



## RENDIMIENTO DE GRANO EN MAÍCES ADAPTADOS A CONDICIONES DE LA BAJA CUENCA DEL PAPALOAPAN<sup>†</sup>

[GRAIN YIELD OF MAIZE ADAPTED TO THE BASIN PAPALOAPAN REGION CONDITIONS]

Miguel Angel Sánchez-Hernández<sup>1\*</sup>, Juan Benedicto Jiménez-Maya<sup>2</sup>, Gladis Morales-Terán<sup>1</sup>, Ricardo Acevedo-Gómez<sup>1</sup>, Carolina Antonio-Estrada<sup>1</sup> and Clemente Villanueva-Verduzco<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad del Papaloapan Campus Loma Bonita, Oaxaca, México. CP. 68400. E-mail msanchez@unpa.edu.mx.

<sup>2</sup>Tesista egresado de la Licenciatura en Zootecnia. Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita CP. 68400.

<sup>3</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia. Carretera México- Texcoco, km 38.5. Chapingo, Estado de México. CP. 56230.

\*Corresponding author

### RESUMEN

En las regiones tropicales húmedas de México el maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo importante en alimentación humana y animal, de ahí que el presente estudio se enfocó en cuantificar el rendimiento de grano de seis genotipos de maíz, además de estimar la producción de brácteas u hojas de la mazorca. El trabajo se realizó en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad del Papaloapan, en Loma Bonita, Oaxaca, México. Los genotipos evaluados fueron: NH5, H-564C, DK-357, H-520, HE-1A17 y VS-536. El diseño experimental implementado fue bloques al azar con tres densidades de siembra: 50,000; 62,500 y 83,333 plantas ha<sup>-1</sup>. La parcela experimental tuvo una superficie de 12.8 m<sup>2</sup>. Siendo las variables en estudio altura de la planta (cm), días a floración masculina, días a floración femenina, peso de mazorca (g), longitud de mazorca (cm), diámetro de mazorca (cm), número de granos por mazorca, peso de cien granos (g), rendimiento de grano por hectárea y rendimiento de brácteas (kg ha<sup>-1</sup>). La información obtenida se sometió a un análisis de varianza para genotipos, repeticiones, densidades y la interacción genotipos por densidades. Se efectuó una prueba de comparación de medias por Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Los resultados indican que hubo diferencias estadísticas significativas entre genotipos, densidades y repeticiones. La prueba de comparación de medias reveló que el híbrido H-520 produjo el mayor rendimiento de grano (5,993.3 kg ha<sup>-1</sup>). En producción de hoja la variedad sintética VS-536 fue la que aportó el mayor rendimiento.

**Palabras clave:** *Zea mays* L.; Gramineae; rendimiento de grano; región Papaloapan.

### SUMMARY

In humid tropical zones of Mexico maize (*Zea mays* L.) is an important crop in human and animal feed. Six maize genotypes were studied to evaluate grain and leaf production, under three plant densities (50,000; 62,500 and 83,333 plants ha<sup>-1</sup>). The assay was carried out at the Papaloapan University Campus Loma Bonita, Oaxaca. Genotypes used were: DK-357, HE-1A17, H-520, NH5, H-564C and the synthetic variety VS-536. Experimental design consisted of a randomized blocks. Each experimental plot was 12.8 m<sup>2</sup>. Variables studied were: plant height (cm), days to male flowering, days to silking, ear weight (g), ear length (cm), number of grains per ear, weight of a hundred grains (g), grain yield (kg ha<sup>-1</sup>), and dry leaf yield (kg ha<sup>-1</sup>). An analysis of variance was performed for genotypes, densities, and genotypes by densities interaction. In addition, a Tukey test for pairwise comparison was run ( $P \leq 0.05$ ). There were significant differences among genotypes, densities and genotype by density interactions. The hybrid H-520 produced the highest grain yield (5,993.3 kg ha<sup>-1</sup>). The synthetic variety VS-536 showed higher leaf yield than anyone else.

**Keywords:** *Zea mays* L.; Gramineae; grain yield; Papaloapan zone.

<sup>†</sup> Submitted May 17, 2018 – Accepted June 3, 2019. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License. ISSN: 1870-0462

## INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es el cereal más importante en términos de producción de grano (Mahama *et al.*, 2016), en el año 2013 se produjeron 1016.7 millones de toneladas a nivel mundial (FAO, 2015). En el continente americano esta gramínea aporta un 70% de la producción de cereales (CEPAL, 2015).

Por su importancia en agricultura, ganadería y en alimentación humana, en México se establecieron en el año 2017 un total de 7.56 millones de hectáreas de maíz para grano con un rendimiento de 3.84 t ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2018). González *et al.* (2013) indicaron que en la región tropical húmeda del sureste del país se siembran anualmente 2.5 millones de hectáreas de maíz, que representan un 32% de lo que se produce a nivel nacional. En Oaxaca, 90% de la superficie cultivada con maíz es haciendo uso de semillas criollas (Salinas *et al.*, 2013), registrándose en 2017 un valor de 518,321 hectáreas de maíz para grano con rendimientos de 1.37 t ha<sup>-1</sup>, y en el caso particular del Municipio de Loma Bonita se sembraron 1480 hectáreas de este cereal que aportaron un rendimiento de 2.8 t ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2018).

Los híbridos de maíz que se utilizan en México se han desarrollado para la producción de grano y los progenitores muestran diferencias en altura de planta y ciclo biológico, entre otras características (Núñez *et al.*, 2003). En el trópico mexicano se registra un millón de hectáreas comprendidas en provincias agronómicas de buena y muy buena productividad donde es posible usar semillas mejoradas de híbridos y variedades sintéticas (Sierra *et al.*, 2001).

En condiciones de clima y suelo críticos se puede hacer más eficiente la producción de grano usando variedades nativas, las causas por las que el agricultor usa semillas criollas son la adaptación que tienen a condiciones climáticas, su rendimiento, el factor económico y la confianza que los agricultores tienen en ellas (Flores y García, 2016). Sánchez *et al.* (2016) aseguraron que es deseable sembrar híbridos de maíz provenientes de empresas transnacionales exclusivamente en los casos en que el agricultor cuenta con un ambiente productivo favorable.

Ante este escenario, se han realizado algunos esfuerzos tendientes a estimar el rendimiento de grano en maíz. Sierra *et al.* (2004) evaluaron en 17 ambientes del trópico húmedo de México, en Veracruz y Tabasco, los híbridos H-518 y H-520, H-513 y VS-536, encontrando rendimientos de grano para H-520 de 7.2 t ha<sup>-1</sup> superior en 9.9% al H-513 (6.6 t ha<sup>-1</sup>) y mayor en 11.4% al H-518 (6.5 t ha<sup>-1</sup>), la variedad sintética VS-536 en este estudio promedió 5.8 t ha<sup>-1</sup>. En otro ensayo efectuado en seis localidades del Sur de Veracruz se probó el híbrido

H-564C, el cual promedió 5.4 t ha<sup>-1</sup> de grano, un 24% superior al testigo la variedad sintética VS-536, que rindió 4.7 t ha<sup>-1</sup> (Sierra *et al.*, 2011).

