

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**“Rendimiento de maíz forrajero en surcos convencionales-estrechos y
calidad fisiológica de semilla”**

POR:

JONATHAN ORTEGA SÁNCHEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA

MAYO DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

“Rendimiento de maíz forrajero en surcos convencionales-estrechos y
calidad fisiológica de semilla”

POR

JONATHAN ORTEGA SÁNCHEZ

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR

PRESIDENTE: ORALIA ANTUNA

DRA. ORALIA ANTUNA GRHALVA

VOCAL: ARMANDO ESPINOZA BANDA

DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

VOCAL: PEDRO CANO RÍOS

Ph. D. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL SUPLENTE: AIDÉ HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

ING. AIDÉ HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

M. E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**“Rendimiento de maíz forrajero en surcos convencionales-estrechos y
calidad fisiológica de semilla”**

POR

JONATHAN ORTEGA SÁNCHEZ

**QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL: ORALIA ANTUNA

DRA. ORALIA ANTUNA GRIJALVA

ASESOR: ARMANDO ESPINOZA BANDA

DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

ASESOR: PEDRO CANO RÍOS

Ph. D. PEDRO CANO RÍOS

ASESOR: M. C. JOSÉ LUIS COYAC RODRÍGUEZ

M.C. JOSÉ LUIS COYAC RODRÍGUEZ

VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA

MAYO DE 2017

AGRADECIMIENTOS

A mi **ALMA TERRA MATER**, la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO** por haberme brindado la oportunidad de ser **buitre**, de abrirme las puertas para así poder culminar mí sueño, el sueño de ser **Ingeniero Agrónomo**, gracias por todo lo que me has brindado.

A mis padres **Eugenio Ortega Blancas** e **Inocencia Sánchez Islas** por haberme dado la vida y siempre confiar y creer en que si se puede, los amo con todo mi corazón.

A la **Dra. Oralía Antuna Grijalva** por sus conocimientos, sus consejos, su confianza y sobre todo su paciencia, por dejarme ser integrante de su equipo de trabajo, gracias por todo el apoyo brindado, se ha ganado mi respeto y mi gratitud por siempre.

Al **Dr. Armando Espinoza Banda** y el **Ph. D. Pedro Cano Ríos** por el apoyo brindado y entera disposición para culminar este trabajo, además del gran conocimiento que me han trasmitido.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Eugenio Ortega Blancas

e

Inocencia Sánchez Islas

A mi hermano:

Cesar Antonio Ortega Sánchez

A mis hermanas:

Perla Yesenia Ortega Sánchez

y

Blanca Janeli Ortega Sánchez

INDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
INDICE	iii
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x
I.- INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo	3
1.2 Hipótesis	3
II.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1.- Importancia del maíz forrajero en la Comarca Lagunera	4
2.2.- Selección de híbridos de maíz de alto rendimiento y calidad para forraje	4
2.3.- Características de híbridos de maíz de alto rendimiento y calidad nutricional de forraje.....	5
2.4.- Fecha de siembra	6
2.5.- Densidad de plantas	6
2.6.- Producción de maíz forrajero en surcos estrechos	8
2.7.- Etapa de madurez a la cosecha.....	9
2.8.- Altura de corte.....	10
2.9.- Calidad nutricional del maíz forrajero.....	10
2.10.- Análisis de laboratorio para evaluar la calidad nutricional de forrajes. 11	
2.11.- Fibra Detergente Neutra y Fibra Detergente Acida	12
2.12.- Digestibilidad.....	13
2.13.- Energía Metabolizable	13
2.14.- Energía neta de lactancia	14
2.15.- Materia Seca.....	14
2.16.- Consumo de materia seca	15
2.17.- Valor relativo del alimento.....	15
2.18.- Calidad fisiológica de semilla	15
III.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1 Localización geográfica.....	16

3.2 Localización del área experimental	16
3.3 Material genético.....	16
3.4 Siembra.....	17
3.5 Diseño y parcela experimental.....	17
3.6 Manejo agronómico del lote experimental.....	18
3.7 Aclareo de plantas	18
3.8 Riego.....	18
3.9 Fertilización	18
3.10 Control de maleza	19
3.11 Control de plagas.....	19
3.12 Variables agronómicas evaluadas.....	20
3.12.1 Altura de planta: (AP).....	20
3.12.2 Altura de mazorca (AM):	21
3.12.3 Cosecha.....	21
3.12.4 Peso verde de la planta (PVP).....	21
3.12.5 Peso verde de mazorca (PVM)	21
3.12.6 Rendimiento de forraje verde (RFV)	22
3.12.7 Materia seca total.....	22
3.13 Variables de calidad fisiológica:	23
3.13.1 Ensayo de germinación estándar:.....	23
3.13.2 Desarrollo Longitud de plúmula	23
3.13.3 Índice de velocidad de emergencia (IVE)	24
3.13.4 Peso de mil semillas (PMS)	24
3.13.5 Peso volumétrico (PV)	24
3.13.6 Longitud de Grano (LG)	25
3.13.7 Ancho de Grano (AG)	25
3.13.8 Espesor de Grano (EG)	25
3.14 Variables de calidad forrajera.....	25
3.14.1 Determinación de fibra ácido detergente (FAD) y fibra neutro detergente (FND)	26
3.14.2 Energía Neta de Lactancia (ENL)	28
3.14.3 Digestibilidad de la materia seca (DIMS)	28
3.14.4 Energía metabolizable (EM)	29
3.14.5 Consumo de materia seca (CMS).....	29

3.14.6 Valor relativo de forraje (VRF)	29
3.15 Diseño estadístico	30
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1 Análisis de varianza de cinco híbridos comerciales de maíz	31
4.2 Promedio de variables agronómicas de cinco híbridos comerciales de maíz	34
4.2.1 Altura de planta (AP).....	34
4.2.2 Altura de Mazorca (AM)	35
4.2.3 Rendimiento de Forraje Verde (RFV)	36
4.2.4 Rendimiento de Materia Seca (RMS)	37
4.2.5 Porcentaje de Materia Seca (PMS).....	38
4.3 Variables para calidad fisiológica de semilla	39
4.3.1 Germinación	39
4.3.2 Longitud de Plúmula (LP)	40
4.3.3 Peso Volumétrico (PV).....	41
4.3.4 Peso de Mil Semillas (PMS)	42
4.3.5 Índice de Velocidad de Emergencia (IVE)	43
4.3.6 Largo de Grano (LG).....	44
4.3.7 Ancho de Grano (AG)	45
4.3.8 Espesor de Grano (EG).	46
4.4 Análisis de medias de calidad bromatológica	47
4.4.1 Fibra Neutra Detergente de Planta Completa (FNDPC)	47
4.4.2 Fibra Ácida Detergente de Planta Completa (FADPC)	48
4.4.3 Energía Neta de Lactancia de Planta Completa (ENLPC).....	49
4.4.4 Digestibilidad de Planta Completa (DigestPC).....	50
4.4.5. Energía Metabolizable de Planta Completa (EMPL).....	51
4.4.6. Por ciento de Materia Seca de Planta Completa (PMSPC)	52
4.4.7. Consumo de Materia Seca de Planta Completa (CMSPC).....	53
4.4.8. Valor Relativo de Forraje de Planta Completa (VRFPC)	54
4.4.9. Fibra Neutra Detergente de Plántula (FNDPL)	55
4.4.10. Fibra Ácida Detergente de Plántula (FADPL)	56
4.4.11. Energía Neta de Lactancia de Plántula (ENLPL)	57
4.4.12. Digestibilidad de Plántula (DigestPL).....	58
4.4.13. Energía Metabolizable de Plántula (EMPL)	59

4.4.14. Consumo de Materia Seca de Plántula (CMSPL)	60
4.4.15. Valor Relativo de Forraje de Plántula (VRFPL)	61
V.- CONCLUSIONES	62
VI. – BIBLIOGRAFIA	63

INDÌCE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Características de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.	17
Cuadro 2. Número de riegos aplicados en cinco híbridos comerciales de maíz UAAAN-UL 2015.	18
Cuadro 3. Fertilización aplicada en cinco híbridos comerciales de maíz UAAAN-UL 2015.	19
Cuadro 4. Control de malezas en cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.....	19
Cuadro 5. Control de plagas en híbridos comerciales de maíz. UAAANUL 2015	19
Cuadro 6. Rangos de longitud media para determinar el vigor en plántulas (Peretti, 1994).....	24
Cuadro 7. Solución para determinación de Fibra Ácido Detergente.....	28
Cuadro 8. Solución para análisis de Fibra Neutro Detergente.	28
Cuadro 9. Cuadrados medios para el comportamiento agronómico de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.....	31
Cuadro 10. Cuadrados medios de calidad fisiológica de semilla de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.....	32
Cuadro 11. Cuadrados medios de calidad bromatología de planta completa de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.	32
Cuadro 12. Cuadrados medios de calidad bromatología de plántula de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.....	33

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Comparación de medias para la variable Altura de planta (AP) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.	34
Figura 2. Comparación de medias para la variable Altura de Mazorca (AM) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.	35
Figura 3. Comparación de medias para la variable Rendimiento de Forraje Verde (RFV) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.	36
Figura 4. Comparación de medias para la variable Rendimiento de Materia Seca (RMS) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.	37
Figura 5. Comparación de medias para la variable Porcentaje de Materia Seca (PMS) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.	38
Figura 6. Comparación de medias para la variable Germinación (GE) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.	39
Figura 7. Comparación de medias para la variable Longitud de Plúmula (LP) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.	40
Figura 8. Comparación de medias para la variable Peso Volumétrico (PV) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.	41
Figura 9. Comparación de medias para la variable Peso de Mil Semillas (PMS) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.	42
Figura 10. Comparación de medias para la variable Índice de Velocidad de Emergencia (IVE) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015. .	43
Figura 11. Comparación de medias para la variable Largo de Grano (LG) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.	44
Figura 12. Comparación de medias para la variable Ancho de Grano (AG) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.	45
Figura 13. Comparación de medias para la variable Espesor de Grano (EG) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.	46
Figura 14. Comparación de medias para la variable Fibra Acida Detergente de Planta Completa (FNDPC) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.	47
Figura 15. Comparación de medias para la variable Fibra Acida Detergente de Planta Completa (FADPC) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.	48
Figura 16. Comparación de medias para la variable Energía Neta de Lactancia de Planta Completa (ENLPC) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.	49
Figura 17. Comparación de medias para la variable Digestibilidad de Planta Completa (DigestPC) de cinco híbridos comerciales de maíz UAAAN-UL 2015.	50
Figura 18. Comparación de medias para la variable Energía Metabolizable de Planta Completa (EMPL) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.	51

Figura 19. Comparación de medias para la variable Por ciento de Materia Seca de Planta Completa (PMSPC) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.....	52
Figura 20. Comparación de medias para la variable Consumo de Materia Seca de Planta Completa (CMSPC) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.....	53
Figura 21. Comparación de medias para la variable Valor Relativo de Forraje de Planta Completa (VRFPC) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.....	54
Figura 22. Comparación de medias para la variable Valor Relativo de Forraje de Planta Completa (VRFPC) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.....	55
Figura 23. Comparación de medias para la variable Fibra Acida Detergente de Plántula (FADPL) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015... 56	56
Figura 24. Comparación de medias para la variable Energía Neta de Lactancia de Plántula (ENLPL) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.	57
Figura 25. Comparación de medias para la variable Digestibilidad de Plántula (DigestPL) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.....	58
Figura 26. Comparación de medias para la variable Energía Metabolizable de Plántula (EMPL) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015. ...	59
Figura 27. Comparación de medias para la variable Consumo de Materia Seca de Plántula (CMSPL) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.	60
Figura 28. Comparación de medias para la variable Valor Relativo de Forraje de Plántula (VRFPL) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.	61

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna durante el ciclo Primavera-Verano del año 2015, donde se evaluaron cinco híbridos comerciales a diferentes distancias entre surco y surco (0.75 m, 0.60 m y 0.40 m) para así poder determinar la relación de surcos estrechos en la producción de forraje y calidad fisiológica de semillas. El diseño experimental fue un diseño de bloques al azar con un arreglo factorial 5 x 3, para el factor A se colocaron las cinco variedades de maíz y el factor B fueron los tres distanciamientos entre surcos. La parcela experimental consistió en 2 surcos de 5 m de longitud a 0.75 m, 0.60 m y 0.40 m de distancia entre surco y surco. Se midieron variables agronómicas, calidad bromatológica del forraje y la calidad de semilla. La cosecha para forraje se realizó cuando las mazorcas se encontraban en un tercio de la línea de leche. En el comportamiento agronómico se obtuvieron resultados altamente significativos para el distanciamiento entre surcos, para la calidad bromatológica no se obtuvo significancia y la calidad fisiológica de semilla no se ve afectada por los distanciamientos.

