy, S.K., S.M.L. Rahaman, and A.B.M. Salahuddin. 1995. Pollination control in relation to seed yield and effect of temperature on pollen viability of maize (*Zea mays*). Indian J. Agric. Sci. 65:785-788.
- Rutger, J.N. 1971. Effect of plant density on yield of inbred lines and single crosses of maize (*Zea mays* L.) Crop Sci. 11:475-476. USA.
- Rodríguez-Flores I. (2011) Semillas certificadas, origen de la competitividad. 2000 AGRO Revista Industrial del Campo 69:1-12.
- SAGARPA. (2007). Ley sobre producción, Certificación y Comercio de semilla. Diario Oficial. pp: 2.
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2010) Cuarto Informe de Labores de SAGARPA. México, D.F. 178 p.
- Sánchez. H. (2004). Manual Tecnológico del maíz amarillo duro y de buenas prácticas agrícolas para el valle de Huaura. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Lima, Perú. 139 p.
- Sauthier, M. A. y F. D. Castaño. (2004). Dispersión del polen en un cultivo de maíz. Ciencia, Docencia y Tecnología, noviembre. Vol. XV, Núm. 029. 229-246 pp.
- Secretaría de Economía. (2012). Análisis de la Cadena de Valor Maíz-Tortilla: Situación Actual y Factores de Competencia Local. Dirección General de Industrias Básicas. 38 pp.
- SFA; SAGARPA (2011) Perspectivas de largo plazo para el sector agropecuario de México 2011- 2020, pp. 12-15.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2012. Atlas Agropecuario y Pesquero. Quinta del Agua Ediciones S. A. de C. V. México, DF. 219 p.

- Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera (SIAP). 2013. Información del Sector Agroalimentario. 2a. ed. SIAP, México. 247 p. <http://www.siap.gob.mx/> (consultado el 29 de enero de 2016).
- SIAP. (2013). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Producción anual de cultivos año agrícola 2012 en México. <http://www.siap.gob.mx/> (Consultado sep. 2014).
- SIAP. (2014). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA (Disponible en línea en <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>) (Consulta: 18 de febrero 2016).
- Sierra M., M. (1991). Variedades mejoradas e híbridos de maíz generados por el INIFAP para las áreas tropicales de Mexico. Pág. 1-2.
- Sierra, M. M., F.A. Rodríguez M., R.A. Castillo G., J. Ortiz, C., S. Barrón F., O.H. Tosquy V., J. Romero M., C.A. Tinoco A. y A. Sandoval R. (1994). H-513 híbrido de maíz de cruce simple para el trópico Mexicano. Folleto Técnico. CIRGOC. INIFAP. SARH. 18 p.
- Sierra, M. M. (2002). Uso de probadores en la selección de líneas para formar híbridos de maíz. Tesis para obtener el grado de Doctor en ciencias Agrícolas y Forestales. Tecomán, Colima. México. Pag. 58.
- Singh, A. R. and Shelke, V.B. (1984). Synchronization studies for hybrid seed production in sorghum (*Sorghum bicolor L., Moench*). See Res. 12(2): 125-127.
- SNICS. (1975). Normas para la certificación de semillas. Dirección General de Agricultura. Secretaria de Agricultura y Ganadería. México. 95 p.
- Solórzano. M. A., Córdova. O. R. H., Murga. S. C.M. (1987). Evaluación de rendimiento y rentabilidad de semilla certificada de maíz H-5, en diferentes modalidades de siembra en El Salvador CENTA. El Salvador pp. 115-126.
- Sprague, G. 1985. Corn and corn improvement. Am. Soc. Agron. Inc. Publisher. Madison, Wisconsin, USA. p 645-648.
- Tadeo R. M., A. Calderón E., A. M. Solano y R. Mendoza M. (2001). Esterilidad Masculina para producir semilla de maíz. Ciencia y Desarrollo. Vol. 27(157). 66 p.

- Torres, L. A. (1992). Estudio del efecto de tres densidades de población en diferentes descriptores varietales de maíz (*Zea mays* L.) Tesis Maestría. Saltillo, Coahuila, México. Pp. 45-60.
- Tosquy, V. O. H.; De la Garza, G. R.; Castañón, N. G. y Morones, R. R. (1998). Fertilización edáfica y densidades de población para producción de semilla de líneas de maíz. *Agric., Tec. Méx.* 24 (2); 111-119.
- Uribelarrea, M., J. Cárcova, M. E. Otegui and M. E. Westgate. (2002). Pollen production, pollination dynamics, and kernel set in maize. *Crop Sci.* 42: 1910-1918.
- USDA, United States Department of Agriculture-Foreign Agricultural Service (2008). Global Agriculture Information Network (GAIN) Report: Mexico Planting Seeds Annual. Washington, USA. 8 p.
- Valladares, B. A. R. (1999). Producción de semilla de maíz. Seminario de titulación. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Las Agujas Zapopan Jal. Diciembre de 1999.
- Vallejo, D. H. L., J. L. Ramírez D., M. Chuela B., R. Ramírez Z. (2008). Manual de producción de semilla de maíz. Estudio de caso. Folleto técnico Num. 14. INIFAP. CIRPAC. Uruapan, Michoacán, México.
- Virgen V. J., R. Zepeda B., M. A. Ávila P., A. Espinoza C., J. L. Arellano V. y A. J. Gámez V. (2014). Producción de semilla de líneas progenitoras de maíz: densidad de población e interacción. *Agronomía Mesoamericana*. Vol. 25(2):323-335.
- Wood, D. W., P.C. Longden and R.K. Scott. (1977). Seed size variation, its extent, source and significance in field crops. *The Netherlands Seed Sci. and Technol.* 5: 337-352.
- Wych, R. D. (1988). Production of hybrid seed corn. In: Sprague, G. F., J. W. Dudley. *Corn and corn improvement*. Third edition. American Society of Agronomy. USA.
- Yasari, E; Noori, M; Haddadi, M. 2012. Comparison of seed corn single crosses SC 704 and SC 770 response to different plant densities and nitrogen levels. *Journal of Agricultural Science* 4(5):263-272.
- Zanovello, G. R. E. (2008). Producción de semilla de maíz híbrido. *Seednews*. Revista Internacional de semilla. Fecha de consulta en internet. 27/enero/2016. <http://www.seednews.com>.

ANEXOS

Cuadro A19. Cuadrados medios y significancia en caracteres de semilla, evaluadas en la formación de la cruza simple del híbrido H-566
A. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014-2015.