El híbrido H-561 en Chiapas registró un rendimiento de grano de 7.6 t ha<sup>-1</sup>, pudiendo alcanzar hasta 9.8 t ha<sup>-1</sup> (Coutiño *et al.*, 2013). En ese mismo estado se evaluó la variedad V-560 con una producción promedio de 4.9 t ha<sup>-1</sup> en temporal, 5.2 t ha<sup>-1</sup> en buen temporal y en riego rindió 6.5 t ha<sup>-1</sup> (Coutiño *et al.*, 2014).

En la actualidad no se cuenta con reportes claros tendientes a estimar el rendimiento de grano en maíz producido en la Baja Cuenca del Papaloapan, aunado a que existe una notable heterogeneidad en potencial de producción de grano de maíz, magnitud de superficie cosechada, potencial productivo de temporal en diferentes zonas agroclimáticas del Estado de Oaxaca y en México, es por ello que el objetivo de este estudio fue identificar genotipos de maíz altamente rendidores en producción de grano y hoja (brácteas) en las condiciones de producción existentes en la región de la Baja Cuenca del Papaloapan, en la cual está inmerso el Municipio de Loma Bonita, Oaxaca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad del Papaloapan, en Loma Bonita, Oaxaca, México. Se localiza a 18° 06' LN y 95° 52' LW a 25 msnm. El clima es Am, cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (García, 2004). La precipitación y temperatura media anual son de 1845.2 mm y 25 °C, respectivamente (Anónimo, 2005). La siembra se realizó en Octubre del 2012, se preparó el terreno mediante barbecho, rastro, cruza y surcado a 0.80 m. Se evaluaron los híbridos de maíz H-520, H-564C, HE-1A17, DK-357, NH5 y la variedad sintética VS-536. La descripción de cada uno de los genotipos se presenta a continuación:

**H-520.** Híbrido trilineal de grano blanco semidentado que proviene de los programas de mejoramiento genético de INIFAP. En evaluaciones de 1998 a 2005 el híbrido H-520 rindió 7.3 t ha<sup>-1</sup> de grano en 22 ambientes, con 54 días a la floración masculina y 53 días a floración femenina. Alcanza la madurez fisiológica entre 90 y 100 días y puede cosecharse a los 120 días después de siembra (Sierra *et al.*, 2008).

**H-564C.** Híbrido trilineal perteneciente a INIFAP-Cotaxtla, Veracruz, México. Se adapta a la región tropical del sureste mexicano. Este híbrido presenta buena cobertura de mazorca, buen aspecto y sanidad de planta y mazorca y tolerancia al achaparramiento. La mazorca es de grano blanco semicristalino de

forma cilíndrica con 12 a 14 hileras. En diferentes ambientes promedió 5.42 t ha<sup>-1</sup> de grano un 24% más que el VS-536 (4.37 t ha<sup>-1</sup>) (Sierra *et al.*, 2011).

**HE-1A17.** Híbrido experimental cuya genealogía pertenece a INIFAP-Cotaxtla.

**DK-357.** Es un híbrido con un rendimiento de maíz en grano de 6.5 a 7.1 t ha<sup>-1</sup>, buena expresión foliar, altura de planta de 230 a 240 cm y altura de mazorca de 125 cm, regular cobertura de mazorca, grano blanco semidentado, tolerante al acame y pudrición de grano (Dekalb, 2010).

**NH5.** Es un híbrido cuya altura de planta es de 2.0 a 2.2 m y presenta el elote a 110 cm. Con un ciclo vegetativo intermedio, 65 a 68 días a floración, buena cobertura de mazorca y es tolerante a las enfermedades de planta y mazorca, es de grano muy blanco de tipo semidentado (NOVASEM, 2012).

**VS-536:** Variedad sintética de buena adaptación en el sureste mexicano, con un rendimiento de 6.0 t ha<sup>-1</sup>, ciclo vegetativo intermedio con 52-55 días a floración, 90 días a madurez fisiológica y 120 días a cosecha, altura de planta y mazorca intermedia, tolera acame, buena cobertura de mazorca y resiste enfermedades de planta y mazorca, es de grano blanco y textura sedimentada (Espinosa *et al.*, 2006).

Se evaluaron seis genotipos de maíz en un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con tres repeticiones y tres densidades de siembra (50,000; 62,500 y 83,333 plantas ha<sup>-1</sup>). La parcela experimental fue de cuatro surcos (surcado a 0.8 m), donde cada surco tuvo 4.0 m de longitud, teniéndose un área útil compuesta por dos hileras centrales; el tamaño de parcela experimental fue de 12.8 m<sup>2</sup>.

La fertilización se realizó con la fórmula 160-46-00, usando urea (46% N) y fosfato diamónico (18% N, 46% P). Al sembrar se colocó todo el fósforo y la mitad del nitrógeno, en la segunda fertilización, 30 días después de la primera, se aplicó la otra mitad de nitrógeno. Se usó fertilización foliar para aportar micronutrientes como Zn, B, Cu, Fe, utilizando Bayfolán forte en dosis de 1.0 L ha<sup>-1</sup>. El control de malezas fue manual y para combatir plagas como gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), falso medidor (*Trichoplusia ni*) y gusano soldado (*Spodoptera exigua*) se aplicó insecticida Clorpirifos etil (Lorsban 480 CE, 0.75 L ha<sup>-1</sup>).

### Variables en estudio

Altura de planta (ALP, cm). Se midieron diez plantas con competencia completa para cada genotipo usando una cinta flexible, la determinación fue en centímetros; la altura se midió desde el nivel del suelo

hasta la espiga. Días a floración masculina (DFM). Se tomó el tiempo comprendido de siembra hasta que el 50% del total de plantas de cada parcela emitieron el polen. Días a floración femenina (DFF) consideró el tiempo desde siembra hasta que 50 % del total de plantas por parcela experimental emitieron estructuras florales femeninas. Área foliar total por planta (AFT, cm<sup>2</sup>), se estimó como el producto de multiplicar el ancho de hoja por la longitud de hoja por el factor 0.75 (Tanaka y Yamaguchi, 1984).

Longitud de mazorca (LMZ, cm). Se evaluaron cinco mazorcas seleccionadas al azar de cada parcela y se midió la longitud con una regla de 30 cm desde la base de la mazorca hasta su ápice y se expresó en cm. Diámetro de mazorca (DMZ, cm) se midió en centímetros con un vernier la parte central de la mazorca. Peso de mazorca (PMZ, g) consideró el peso de mazorca de cada parcela experimental con una báscula digital EURA-50®. El peso de las hojas o brácteas (PEH, g) se obtuvo de una muestra de cinco mazorcas, usando una báscula digital. Número de hileras (NHI). Se contó el número de hileras de grano en la parte central de cada una de las cinco mazorcas muestreadas. A partir de ello se contó el número de granos por hilera (NGH), de igual manera se contó el número de granos por mazorca (GPM).