Palabras claves: *Zea Mays* L, surcos convencionales-estrechos, análisis bromatológico, rendimiento de forraje y calidad de semilla.

I.- INTRODUCCIÓN

En la Comarca Lagunera de México, la producción de leche de bovino es la principal actividad agropecuaria, y demanda una gran cantidad de forraje de calidad. En el ciclo agrícola 2014-2015 la región se convirtió en la principal zona de producción de maíz forrajero de México con una superficie sembrada de 9,461.4 ha obteniendo rendimientos de 42.43 t ha⁻¹ con una producción total de 401 430 t (CONAGUA, 2016).

En la región la industria lechera demanda incrementar el rendimiento de maíz forrajero sin disminuir su calidad. Una alternativa de manejo agronómico para atenderla es la siembra en surcos estrechos, con un distanciamiento menor al convencional (76 cm). Esta práctica permite incrementar el rendimiento de materia seca por unidad de superficie debido, principalmente, a una mayor intercepción de radiación solar durante el ciclo de crecimiento (Barbieri *et al.*, 2000).

En la medida en que se reduce la distancia entre surcos e incrementa la distancia entre plantas se mantiene constante la densidad de plantación y es posible incrementar de 7 a 20 % el rendimiento de grano (Murphy *et al.*, 1996; Porter *et al.*, 1997; Barbieri *et al.*, 2000) y de 4 a 19 % el rendimiento de materia seca (Bullock *et al.*, 1988; Cox *et al.*, 1998; Cox y Cherney, 2001; Widdicombe y Thelen, 2002). El mayor rendimiento de la siembra en surcos estrechos ha sido relacionado con un incremento en el índice de área foliar y la eficiencia de intercepción de radiación solar por unidad de área foliar (Hunter *et al.*, 1970; Bullock *et al.*, 1988).

La mayor cantidad y más temprana interceptación de radiación solar que se obtiene con la siembra de maíz en surcos estrechos, incrementa la tasa de crecimiento respecto a la siembra en surcos convencionales, lo cual se traduce en aumento en peso de tallo y hojas (Hoff y Mederski, 1960); sin que esta práctica reduzca el índice de cosecha (Cox y Cherney, 2001; Widdicombe y Thelen, 2002).

Otro factor importante además de la calidad de forraje de maíz, es la calidad de la semilla ya que es importante para los agricultores y la industria semillera, de ello depende el número de plantas existentes en un área determinada de cultivo, es decir, prefiere aquellas que muestran alto vigor (Delouche y Cadwell, 1962). Para la industria es trascendente la calidad de la semilla por la gran variación en tipo de grano que exhiben las variedades e híbridos de maíz.

La presente investigación tiene como objetivo estudiar la relación de surcos estrechos en la producción de forraje y calidad fisiológica de semillas.

1.1 Objetivo

Evaluar la relación de surcos convencionales-estrechos en la producción de forraje y calidad fisiológica de semillas.

1.2 Hipótesis

HO: el distanciamiento menor al convencional incrementa la calidad de forraje y de semilla.

Ha: el distanciamiento menor al convencional no incrementa la calidad de forraje y de semilla.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

El maíz (*Zea mays* L.) es una planta originaria de México, es uno de los cereales más utilizados para consumo humano (Malvar *et al.*, 2008, Madamombe *et al.*, 2009) y animal (Antolín *et al.*, 2009, Edalat *et al.*, 2009, Reta *et al.*, 2010). El cual ha sido utilizada como forraje para la alimentación de ganado en diferentes formas, tales como rastrojo, grano y ensilaje (Jurado, 2014).

2.1.- Importancia del maíz forrajero en la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera tiene una alta demanda de forraje de calidad ya que tiene una producción de 2, 463, 461 (miles de litros) de leche de bovino (SIAP, 2016), es por eso que el ensilado de maíz, por su alto contenido energético es un componente importante en las raciones que se suministran al ganado bovino lechero (Goodrich y Meiske, 1985; Reta *et al.*, 2007).

La producción de maíz para forraje es la base de la alimentación de ganado lechero, además presenta una serie de factores que se deben tomar en cuenta para su producción de una manera rentable y sustentable (Jurado, 2014).

2.2.- Selección de híbridos de maíz de alto rendimiento y calidad para forraje

Existe gran variabilidad genética en características agronómicas y de calidad nutricional entre híbridos de maíz para forraje. Las características agronómicas más variables son: altura de planta, días a cosecha, porcentaje de grano y rendimiento de materia seca por hectárea (Núñez *et al.*, 2006).

En ciertos híbridos, un mayor rendimiento de materia seca por hectárea está asociado a plantas altas y ciclo a cosecha más largo. Por otra parte, la digestibilidad está asociada a híbridos de porte más bajo, con ciclo a cosecha

más corto y mayor porcentaje de mazorca. Debido a que el rendimiento de materia seca por hectárea y la calidad nutricional no está consistentemente relacionada, se pueden seleccionar híbridas de maíz con alto rendimiento y alta calidad nutricional (Núñez *et al.*, 2006).

La selección de híbridos de maíz para forraje se lleva a cabo principalmente por su rendimiento de materia seca por hectárea, ya que híbridos con menor rendimiento de materia seca por hectárea pero con alta digestibilidad pueden llegar a tener un mayor potencial para producción de leche por unidad de superficie que híbridos de alto rendimiento y baja digestibilidad (Peña, *et al.*, 2002), se pueden presentar variaciones en el porcentaje de materia seca entre híbridos de maíz y aun en un mismo híbrido a un mismo estado de madurez (Laurer, 1998) también señalo que existen variaciones de 24 a 38 % de materia seca a un estado de madurez de 1/3 de avance de la línea de leche en el grano.

Para la producción en surcos estrechos es recomendable utilizar solo genotipos tolerantes a altas densidades de población. Entre las características de estos genotipos sobresalen las siguientes: alta proporción de grano (40-50%), bajo porcentaje de plantas estériles, resistencia al acame, altura intermedia (2.20-2.80m), ciclo precoz o semiprecoz, hojas erectas y semierectas (Reta *et al.*, 2002).

2.3.- Características de híbridos de maíz de alto rendimiento y calidad nutricional de forraje

Las características de híbridos de maíz con alto rendimiento y calidad de forraje son: Producción de materia seca de al menos 19 ton/ha, más de 45% de porcentaje de mazorca, menos de 55% de fibra detergente neutro, más de 73% de digestibilidad in vitro y más de 1.4 Mcal/kg de materia seca de energía neta de lactancia (Núñez *et al.*, 2006; Jurado, 2014).

Por medio de la selección e hibridación de líneas del maíz ha permitido elevar el potencial productivo y la calidad de los materiales (IBPGR, 1991;

Guevara *et al.*, 2005), pero las prácticas de cultivo han logrado más de 25 t ha⁻¹ como récord de producción (Dobermann *et al.*, 2003; Guevara *et al.*, 2005).

2.4.- Fecha de siembra

La fecha de siembra está determinada principalmente por las condiciones climáticas y los patrones de cultivo en la región. La temperatura óptima para la germinación del maíz es de 18 a 21 °C. La germinación disminuye significativamente cuando la temperatura es menor de 13 °C. La temperatura media óptima para el desarrollo del maíz es de 18 a 24 °C (Núñez *et al.*, 2006; Jurado, 2014).

2.5.- Densidad de plantas

El uso de altas densidades de población en maíz se traduce en un mejor uso del terreno (Reta *et al.* 2000, Subedi *et al.* 2006), que en conjunto con un área foliar grande (Valentinuz y Tollenaar 2006) permiten al productor aumentar el rendimiento del cultivo por unidad de superficie; debido a que la radiación fotosintéticamente activa, ubicada en longitudes de onda de 400 a 700 nm (Tinoco *et al.* 2008), al llegar al follaje es mejor aprovechada por el cultivo (Strieder *et al.* 2008).

Se recomienda el empleo de híbridos de doble propósito, productores de grano y forraje, siempre y cuando se utilicen prácticas de manejo similares. Así, las densidades de siembra recomendadas para maíz varían según el objetivo, que puede ser grano, forraje o ambos (Widdicombe y Thelen 2002). Por lo que Cuomo *et al.*, (1998) recomendaron para maíz forrajero una densidad de población óptima de 98 800 plantas por hectárea, argumentando que la biomasa total de forraje se incrementa con la densidad de plantas.

La densidad óptima en maíz para rendimiento de grano y forraje depende del genotipo, fertilidad y manejo agronómico del cultivo (Subedi *et al.*, 2006).

La producción de materia seca por hectárea de maíz forrajera aumenta con la densidad de plantas de manera asintótica (Tetio y Gardner, 1988; Jolliffe *et al.*, 1990). Al aumentar la densidad de plantas por hectárea se incrementa el índice de área foliar, aunque se altera la distribución de luz dentro del dosel (Graybill *et al.* 1991). Barriere y Traineau (1986) reportan índices de área foliar hasta de 6.0 para máxima producción de materia seca por hectárea.

La densidad de plantas óptima para producción de grano es menor que la densidad de plantas para producción de forraje. La importancia de esta relación radica en el efecto que la proporción de grano tiene en la calidad nutricional del maíz forrajero (Núñez, 2006). Al aumentar la densidad de plantas por hectárea la competencia entre plantas afecta la emergencia de estigmas, la polinización, la formación de número de granos e incrementa las mazorcas estériles (Early *et al.*, 1967; Kiniry y Ritchie, 1985; Reed *et al.*, 1988).

A mayor densidad de plantas, el rendimiento de grano es afectado primero por la disminución del número de granos por mazorca, posteriormente por el número de granos por hilera, después son afectados el número de mazorcas por plantas, y número de hileras por mazorca, mientras que el peso medio del grano tiende a mantenerse relativamente estable (Tetio-Kagho y Gardner, 1988b). Además, se reduce el índice de cosecha o la proporción de grano en la materia seca total. Sin embargo, los híbridos desarrollados recientemente con más tolerantes a aumentos en la densidad de plantas (Tetio-Kagho y Gardner, 1988a).