| Fuentes de Variación | GL | LSPG (mm) | LSBG (mm) | LSBM (mm) | LSBCH (mm) | ASPM (mm) | ASPCH (mm) | ASBM (mm) | GSPG (mm) | GSBG (mm) | GSBM (mm) | GSBCH (mm) |
|----------------------|----|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Repetición (R) | 2 | 0.06 | 0.005 | 0.54 | 0.08 | 96.31 | 0.11 | 0.04 | 0.17 | 0.11 | 0.19 | 0.06 |
| Relación H-M (A) | 1 | 0.00033ns | 0.01ns | 0.1ns | 0.01ns | 93.04ns | 0.15ns | 0.2ns | 0.34ns | 0.01ns | 0.13ns | 0.00045ns |
| Error a | 2 | 0.19 | 0.07 | 0.19 | 0.14 | 103.14 | 0.04 | 0.06 | 0.16 | 0.05 | 0.25* | 0.01 |
| Densidad (D) | 1 | 0.04ns | 0.1ns | 0.00015ns | 0.26ns | 104.56ns | 0.22ns | 0.07ns | 0.01ns | 0.16ns | 0.02ns | 0.01ns |
| A X D | 1 | 0.15ns | 0.1ns | 0.03nss | 0.07ns | 105.83ns | 0.02ns | 0.07ns | 0.05ns | 0.19ns | 0.02ns | 0.01ns |
| Error b | 4 | 0.04 | 0.08 | 0.04 | 0.14 | 100.32 | 0.12 | 0.07 | 0.01 | 0.08 | 0.03 | 0.1* |
| Fertilización (F) | 3 | 0.04ns | 0.04ns | 0.08ns | 0.07nss | 101.03ns | 0.06ns | 0.03ns | 0.07ns | 0.02ns | 0.02ns | 0.01ns |
| A X F | 3 | 0.09ns | 0.1ns | 0.08ns | 0.09ns | 99.87ns | 0.05ns | 0.01ns | 0.05ns | 0.05ns | 0.01ns | 0.03ns |
| B X F | 3 | 0.09ns | 0.09ns | 0.12ns | 0.12ns | 95.66ns | 0.11ns | 0.02ns | 0.06ns | 0.06ns | 0.04ns | 0.05ns |
| A X D X F | 3 | 0.32ns | 0.03ns | 0.05nss | 0.14ns | 98.58ns | 0.01ns | 0.02ns | 0.05ns | 0.0029ns | 0.05ns | 0.08ns |
| Error c | 24 | 0.18 | 0.07 | 0.15 | 0.12 | 100.46 | 0.07 | 0.06 | 0.12 | 0.08 | 0.05 | 0.03 |
| C.V (%) | | 4.41 | 2.94 | 4.59 | 4.72 | 111.54 | 4.01 | 3.31 | 8.04 | 4.66 | 3.49 | 2.96 |

*, ** P ≤ 0.05, 0.01 de probabilidad; NS= no significativo; LSPG= Largo de semillas de plano grande; LSBG= Largo de semillas de bola grande; LSBM= Largo de semillas de bola media; LSBCH= Largo de semillas de bola chica; ASPM= Ancho de semillas de plano medio; ASPCH= Ancho de semillas de plano chico; ASBM= Ancho de semillas de bola media; GSPG= Grosor de semillas de plano grande; GSBM= Grosor de semillas de bola media; GSBCH= Grosor de semillas de bola chica.

Cuadro 20. Efecto de la relación Hembra:Macho en las características de semilla, en la formación de la cruce simple del híbrido H-566 A. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

| Tratamiento | | Forma y tamaño | | N°. de semilla en 1 (kg) | |
|-------------|-------|----------------|---------------------|--------------------------|--------|
| No. | R H:M | PPCH | PBCH | NSPCH | NSBCH |
| 1 | 4:2 | 1.54 a | 0.21 a ^z | 4042 b | 4774 a |
| 2 | 6:2 | 1.18 b | 0.2 a | 5286 a | 5006 a |
| Promedio | | 1.36 | 0.205 | 4664 | 4890 |

• Valores máximos alcanzados en cada variable. ^zMedias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Duncan, 0.05). PPCH= Porcentaje de semillas plano chico; PBCH= Porcentaje de semillas bola chica; NSPCH= Número de semillas en 1 (kg) de plano chico; NSBCH= Número de semillas en 1 (kg) de bola chica.

Cuadro A3. Efecto de la relación Hembra:Macho en las características de semilla, en la formación de la cruce simple del híbrido H-566 A. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

| Tratamiento | | LSPG | LSBG | LSBM | LSBCH | ASPM |
|-------------|-------|---------------------|--------|--------|--------|---------|
| No. | R H-M | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) |
| 1 | 4:2 | 9.72 a ^z | 9.02 a | 8.49 a | 7.4 a | 10.38 a |
| 2 | 6:2 | 9.72 a | 8.99 a | 8.4 a | 7.42 a | 7.59 a |
| Promedio | | 9.72 | 9.005 | 8.445 | 7.41 | 8.985 |

Cuadro A3.....Continuación.

| Tratamiento | | ASPCH | ASBM | GSPG | GSBG | GSBM | GSBCH |
|-------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| No. | R H:M | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) |
| 1 | 4:2 | 6.7 a | 7.21 a | 4.44 a | 6.27 a | 6.07 a | 5.8 a |
| 2 | 6:2 | 6.82 a | 7.34 a | 4.27 a | 6.24 a | 6.17 a | 5.79 a |
| Promedio | | 6.76 | 7.275 | 4.355 | 6.255 | 6.12 | 5.795 |

^z Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Duncan, 0.05). LSPG= Largo de semillas de plano grande; LSBG= Largo de semillas de bola grande; LSBM= Largo de semillas de bola media; LSBCH= Largo de semillas de bola chica; ASPM= Ancho de semillas de plano medio; ASPCH= Ancho de semillas de plano chico; ASBM= Ancho de semillas de bola media; GSPG= Grosor de semillas de plano grande; GSBG= Grosor de semillas de bola grande; GSBM= Grosor de semillas de bola media; GSBCH= Grosor de semillas de bola chica.

Cuadro A4. Comparación de medias en las características de semilla, en los factores densidad y fertilización. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014-2015.

| Factores y niveles de estudio | Forma y tamaño | | N°. de semilla en 1(kg) | |
|--|---------------------|--------|-------------------------|--------|
| | PPCH | PBCH | NSPCH | NSBCH |
| Densidad de población (pl. ha⁻¹) | | | | |
| 50,000 | 1.42 a | 0.19 a | 4434 a | 4943 a |
| 62,500 | 1.3 a | 0.22 a | 4894 a | 4838 a |
| Dosis de fertilización (Kg ha⁻¹) | | | | |
| 161-69-60 | 1.64 a ^z | 0.26 a | 5322 a | 4945 a |
| 207-69-60 | 1.21 a | 0.21 b | 4025 a | 4853 a |
| 253-69-60 | 1.26 a | 0.17 b | 4631 a | 5038 a |
| 299-69-60 | 1.34 a | 0.18 b | 4678 a | 4723 a |

^z Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Duncan, 0.05). PPCH= Porcentaje de semillas plano chico; PBCH= Porcentaje de semillas bola chica; NSPCH= Número de semillas en 1 (kg) de plano chico; NSBCH= Número de semillas en 1 (kg) de bola chica.

Cuadro A5. Comparación de medias en las características de semilla, en los factores densidad y fertilización. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014-2015.

| Factores y niveles de estudio | LSPG (mm) | LSBG (mm) | LSBM (mm) | LSBCH (mm) | ASPM (mm) | ASPCH (mm) |
|--|---------------------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
| Densidad de población (pl. ha⁻¹) | | | | | | |
| 50,000 | 9.69 a ^z | 8.96 a | 8.44 a | 7.34 a | 7.51 a | 6.83 a |
| 62,500 | 9.75 a | 9.05 a | 8.44 a | 7.48 a | 10.46 a | 6.69 a |
| Dosis de fertilización (Kg ha⁻¹) | | | | | | |
| 161-69-60 | 9.66 a | 8.95 a | 8.34 a | 7.44 a | 7.47 a | 6.69 a |
| 207-69-60 | 9.74 a | 9.04 a | 8.53 a | 7.43 a | 7.48 a | 6.84 a |
| 253-69-60 | 9.69 a | 8.96 a | 8.47 a | 7.3 a | 13.34 a | 6.71 a |
| 299-69-60 | 9.79 a | 9.07 a | 8.43 a | 7.47 a | 7.66 a | 6.81 a |

Cuadro A5.....Continuación.

| Factores y niveles de estudio | ASBM (mm) | GSPG (mm) | GSBG (mm) | GSBM (mm) | GSBCH (mm) |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Densidad de población (pl. ha⁻¹) | | | | | |
| 50,000 | 7.24 a | 4.34 a | 6.31 a | 6.14 a | 5.81 a |
| 62,500 | 7.31 a | 4.37 a | 6.2 a | 6.1 a | 5.79 a |
| Dosis de fertilización (Kg ha⁻¹) | | | | | |
| 161-69-60 | 7.27 a | 4.42 a | 6.19 a | 6.13 a | 5.79 a |
| 207-69-60 | 7.21 a | 4.42 a | 6.27 a | 6.08 a | 5.8 a |
| 253-69-60 | 7.33 a | 4.28 a | 6.3 a | 6.11 a | 5.76 a |
| 299-69-60 | 7.3 a | 4.3 a | 6.27 a | 6.17 a | 5.84 a |

^z Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Duncan, 0.05); LSPG= Largo de semillas de plano grande; LSBG= Largo de semillas de bola grande; LSBM= Largo de semillas de bola media; LSBCH= Largo de semillas de bola chica; ASPM= Ancho de semillas de plano medio; ASPCH= Ancho de semillas de plano chico; ASBM= Ancho de semillas de bola media; GSPG= Grosor de semillas de plano grande; GSBG= Grosor de semillas de bola grande; GSBM= Grosor de semillas de bola media; GSBCH= Grosor de semillas de bola chica.