Después de desgranar las mazorcas de cinco plantas se determinó por mazorca individual el peso de olote sin grano (PEO, g). Además, el largo y el diámetro de olote (LAO, DIO, cm), se midieron con una cinta métrica. Peso de cien granos (PCG, g), se reportó a partir de una muestra compuesta de cien granos centrales en cada una de las cinco mazorcas. Rendimiento de grano (REN, kg ha<sup>-1</sup>), se calculó con base en rendimiento por parcela, al multiplicar el peso de grano de las mazorcas cosechadas en la parcela útil, por su respectivo factor de superficie y ajustar a un 15% de humedad. Rendimiento de hoja seca (brácteas de mazorca) (RHS, kg ha<sup>-1</sup>) se estimó en kilogramos por hectárea.

### Análisis de la información

Los seis genotipos de maíz se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. La información obtenida se sometió a un análisis de varianza mediante el procedimiento GLM de SAS (SAS, 2010), el modelo utilizado fue:  $Y_{ijk} = \mu + R_i + G_j + E_{ijk} + W$ . Donde:  $\mu$  fue la media general,  $R_i$  es el efecto aleatorio de la  $i$ -ésima repetición,  $D_j$  es el efecto de la  $j$ -ésima densidad,  $G_k$  es el efecto atribuible al  $k$ -ésimo genotipo,  $E_{ijkl}$  es el efecto aleatorio del error experimental y  $W$  es el efecto del error intraparcelar. Se realizó una comparación de medias (Tukey,  $P \leq 0.05$ ) entre tratamientos para aquellas variables que mostraron significancia

estadística. Al inicio del estudio se realizó un análisis de suelo tomando una submuestra a cada 10 m, en forma de X ó cruzada. Los resultados se presentan en la Tabla 1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza detectó diferencias estadísticas al 1% para repeticiones (R), genotipos (G), densidad de plantas (D) y la interacción genotipos por densidad (GxD) para la mayoría de las variables estudiadas (Tabla 2). El componente genotipo presentó diferencia estadística significativa ( $P \leq 0.001$ ), en la mayoría de los caracteres de rendimiento evaluados. Densidades también mostró diferencia estadística al

1% en varios caracteres, excepto en diámetro de mazorca y rendimiento de hoja seca, donde las diferencias fueron al 5% (Tabla 2). Las diferencias entre genotipos se atribuyen a variación en la fertilidad del suelo (Tabla 1), por lo que utilizar bloques permitió identificar dicha variación. Asimismo, las diferencias estadísticas entre genotipos indican que su rendimiento fue diferente, lo cual se explica porque la semilla de siembra provino de diferente origen. La variación entre bloques se debió a diferencias en fertilidad de suelo. La significancia estadística de la interacción genotipo por densidad en varios caracteres, implicó que los híbridos respondieron de manera diferente a la densidad de siembra.

Tabla 1. Información del análisis de suelo del sitio donde se realizó el estudio de seis genotipos de maíz (*Zea mays* L.). Loma Bonita, Oaxaca, México.

	Valor		Valor
pH	4.8	Magnesio (mg kg <sup>-1</sup> )	30.0
Materia orgánica (%)	2.7	Fierro (mg kg <sup>-1</sup> )	263.4
Nitrógeno (mg kg <sup>-1</sup> )	18.4	Cobre (mg kg <sup>-1</sup> )	1.0
Fósforo (mg kg <sup>-1</sup> )	22.4	Zinc (mg kg <sup>-1</sup> )	0.9
Potasio (mg kg <sup>-1</sup> )	32.0	Manganeso (mg kg <sup>-1</sup> )	4.7
Calcio (mg kg <sup>-1</sup> )	148.0	Boro	1.2
Arena (%)	52.9	Densidad aparente (Dap, tm <sup>-3</sup> )	1.4
Limo (%)	40.0	Capacidad de campo (cc, %)	11.4
Arcilla (%)	7.1	Marchitamiento permanente (%)	6.1
Textura	Franco arenoso		

Fuente: Laboratorio Central Universitario de la Universidad Autónoma Chapingo.

Tabla 2. Cuadrados medios de 17 caracteres en maíces híbridos. Loma Bonita, Oaxaca, México.

	Media	C.V.	Repetición (R)	Densidad (D)	Genotipo (G)	Inter (GxD)	E	W
ALP	181.7	7.1	526.8*	323.5ns	15761.7**	3574.7**	2988.3	165.7
DFM	66.0	5.0	61.9**	299.8**	425.3**	65.8**	72.5	0.15
DFF	70.9	4.7	95.7**	314.5**	330.5**	76.4**	72.9	0.11
AFT	2939.6	22.4	10688866.6**	4112100.3**	2437669.1**	19532199.0**	13041584.7	433349.6
PMZ	157.6	21.6	74544.8**	17106.1**	27425.5**	24887.5**	19829.0	1160.8
LMZ	14.6	9.9	21.9**	48.1**	28.8**	14.0*	16.9	2.1
DMZ	4.4	8.5	5.9**	0.2*	4.9**	1.9**	1.5	0.1
PEH	20.0	41.3	367.0**	679.5**	1121.3**	545.9**	483.3	68.4
NHI	12.9	12.9	11.5**	2.5ns	43.6**	13.0**	7.9	2.0
NGH	30.4	17.4	117.8*	212.3**	321.3**	179.3**	164.5	28.0
GPM	395.3	20.9	60543.3**	34534.6**	153072.2**	71984.4**	44355.3	6852.3
PCG	29.3	19.9	1414.8**	249.8**	351.6**	200.9**	243.5	34.2
PEO	24.8	23.2	826.2**	211.2**	1347.9**	533.2**	359.7	33.3
LAO	14.0	9.8	17.5**	80.1**	27.1**	12.3**	15.5	1.9
DIO	2.7	8.9	1.1**	0.1ns	1.7**	0.3**	0.5	0.1
REN	5147.9	24.9	88574933.1**	166936297.9**	45562307.2**	34136160.1**	25487244.3	1652183.0
RHS	1101.6	29.4	839711.3 ns	10628802.2*	3361020.0**	1301511.9ns	1592035.5	187989.4
GL			2	2	5	10	34	486

\*, \*\* = Diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) y altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ); ns= no significativo; E= error parcelar; W=error intraparcilar; C.V.= coeficiente de variación (%); GL= grados de libertad; ALP= altura de la planta (cm); DFM= días a floración masculina; DFF= días a floración femenina; AFT= área foliar total por planta (cm<sup>2</sup>); PMZ= peso de mazorca (g); LMZ= longitud de mazorca (cm); DMZ= diámetro de mazorca (cm); PEH= peso de hoja (g); NHI= número de hileras por mazorca; NGH= número de granos por hilera; GPM= número de granos por mazorca; PCG= peso de cien granos (g); PEO= peso de olote sin grano (g); LAO= largo del olote (cm); DIO= Diámetro del olote (cm); REN= rendimiento de grano (kg ha<sup>-1</sup>); RHS= rendimiento de hoja seca (kg ha<sup>-1</sup>).