Los híbridos con hojas erectas pueden producir mayores rendimientos que híbridos con hojas extendidas, a la vez que se pueden sembrar en densidades de plantas más altas (Rutger y Crowder, 1967). Los híbridos de maíz con menos altura de planta, también permite aumentar la densidad de plantas sin afectar el contenido de grano en la materia seca total (Edmeades y Lafitte, 1993).

En relación a la calidad nutricional, Cusicanqui y Lauer (1999) indican reducción en la digestibilidad *in vitro* del forraje y un incremento en la concentración de fibras al aumentar la densidad de plantas por hectárea.

Los híbridos de maíz con porte más bajo, hojas más erectas y ciclo más precoz, permite aumentar la densidad de plantas por hectárea sin afectar la calidad nutricional del forraje (Núñez, 2006).

2.6.- Producción de maíz forrajero en surcos estrechos

En la región la industria lechera demanda incrementar el rendimiento de maíz forrajero sin disminuir su calidad. Una alternativa de manejo agronómico para atenderla es la siembra en surcos estrechos, con un distanciamiento menor al convencional de 76 cm (Reta *et al.*, 2007) esto incrementa el rendimiento de materia seca y la eficiencia en la utilización del nitrógeno en la producción de maíz. Por lo tanto, este componente es importante para considerar en la producción de maíz forrajero (Guerra *et al.*, 2014).

Esta práctica permite incrementar el rendimiento de materia seca por unidad de superficie debido, principalmente, a una mayor intercepción de radiación solar durante el ciclo de crecimiento (Barbieri *et al.*, 2000). En la medida en que se reduce la distancia entre surcos e incrementa la distancia entre plantas se mantiene constante la densidad de plantación y es posible incrementar de 7 a 20% el rendimiento de grano (Murphy *et al.*, 1996; Porter *et al.*, 1997; Barbieri *et al.*, 2000) y de 4 a 19% el rendimiento de materia seca (Bullock *et al.*, 1988; Cox *et al.*, 1998; Cox y Cherney, 2001; Widdicombe y Thelen, 2002).

El mayor rendimiento de la siembra en surcos estrechos ha sido relacionado con un incremento en el índice de área foliar y la eficiencia de intercepción de radiación solar por unidad de área foliar (Hunter *et al.*, 1970; Bullock *et al.*, 1988).

La mayor cantidad y más temprana intercepción de radiación solar que se obtiene con la siembra de maíz en surcos estrechos, incrementa la tasa de crecimiento respecto a la siembra en surcos convencionales, lo cual se traduce en aumento en peso de tallo y hojas (Hoff y Mederski, 1960); sin que esta

práctica reduzca el índice de cosecha (Cox y Cherney, 2001; Widdicombe y Thelen, 2002).

Al disminuir la distancia entre surcos o aumentar la densidad de plantas se eleva el rendimiento de forraje verde o grano de maíz (Barbieri *et al.*, 2000; Cox y Cherney, 2001; Pedersen y Lauer, 2002; Guevara *et al.*, 2005)

Los arreglos topológicos con surcos angostos respecto a surcos convencionales (0.76 m), permite incrementar el rendimiento al disminuir la competencia por luz, agua y nutrimentos entre plantas dentro del surco (Bullock *et al.*, 1988; Barbieri *et al.*, 2000; Reta *et al.*, 2003).

El nivel de respuesta del maíz a la disminución de la distancia entre surcos puede variar de acuerdo a las condiciones ambientales (Porter *et al.*, 1997; Barbieri *et al.*, 2000; Reta *et al.*, 2003) y a la adaptabilidad de los genotipos (Stivers *et al.*, 1971; Reta *et al.*, 2003).

Para acortar la distancia entre surcos en maíz, se pueden usar surcos estrechos con distancias menores a la tradicional de 0.76 m, o bien surcos anchos sembrados con doble hilera de plantas (Reta *et al.*, 2003).

2.7.- Etapa de madurez a la cosecha

El estado de madurez afecta la producción de materia seca por hectárea, porcentaje de materia seca y la calidad del forraje (Núñez, 2006, Núñez *et al.*, 2006). Al avanzar la madurez del maíz forrajero se promueve mayor acumulación de materia seca por hectárea, aumentando el porcentaje de materia seca debido a la pérdida de humedad de la planta y en particular del grano (Núñez, 2006).

Con el avance de la madurez se incrementan las fracciones fibrosas en hojas y tallo, y disminuye la digestibilidad de la fibra. Sin embargo, las concentraciones de las fracciones fibrosas en la materia seca de la planta entera disminuyen debido al efecto de dilución por el aumento en el contenido

de grano; lo cual resulta en un aumento en la energía de lactancia del ensilado de maíz (Núñez, 2006).

La línea de leche se observa en los granos del elote y marca el avance de endurecimiento por la maduración, dividiendo las zonas de almidón líquido y sólido. El avance de esta línea va de la parte de afuera hacia el olote o centro de la mazorca (Núñez, 2006).

Wiersma et al., (1993) reportan que la mayor producción de materia seca por hectárea se obtuvo cuando el grano de maíz presentó un avance de $\frac{1}{2}$ de la línea de leche y la máxima digestibilidad *in vitro* se obtuvo en cosechas efectuadas cuando el grano estuvo de estado dentado a un avance de $\frac{3}{4}$ de la línea de leche. Xu et al., (1995) reportan aumentos en la producción de materia seca por hectárea y la digestibilidad *in vitro* de híbridos de maíz cosechados a $\frac{1}{3}$ de avance de la línea de leche.

2.8.- Altura de corte

La altura de corte recomendada es de 15 cm, al cosechar a esta altura se maximiza el rendimiento de forraje y de leche por hectárea. Si las plantas de maíz se encuentran estresadas por falta de agua concentran nitratos en la base del tallo que pueden ocasionar envenenamiento al ganado, en este caso se recomienda la altura de corte de 30 cm (Jurado, 2014).

2.9.- Calidad nutricional del maíz forrajero

Los forrajes son importantes en la alimentación de los rumiantes por razones económicas y nutricionales (Chalupa, 1995; Núñez et al., 2006). Aun cuando el ganado lechero altamente productor de leche utiliza grandes cantidades de grano, subproductos agroindustriales y productos especializados, los forrajes contribuyen del 40 al 60 % del consumo de materia seca en vacas de producción, 49 % de la proteína, 52 % de la energía neta de

lactancia, 79% de la fibra detergente neutro, así como con el 51 % del calcio y 97 % del potasio en las raciones, además estimulan el 90% del tiempo de rumia (Núñez *et al.*, 2006).

De manera general, la calidad nutricional de los forrajes se relaciona al consumo de energía y proteína metabolizables (Chalupa *et al.*, 1998). La calidad nutricional de los forrajes es un concepto que se debe relacionar a la respuesta productiva del ganado para una mejor interpretación (Núñez *et al.*, 2006).

Los principales factores que se están asociados con la calidad nutricional de los forrajes son: el estado de madurez, especie de forrajes, métodos de conservación, clima, fertilidad del suelo y variedades (Núñez, 2006).

2.10.- Análisis de laboratorio para evaluar la calidad nutricional de forrajes

El uso de modelos permite conocer la influencia de la calidad nutricional de los forrajes en el consumo, digestión, metabolismo y producción a partir de análisis de laboratorio, son muy importantes debido a que la calidad nutritiva de los forrajes es muy variable (Núñez *et al.*, 2006) y ayuda en la interpretación de estudios de la relación entre la calidad nutricional de los forrajes y la producción de leche (NRC; 2001; Fox *et al.*, 2001).

Por lo general, se considera que los híbridos altamente productores de grano son también los mejores en calidad forrajera (Allen *et al.*, 1991; Graybill *et al.*, 1991 Geiger *et al.*, 1992). Un aspecto importante es que el rendimiento de forraje y el valor energético de los híbridos de maíz es afectado por factores como la fecha de siembra, densidad de plantas y el estado de madurez entre otros (Núñez, 2006).

2.11.- Fibra Detergente Neutra y Fibra Detergente Acida

Otra característica nutricional de los forrajes es su contenido de fibra. La fibra detergente neutro (FDN) representa las sustancias menos digestibles de los forrajes (celulosa, hemicelulosa y lignina) (Núñez *et al.*, 2006; Hernández, 2010). Debido a que la FDN es un componente de los forrajes que se digiere lentamente tienen un efecto de llenado en el rumen. Este puede llegar a limitar el consumo de las vacas lecheras (Núñez *et al.*, 2006).

La determinación de fibra detergente acida (FDA) representa la hemicelulosa y lignina (Núñez *et al.*, 2006; Hernández, 2010). Esta determinación, comúnmente se utiliza para predecir la digestibilidad o el valor energético de los forrajes. La lignina es una sustancia indigestible que también limita la digestibilidad de otros componentes de la fibra, como la celulosa y hemicelulosa. Por lo tanto, también es un indicador de la digestibilidad de los forrajes (Núñez *et al.*, 2006).

La FDA y la lignina son frecuentemente empleados con propósitos de predicción del valor energético de los forrajes (Van Soest, 1996), debido a que representan los componentes menos digestibles de las paredes celulares; además la lignina es el principal factor que interfiere con la digestión de los otros componentes de las paredes celulares (Núñez, 2006).

La FDN podría ser mejor para la predicción de la ENL ya que representa el total de carbohidratos estructurales de los forrajes mientras que la FDA solo representa del 70.0 a 85.0 % de los mismos (Robinson, 2001), a pesar de lo anterior existen factores críticos en el uso de la FDN para la predicción de la ENL como es la variación de su propia digestibilidad, se mencionan variaciones de 24.8 a 61.5 % de la digestibilidad de la FDN de híbridos de maíz (Weiss, 1998), para obtener forraje con alto valor energético se requiere utilizar híbridos de maíz que tengan al menos 54.0 % de mazorca y menos de 50.0 % de FDN.

2.12.- Digestibilidad

La digestibilidad es un término que se refiere a la parte de los forrajes que es consumida y no es excretado en las heces fecales. La digestibilidad se puede determinar con animales (digestibilidad *in vivo* o *in situ*) o en el laboratorio (digestibilidad *in vitro*). Ambas determinaciones están relacionadas entre sí, aunque normalmente la digestibilidad *in vitro* es mayor a la *in vivo*, ya que no considera la tasa de paso de los forrajes a través del tracto digestivo (Núñez *et al.*, 2006).

La digestibilidad de la materia seca en maíz para ensilaje está determinada por la digestibilidad de hojas y tallos y el contenido de grano, pero estos factores son independientes (Vattikonda y Hunter, 1983), asimismo la producción de grano no se relaciona con la digestibilidad de las hojas y tallos o su composición química (Wolf *et al.*, 1993a). La digestibilidad de los forrajes esta frecuentemente asociado a la concentración de sus componentes estructurales (Núñez, 2006).

El rendimiento de materia seca por hectárea y la digestibilidad son importantes porque determinan en un alto grado el potencial de producción de leche por hectárea de los híbridos de maíz (Núñez *et al.*, 2003b).

2.13.- Energía Metabolizable

La energía digestible menos la energía perdida en la orina y gases dejan la energía conocida como metabolizable (EM), que no contempla el incremento por calor, es decir, la energía que se pierde como resultado de las fermentaciones microbianas y el metabolismo de los nutrientes (Elizondo, 2008).