Cuadro A6. Comparación de medias para la interacción relación H:M x densidad (A x D) en las características de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

| | Tratamientos | | Forma y tamaño | | N°. de semilla en 1 (kg) | |
|---|--------------|------------------|----------------|--------------------|--------------------------|--------|
| | R H-M (A) | D (plantas ha-1) | PPCH | PBCH | NSPCH | NSBCH |
| 1 | 4:2 | 50,000 | •1.62 a | 0.2 a ^z | 3917 a | 4798 a |
| 2 | 4:2 | 62,500 | 1.46 ab | 0.22 a | 4167 a | 4750 a |
| 3 | 6:2 | 50,000 | 1.21 bc | 0.19 a | 4952 a | 5088 a |
| 4 | 6:2 | 62,500 | 1.15 c | 0.21 a | 5621 a | 4925 a |

• Valores máximos alcanzados en cada variable. ^z Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Duncan, 0.05). PPCH= Porcentaje de semillas plano chico; PBCH= Porcentaje de semillas bola chica; NSPCH= Número de semillas en 1 (kg) de plano chico; NSBCH= Número de semillas en 1 (kg) de bola chica.

Cuadro A7. Comparación de medias para la interacción relación H:M x densidad (A x D) en las características de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo Agrícola O-I 2014/2015.

| | Tratamientos | | LSPG | LSBG | LSBM | LSBCH | ASPG | ASPCH |
|---|--------------|--------------------------|--------|---------------------|--------|--------|--------|--------|
| | R H-M (A) | D(Pl. ha ⁻¹) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) |
| 1 | 4:2 | 50,000 | 9.75 a | 9.02 a ^z | 8.52 a | 7.36 a | 8.85 a | 6.79 a |
| 2 | 4:2 | 62,500 | 9.7 a | 9.02 a | 8.46 a | 7.43 a | 8.83 a | 6.61 a |
| 3 | 6:2 | 50,000 | 9.63 a | 8.9 a | 8.37 a | 7.31 a | 8.77 a | 6.86 a |
| 4 | 6:2 | 62,500 | 9.8 a | 9.08 a | 8.42 a | 7.54 a | 9a | 6.77 a |

Cuadro A7.....Continuación.

| | Tratamientos | | ASBM | GSPG | GSBG | GSBM | GSBCH |
|---|--------------|--------------------------|--------|---------|--------|--------|--------|
| | R H:M (A) | D(Pl. ha ⁻¹) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) |
| 1 | 4:2 | 50,000 | 7.21 a | •4.45 a | 6.39 a | 6.12 a | 5.83 a |
| 2 | 4:2 | 62,500 | 7.21 a | 4.42 ab | 6.15 a | 6.03 a | 5.77 a |
| 3 | 6:2 | 50,000 | 7.26 a | 4.22 c | 6.24 a | 6.17 a | 5.79 a |
| 4 | 6:2 | 62,500 | 7.42 a | 4.32 bc | 6.25 a | 6.17 a | 5.8 a |

• Valores máximos alcanzados en cada variable. ^z Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Duncan, 0.05). LSPG= Largo de semillas de plano grande; LSBG= Largo de semillas de bola grande; LSBM= Largo de semillas de bola media; LSBCH= Largo de semillas de bola chica; ASPM= Ancho de semillas de plano medio; ASPCH= Ancho de semillas de plano chico; ASBM= Ancho de semillas de bola media; GSPG= Grosor de semillas de plano grande; GSBG= Grosor de semillas de bola grande; GSBM= Grosor de semillas de bola media; GSBCH= Grosor de semillas de bola chica.

Cuadro A8. Comparación de medias para la interacción relación H:M x fertilización (A x F) en las características de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo Agrícola O-I 2014-2015.

| | Tratamientos | | F(Kg ha ⁻¹) | | Forma y tamaño | | N°. de semilla en 1 (kg) | |
|---|--------------|-----------|---|----------|----------------|---------------------|--------------------------|--|
| | R | H-M (A) | N ₂ ,P ₂ O ₅ ,K ₂ O | PPCH | PBCH | NSPCH | NSBCH | |
| 1 | 4:2 | 161-69-60 | -2.1 a | -0.27 a | 4995 ab | 4802 a ^z | | |
| 2 | 4:2 | 207-69-60 | 1.28 b | 0.21 abc | 3493 b | 4683 a | | |
| 3 | 4:2 | 253-69-60 | 1.47 ab | 0.18 bc | 3943 ab | 5037 a | | |
| 4 | 4:2 | 299-69-60 | 1.31 b | 0.19 bc | 3735 ab | 4573 a | | |
| 5 | 6:2 | 161-69-60 | 1.17 b | 0.24 ab | 5648 a | 5088 a | | |
| 6 | 6:2 | 207-69-60 | 1.14 b | 0.21 abc | 4557 ab | 5023 a | | |
| 7 | 6:2 | 253-69-60 | 1.05 b | 0.16 c | 5318 ab | 5040 a | | |
| 8 | 6:2 | 299-69-60 | 1.36 b | 0.18 bc | 5622 a | 4873 a | | |

• Valores máximos alcanzados en cada variable. ^z Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Duncan, 0.05). PPCH= Porcentaje de semillas plano chico; PBCH= Porcentaje de semillas bola chica; NSPCH= Número de semillas en 1 (kg) de plano chico; NSBCH= Número de semillas en 1 (kg) de bola chica.

Cuadro A9. Comparación de medias para la interacción relación H:M x fertilización (A x F) en las características de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo Agrícola O-I 2014-2015.

| | Tratamientos | | F(Kg ha ⁻¹) | LSPG | LSBG | LSBM | LSBCH | ASPG | ASPCH |
|---|--------------|-----------|---|--------|--------|--------------------|--------|--------|-------|
| | R | H-M (A) | N ₂ ,P ₂ O ₅ ,K ₂ O | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) |
| 1 | 4:2 | 161-69-60 | 9.56 a | 9.02 a | 8.31 a | 7.54 a | 8.71 a | 6.67 a | |
| 2 | 4:2 | 207-69-60 | 9.71 a | 8.98 a | 8.57 a | 7.37 a | 8.96 a | 6.7 a | |
| 3 | 4:2 | 253-69-60 | 9.79 a | 8.91 a | 8.49 a | 7.2 a ^z | 8.88 a | 6.71 a | |
| 4 | 4:2 | 299-69-60 | 9.83 a | 8.92 a | 8.59 a | 7.47 a | 8.81 a | 6.73 a | |
| 5 | 6:2 | 161-69-60 | 9.76 a | 8.89 a | 8.37 a | 7.33 a | 8.91 a | 6.71 a | |
| 6 | 6:2 | 207-69-60 | 9.77 a | 9.09 a | 8.5 a | 7.49 a | 8.83 a | 6.97 a | |
| 7 | 6:2 | 253-69-60 | 9.6 a | 9.02 a | 8.44 a | 7.39 a | 8.88 a | 6.7 a | |
| 8 | 6:2 | 299-69-60 | 9.75 a | 9.21 a | 8.27 a | 7.48 a | 8.91 a | 6.88 a | |