### Crecimiento de genotipos

La altura de la planta fue mayor en la variedad sintética VS-536 en comparación con los híbridos (Tabla 3). Sierra *et al.* (2010), estimaron alturas de planta ligeramente superiores a las encontradas en este trabajo para VS-536 (233 cm) y H-520 (228 cm), situación entendible ya que su ensayo se condujo en el ciclo primavera verano que concuerda con los meses más lluviosos en el trópico húmedo de México. Mientras que Acosta (2009) señaló que tanto criollos como sintéticos de maíz tropical tienen una altura de 2.2 a 3.2 m, resultados que son consistentes con los del presente estudio, donde el maíz sintético superó en altura de planta a los híbridos. García (2008), aseguró que las siembras en la región del Papaloapan deben de realizarse del 15 de octubre al 20 de noviembre, para así disminuir riesgos de déficit de humedad en las etapas más críticas del cultivo de maíz que son floración y llenado de grano.

La altura de la planta, en función a densidad de siembra, en promedio de genotipos, tuvo un comportamiento similar en todos los genotipos (Tabla 4) lo que sugiere que el número de plantas por hectárea no influyó en los componentes del rendimiento. Aunque la interacción genotipo por densidad de siembra (GxD) afectó la altura de planta de diferente forma en cada genotipo. Lo anterior

indica que al aumentar el número de plantas por hectárea se produce más grano en los genotipos en estudio. En otros estudios, no se encontraron efectos de la densidad de plantas sobre el rendimiento de grano (Luna *et al.*, 2002). No obstante, en estudios realizados sobre densidad de plantas en híbridos de maíz bajo condiciones de temporal en trópico húmedo demostraron que al aumentar la densidad de 50,000 a 62,500 plantas ha<sup>-1</sup> el rendimiento de grano fue mayor, con un incremento de 0.30 t ha<sup>-1</sup> (Cano *et al.*, 2001).

Carrera y Cervantes (2006) reportaron que el rendimiento aumentó 0.6 t ha<sup>-1</sup> al incrementar la densidad de población de 60,000 a 70,000 plantas ha<sup>-1</sup>. Al respecto, Sener *et al.* (2004) indicaron que el maíz puede diferir en su respuesta a la densidad de población en función del genotipo y condiciones ambientales operantes en algún sitio o región.

El híbrido H-520 promedió 65.8 días a floración masculina (DFM) y 70.4 días a floración femenina (DFF) confirmando que es más tardío. El híbrido NH5 presentó 62.6 y 68 DFM y DFF, respectivamente (Tabla 3). Así, se han registrado 52 DFM en VS-536 (Tosquy *et al.*, 1995), y en el caso de H-520 en el sureste mexicano tarda 54 a 56 DFM con una altura de planta de 228 cm y 139 cm a la mazorca (Sierra *et al.*, 2008; Sierra *et al.*, 2010).

Tabla 3. Prueba de comparación de medias para 17 caracteres, en promedio de tres densidades de siembra, en maíces adaptados a trópico húmedo. Loma Bonita, Oaxaca, México.

Carácter	DMS	Media	Genotipos					
			VS-536	DK-357	H-520	NH5	HE-1A17	H-564C
REN	548.2	5147.9	4974.1b	5736.2a	5993.3a	5172.4b	3951.2c	5060.0b
ALP	5.5	181.7	203.1a	191.5b	178.7c	172.4de	167.2b	177.3d
DFM	0.2	66.0	66.4c	64.7e	65.8d	62.6f	68.1b	68.4a
DFF	0.1	70.9	71.2c	70.0e	70.4c	68.0f	72.7b	73.2a
AFT	280.8	2939.6	2900.4ab	2958.6ab	2799.4b	2727.9b	3128.1a	3122.7a
PMZ	14.5	157.6	155.5b	163.1ab	176.5a	157.0b	125.6c	167.9ab
LMZ	0.6	14.6	14.1b	14.7b	14.7b	14.4b	14.1b	15.6a
DMZ	0.1	4.4	4.4ab	4.5a	4.5a	4.6a	4.0c	4.3b
PEH	3.5	20.0	25.0a	19.1b	23.7a	18.3b	15.6b	18.5b
NHI	0.6	12.9	12.4c	13.9a	12.5c	13.3ab	12.0c	13.3b
NGH	2.3	30.4	29.2bc	32.7a	32.0a	29.7bc	27.7c	31.2ab
GPM	35.3	395.3	363.3cd	456.8a	400.9b	394.9bc	338.8d	417.0b
PCG	2.5	29.3	30.6ab	29.2bc	31.7a	30.3ab	26.7c	27.2c
PEO	2.5	24.8	24.4b	24.2b	23.9b	22.8bc	21.4c	32.4a
LAO	0.6	14.0	13.7b	13.9b	14.3b	13.8b	13.8b	15.1a
DIO	0.1	2.7	2.7ab	2.6bc	2.6bc	2.8a	2.4c	2.8a
RHS	184.9	1101.6	1355.7a	1081.4b	1304.9a	1007.3bc	850.5c	1009.5bc

REN= rendimiento de grano (kg ha<sup>-1</sup>); ALP= altura de la planta (cm); DFM= días a floración masculina; DFF= días a floración femenina; AFT= área foliar total por planta (cm<sup>2</sup>); PMZ= peso de mazorca (g); LMZ= longitud de mazorca (cm); DMZ= diámetro de mazorca (cm); PEH= peso de hoja (g); NHI= número de hileras por mazorca; NGH= número de granos por hilera; GPM= número de granos por mazorca; PCG= peso de cien granos (g); PEO= peso de olote sin grano (g); LAO= largo del olote (cm); DIO= diámetro del olote (cm); RHS= rendimiento de hoja seca (kg ha<sup>-1</sup>); DMS= diferencia mínima significativa; abc= Letras diferentes en la misma hilera indican diferencia estadística significativa ( $P \leq 0.05$ ).

El área foliar total fue mayor en H-564C y HE-1A17 (3,122.7 y 3,128.1 cm<sup>2</sup>), respectivamente en comparación con VS-536 (2,900.4 cm<sup>2</sup>) y los genotipos restantes (Tabla 3). La densidad de siembra con áreas foliares mayores fueron las de 50,000 y 83,333 plantas ha<sup>-1</sup> (Tabla 4) con valores de 2,962.3 y 3,078.0 cm<sup>2</sup>, respectivamente. Estos resultados se atribuyen a que las plantas que crecen a densidades bajas tienen menor competencia por luz, agua y nutrientes formando doseles más vigorosos mientras que en densidades altas, al haber un mayor número de plantas aumenta su altura lo que incrementó el área foliar. Estos resultados difieren de lo reportado por Dwyer y Stewart (1986), quienes cuantificaron en el cultivo de maíz áreas foliares totales por planta de 4,570 cm<sup>2</sup>.