La Energía Metabolizable no corresponde a un valor constante característico de la dieta o del ingrediente, sino que corresponde a una

medida biológica propia del animal y depende de todos los factores que intervienen en la digestión y asimilación de nutrientes (Francesch, 2001).

2.14.- Energía neta de lactancia

La energía neta de lactancia es el término usado por el NRC (National Research Council), para estimar requerimientos energéticos y los valores energéticos de los alimentos para vacas lecheras. Por lo general se expresa como mega-calorías por libra (Mcal/lb) o mega-calorías por kilogramo (Mcal/kg) (Tjardes, 2005).

La energía neta de lactancia de los forrajes se ha relacionado con las concentraciones de FDA o FDN (Harlan *et al.*, 1991; Núñez, 2006), y en el maíz forrajero se han encontrado diferencias en el valor energético hasta de 0.2 Mcal/kg de MS entre híbridos (Núñez, 2006).

2.15.- Materia Seca

La determinación del contenido en agua de los alimentos es esencial para los nutricionistas y el ganadero. El agua diluye el valor nutritivo por unidad de peso y aumenta el coste neto de los nutrientes (De la Rosa *et al.*, 2011).

El método más utilizado para determinar la materia seca es el de la eliminación del agua libre por medio del calor, seguida por la determinación del peso del residuo, siendo necesario someter las muestras a temperaturas que aseguren un secado rápido para eliminar pérdidas por acción enzimática y respiración celular (Batteman, 1970).

Las necesidades nutritivas de los animales se satisfacen a partir de dos grandes grupos de alimentos: concentrados y alimentos bastos, en particular los forrajeros (De la Rosa *et al.*, 2011). Para éstos últimos, en los pastos y forrajes verdes, aún no existe un acuerdo general sobre cómo determinar el porcentaje de materia seca (MS) en muestras originales, previo a su análisis. El

INRA (Dulphy y Demarquilly, 1981), recomienda un secado a 80°C en estufa de aire forzado.

2.16.- Consumo de materia seca

Es una estimación de la cantidad de alimento que un animal consume como porcentaje de su peso corporal. El consumo de materia seca es calculado usando el FDN. Cuanto más FDN en un forraje, menor es la cantidad que un animal puede consumir (García *et al.*, 2005).

2.17.- Valor relativo del alimento

Es un índice que se usa para clasificar los henos o ensilajes basado en el cálculo de la digestibilidad y consumo de la materia seca, la digestibilidad y el consumo se estiman a partir del análisis de FDA y FDN (García *et al.*, 2005).

2.18.- Calidad fisiológica de semilla

La calidad fisiológica se refiere a mecanismos intrínsecos de la semilla que determinan su capacidad de germinación, la emergencia y el desarrollo de aquellas estructuras esenciales para producir una planta normal bajo condiciones favorables (Basra, 1995; Pérez *et al.*, 2006).

La calidad fisiológica implica la integridad de las estructuras y procesos fisiológicos que permiten a la semilla mantener altos índices de viabilidad. Los principales indicadores de la calidad fisiológica son la germinación y el vigor, que dependen del genotipo y del cuidado de su desarrollo en la producción y del manejo pos-cosecha (Perry, 1972; Moreno *et al.*, 1988; Antuna *et al.*, 2003).

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización geográfica

La Comarca Lagunera se encuentra localizada en la porción suroeste del estado de Coahuila y al Noroeste del estado de Durango, entre los paralelos 26°51'00" y 24°22'48" de latitud norte y los meridianos 101°51'36" y 104°48'36" al oeste de Greenwich. Abarca 5 municipios en el estado de Coahuila y diez en el estado de Durango. El clima es muy seco con deficiencias de lluvia en todas las estaciones del año y presenta temperaturas semicálidas con inviernos benignos (Santamaría *et al.*, 2006).

3.2 Localización del área experimental

El experimento se realizó en el ciclo Primavera-Verano del año 2015, en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna. Se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas 103°25'57" de longitud oeste del Meridiano de Greenwich y 25°31'11" de latitud norte, con una altura de 1,123 msnm (Díaz, 2015).

3.3 Material genético

Se utilizaron cinco híbridos comerciales provenientes de la empresa ASGROW los cuales se describen a continuación:

Cuadro 1. Características de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

HIBRIDO	CICLO VEGATIVO	ALTURAS		DIAS A FLORACIÓN
		PLANTA	MAZORCA	
Alicante	intermedio precoz	260-295 cm	140-150 cm	70-75
Canguro	Intermedio	250-280 cm	120-130 cm	71-74
Cimarrón	Intermedio	245-290 cm	140-160 cm	75
Garañón	Intermedio	230-280 cm	140-150 cm	75-77
Guepardo	intermedio precoz	250-320 cm	150-180 cm	67

3.4 Siembra

La siembra se realizó el 30 de marzo del 2015, en seco, se llevó a cabo en forma manual, depositando dos semillas por punto de siembra.

3.5 Diseño y parcela experimental

El diseño experimental fue un diseño de bloques al azar con un arreglo factorial 5 x 3, para el factor A se colocaron las cinco variedades de maíz descritas anteriormente y el factor B fueron los tres distanciamientos entre surcos, la parcela experimental consistió en 2 surcos de 5 metros de longitud a una distancia de 0.75 m, 0.60 m y 0.40 m entre surco y surco, para así obtener una densidad de 100 000 plantas por ha con un distanciamiento entre planta y planta de 13.2, 16,6 y 25 cm respectivamente para cada distanciamiento entre surco. La parcela útil se determinó con la siguiente formula ya que varía el distanciamiento entre surcos.

$$SC = \text{número de surcos} * \text{largo de surco cosechado} * \text{ancho de surco cosechado.}$$

donde: SC= superficie cosechada

3.6 Manejo agronómico del lote experimental

La preparación del terreno se llevó a cabo el 28 de marzo de 2015. Consistió en la realización de un barbecho, rastra, nivelación, y trazos de surcos.

3.7 Aclareo de plantas

El aclareo de plantas se realizó a los 20 días después de la siembra, dejando una sola planta por golpe

3.8 Riego

El riego se realizó de acuerdo a las exigencias del cultivo con un total de 11 riegos.

Cuadro 2. Número de riegos aplicados en cinco híbridos comerciales de maíz UAAAN-UL 2015.

Riego	Fecha
1	29-mar-15
2	07-abr-15
3	09-abr-15
4	16-abr-15
5	22-may-15
6	31-may-15
7	04-jun-15
8	13-jun-15
9	19-jun-15
10	25-jun-15
11	05-jul-15

3.9 Fertilización

El fertilizante se aplicó con un inyector tipo venturi.

Cuadro 3. Fertilización aplicada en cinco híbridos comerciales de maíz UAAAN-UL 2015.

Fertilizante	Fecha	Dosis
Sulfato de potasio K ₂ SO ₄	22-may-15	100 Unidades
Ácido Fosfórico H ₂ PO ₄	07-abr-15	90 UNIDADES
Urea CO(NH ₂) ₂	05-jun-15	180 Unidades

3.10 Control de maleza

Para el control de maleza se realizaron dos aplicaciones preemergentes y el primer cultivo se realizó el 01 de mayo del 2015 de forma manual.

Cuadro 4. Control de malezas en cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

Ingrediente activo	Dosis (L ha)	Fecha de aplicación
Atrazina: 6-Cloro-N ₂ -etil-N ₄ -isopropil-1,3,5-triazina-2,4-diamina	4	03 de abril del 2015 09 de abril del 2015
S-metolaclor: Acetamida, 2-cloro-N-(2-etil-6- metilfenil)-N-(2-metoxi-1-metiletil)-(S		

3.11 Control de plagas.

Las plagas se monitorearon constantemente para saber si sobrepasaban el umbral económico para ello se aplicaron los siguientes insecticidas para las plagas correspondientes.

Cuadro 5. Control de plagas en híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015

Ingrediente activo	Dosis recomendada	Plaga	Fecha
Clorpirifos etil 44.50% ia	0.5 a 0.75 L ha	<i>Spodoptera frugiperda</i>	09 de abril 2015
Clorpirifos etil 44.50% ia.	0.5 a 0.75 L ha	<i>Spodoptera frugiperda</i> <i>Chaetocnema</i>	16 de abril 2015

		<i>ectypa</i> Horn	
Lambda cihalotrina 1,5% ia	65-130 mL ha	<i>Spodoptera frugiperda</i>	22 de abril 2015
Clorpirifos etil 44.50% ia	0.5 a 0.75 Lha	<i>Spodoptera frugiperda</i>	24 de abril 2015
Lambda cihalotrina 1,5% ia	65-130 mL ha		11 junio del 2015
Clorpirifos etil 5% ia	15-25 kg ha	<i>Spodoptera frugiperda</i>	28 de abril 2015
Emamectina 19.20 gr/l	100-400 mL ha	<i>Spodoptera frugiperda</i>	15 de mayo 2015
Éster etoxilado alkil aryl fosfato 97% ia.	0.5-0.75 mL 100Lde agua		
Dimetoato 40% ia	0,75 - 1 L ha	<i>Melanaphis sacchari (Zehntner) Tetranychus urticae</i>	01 julio de 2015
Imidacloprid 30.20% ia	1L ha	<i>Melanaphis sacchari (Zehntner).</i>	04 julio de 2015
Abamectina 1.8 % ia	0.5- 1,2 L ha	<i>Tetranychus urticae</i> Koch <i>Oligonychus pratensis</i> Banks	06 julio d 2015

3.12 Variables agronómicas evaluadas.

3.12.1 Altura de planta: (AP)

Se seleccionaron tres plantas al azar y se midió desde la base de la planta hasta la inserción de la espiga. Se expresó en centímetros.

3.12.2 Altura de mazorca (AM):

Se midió desde la base del tallo hasta la inserción de la mazorca superior. Se expresó en centímetros (cm).

3.12.3 Cosecha

Se realizó en forma manual, cuando la mazorca se encontraba en un tercio de la línea de leche. La superficie cosechada fue determinada con la siguiente fórmula:

$SC = \text{número de surcos} * \text{largo de surco cosechado} * \text{ancho de surco cosechado}.$

3.12.4 Peso verde de la planta (PVP)

Se determinó mediante el peso de las plantas cosechadas en dos metros lineales con competencia completa y se expresó en $t\ ha^{-1}$.

3.12.5 Peso verde de mazorca (PVM)

El registro de este dato consistió en pesar las mazorcas producidas en plantas cosechadas dentro de dos metros lineales con competencia completa y se expresó en $t\ ha^{-1}$.

3.12.6 Rendimiento de forraje verde (RFV)

Se cosechó el forraje de dos metros lineales de la parcela útil, no considerando las plantas que se encontraban a un metro del final de cada extremo del surco para evitar efecto de orilla y así tener plantas con competencia completa. Se expresó en toneladas por hectárea.

$$RFV = PVP + PVM \frac{10000}{SC}$$

donde: RFV: Rendimiento de Forraje Verde en t ha⁻¹, PVP: peso verde de planta en t ha⁻¹, PVM: peso verde de mazorca en t ha⁻¹ y SC: Superficie cosechada en t ha⁻¹

3.12.7 Materia seca total

Se molieron dos plantas completas elegidas al azar de los dos metros lineales (en el momento de la cosecha) y se llevó a una estufa marca FELISA por un periodo de 24 h a una temperatura de 65°C ±1°C hasta alcanzar peso constante, para estimar el contenido de materia seca total en t ha⁻¹. Se determinó con la siguiente fórmula:

$$MST = \frac{\%MS * RFV}{100}$$

donde: % MS = Por ciento de materia seca y RFV = Rendimiento de forraje verde.