Cuadro A9.....Continuación.

| | Tratamientos | | F(Kg ha ⁻¹) | ASBM | GSPG | GSBG | GSBM | GSBCH |
|---|--------------|-----------|---|--------|--------|--------|--------|-------|
| | R | H-M (A) | N ₂ ,P ₂ O ₅ ,K ₂ O | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) |
| 1 | 4:2 | 161-69-60 | 7.19 a | 4.46 a | 6.15 a | 6.09 a | 5.78 a | |
| 2 | 4:2 | 207-69-60 | 7.16 a | 4.44 a | 6.39 a | 6.05 a | 5.77 a | |
| 3 | 4:2 | 253-69-60 | 7.24 a | 4.4 a | 6.29 a | 6.07 a | 5.73 a | |
| 4 | 4:2 | 299-69-60 | 7.26 a | 4.46 a | 6.26 a | 6.06 a | 5.91 a | |
| 5 | 6:2 | 161-69-60 | 7.34 a | 4.38 a | 6.23 a | 6.16 a | 5.79 a | |
| 6 | 6:2 | 207-69-60 | 7.26 a | 4.4 a | 6.16 a | 6.12 a | 5.82 a | |
| 7 | 6:2 | 253-69-60 | 7.42 a | 4.16 a | 6.3 a | 6.14 a | 5.8 a | |
| 8 | 6:2 | 299-69-60 | 7.34 a | 4.15 a | 6.28 a | 6.27 a | 5.77 a | |

Cuadro A10. Comparación de medias para la interacción densidad x fertilización (D x F) en las características de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

| | Tratamiento | | Forma y tamaño | | N°. de semilla en 1 (kg) | |
|---|------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------|--------------------------|--------|
| | D(plantas ha ⁻¹) | F(kg ha ⁻¹) | PPCH | PBG | NSPCH | NSBCH |
| 1 | 50,000 | 161-69-60 | 1.68 a ^z | 32.19 abc | 4755 ab | 5010 a |
| 2 | 50,000 | 207-69-60 | 1.09 a | 33.42 abc | 3418 b | 5060 a |
| 3 | 50,000 | 253-69-60 | 1.31 a | 35.78 a | 4232 ab | 4985 a |
| 4 | 50,000 | 299-69-60 | 1.59 a | 33.91 ab | 5332 ab | 4715 a |
| 5 | 62,500 | 161-69-60 | 1.59 a | 29.59 c | 5888 a | 4880 a |
| 6 | 62,500 | 207-69-60 | 1.32 a | 30.97 bc | 4632 ab | 4647 a |
| 7 | 62,500 | 253-69-60 | 1.21 a | 29.72 bc | 5030 ab | 5092 a |
| 8 | 62,500 | 299-69-60 | 1.08 a | 34 ab | 4025 ab | 4732 a |

• Valores máximos alcanzados en cada variable. ^z Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Duncan, 0.05). PPCH= Porcentaje de semillas plano chico; PBCH= Porcentaje de semillas bola chica; NSPCH= Número de semillas en 1 (kg) de plano chico; NSBCH= Número de semillas en 1 (kg) de bola chica.

Cuadro A11. Comparación de medias para la interacción densidad x fertilización (D x F) en las características de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

| | Tratamiento | | LSPG | LSBG | LSBM | LSBCH | ASPG | ASPCH |
|---|------------------------------|-------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | D(plantas ha ⁻¹) | F(kg ha ⁻¹) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) |
| 1 | 50,000 | 161-69-60 | 9.61 a | 9.02 a | 8.21 a | 7.51 a | 8.71 a | 6.69 ab |
| 2 | 50,000 | 207-69-60 | 9.83 a | 8.98 a | 8.51 a | 7.34 a | 8.95 a | 6.87 ab |
| 3 | 50,000 | 253-69-60 | 9.6 a ^z | 8.91 a | 8.55 a | 7.12 a | 8.86 a | 6.74 ab |
| 4 | 50,000 | 299-69-60 | 9.72 a | 8.92 a | 8.5 a | 7.38 a | 8.71 a | 7.02 a |
| 5 | 62,500 | 161-69-60 | 9.71 a | 8.89 a | 8.47 a | 7.37 a | 8.91 a | 6.69 ab |
| 6 | 62,500 | 207-69-60 | 9.65 a | 9.09 a | 8.56 a | 7.52 a | 8.84 a | 6.81 ab |
| 7 | 62,500 | 253-69-60 | 9.78 a | 9.02 a | 8.38 a | 7.47 a | 8.89 a | 6.67 ab |
| 8 | 62,500 | 299-69-60 | 9.86 a | 9.21 a | 8.36 a | 7.57 a | 9.01 a | 6.6 b |

Cuadro A11.....Continuación.

| | Tratamiento | | ASBM | GSPG | GSBG | GSBM | GSBCH |
|---|------------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | D(plantas ha ⁻¹) | F(kg ha ⁻¹) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) |
| 1 | 50,000 | 161-69-60 | 7.28 a | 4.39 a | 6.15 a | 6.17 a | 5.72 a |
| 2 | 50,000 | 207-69-60 | 7.16 a | 4.47 a | 6.38 a | 6.17 a | 5.88 a |
| 3 | 50,000 | 253-69-60 | 7.26 a | 4.18 a | 6.37 a | 6.12 a | 5.74 a |
| 4 | 50,000 | 299-69-60 | 7.24 a | 4.31 a | 6.36 a | 6.12 a | 5.89 a |
| 5 | 62,500 | 161-69-60 | 7.25 a | 4.45 a | 6.23 a | 6.09 a | 5.85 a |
| 6 | 62,500 | 207-69-60 | 7.26 a | 4.36 a | 6.16 a | 6a | 5.71 a |
| 7 | 62,500 | 253-69-60 | 7.39 a | 4.38 a | 6.22 a | 6.09 a | 5.79 a |
| 8 | 62,500 | 299-69-60 | 7.36 a | 4.3 a | 6.18 a | 6.22 a | 5.79 a |

Cuadro A12. Comparación de medias para la interacción Relación H-M x Densidad x fertilización (A x D x F) en componentes de rendimiento y caracteres vegetativos. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