Al analizar el área foliar total considerando la interacción entre genotipos y densidades de siembra, el genotipo HE-1A17 en la densidad de 83,333 plantas por hectárea acumuló la mayor área foliar total 4,490.2 cm<sup>2</sup> (Tabla 5). Por lo que este genotipo sería interesante evaluarlo para producción de forraje, el cual se destinaría para alimentación animal en la región del Papaloapan, donde la producción de ganado bovino para carne, leche o en el sistema de doble propósito es de suma importancia. El híbrido NH5 tuvo la menor acumulación de área foliar con un valor de 2,727.9 cm<sup>2</sup>, presentando una altura de planta

de 172.4 cm (Tabla 5). Al respecto, Camacho *et al.* (1995) caracterizaron nueve genotipos de maíz, en relación con el área foliar y concluyeron que el rendimiento de grano de maíz aumenta a medida que lo hace el índice de área foliar. También señalaron que el índice de área foliar es una consecuencia que repercute en el área foliar total por planta.

### Rendimiento de genotipos

Los caracteres peso de mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera y número de granos por mazorca presentaron diferencias estadísticas ( $P \leq 0.01$ ) entre los diferentes genotipos evaluados (Tabla 2), atribuido a la selección que se ha practicado en maíz por productores y mejoradores, en relación con los caracteres descritos. Dichas variantes fueron más evidentes en los híbridos H-520 (5,993.3 kg ha<sup>-1</sup>) y DK-357 (5,736.2 kg ha<sup>-1</sup>), al superar en rendimiento de grano a la variedad sintética VS-536 y a los demás híbridos evaluados (Tabla 3).

Se han reportado rendimientos de 6,000.96 kg ha<sup>-1</sup> en el híbrido H-520 (Sierra *et al.*, 2008), valor similar al obtenido en el presente estudio, mientras que VS-536 y HE-1A17 presentaron los rendimientos más bajos para la mayoría de los caracteres estudiados.

Tabla 4. Rendimiento de grano de genotipos de maíz en tres densidades de siembra para 17 caracteres. Loma Bonita, Oaxaca, México.

Carácter	DMS	Media	Densidad		
			50,000	62,500	83,333
REN	318.5	5147.9	4165.9 c	5187.0 b	6090.8 a
ALP	3.2	181.7	180.2 a	182.1 a	182.8 a
DFM	0.1	66.0	66.6 b	66.9 a	64.6 c
DFE	0.1	70.9	71.4 b	71.9 a	69.4 c
AFT	163.1	2939.6	2962.3 a	2778.3 b	3078.0 a
PMZ	8.4	157.6	165.8 a	160.3 a	146.9 b
LMZ	0.4	14.6	15.2 a	14.5 b	14.2 b
DMZ	0.1	4.4	4.4 a	4.4 a	4.4 a
PEH	2.0	20.0	22.2 a	18.4 b	19.5 b
NHI	0.4	12.9	12.8 a	13.0 a	12.9 a
NGH	1.3	30.4	31.1 a	30.9 a	29.2 b
GPM	20.5	395.3	402.0 a	404.5 a	379.4 b
PCG	6.8	29.3	30.0 a	29.9 a	27.9 b
PEO	1.4	24.8	25.9 a	24.8 ab	23.8 b
LAO	0.3	14.0	14.8 a	13.9 b	13.5 c
DIO	0.1	2.7	2.7 a	2.7 a	2.7 a
RHS	107.4	1101.6	943.8 b	979.5 b	1381.4 a

REN= rendimiento de grano (kg ha<sup>-1</sup>); ALP= altura de la planta (cm); DFM= días a floración masculina; DFE= días a floración femenina; AFT= área foliar total por planta (cm<sup>2</sup>); PMZ= peso de mazorca (g); LMZ= longitud de mazorca (cm); DMZ= diámetro de mazorca (cm); PEH= peso de hoja (g); NHI= número de hileras por mazorca; NGH= número de granos por hilera; GPM= número de granos por mazorca; PCG= peso de cien granos (g); PEO= peso de olote sin grano (g); LAO= largo del olote (cm); DIO= diámetro del olote (cm); RHS= rendimiento de hoja seca (kg ha<sup>-1</sup>); DMS= diferencia mínima significativa; abc= Promedios con letras diferentes en la misma hilera son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P \leq 0.05$ ).

Tabla 5. Interacción genotipo por densidad GxD para 17 caracteres en maíces adaptados a trópico húmedo. Loma Bonita, Oaxaca, México.

Carácter	VS-536			DK-357			H-520		
	50,000	62,500	83,333	50,000	62,500	83,333	50,000	62,500	83,333
REN	383.5 b	712.3 b	826.6 a	3049.0 c	5745.1 b	8414.4 a	4236.3 b	6838.6 a	6904.9 a
ALP	209.9 a	194.5 b	204.7 a	179.9 b	198.7 a	195.8 a	167.9 b	182.8 a	185.5 a
DFM	68.0 a	66.7 b	64.7 c	68.0 a	64.7 b	61.7 c	66.5 a	66.6 a	64.3 b
DFE	72.7 a	71.7 a	69.3 b	73.3 a	70.0 b	66.7 c	70.8 a	71.3 a	69.0 b
AFT	3475.3 a	2390.0 c	2836.0 b	2212.5	3455.5	3207.9	2645.9	2840.7	2911.5
PMZ	177.9 a	143.5 b	145.1 b	121.1	177.7	190.6	167.1 b	202.3 a	160.2 b
LMZ	15.3 a	13.7 b	13.3 b	14.0 b	14.9 a	15.2 a	15.4 a	15.0 a	13.7 b
DMZ	4.4 a	4.4 a	4.4 a	4.2 c	4.7 b	4.8 a	4.4 b	4.8 a	4.5 b
PEH	32.9 a	16.9 c	24.9 b	14.4 c	23.5 a	19.6 b	23.9 a	24.8 a	22.3 a
NHI	12.9 a	12.1 b	12.0 b	13.0 c	14.1 b	14.5 a	11.7 b	12.9 a	12.9 a
NGH	31.5 a	28.1 b	28.0 b	29.3 b	34.7 a	34.0 a	30.1 b	34.8 a	31.0 b
GPM	412.5 a	343.0 b	334.4 b	383.7 b	493.6 a	493.2 a	357.5 c	445.5 a	399.6 b
PCG	30.7 a	31.5 a	29.6 a	26.3 b	29.9 a	31.3 a	30.9 b	34.7 a	29.4 b
PEO	27.7 a	22.4 b	23.0 b	19.3	26.9	26.4	23.7 b	26.0 a	22.0 b
LAO	15.1 a	13.1 b	12.9 b	13.6 b	13.9 ab	14.4 a	15.1 a	14.4 b	13.2 c
DIO	2.7 a	2.7 a	2.7 a	2.5 b	2.7 a	2.7 a	2.5 c	2.7 a	2.6 b
RHS	1399.1 b	899.2 c	1768.9 a	610.3 c	1248.4 b	1385.5 a	1014.6 c	1317.2 b	1582.9 a