3.13 Variables de calidad fisiológica:

3.13.1 Ensayo de germinación estándar:

Se realizó esta prueba con el método “entre papel” propuesto por la International Seed Testing Association (ISTA, 2004), la cual consistió en colocar las semillas sobre toallas de papel, enrollarlas, hidratarlas y mantenerlas en una cámara de germinación a $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 7 días. Se hizo un primer conteo al cuarto día. Se cuantificaron el número de semillas germinadas. Por último al séptimo día se registraron las semillas germinadas que desarrollaron plántulas normales. El porcentaje de germinación se expresó en porcentaje y se obtuvo con la siguiente fórmula

$$GE = \frac{PN}{NS} * 100$$

donde: PN: plántulas normales y NS: número de semillas utilizadas en el ensayo.

3.13.2 Desarrollo Longitud de plúmula

Consistió en medir en centímetros la longitud de la plúmula de 25 plántulas por tratamiento. Se calculó el vigor y se clasificó dentro del rango de la escala propuesta por (Peretti (1994).

$$LP = \frac{1n + 3n + 5n + 7n + 9n + 11n + 13n}{ns} n$$

donde: LP : longitud de plúmula, n : número de plántulas normales y ns : número de semillas utilizadas..

Cuadro 6. Rangos de longitud media para determinar el vigor en plántulas (Peretti, 1994)

Longitud de plúmula (cm)	Vigor
≥ 7	Plántulas de alto vigor
$5 \leq L < 6.9$	Plántulas de mediano vigor
$3 \leq L < 4.9$	Plántulas de bajo vigor
$L < 3$	Plántulas sin vigor

3.13.3 Índice de velocidad de emergencia (IVE)

En una charola de germinación con sustrato (pitmost con perlita) se colocaron 10 semillas por tratamiento con cuatro repeticiones, y se estimó con la siguiente formula:

$$IVE = \frac{\text{plantulas emergidas}}{\text{dias al primer conteo}} + \dots + \frac{\text{plantulas emergidas}}{\text{dias al ultimo conteo}}$$

3.13.4 Peso de mil semillas (PMS)

Se seleccionaron ocho repeticiones de 100 semillas del total y se registró su peso en gramos.

3.13.5 Peso volumétrico (PV)

Se colocó la semilla en un recipiente de volumen conocido, posteriormente se tomó el peso en una báscula de precisión marca Scientech modelo SG 8000. El peso se registró en kilogramos hectolitro.

$$PV = \left[\frac{P}{1000} \right] / V$$

donde: P: peso de la semilla y V: volumen del recipiente.

3.13.6 Longitud de Grano (LG)

Se colocaron 20 semillas de forma longitudinal en una tira de plastilina, posteriormente se midió con una regla de plástico de 30 cm de la marca Baco, se tomaron tres repeticiones y después se le saco el promedio. Se expresó en cm.

3.13.7 Ancho de Grano (AG)

Se colocaron 20 semillas de forma transversal en una tira de plastilina, posteriormente se midió con una regla de plástico de 30 cm de la marca Baco, se tomaron tres repeticiones y después se le saco el promedio. Se expresó en cm.

3.13.8 Espesor de Grano (EG)

Se colocaron 20 semillas de forma horizontal en una tira de plastilina, posteriormente se midió con una regla de plástico de 30 cm de la marca Baco, se tomaron tres repeticiones y después se le saco el promedio. Se expresó en cm.

3.14 Variables de calidad forrajera

Se evaluaron variables de calidad bromatológica: a cada uno de los materiales cosechados a un tercio de la línea de leche y a las plántulas emergidas después de las pruebas de germinación y vigor, se le realizan los análisis de fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), % de materia seca (%MS), energía neta de lactancia (ENL), digestibilidad (Digest) , energía metabolizable (EM), consumo de materia seca (CMS) y el valor relativo de forraje (VRF).

Antes de realizar el análisis para determinar la calidad bromatológica del forraje, se colocaron las muestras de forraje en un horno marca FELISA modelo 2484 durante un aproximado de 48 a 72 horas dependiendo de la humedad del material, después de secarse se molieron las muestras en un molino marca CYCLONE SAMPLE MILL modelo 3010-030 hasta obtener muestras pequeñas para la realización del análisis.

3.14.1 Determinación de fibra ácido detergente (FAD) y fibra neutro detergente (FND)

El análisis bromatológico se determinó bajo el principio de (Van Soest, 1967) utilizando un analizador de fibras ANKOM 220. El ensayo consistió en tomar 0.500 g (± 0.01 g) de la muestra molida de materia seca de las plantas que se cosecharon y las plántulas obtenidas después de los ensayos de geminación, las cuales se colocaron en una bolsa de papel filtro ANKOM F57. En seguida las muestras se pasaron al analizador de fibras, agregándose 2 L de solución en el vaso de digestión, para el análisis de FDA y para la obtención

de FDN, a la solución se le agregaron 20.0 g de sulfato de sodio (Na_2SO_4) y 4 mL de alfa amilasa.

Posteriormente las muestras para FDA y FDN fueron digeridas en el analizador de fibras por un tiempo de 60 minutos, a una temperatura de 100 °C (± 1 °C).

Cuando el tiempo de digestión fue alcanzado, se lavaron con agua destilada caliente a una temperatura aproximada de 100°C, realizándose este proceso tres veces para cada uno de las fibras. Para el análisis de FDN se agregaron 4.0 mL de alfa amilasa a cada uno de los dos primeros enjuagues, posteriormente se retiraron las bolsas de papel filtro con las muestras y se colocaron en un vaso de precipitado de 500 mL y se agregaron 200 mL de acetona dejándose por 3 minutos en la solución, con la finalidad de eliminar probables residuos de las soluciones utilizadas.

A continuación se dejaron las muestras expuestas al medio ambiente por un lapso de 45 min, esto para permitir la evaporación de la acetona, en seguida las muestras se sometieron a secado en estufa a una temperatura de 105 °C (± 1 °C) por 24 horas y posteriormente se procedió a pesar las muestras y así determinar el porcentaje de FAD y FND con la siguiente fórmula:

$$\%FAD \text{ ó } FND = \frac{(W3 - (W1 * C1))}{W2} \times 100$$

$$c1 = \frac{\text{peso de bolsa en blanco después del proceso}}{\text{peso de bolsa en blanco antes del proceso}}$$

donde: FAD= Fibra Ácido Detergente; FND = Fibra Neutro Detergente; W1= peso de bolsa, W2 = peso de muestra, W3 = peso de bolsa con muestra

después del proceso y C1 = peso de bolsa en blanco después de proceso/
peso de bolsa en blanco antes del proceso.

Cuadro 7. Solución para determinación de Fibra Ácido Detergente.

Reactivo	Cantidad
Bromuro de cetyl (CH ₃ (CH ₂) ₁₅ N(CH ₃) ₃ Br Trimetil amonio	20 g
Ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄)	1 L

Cuadro 8. Solución para análisis de Fibra Neutro Detergente.

Reactivo	Cantidad
Lauril sulfato de sodio (C ₁₂ H ₂₅ O ₄ SNa)	150g
Sal disódica (EDTA)	93.05g
Tetraabato de sodio decahidratado	34.05g
Fosfato ácido disódico (Na ₂ HPO ₄)	22.80g
Agua destilada	5L
Etilenglicol	50 mL

3.14.2 Energía Neta de Lactancia (ENL)

La Energía Neta de Lactancia se determinó por medio de la fórmula:

$$ENL = 2.07 - (0.024 * FDN)$$

donde: ENL= Energía neta de lactancia y FND= Fibra Neutro Detergente.

3.14.3 Digestibilidad de la materia seca (DIMS)

La digestibilidad de la materia seca se estimó en base a la siguiente ecuación:

$$DIMS = 88.9 - (0.779 * \% FAD)$$

donde: DIMS = Digestibilidad de la materia seca y FAD: Fibra Ácido Detergente

3.14.4 Energía metabolizable (EM)

La energía metabolizable se estimó con la siguiente fórmula;

$$EM = 3.61 * DIMS$$

donde: EM= energía metabolizable y DIMS = Digestibilidad de la materia seca.

3.14.5 Consumo de materia seca (CMS)

El consumo de materia seca se estimó con la siguiente formula:

$$CMS = \frac{120}{\%FND}$$

donde: FND = Fibra Neutro Detergente.

3.14.6 Valor relativo de forraje (VRF)

El valor relativo de forraje se estimó con la siguiente formula:

$$VRF = \frac{CMS * DIMS}{1.29}$$

donde: VRF= valor relativo de forraje, CMS= consumo de materia seca y
DIMS= digestibilidad de la materia seca

3.15 Diseño estadístico

El análisis de datos se realizó en un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 5 x 3, con el programa SAS 9.4 se analizaron los datos.

El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta + \text{Factor } A + \text{Factor } B + \text{Factor } A * \text{Factor } B + E_{ij}$$

donde: Y_{ij} = Representa la observación correspondiente al nivel (i) del factor A y al nivel (j) del factor B, μ = Efecto constante denominado media global, β = efecto del i -ésimo bloque; Factor A= Efecto producido por el nivel i -ésimo del factor A, Factor B= Efecto producido por el nivel j -ésimo del factor B, Factor A* Factor B= Efecto producido por la interacción entre AxB y E_{ij} = efecto del error experimental.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de varianza de cinco híbridos comerciales de maíz

En el análisis de varianza (Cuadro 9) se observó diferencia altamente significativa ($P \geq 0.01$) en la fuente de variación Variedad en las variables AP y RFV, además se observó diferencia estadística ($P \leq 0.05$) para la variable AM y para las demás variables RMS y PMS no se observó significancia. Se observó diferencia altamente significativa ($P \geq 0.01$) en la fuente de variación Distancia para las variables AP, AM, RFV y RMS, asimismo no se observó significancia para la variable PMS.

En la fuente de variación V*D no se observó significancia para todas las variables. Solo se observó diferencia estadística ($P \leq 0.05$) para el factor de variación Bloque en la variable AP, y las variables restantes no presentaron significancia.

Los coeficientes de variación oscilaron de 6.1 a 11.5%, los cuales se consideran aun confiables de acuerdo con De la Cruz *et al.*, (2005) quienes afirman que los coeficientes de variación se consideran confiables, cuando es menor al 15 %.

Cuadro 9. Cuadrados medios para el comportamiento agronómico de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

FV	gl	AP	AM	RFV	RMS	PMS
Variedad	4	0.098**	0.025*	116.923**	5.484ns	9.436ns
Distancia	2	0.235**	0.088**	3461.359**	417.378**	5.712ns
V*D	8	0.012ns	0.010ns	57.633ns	8.280ns	7.609ns
Bloque	1	0.001ns	0.039*	113.763ns	17.925ns	0.627ns
Error	14	0.014	0.006	22.773	4.494	5.653
Total	29					
CV%		6,153	8.721	8.798	11.538	7.016

*, ** Los valores significativos al 0.05 y 0.01% de probabilidad ns= no existe significancia, AP= Altura de Planta, AM= Altura de Mazorca, RFV= Rendimiento de Forraje Verde, RMS= Rendimiento de Materia Seca, PMS= Por ciento de Materia Seca

En el análisis de varianza (Cuadro 10) se observó diferencia estadística ($P \leq 0.05$) en la fuente de variación Variedad en las variables PV, PMS y EG, el resto de las variables no presento diferencia significativa. Se observó diferencia

altamente significativa ($P \geq 0.01$) en la fuente de variación Distancia para las variables PMS, IVE y LG, se observó diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en la variable AG, asimismo no se observó significancia para las variables restantes. En las fuentes de variación V*D y Bloque no se presentaron diferencias significativas.