| Trat. No. | R H:M | Densidad (Pl. ha ⁻¹) | Fertilización (kg ha ⁻¹) | RS (Kg ha ⁻¹) | AP (cm) | AM (cm) | LM (cm) | DM (mm) | NHILM (N°) | NSH (N°) |
|-----------|-------|----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|--------------|------------|------------|--------------|------------|-----------|
| 1 | 4:2 | 50,000 | 161-69-60 | 1509 d | 94.67 e | 21.67 cd | 12.3 d | 40.65 def | 12.67 ab | 17.87 c |
| 2 | 4:2 | 50,000 | 207-69-60 | 1754 bcd | 103.67 abcd | 27.33 ab | 13.06 abc | 41.47 abcd | •14 a | 19.47 ab |
| 3 | 4:2 | 50,000 | 253-69-60 | 1746 cd | 98.67 bcde | 21.33 d | 13 abcd | 41.28 abcde | 13.33 ab | 18.37 bc |
| 4 | 4:2 | 50,000 | 299-69-60 | 1776 bcd | 96 cde | 24.33 abcd | •13.24 a | •41.77 a | 14 a | 19.33 abc |
| 5 | 4:2 | 62,500 | 161-69-60 | 1836 bcd | 95.67 cd | 22.67 bcd | 12.51 bcd | 41.38 abcde | 14 a | 18.93 abc |
| 6 | 4:2 | 62,500 | 207-69-60 | 2111 abc | 106.67 ab | 27 abc | 12.74 abcd | 41.61 abc | 13.33 ab | 19.23 abc |
| 7 | 4:2 | 62,500 | 253-69-60 | 2086 abc | 100.67 abcde | 26 abcd | 13.16 ab | 41.71 ab | 13.33 ab | 19.83 ab |
| 8 | 4:2 | 62,500 | 299-69-60 | 2037 abc | 101.67 abcde | 24 abcd | 13.08 abc | 41.54 abc | 13.33 ab | 20.03 a |
| 9 | 6:2 | 50,000 | 161-69-60 | 2122 abc | 102 abcde | 26 abcd | 12.74 abcd | 41.21 abcdef | 13.33 ab | 19.5 ab |
| 10 | 6:2 | 50,000 | 207-69-60 | 2150 abc | •109.33 a | 26.33 abcd | 13.09 abc | 41.51 abcd | 13.33 ab | •20.1 a |
| 11 | 6:2 | 50,000 | 253-69-60 | 2315 a | 108.67 a | 27.67 ab | 12.95 abcd | 40.77 cdef | 12 b | 19.77 ab |
| 12 | 6:2 | 50,000 | 299-69-60 | 1976 abc | 104.67 abc | 23.33 bcd | 12.52 bcd | 40.41 f | 14 a | 18.73 abc |
| 13 | 6:2 | 62,500 | 161-69-60 | 2134 abc | 106 ab | 26.67 abcd | 12.48 bcd | 40.88 bcdef | 12.67 ab | 19.23 abc |
| 14 | 6:2 | 62,500 | 207-69-60 | 2224 ab | 107.33 ab | •29 a | 12.44 cd | 40.52 ef | 12.67 ab | 19.2 abc |
| 15 | 6:2 | 62,500 | 253-69-60 | 2398 a | 106.67 ab | 29 a | 12.66 abcd | 41.74 ab | 14 a | 19.2 abc |
| 16 | 6:2 | 62,500 | 299-69-60 | •2410 a | 104.67 abc | 26.67 abcd | 12.91 abcd | 40.77 cdef | 12.67 ab | 19.53 ab |

• Valores máximos alcanzados en cada variable. RS= Rendimiento de semilla; AP= Altura de planta; LM= Longitud de mazorca; DM= Diámetro de mazorca; NHILM= Número de hileras en la mazorca; NSH= Número de semillas por hilera.

Cuadro A13. Comparación de medias para la interacción Relación H-M x Densidad x fertilización (A x D x F) en las características de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo Agrícola O-I 2014/2015.

| Trat. No. | R H:M | Densidad (Pl. ha ⁻¹) | Fertilización (kg ha ⁻¹) | PPG | PPM | PPCH | PBG | PBM | PBCH |
|-----------|-------|----------------------------------|--------------------------------------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|---------|
| 1 | 4:2 | 50,000 | 161-69-60 | 46.71 b | •10.09 a | •2.21 a | 29.58 bc | •8.82 a | 0.27 a |
| 2 | 4:2 | 50,000 | 207-69-60 | 52.47 a | 6.45 cd | 1.24 bc | 30.68 abc | 7.05 bcd | 0.19 ab |
| 3 | 4:2 | 50,000 | 253-69-60 | 49.19 ab | 5.83 d | 1.55 abc | 35.13 abc | 5.11 f | 0.17 ab |
| 4 | 4:2 | 50,000 | 299-69-60 | 50.66 ab | 6.43 cd | 1.5 abc | 32.31 abc | 6.4 cde | 0.16 ab |
| 5 | 4:2 | 62,500 | 161-69-60 | 48.85 ab | 9.39 ab | 1.99 ab | 29.67 bc | 7.9 abc | •0.28 a |
| 6 | 4:2 | 62,500 | 207-69-60 | 51.16 ab | 6.15 cd | 1.32 abc | 32.53 abc | 6.89 bcde | 0.23 ab |
| 7 | 4:2 | 62,500 | 253-69-60 | 51.86 a | 7.61 abcd | 1.39 abc | 29.12 c | 7.76 abc | 0.19 ab |
| 8 | 4:2 | 62,500 | 299-69-60 | 51.87 a | 6.74 bcd | 1.13 bc | 31.73 abc | 6.58 cde | 0.21 ab |
| 9 | 6:2 | 50,000 | 161-69-60 | 48.74 ab | 6 d | 1.15 bc | 34.81 abc | 6.57 cde | 0.25 ab |
| 10 | 6:2 | 50,000 | 207-69-60 | 50.22 ab | 5.17 d | 0.95 c | 36.16 a | 5.66 def | 0.14 b |
| 11 | 6:2 | 50,000 | 253-69-60 | 49.37 ab | 5.33 d | 1.07 c | •36.43 a | 5.57 ef | 0.15 b |
| 12 | 6:2 | 50,000 | 299-69-60 | 48.54 ab | 5.82 d | 1.68 abc | 35.51 ab | 6.11 def | 0.21 ab |
| 13 | 6:2 | 62,500 | 161-69-60 | 49.24 ab | 8.75 abc | 1.19 bc | 29.5 bc | 8.26 ab | 0.24 ab |
| 14 | 6:2 | 62,500 | 207-69-60 | 49.07 ab | 9.21 ab | 1.32 abc | 29.41 bc | 8.81 a | 0.28 a |
| 15 | 6:2 | 62,500 | 253-69-60 | •53.17 a | 6.45 bcd | 1.03 c | 30.32 abc | 6.61 cde | 0.18 ab |
| 16 | 6:2 | 62,500 | 299-69-60 | 49.49 ab | 5.43 d | 1.04 c | 36.28 a | 5.55 ef | 0.15 b |

• Valores máximos alcanzados en cada variable. PPG= Porcentaje de semillas plano grande; PPM= Porcentaje de semillas plano medio; PPCH= Porcentaje de semillas plano chico; PBG= Porcentaje de semillas bola grande; PBM= Porcentaje de semillas bola media; PBCH= Porcentaje de semillas bola chica.

Cuadro A14. Comparación de medias para la interacción Relación H-M x Densidad x Fertilización (A x D x F) en las características de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo Agrícola O-I 2014/2015.

| Trat. No. | R H:M | Densidad (Pl. ha ⁻¹) | Fertilización (kg ha ⁻¹) | N°. de semilla en 1 (kg) | | | | | |
|--------------|-------|-------------------------------------|---|--------------------------|----------|-----------|-----------|----------|---------------------|
| | | | | NSPG | NSPM | NSPCH | NSBG | NSBM | NSBCH |
| 1 | 4:2 | 50,000 | 161-69-60 | •3530 a | 4610 ab | 4670 abcd | 3247 ab | •3980 a | 4900 a ^z |
| 2 | 4:2 | 50,000 | 207-69-60 | 3343 bcd | 4357 c | 2940 d | 3153 abcd | 3863 abc | 4760 a |
| 3 | 4:2 | 50,000 | 253-69-60 | 3340 bcd | 4567 abc | 4143 abcd | 3127 bcd | 3840 bc | 4803 a |
| 4 | 4:2 | 50,000 | 299-69-60 | 3297 d | 4510 abc | 3913 bcd | 3093 d | 3837 bc | 4727 a |
| 5 | 4:2 | 62,500 | 161-69-60 | 3477 ab | 4587 abc | 5320 abcd | 3223 abc | 3873 abc | 4703 a |
| 6 | 4:2 | 62,500 | 207-69-60 | 3350 bcd | 4530 abc | 4047 abcd | •3253 a | 3957 ab | 4607 a |
| 7 | 4:2 | 62,500 | 253-69-60 | 3470 abc | 4560 abc | 3743 bcd | 3177 abcd | 3890 abc | 5270 a |
| 8 | 4:2 | 62,500 | 299-69-60 | 3373 bcd | 4527 abc | 3557 cd | 3150 abcd | 3867 abc | 4420 a |
| 9 | 6:2 | 50,000 | 161-69-60 | 3357 bcd | 4513 abc | 4840 abcd | 3163 abcd | 3887 abc | 5120 a |
| 10 | 6:2 | 50,000 | 207-69-60 | 3313 cd | 4553 abc | 3897 bcd | 3110 cd | 3923 abc | 5360 a |
| 11 | 6:2 | 50,000 | 253-69-60 | 3290 d | •4700 a | 4320 abcd | 3143 abcd | 3900 abc | 5167 a |
| 12 | 6:2 | 50,000 | 299-69-60 | 3307 d | 4583 abc | •6750 a | 3120 cd | 3850 bc | 4703 a |
| 13 | 6:2 | 62,500 | 161-69-60 | 3447 abcd | 4610 ab | 6457 ab | 3253 a | 3913 abc | 5057 a |
| 14 | 6:2 | 62,500 | 207-69-60 | 3393 abcd | 4383 bc | 5217 abcd | 3137 abcd | 3827 c | 4687 a |
| 15 | 6:2 | 62,500 | 253-69-60 | 3347 bcd | 4553 abc | 6317 abc | 3140 abcd | 3870 abc | 4913 a |
| 16 | 6:2 | 62,500 | 299-69-60 | 3330 bcd | 4677 a | 4493 abcd | 3223 abc | 3957 ab | 5043 a |