  

Carácter	NH5			HE-1A17			H-564C		
	50,000	62,500	83,333	50,000	62,500	83,333	50,000	62,500	83,333
REN	4310.0 c	4986.4 b	6220.9 a	3689.3 a	3762.7 a	4401.8 a	5327.3 a	5076.7 a	4775.9 b
ALP	171.5 b	167.2 b	178.6 a	163.3 b	164.0 b	174.1 a	188.7 a	185.2 a	157.9 b
DFM	62.3 b	63.8 a	61.7 b	68.0 b	70.0 a	66.3 c	67.0 c	69.7 a	68.7 b
DFE	67.0 b	70.4 a	66.7 b	72.7 b	74.3 a	71.3 c	72.0 b	74.0 a	73.7 a
AFT	2950.2 a	2276.1 b	2957.5 a	2340.3 b	2553.8 b	4490.2 a	4149.6 a	3153.6 b	2064.9 c
PMZ	170.0 a	154.4 ab	146.8 b	144.2 a	118.2 b	114.4 b	214.6 a	165.2 b	124.0 c
LMZ	15.0 a	14.2 b	13.9 b	14.4 a	13.9 a	14.1 a	16.9 a	15.0 b	14.9 b
DMZ	4.6 a	4.5 b	4.6 a	4.1 a	3.8 b	3.9 b	4.8 a	4.5 b	3.9 c
PEH	20.5 a	17.0 b	17.6 b	19.9 a	12.0 c	15.0 b	21.8 a	16.3 b	17.5 b
NHI	12.9 b	13.3 ab	13.7 a	12.1 a	12.0 a	12.1 a	13.9 a	13.6 b	12.2 c
NGH	31.9 a	29.6 b	27.5 c	29.0 a	27.8 ab	26.1 b	34.9 a	30.6 b	28.3 c
GPM	415.6 a	391.9 ab	377.3 b	356.8 a	336.6 a	322.9 a	485.9 a	416.5 b	348.8 c
PCG	31.0 a	30.8 ab	29.2 b	29.7 a	25.2 b	25.3 b	31.4 a	27.4 b	22.8 c
PEO	21.5 b	23.2 ab	23.7 a	23.1 a	18.6 b	22.5 a	40.1 a	32.2 b	24.9 c
LAO	14.5 a	13.6 b	13.3 b	14.3	13.5	13.5	16.5 a	14.9 b	14.0 c
DIO	2.8 a	2.8 a	2.8 a	2.5 a	2.3 c	2.4 b	2.9 a	2.8 b	2.6 c
RHS	869.5 b	906.7 b	1245.7 a	844.6 b	640.3 c	1066.7 a	924.5 b	865.2 b	1238.6 a

REN= rendimiento de grano ( $\text{kg ha}^{-1}$ ); ALP= altura de la planta (cm); DFM= días a floración masculina; DFE= días a floración femenina; AFT= área foliar total por planta ( $\text{cm}^2$ ); PMZ= peso de mazorca (g); LMZ= longitud de mazorca (cm); DMZ= diámetro de mazorca (cm); PEH= peso de hoja (g); NHI= número de hileras; NGH= número de granos por hilera; GPM= número de granos por mazorca; PCG= peso de cien granos (g); PEO= peso de olote sin grano (g); LAO= largo del olote (cm); DIO= Diámetro del olote (cm); RHS= rendimiento de hoja seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ); abc= Letras diferentes en la misma hilera indican diferencia estadística significativa ( $P \leq 0.05$ ).

El híbrido H-564C rindió  $5,060 \text{ kg ha}^{-1}$  en grano, estadísticamente igual que la variedad sintética la cual promedió un valor de  $4,974.1 \text{ kg ha}^{-1}$  (Tabla 3). En otros estudios H-564C produjo  $5,000.91 \text{ kg ha}^{-1}$  (Sierra *et al.*, 2011), valor muy similar al obtenido en esta investigación, lo que se atribuye a que es un genotipo adaptable a diferentes tipos de climas. El rendimiento más bajo en grano se observó en el híbrido HE-1A17, en concordancia con su altura de planta y peso de mazorca que también fueron los más bajos.

El híbrido H-564C solo superó a VS-536 en algunas variables analizadas (Tabla 3), debido a que de origen se diseñó para producir grano, ha dado rendimientos aceptables en trópico por su vigor considerándose una opción para alimentación humana y animal, al presentar una calidad nutritiva importante por contener más porcentaje de aminoácidos como lisina y triptófano en relación con otros maíces (Sierra *et al.*, 2011). En densidades, aquella de 83,333 plantas superó en rendimiento de grano a las densidades de 50,000 y 62,500 plantas por hectárea (Tabla 4).

Para rendimiento de brácteas u hojas (Tabla 3), VS-536 y el híbrido H-520, fueron estadísticamente superiores con valores de 1,355.7 y 1,304.9 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, estos resultados demuestran que los maíces de portes altos y tardíos tuvieron mayor producción de hoja. La longitud promedio de la mazorca fue de 14.6 cm y su diámetro promedio 4.4 cm (Cuadro 3). Keskin *et al.* (2005) reportaron longitudes de mazorca de 14.5 a 17.1 cm, donde la longitud varió de acuerdo con el genotipo utilizado. Por ejemplo, para diferentes maíces evaluados en el estado de Oaxaca, se reportan longitudes de mazorca de 16 cm y un diámetro de mazorca de 5.2 cm (Aragón *et al.*, 2005). En el presente estudio para longitud y diámetro de la mazorca, sobresalió el híbrido H-564C (4.4 y 15.6 cm) utilizado para la producción de grano.

En número de hileras por mazorca y número de granos por hilera el híbrido DK-357 fue el que presentó los valores mayores con 13.9 hileras y 32.7 granos por hilera (Tabla 3). En otros estudios sobre componentes morfológicos de maíz se contabilizaron entre 11.5 y 16 hileras por mazorca, con 38 a 49 granos por hilera, aportando de 435 a 560 granos por mazorca (Sharara *et al.*, 2005). En otro estudio se reportaron de 14.2 a 15.2 hileras por mazorca con 39.5 a 44.2 granos por mazorca (Shekoofa y Emam 2008). Información contrastante con la reportada en otro trabajo para diferentes genotipos de maíz, donde la longitud de mazorca promedió entre 13.3 a 14.8 cm, con un diámetro de mazorca promedio de 5 cm y un total de 15 a 16 hileras por mazorca (González *et al.*, 2008).