Los coeficientes de variación oscilaron de 2.5 a 16.2%, el porcentaje más alto fue para la variable IVE con 16.2 %, esto se debe al manejo que se le dio a las plántulas en el invernadero. Las demás variables presentan valores confiables de acuerdo con De la Cruz *et al.*, (2005) quienes afirman que los coeficientes de variación se consideran confiables, cuando es menor al 15 %.

Cuadro 10. Cuadrados medios de calidad fisiológica de semilla de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

FV	gl	GE	LP	PV	PMS	IVE	LG	AG	EG
Variedad	4	19.200ns	1.265ns	17.668*	25.392*	4.188ns	0.006ns	0.003ns	0.001*
Distancia	2	0.533ns	0.570ns	9.048ns	245.116**	33.873**	0.121**	0.006*	0.0001ns
V*D	8	9.200ns	0.836ns	2.952ns	6.262ns	2.837ns	0.005ns	0.001ns	0.0006ns
Bloque	1	0.533ns	1.348ns	10.644ns	7.076ns	8.490ns	0.0001ns	0.0001ns	0.00005ns
Error	14	6.247	0.977	2.530	7.150	2.329	0.006	0.001	0.0004
Total	29								
CV%		2.536	8.716	3.101	9.272	16.265	7.110	4.922	4.642

*, ** Los valores significativos al 0.05 y 0.01% ns= no existe significancia, GE= Germinación, LP= Longitud de Plúmula, PV= Peso Volumétrico, PMS= Peso de Mil Semillas, IVE= Índice de Velocidad de Emergencia, LG= Largo de Grano, AG= Ancho de Grano y EG= Espesor de Grano.

En el análisis de varianza (Cuadro 11) no se observó diferencia estadística en la fuente de variación Variedad. Para la fuente de variación Distancia se observó diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para las variables FND PC, ENL PC, CMS PC y VRF PC, para las demás variables no se observó diferencia significativa, al igual que para las fuentes de variación V*D y Bloque.

Los coeficientes de variación oscilan entre el 2.8 y 12.8%, los cuales se consideran confiables.

Cuadro 11. Cuadrados medios de calidad bromatología de planta completa de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

FV	gl	FND PC	FAD PC	ENL PC	Digest PC	EM PC	PMS PC	CMS PC	VRF PC
Variedad	4	18.679ns	2.777ns	0.010ns	1.682ns	22.010ns	9.436ns	0.077ns	330.793ns
Distancia	2	45.320*	6.450ns	0.026*	3.903ns	51.042ns	5.712ns	0.201*	862.312*
V*D	8	16.610ns	14.797ns	0.009ns	8.987ns	117.090ns	7.609ns	0.075ns	455.030ns
Bloque	1	2.760ns	11.831ns	0.001ns	7.173ns	93.350ns	0.627ns	0.025ns	229.96ns

Error	14	7.363	7.185	0.004	4.356	56.802	5.653	0.032	175.543
Total	29								
CV%		6.344	12.850	6.291	2.872	2.873	7.016	6.416	8.307

*, ** Los valores significativos al 0.05 y 0.01% ns= no existe significancia, FND PC = Fibra Neutro Detergente de Planta Completa, FAD PC= Fibra Acido Detergente de Planta Completa, ENL PC= Energía Neta de Lactancia de Planta Completa, Digest PC = Digestibilidad de Planta Completa, EM PC= Energía Metabolizable de Planta Completa, PMS PC= Por ciento de Materia Seca de Planta Completa, CMS PC= Consumo de Materia Seca de Planta Completa, VRF PC=Valor Relativo de Forraje de Planta Completa.

En el análisis de varianza (Cuadro 12) se observó diferencia estadística ($P \leq 0.05$) en la fuente de variación Variedad en las variables FAD PL, Digest PL, EM PL y VRF PL, las variables ENL PL y CMS PL presentaron diferencias altamente significativas ($P \geq 0.01$) y la variable FND PL no presento diferencias significativas. Para el factor de variación Distancia se observó diferencia estadística ($P \leq 0.05$) solo para la variable FND PL, en las demás variables y en los factores de variación V*D y Bloque no se observaron diferencias significativas.

Los coeficientes de variación oscilan entre el 2.5 y 10.2 %, los cuales se consideran confiables.

Cuadro 12. Cuadrados medios de calidad bromatología de plántula de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

FV	gl	FND PL	FAD PL	ENL PL	Digest PL	EM PL	CMS PL	VRF PL
Variedad	4	18.679ns	18.612*	0.011**	11.291*	147.348*	0.093**	512.403*
Distancia	2	45.320*	12.815ns	0.007ns	7.773ns	101.410ns	0.061ns	398.994ns
V*D	8	16.610ns	8.088ns	0.004ns	4.915ns	64.066ns	0.032ns	190.949ns
Bloque	1	2.760ns	2.192ns	0.004ns	1.339ns	17.343ns	0.030ns	138.460ns
Error	14	7.363	5.583	0.002	3.395	44.216	0.018	111.577
Total	29							
CV%		6.344	10.257	4.505	2.596	2.595	4.670	6.674

*, ** Los valores significativos al 0.05 y 0.01% ns= no existe significancia FND PL = Fibra Neutro Detergente de Plántula, FAD PL= Fibra Acido Detergente de Plántula, ENL PL= Energía Neta de Lactancia de Plántula, Digest PL = Digestibilidad de Plántula, EM PL= Energía Metabolizable de Plántula, CMS PL= Consumo de Materia Seca de Plántula, VRF PL=Valor Relativo de Forraje de Plántula.

4.2 Promedio de variables agronómicas de cinco híbridos comerciales de maíz

4.2.1 Altura de planta (AP)

El comportamiento de las medias (Figura 1) de la variable altura de planta (AP) los híbridos más sobresalientes fueron Canguro, Cimarrón y el Alicante, con los siguientes medias 2.09 m (a), 2.07 m (a) y 1.92 m (b), los híbridos se expresaron mejor en el distanciamiento de 0.40 m con 2.06 m (a), después el de 0.60 con 2.02 m (a) y por último el de 0.75 con 1.77 m (b) esto se debe a que la planta tenía más espacio para desarrollarse entre planta y planta, lo cual afecto a esta variable.

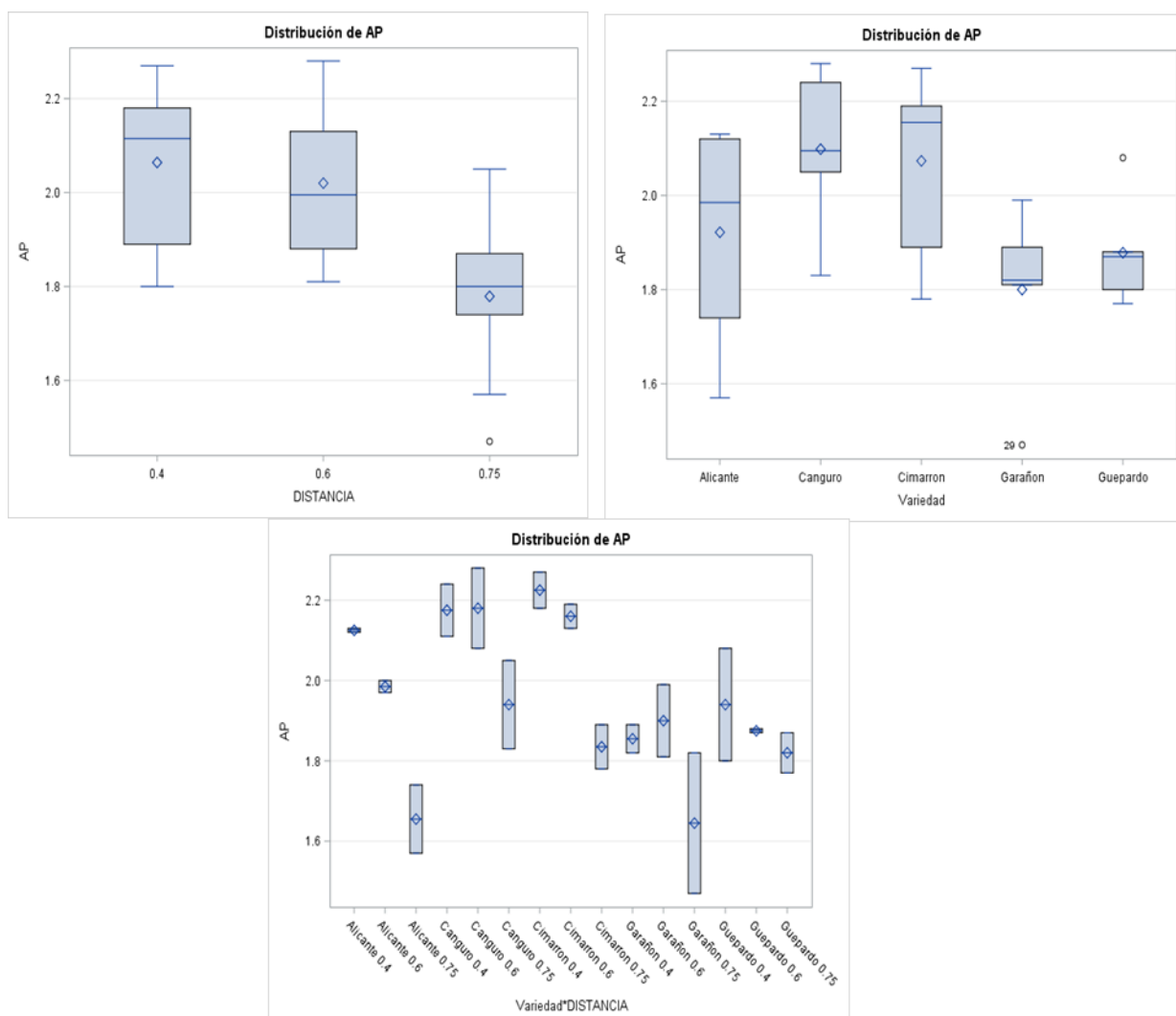


Figura 1. Comparación de medias para la variable altura de planta (AP) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.2.2 Altura de Mazorca (AM)

El comportamiento de las medias (Figura 2) de la variable altura de mazorca (AM) los híbridos más sobresalientes fueron Cimarrón, Canguro y Alicante, con las siguientes medias 0.99 m (a), 0.92 m (b) y 0.91 m (c), los híbridos se expresaron mejor en el distanciamiento de 0.40 m, las siguientes medias para cada distanciamiento, 0.99 m (a), 0.91 m (a) y 0.80 m (b), esto se debe a que la planta tenía más espacio para desarrollarse entre planta y planta, lo cual afecto a esta variable. Se observa en general que el distanciamiento entre surcos afecto la altura de planta y altura de mazorca. Siendo los materiales con mayor expresión en el distanciamiento de 0.40 m.