• Valores máximos alcanzados en cada variable. ^z Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Duncan, 0.05). NSPG = Número de semillas en 1 (kg) de plano grande; NSPM= Número de semillas en 1 (kg) de plano medio; NSPCH= Número de semillas en 1 (kg) de plano chico; NSBG= Número de semillas en 1 (kg) de bola grande; NSBM= Número de semillas en 1 (kg) de bola media; NSBCH= Número de semillas en 1 (kg) de bola chica.

Cuadro A15. Comparación de medias para la interacción Relación H-M x Densidad x fertilización (A x D x F) en las características de semilla. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo Agrícola O-I 2014/2015.

| Trat. No. | R H:M | Densidad (Pl. ha ⁻¹) | Fertilización (kg ha ⁻¹) | LSPG (mm) | LSPM (mm) | LSPCH (mm) | LSBG (mm) | LSBM (mm) | LSBCH (mm) | ASPG (mm) | ASPM (mm) | ASPCH (mm) | ASBG (mm) |
|-----------|-------|----------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| 1 | 4:2 | 50,000 | 161-69-60 | 9.43 a ^z | 8.25 c | 7.36 abc | 8.95 a | 8.19 a | 7.57 ab | 8.59 a | 7.38 b | 6.68 ab | 8.17 ab |
| 2 | 4:2 | 50,000 | 207-69-60 | 9.73 a | •9.46 a | 7.47 abc | 9.05 a | 8.58 a | 7.35 ab | 8.98 a | 7.31 b | 6.8 ab | 8.08 ab |
| 3 | 4:2 | 50,000 | 253-69-60 | 9.95 a | 8.62 abc | 7.65 ab | 8.96 a | 8.69 a | 6.97 b | 9.08 a | 7.56 b | 6.76 ab | 8.21 ab |
| 4 | 4:2 | 50,000 | 299-69-60 | 9.88 a | 8.8 abc | 7.76 a | 9.12 a | 8.61 a | 7.55 ab | 8.74 a | 7.41 b | 6.93 ab | 8.08 ab |
| 5 | 4:2 | 62,500 | 161-69-60 | 9.69 a | 8.59 bc | 7.71 a | 8.78 a | 8.43 a | 7.52 ab | 8.83 a | 7.49 b | 6.65 ab | 8.14 ab |
| 6 | 4:2 | 62,500 | 207-69-60 | 9.7 a | 8.58 bc | 7.57 ab | 9.19 a | 8.56 a | 7.39 ab | 8.94 a | 7.63 b | 6.61 ab | 8.34 ab |
| 7 | 4:2 | 62,500 | 253-69-60 | 9.62 a | 8.54 bc | 7.55 ab | 8.89 a | 8.29 a | 7.43 ab | 8.67 a | •7.90 a | 6.66 ab | 7.93 b |
| 8 | 4:2 | 62,500 | 299-69-60 | 9.78 a | 8.4 bc | 7.24 abc | 9.22 a | 8.56 a | 7.38 ab | 8.88 a | 7.68 b | 6.53 b | 8.35 a |
| 9 | 6:2 | 50,000 | 161-69-60 | 9.78 a | 8.45 bc | 6.86 c | 9.08 a | 8.24 a | 7.44 ab | 8.82 a | 7.5 b | 6.69 ab | 8.07 ab |
| 10 | 6:2 | 50,000 | 207-69-60 | 9.94 a | 8.99 abc | •7.82 a | 8.92 a | 8.45 a | 7.33 ab | 8.93 a | 7.38 b | 6.94 ab | 8.3 ab |
| 11 | 6:2 | 50,000 | 253-69-60 | 9.25 a | 8.5 bc | 7.23 abc | 8.87 a | 8.42 a | 7.28 ab | 8.65 a | 7.69 b | 6.72 ab | •8.39 a |
| 12 | 6:2 | 50,000 | 299-69-60 | 9.56 a | 8.29 bc | 7.31 abc | 8.73 a | 8.38 a | 7.21 ab | 8.68 a | 7.84 b | •7.11 a | 8.02 ab |
| 13 | 6:2 | 62,500 | 161-69-60 | 9.73 a | 9.04 abc | 7.04 bc | 8.99 a | 8.51 a | 7.23 ab | 8.99 a | 7.52 b | 6.74 ab | 8.01 ab |
| 14 | 6:2 | 62,500 | 207-69-60 | 9.59 a | 8.76 abc | 7.38 abc | 9a | 8.56 a | 7.65 ab | 8.74 a | 7.58 b | 7 ab | 8.01 ab |
| 15 | 6:2 | 62,500 | 253-69-60 | 9.95 a | 9.02 abc | 7.26 abc | 9.14 a | 8.47 a | 7.51 ab | 9.11 a | 7.54 b | 6.68 ab | 8.12 ab |
| 16 | 6:2 | 62,500 | 299-69-60 | 9.94 a | 9.12 ab | 7.24 abc | 9.2 a | 8.15 a | •7.75 a | 9.14 a | 7.7 b | 6.66 ab | 8.39 a |

• Valores máximos alcanzados en cada variable. ^z Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Duncan, 0.05). LSPG= Largo de semillas de plano grande; LSPM= Largo de semillas de plano medio; LSPCH= Largo de semillas de plano chico; LSBG= Largo de semillas de bola grande; LSBM= Largo de semillas de bola media; LSBCH= Largo de semillas de bola chica; ASPG; Ancho de semillas de plano grande; ASPM= Ancho de semillas de plano medio; ASPCH= Ancho de semillas de plano chico; ASBG= Ancho de semillas de bola grande.