Los resultados del presente estudio indican que el híbrido H-520 registró el mayor rendimiento en producción de grano (5,993.3 kg ha<sup>-1</sup>), ya que está diseñado para mayor rendimiento de semilla (Sierra *et al.*, 2008). Por su parte el testigo VS536 acumuló más forraje que los híbridos H-520, DK-357, NH5, HE-1A17 y H-564C. Por tanto, estos resultados son aceptables si se considera que algunos genotipos superaron el rendimiento estatal promedio de producción de grano (SIAP, 2018), donde la producción en algunas regiones de Oaxaca es bajo riego; mientras que los ensayos que se presentan fueron de temporal, con una tecnología de producción que trató de imitar la producción tradicional de temporal que se realiza en la baja Cuenca del Palapa.

De acuerdo con la prueba de comparación de medias (Tukey, P≤0.05; Tabla 3), el híbrido H-520 presentó mayor número de días a floración masculina y femenina, peso de mazorca, diámetro de mazorca, peso de hojas, número de granos por hilera, peso de cien granos y rendimiento de brácteas u hojas secas,

esto se explica porque se trata de un material seleccionado para mayor rendimiento de grano en comparación con otros híbridos tropicales (Sierra *et al.*, 2008).

## CONCLUSIONES

Se encontraron diferencias estadísticas entre genotipos para 17 caracteres, principalmente en rendimiento de grano, altura de planta, floración masculina y femenina, área foliar total por planta, longitud de mazorca, número de hileras y rendimiento de hoja seca. El híbrido H-520 presentó el mayor rendimiento de grano, peso de mazorca y peso de cien granos. La variedad sintética VS-536 tuvo la mayor altura de planta, peso de hoja, y rendimiento de hoja seca (brácteas). Así, el H-520 produjo 5,993.3 kg ha<sup>-1</sup> de grano, superando al testigo VS-536 (4,974.1 kg ha<sup>-1</sup>). La densidad de 83,333 plantas produjo el mayor rendimiento de grano, el híbrido DK-357 en dicha densidad aportó 8,414.4 kg ha<sup>-1</sup> de grano, por arriba de la producción del testigo VS-536 que produjo 5,826.6 kg ha<sup>-1</sup>. La variedad sintética VS-536 produjo mayor forraje, mientras que el híbrido H-520 generó un mayor rendimiento de grano.

## REFERENCIAS

- Acosta, R. 2009. El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. Cultivos tropicales 30(2):113-120. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v30n2/ctr160209.pdf>
- Anónimo, 2005. Cuaderno Estadístico Municipal de Loma Bonita, Estado de Oaxaca. Aguascalientes, México. 170 p.
- Aragón, C.F., Taba, S., Castro, G.H.F., Hernández, C.J.M., Cabrera, T.J.M., Osorio, A.L., Dillanés, R.N. 2005. In situ conservation and use of local maize races in Oaxaca, Mexico: A participatory and decentralized approach. In: Taba, S. (ed.). Latin American Maize Germplasm Conservation: Regeneration, In situ conservation, Core Subsets, and Prebreeding; Proceedings of a Workshop held at CIMMYT, April 7-10, (2003). CIMMYT, México, D. F. 26-38. <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/592/82524.pdf?sequence=4>
- Camacho, R.G., Garrido, O., Lima, M.G. 1995. Caracterización de nueve genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en relación a área foliar y coeficiente de extinción de luz. Scientia Agrícola, Piracicaba 52(2):294-298. <http://www.scielo.br/pdf/sa/v52n2/15.pdf>

- Cano, O., Tosquy, O.H., Sierra, M., Rodríguez, F.A. 2001. Fertilización y densidad de población en genotipos de maíz cultivados bajo condiciones de temporal. *Agronomía Mesoamericana* 12(2):199-203. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/17234/16724>
- Carrera, V.J.A. y Cervantes, S.T. 2006. Respuesta a densidad de población de cruza de maíz tropical y subtropical adaptadas a Valles Altos. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29(4):331-338. <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/29-4/8a.pdf>
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2015. Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2015-2016. CEPAL, FAO, IICA. San José Costa Rica. 212 p. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39023/4/PerspectivasAgricultura2015-16\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39023/4/PerspectivasAgricultura2015-16_es.pdf)
- Cuotíño, E.B., Gómez, M.N.O., Vázquez, C. G., Vidal, M.V.A. 2014. V-560, nueva variedad precoz de maíz para regiones tropicales. *Revista Fitotecnia Mexicana* 37(2):187-188. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v37n2/v37n2a10.pdf>
- Cuotíño, E.B., Salinas, M.Y., Gómez, M.N., Vidal, M.V.A. 2013. H-561, nuevo híbrido de maíz resistente a pudriciones de mazorca para regiones tropicales. *Revista Fitotecnia Mexicana* 36(1):85-87. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v36n1/v36n1a10.pdf>
- Dekalb, 2010. Sorgos-maíces noreste centro-sur primavera-verano 2010. Folleto técnico No. 12 México D. F. 5 p. Disponible en: [http://www.dekalb.com.mx/dekalbcms/descargas/maízSorgo\\_noreste.pdf](http://www.dekalb.com.mx/dekalbcms/descargas/maízSorgo_noreste.pdf). Consultado: Septiembre de 2016.
- Dwyer, L.M. y Stewart, D.W. 1986. Leaf area development in field grown maize. *Agronomy Journal* 78:334-343. doi:10.2134/agronj1986.00021962007800020024x
- Espinosa, C.A., Gómez, M.N., Sierra, M.M., Betanzos, M.E., Caballero, H.F. 2006. Variedades e híbridos de calidad proteínica en México. *Revista Ciencia. Academia Mexicana de las ciencias* 57(3). <https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/index.php/ediciones-antteriores/197-vol-57-num-3-julio-septiembre-2006>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2015. Statistical Pocketbook world food and agriculture. Rome, Italy. 231 p. <http://www.fao.org/3/a-i4691e.pdf>
- Flores, C.L.A. y García, S.J.A. 2016. Beneficios de la adopción de semilla mejorada de maíz en la región central de Puebla. *Revista Fitotecnia Mexicana* 39(3):277-283. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v39n3/0187-7380-rfm-39-03-00277.pdf>
- García, A.J.L. 2008. Tecnología para la producción de maíz en la región Papaloapan. *Agroproduce. Fundación Produce Oaxaca A. C.* pp. 21-22.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Quinta edición. Instituto Nacional de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 90 p.
- González, C.M.E., Palacios, R.N., Espinoza, B.A., Bedoya, S.C.A. 2013. Diversidad genética en maíces nativos mexicanos tropicales. *Revista Fitotecnia Mexicana* 36(Supl. 3-A):329-338. <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/36-supl-3-A/6a.pdf>
- González, H.A., Vázquez, G.L.M., Sahagún, C.J., Rodríguez, P.J.E. 2008. Diversidad fenotípica en variedades e híbridos de maíz en el Valle Toluca-Atlacomulco, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 31(1):67-76. <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/31-1/9a.pdf>
- Keskin, B., Ibrahim, H.Y. Arvas, O. 2005. Determination of some yield characters of grain corn in Eastern Anatolia Region of Turkey. *Journal of Agronomy* 4(1):14-17. <http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/ja/2005/14-17.pdf>
- Luna, F.M., Madrid, C., Gutiérrez, J.R. 2002. Densidad de plantas en maíces de alta calidad de proteína. *Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitogenética.* México. 356 p.
- Mahama, Y.G., Prasad, P.V.V., Roozeboom, L.K., Nippert, B.J., Rice, W.C. 2016. Response of maize to cover crops, fertilizer nitrogen rates, and economic return. *Agronomy Journal* 108:17-31. <https://www.k-state.edu/ecophyslab/pdfs/Mahama%20Ag%20J%202016%20Sorghum.pdf>
- Novasem, 2012. Maíces rudos, maíces fuertes NH5 mayor rendimiento y larga vida de anaquel.