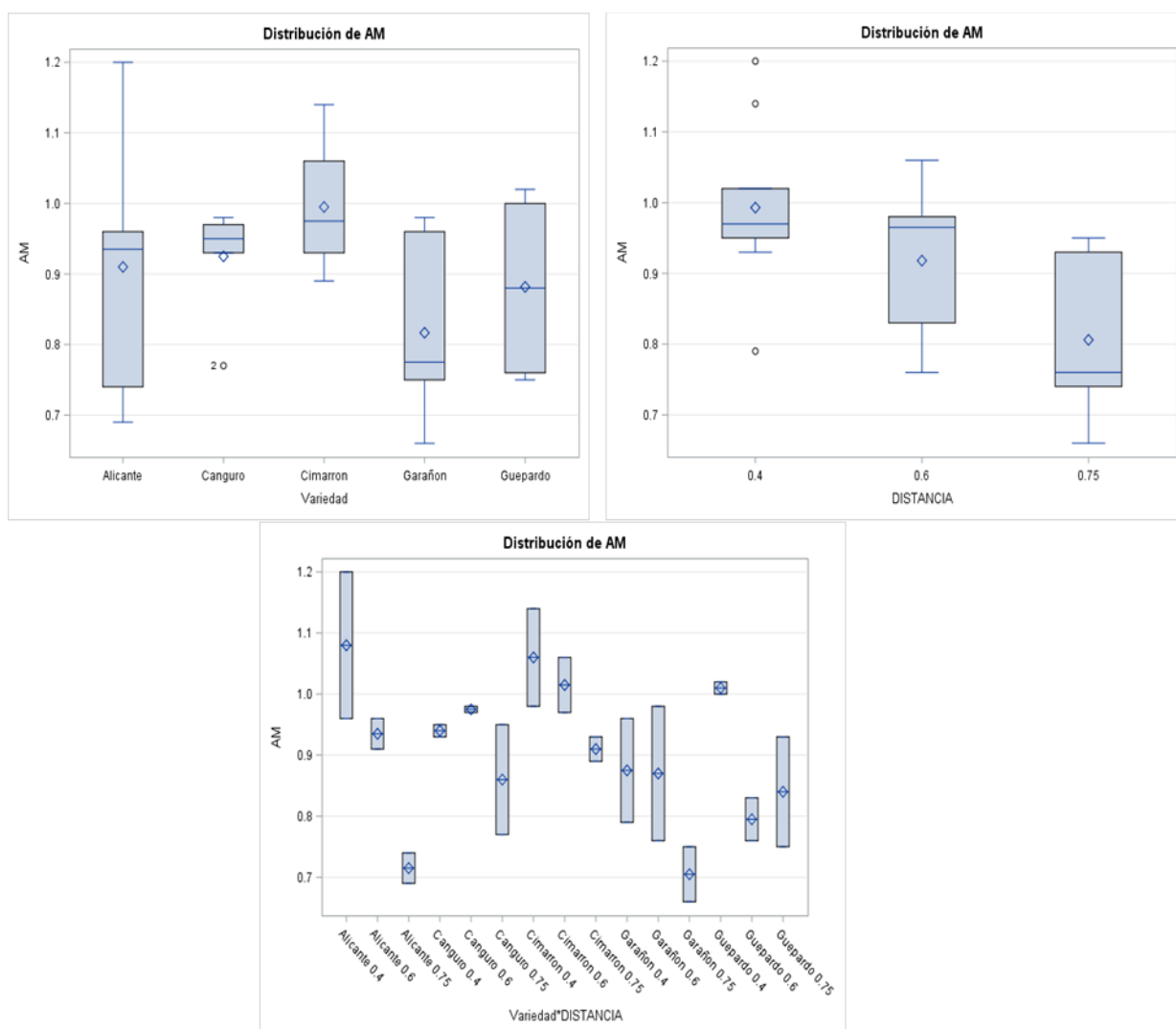


Figura 2. Comparación de medias para la variable altura de mazorca (AM) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.2.3 Rendimiento de Forraje Verde (RFV)

El comportamiento de las medias (Figura 3) de la variable Rendimiento de Forraje Verde (RFV), los híbridos más sobresalientes fueron el Garañón, Canguro y el Alicante con las siguientes medias 60.77 t ha^{-1} (a), 56.09 t ha^{-1} (b) y 53.09 t ha^{-1} (c), los híbridos se expresaron mejor en el distanciamiento de 0.40 m con una media de 75.0 t ha^{-1} (a), para los demás distanciamientos se obtuvieron las siguientes medias $40,6 \text{ t ha}^{-1}$ (b) y 39.07 t ha^{-1} (c), esto se debe a que la planta tenía más espacio para desarrollarse entre planta y planta, esto permitió que la planta a lo largo del ciclo acumulara más biomasa afectando así el rendimiento de Forraje Verde. El comportamiento de los híbridos en la producción de forraje verde fue similar a los resultados encontrados en la región por Núñez *et al.* (2006) donde reporta rendimiento que oscilan de 52.8 t ha^{-1} a 75.6 t ha^{-1} en evaluaciones de híbridos comerciales de maíz.

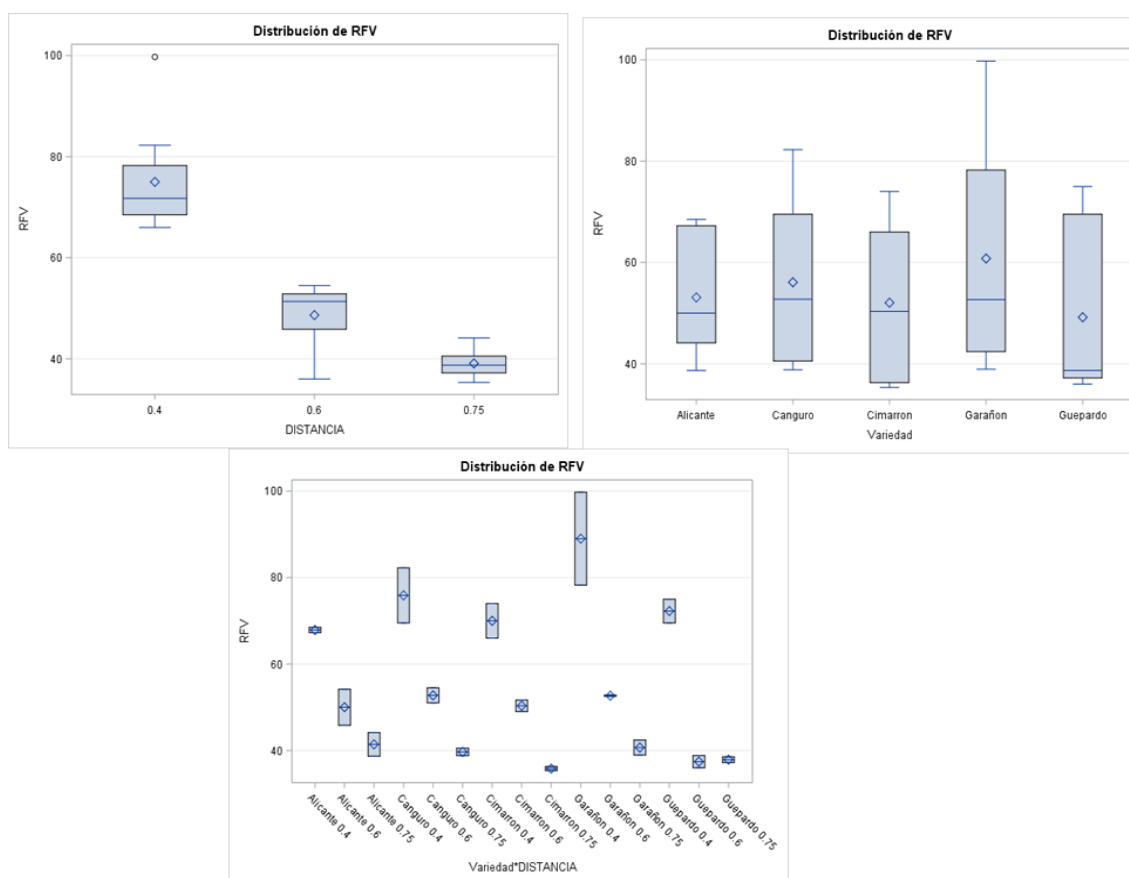


Figura 3. Comparación de medias para la variable rendimiento de forraje Verde (RFV) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.2.4 Rendimiento de Materia Seca (RMS)

El comportamiento de las medias (Figura 4) de la variable Rendimiento de Materia Seca (RMS), los híbridos más sobresalientes fueron el Garañón, Canguro y el Alicante con las siguientes medias 19.8 t ha^{-1} (a), 18.7 t ha^{-1} (a) y 18.0 t ha^{-1} (a), los híbridos se expresaron mejor en el distanciamiento de 0.40 m con una media de 25.6 t ha^{-1} (a), para los demás distanciamientos se obtuvieron las siguientes medias 15.9 t ha^{-1} (b) y 13.4 (c), esto se debe a que la planta tenía más espacio para desarrollarse entre planta y planta, esto permitió que la planta a lo largo del ciclo acumulara más biomasa, teniendo como resultado mayor materia seca.

Una menor distancia entre los surcos de siembra permite cubrir mejor el suelo y capturar más luz desde etapas tempranas del cultivo, incrementando la producción de biomasa (Cirilo, 2000).

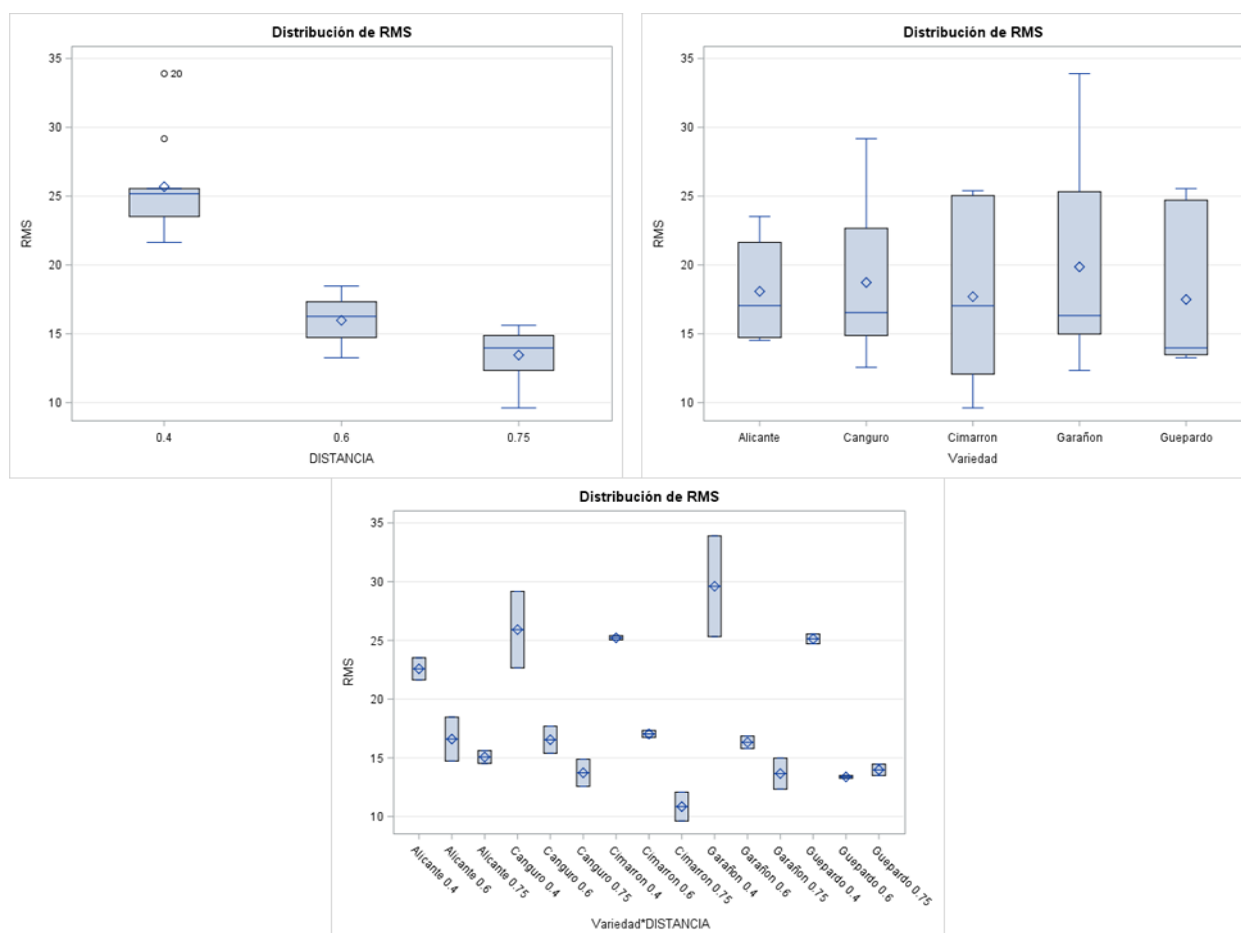


Figura 4. Comparación de medias para la variable Rendimiento de Materia Seca (RMS) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.2.5 Porciento de Materia Seca (PMS)