Cuadro A15.....Continuación.

| Trat. No. | R H:M | Densidad (Pl. ha ⁻¹) | Fertilización (kg ha ⁻¹) | ASBM (mm) | ASBCH (mm) | GSPG (mm) | GSPM (mm) | GSPCH (mm) | GSBG (mm) | GSBM (mm) | GSBCH (mm) |
|-----------|-------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|
| 1 | 4:2 | 50,000 | 161-69-60 | 7.2 a ^z | 6.57 a | 4.44 a | 5.02 a | 4.77 abc | 6.19 a | 6.11 a | 5.67 ab |
| 2 | 4:2 | 50,000 | 207-69-60 | 7.17 a | 6.55 a | 4.46 a | 4.83 ab | 4.84 abc | 6.54 a | 6.09 a | 5.99 a |
| 3 | 4:2 | 50,000 | 253-69-60 | 7.22 a | 6.66 a | 4.42 a | 5.06 a | 4.45 bc | 6.43 a | 6.19 a | 5.68 ab |
| 4 | 4:2 | 50,000 | 299-69-60 | 7.27 a | 6.62 a | 4.49 a | 4.87 ab | 4.68 abc | 6.4 a | 6.06 a | 5.97 a |
| 5 | 4:2 | 62,500 | 161-69-60 | 7.19 a | 6.49 a | 4.48 a | 4.8 ab | 4.86 abc | 6.11 a | 6.07 a | 5.89 ab |
| 6 | 4:2 | 62,500 | 207-69-60 | 7.15 a | 6.53 a | 4.42 a | 4.83 ab | 4.75 abc | 6.23 a | 6.01 a | 5.55 b |
| 7 | 4:2 | 62,500 | 253-69-60 | 7.26 a | 6.56 a | 4.38 a | 5.07 a | 4.43 bc | 6.15 a | 5.96 a | 5.78 ab |
| 8 | 4:2 | 62,500 | 299-69-60 | 7.26 a | 6.44 a | 4.42 a | 4.99 a | 5.02 ab | 6.11 a | 6.07 a | 5.86 ab |
| 9 | 6:2 | 50,000 | 161-69-60 | 7.37 a | 6.66 a | 4.33 a | 4.91 ab | 5.17 a | 6.11 a | 6.22 a | 5.78 ab |
| 10 | 6:2 | 50,000 | 207-69-60 | 7.15 a | 6.6 a | 4.49 a | 4.78 ab | 4.39 c | 6.22 a | 6.24 a | 5.77 ab |
| 11 | 6:2 | 50,000 | 253-69-60 | 7.31 a | 6.6 a | 3.94 a | 4.9 ab | 4.72 abc | 6.31 a | 6.05 a | 5.8 ab |
| 12 | 6:2 | 50,000 | 299-69-60 | 7.22 a | 6.61 a | 4.14 a | 4.4 b | 4.68 abc | 6.31 a | 6.18 a | 5.81 ab |
| 13 | 6:2 | 62,500 | 161-69-60 | 7.31 a | 6.4 a | 4.42 a | 4.98 a | 5.23 a | 6.35 a | 6.1 a | 5.81 ab |
| 14 | 6:2 | 62,500 | 207-69-60 | 7.38 a | 6.51 a | 4.3 a | 4.66 ab | 4.74 abc | 6.09 a | 5.99 a | 5.87 ab |
| 15 | 6:2 | 62,500 | 253-69-60 | 7.52 a | 6.44 a | 4.38 a | 5.07 a | 4.67 abc | 6.29 a | 6.23 a | 5.8 ab |
| 16 | 6:2 | 62,500 | 299-69-60 | 7.46 a | 6.46 a | 4.17 a | 4.96 a | 5.2 a | 6.25 a | 6.37 a | 5.73 ab |

• Valores máximos alcanzados en cada variable. ^z Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Duncan, 0.05). ASBM= Ancho de semillas de bola media; ASBCH= Ancho de semillas de bola chica; GSPG= Grosor de semillas de plano grande; GSPM= Grosor de semillas de plano medio; GSPCH= Grosor de semillas de plano chico; GSBG= Grosor de semillas de bola grande; GSBM= Grosor de semillas de bola media; GSBCH= Grosor de semillas de bola chica.

Cuadro A16. Correlaciones de Pearson entre componentes de rendimiento y caracteres vegetativos de la cruz simple del híbrido H-566 A. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

| | R H:M | D | F | AP | AM | RS | LM | DM | NHILM | NSH |
|-------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----|
| R H:M | 1 | | | | | | | | | |
| D | 0 | 1 | | | | | | | | |
| F | 0 | 0 | 1 | | | | | | | |
| AP | 0.33311* | 0.07522 | 0.0394 | 1 | | | | | | |
| AM | 0.29319* | 0.18745 | -0.01075 | 0.78322** | 1 | | | | | |
| RS | 0.45684** | 0.29999* | 0.14895 | 0.81082** | 0.77262** | 1 | | | | |
| LM | -0.11639 | -0.0815 | 0.22502 | 0.54613** | 0.52885** | 0.42623** | 1 | | | |
| DM | -0.27163 | 0.08261 | 0.05073 | 0.51318** | 0.47133** | 0.36534* | 0.64756** | 1 | | |
| NHILM | -0.2178 | -0.04356 | 0.0974 | -0.02724 | -0.03455 | -0.13792 | 0.06782 | 0.33192* | 1 | |
| NSH | 0.12087 | 0.11354 | 0.13432 | 0.57923** | 0.58638** | 0.51501** | 0.81728** | 0.48169** | -0.01899 | 1 |

* = $P < 0.05$ (Significativo); ** = $P \leq 0.01$ (Altamente significativo); R H:M= Relación hembra:macho; D= Densidad; F= Fertilización; AP= Altura de planta; AM= Altura de mazorca; RS= Rendimiento de semilla; LM= Longitud de mazorca; DM= Diámetro de mazorca; NHILM= Número de hileras en la mazorca; NSH= Número de semillas por hilera.

Cuadro A17. Análisis de presupuesto parcial de un ensayo sobre relación H:M, densidad y fertilización en la cruz simple del híbrido H-566 A, con 16 tratamientos.

| Concepto | Testigo 6 | Trat. 1 | Trat. 2 | Trat. 3 | Trat. 4 | Trat. 5 | Trat. 7 | Trat. 8 |
|---|-----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Costo de producción (\$ ha ⁻¹) | 51,578 | 50,329 | 50,868 | 51,853 | 52,543 | 51,011 | 52,532 | 53,163 |
| Rendimiento de semilla (kg ha ⁻¹) | 2111 | 1509 | 1754 | 1746 | 1776 | 1836 | 2086 | 2.037 |
| Beneficio bruto (\$ ha ⁻¹) | 422200 | 301800 | 350800 | 349200 | 355200 | 367200 | 417200 | 407400 |
| Costo de fertilización (\$ ha ⁻¹) | 4800 | 4470 | 4800 | 5790 | 6450 | 4470 | 5790 | 6450 |
| Costo de jornales/aplicación (\$ ha ⁻¹) | 1200 | 800 | 1200 | 1600 | 1800 | 800 | 1600 | 1800 |
| Costo de semilla progenitor hembra | 3200 | 2800 | 2800 | 2800 | 2800 | 3200 | 3200 | 3200 |
| Costo de semilla progenitor macho | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 |
| Costo de siembra de los progenitores | 1200 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1200 | 1200 | 1200 |
| Pago de jornales para desespigue | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 |
| Costo de certificación de etiquetas | 197 | 142 | 165 | 166 | 173 | 176 | 187 | 195 |
| Pago de etiquetas | 127 | 91 | 105 | 105 | 107 | 110 | 125 | 122 |
| Pago de envases de papel | 1484 | 1056 | 1228 | 1222 | 1243 | 1285 | 1460 | 1426 |
| Total de costos que varían (\$ ha ⁻¹) | 16608 | 14759.46 | 15698 | 17083 | 17973 | 15641 | 17962 | 18793 |
| Beneficio neto (\$ ha ⁻¹) | 405592 | 287040.5 | 335102 | 332117 | 337227 | 351559 | 399238 | 388607 |

Cuadro A17.....Continuación.