- Folleto técnico No. 9. Zapopan, Jalisco. 6 p. Disponible en: <http://novasem.com.mx/suroeste.html#web>. Consultado: Septiembre de 2016.
- Núñez, H.G., Contreras, G.E.F., Faz, C.R. 2003. Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. *Técnica Pecuaria en México* 41(1):37-48.
- Salinas, M.Y., Aragón, C.F., Ybarra, M.C., Aguilar, V.J., Altunar, L.B., Sosa, M.E. 2013. Caracterización física y composición química de razas de maíz de grano azul/morado de las regiones tropicales y subtropicales de Oaxaca. *Revista Fitotecnia Mexicana* 36(1):23-31. <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/36-1/3a.pdf>
- Sánchez, R.F.J., Mendoza, C.M.C., Mendoza, M.G. 2016. Estabilidad fenotípica de cruces simples e híbridos comerciales de maíz (*Zea mays* L.). *Revista Fitotecnia Mexicana* 39(3):269-275. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v39n3/0187-7380-rfm-39-03-00269.pdf>
- SAS (Statistic Analysis Sistem). 2010. Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Sener, O., Gozubenli, H., Konuskan, O., Kilinc, M. 2004. The effects of intrarow spacings on the grain yield and some agronomic characteristics of maize (*Zea mays* L.) hybrids. *Asian Journal of Plant Sciences* 3(4):429-432. [https://www.researchgate.net/profile/O\\_Konuskan/publication/26555484\\_The\\_Effects\\_of\\_Intra-row\\_Spacings\\_on\\_the\\_Grain\\_Yield\\_and\\_Some\\_Agronomic\\_Characteristics\\_of\\_Maize\\_Zea\\_mays\\_L\\_Hybrids/links/5c3d825292851c22a375d47b/The-Effects-of-Intra-row-Spacings-on-the-Grain-Yield-and-Some-Agronomic-Characteristics-of-Maize-Zea-mays-L-Hybrids.pdf?origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/profile/O_Konuskan/publication/26555484_The_Effects_of_Intra-row_Spacings_on_the_Grain_Yield_and_Some_Agronomic_Characteristics_of_Maize_Zea_mays_L_Hybrids/links/5c3d825292851c22a375d47b/The-Effects-of-Intra-row-Spacings-on-the-Grain-Yield-and-Some-Agronomic-Characteristics-of-Maize-Zea-mays-L-Hybrids.pdf?origin=publication_detail)
- Sharara, F.A., El-Shahawy, T.A., El-Rokiek, K.G. 2005. Effect of some novel herbicides on the controlling weeds associated with maize plants. *Journal of Agronomy* 4(2):88-95. <http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/ja/2005/88-95.pdf>
- Shekoofa, A. and Emam, Y. 2008. Plant growth regulator (ethephon) alters maize (*Zea mays* L.) growth, water use and grain yield under water stress. *Journal of Agronomy* 7(1):41-48. <http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/ja/2008/41-48.pdf>
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2018. Avance de siembras y cosechas resumen nacional por cultivo. Disponible en: [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do?jsessionid=F0BFDECD855AECA4F13E405FEDABE4](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do?jsessionid=F0BFDECD855AECA4F13E405FEDABE4). Consultado en Abril de 2018.
- Sierra, M.M., Becerra, L.E.N., Palafox, C.A., Rodríguez, M.F., Espinosa, C.A., Valdivia, B.R. 2010. Tropical corn (*Zea mays* L.) genotypes with high yield and tolerance to corn stunt disease in the Gulf of Mexico region. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 12(3):485-493. <http://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/350/435>
- Sierra, M.M., Palafox, A., Cano, O., Rodríguez, F.A., Espinosa, A., Turrent, A., Gómez, N., Córdova, H., Vergara, N., Avendaño, R., Barrón, S., Romero, J., Caballero, F., González, M., Betanzos, E. 2001. Descripción varietal de H-519C, H-553C y V-537C, maíces con alta calidad de proteína para el trópico húmedo de México. INIFAP CIRGOC. Campo Experimental Cotaxtla. Folleto Técnico Núm.30. Veracruz, Veracruz, México. 21 p.
- Sierra, M.M., Palafox, C.A., Rodríguez, M.F.A., Espinosa, C.A., Gómez, M.N., Caballero, H.F., Barrón, F.S., Zambada, M.A. 2004. H-518 y H-520, híbridos trilineales de maíz para el trópico húmedo de México. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Cotaxtla. Folleto técnico 38. Veracruz, México. 17 p. <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/handle/123456789/3504>
- Sierra, M.M., Palafox, C.A., Rodríguez, M.F., Espinosa, C.A., Gómez, M.N., Caballero, H.F., Barrón, F.S., Zambada, M.A., Vázquez, C.G. 2008. H-520, híbrido trilineal de maíz para el trópico húmedo de México. *Agricultura Técnica en México* 34(1):119-122. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agritm/v34n1/v34n1a15.pdf>
- Sierra, M.M., Palafox, C.A., Rodríguez, M.F., Espinosa, C.A., Vázquez, G.C., Montiel, G.N., Barrón, F.S. 2011. H-564C, híbrido de maíz con alta calidad de proteína para el trópico húmedo de México. *Rev. Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2(1):71-84.

- <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v2n1/v2n1a6.pdf>
- Tanaka, A. y Yamaguchi, J. 1984. Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento de grano de maíz. Centro de Botánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 120 p.
- Tosquy, O., Sierra, M.M., Rodríguez, M.F., Castillo, R., Ortiz J., Tinoco, C., Sandoval, A., Uribe, S. 1995. Validación del híbrido de maíz (*Zea mays* L.) de cruza doble H-512 en el Estado de Veracruz, México. *Agronomía Mesoamericana* 6(1):93-97. [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v06n01\\_093.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v06n01_093.pdf)