| Concepto | Trat. 9 | Trat. 10 | Trat. 11 | Trat. 12 | Trat. 13 | Trat. 14 | Trat. 15 | Trat. 16 |
|---|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Costo de producción (\$ ha ⁻¹) | 54,226 | 54,572 | 55,717 | 56,089 | 54,643 | 55,040 | 56,182 | 56,846 |
| Rendimiento de semilla (kg ha ⁻¹) | 2122 | 2150 | 2315 | 1976 | 2134 | 2224 | 2398 | 2410 |
| Beneficio bruto (\$ ha ⁻¹) | 424400 | 430000 | 463000 | 395200 | 426800 | 444800 | 479600 | 482000 |
| Costo de fertilización (\$ ha ⁻¹) | 4470 | 4800 | 5790 | 6450 | 4470 | 4800 | 5790 | 6450 |
| Costo de jornales/aplicación (\$ ha ⁻¹) | 2000 | 2200 | 2400 | 2600 | 2000 | 2200 | 2400 | 2600 |
| Costo de semilla progenitor hembra | 3200 | 3200 | 3200 | 3200 | 3600 | 3600 | 3600 | 3600 |
| Costo de semilla progenitor macho | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| Costo de siembra de los progenitores | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| Pago de jornales para desespigue | 3400 | 3400 | 3400 | 3400 | 3400 | 3400 | 3400 | 3400 |
| Costo de certificación de etiquetas | 175 | 175 | 194 | 164 | 177 | 183 | 198 | 201 |
| Pago de etiquetas | 127 | 129 | 139 | 119 | 128 | 133 | 144 | 145 |
| Pago de envases de papel | 1484 | 1498 | 1624 | 1386 | 1498 | 1554 | 1680 | 1680 |
| Total de costos que varían (\$ ha ⁻¹) | 17456 | 18002 | 19347 | 19919 | 18273 | 18870 | 20212 | 21076 |
| Beneficio neto (\$ ha ⁻¹) | 406944 | 411998 | 443653 | 375281 | 408527 | 425930 | 459388 | 460924 |

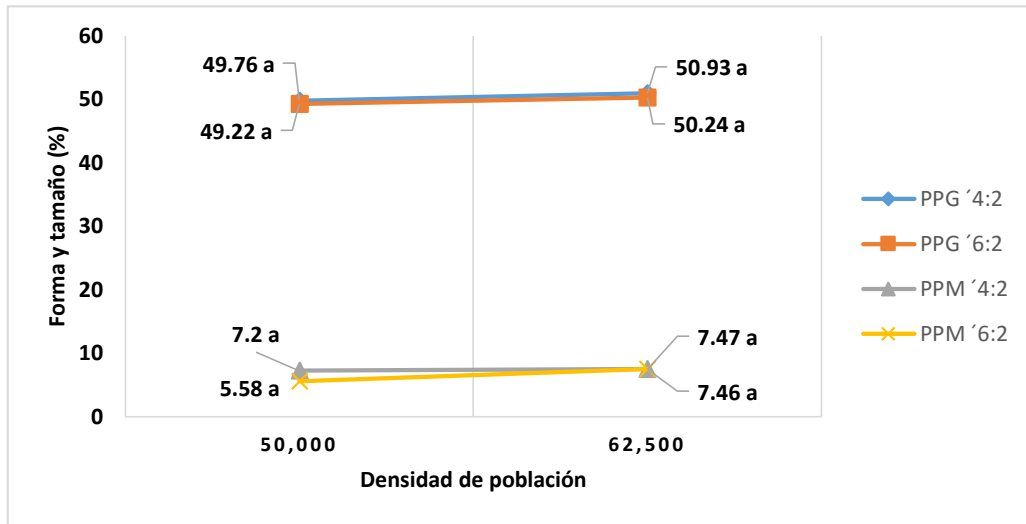


Figura A1. Efecto de la interacción relación H:M x densidad sobre porcentaje de semillas plano grande y plano medio. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

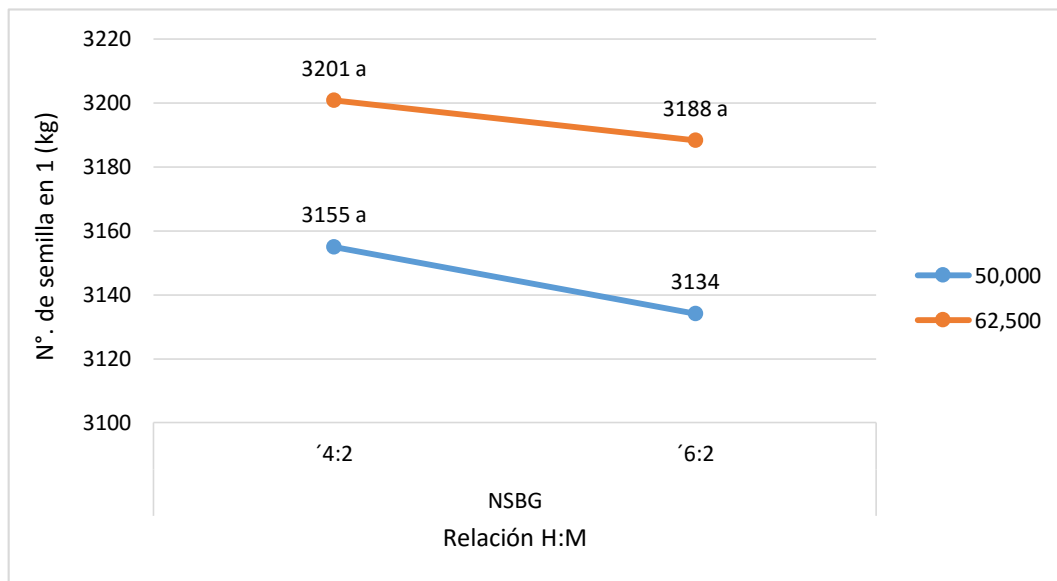


Figura A2. Efecto de la interacción relación H:M x densidad sobre número de semillas en 1 kg bola grande. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.

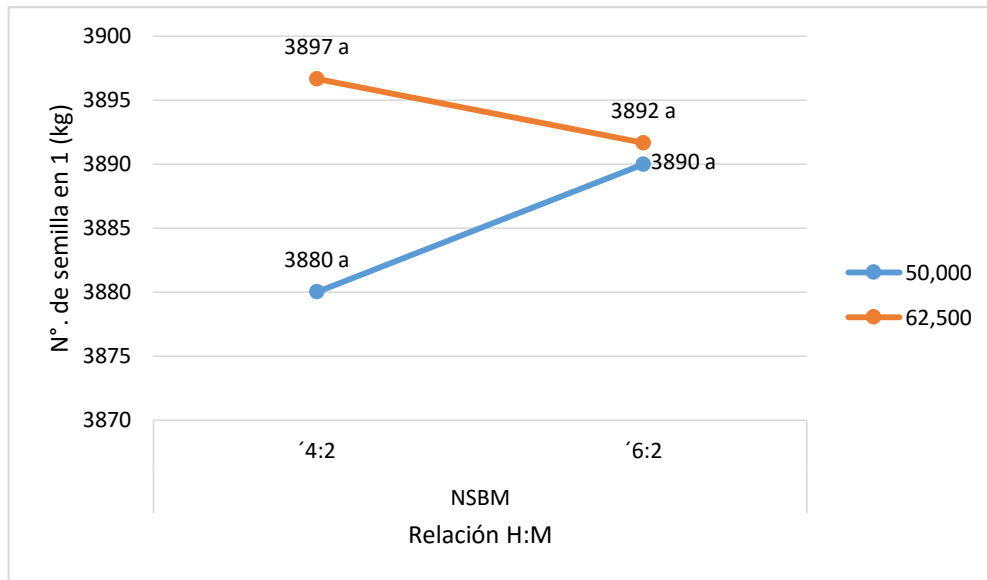


Figura A3. Efecto de la interacción relación H:M x densidad sobre número de semillas en 1 kg bola media. Campo Experimental Cotaxtla. Ciclo agrícola O-I 2014/2015.