El comportamiento de las medias (Figura 5) de la variable Por ciento de Materia Seca (PMS), los híbridos más sobresalientes fueron Guepardo, Alicante y el Cimarrón con las siguientes medias 35.8% (a), 34.2% (b) y 33.4% (b), los híbridos se expresaron igual para cada distanciamiento, para 0.75 m con una media de 34.3 (a), para 0.40 m y 0.60 m, con medias de 34.2% (a) y 33.0% (a) respectivamente. Estos porcentajes de materia seca se consideran normales para la cosecha de maíz para forraje y para lograr una buena fermentación durante el proceso de ensilaje (Núñez *et al.*, 2006).

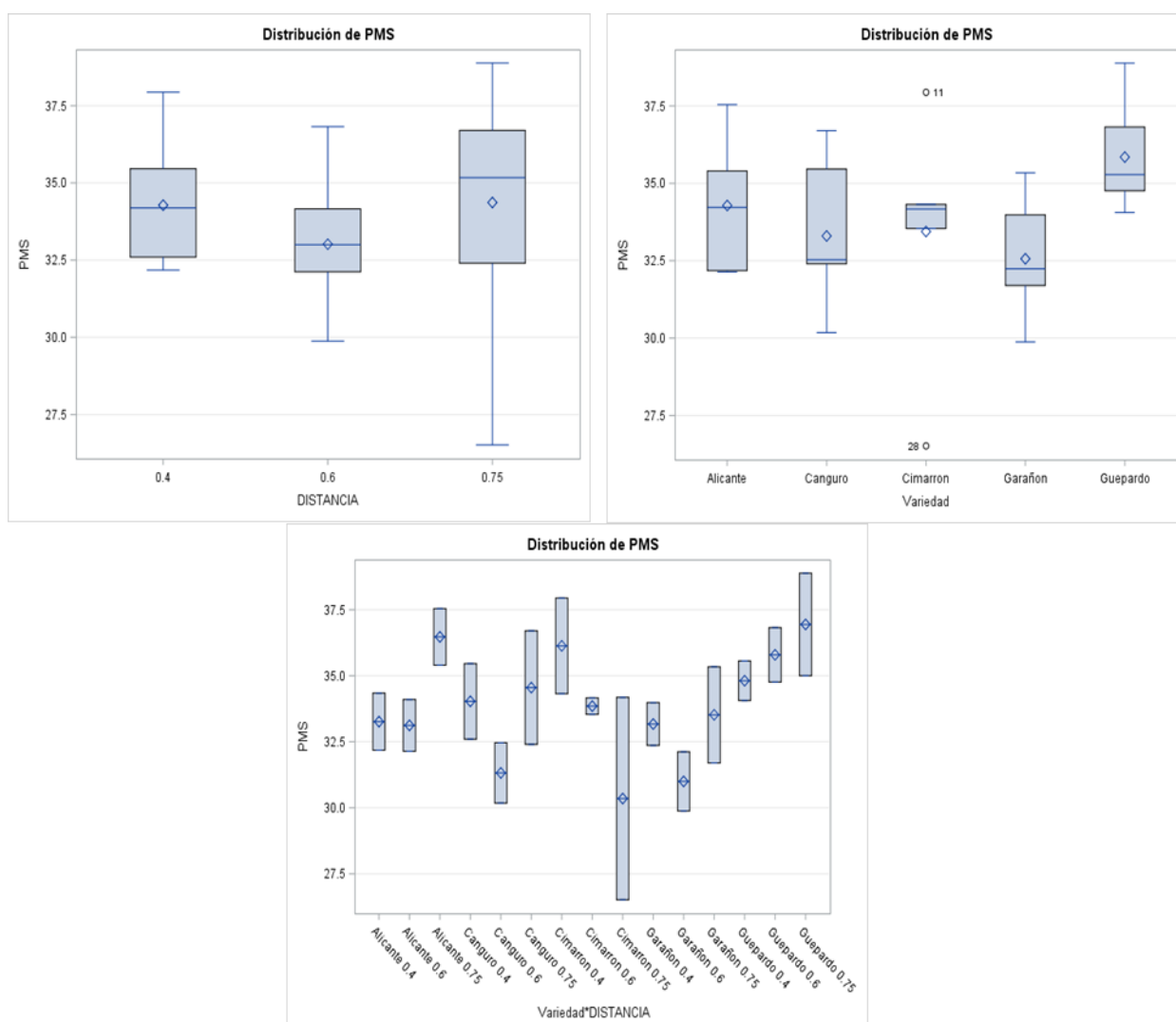


Figura 5. Comparación de medias para la variable Porciento de Materia Seca (PMS) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.3 Variables para calidad fisiológica de semilla

4.3.1 Germinación

El comportamiento de las medias (Figura 6) de la variable Germinación (GE), los híbridos más sobresalientes fueron Alicante, Guepardo y Cimarrón con las siguientes medias 100% (a), 100% (a) y 99.33% (a), los híbridos se expresaron mejor en el distanciamiento de 0.40 m con una media de 98.8% (a), para los demás distanciamientos de 0.60m y 0.40m, con medias de 98.4% (a) y 98.4% (a) respectivamente. El acortamiento entre surcos no afecta la variable de germinación, esto quiere decir que se puede sembrar a una distancia menor entre surco.

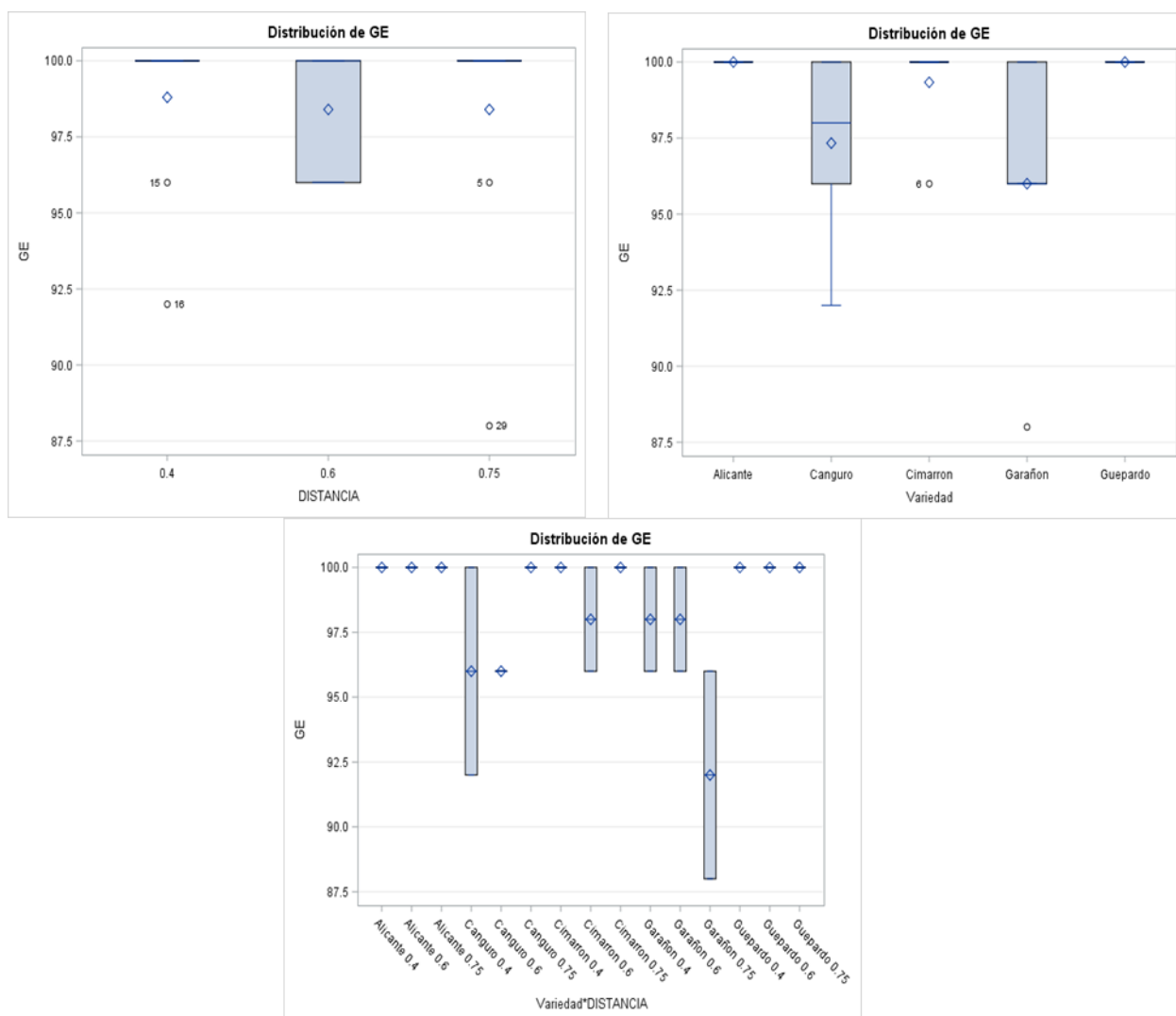


Figura 6. Comparación de medias para la variable Germinación (GE) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.3.2 Longitud de Plúmula (LP)

El comportamiento de las medias (Figura 7) de la variable Longitud de Plúmula (LP), los híbridos más sobresalientes fueron Guepardo, Cimarrón y Canguro, con las siguientes medias 11.8 cm (a), 11.7 cm (a) y 11.3 cm (a), los híbridos se expresaron igual en cada distanciamiento, para 0.75 m con una media de 11.61 cm (a), para el de 0.60 m y 0.40m, con medias de 11.24 cm (a) y 11.16 cm (a) respectivamente. La emergencia de las plántulas no se vio afectada por los distanciamientos de surcos, ya que los resultados obtenidos en el ensayo nos indican que los materiales cuentan con plántulas de alto vigor (Peretti, 1994).

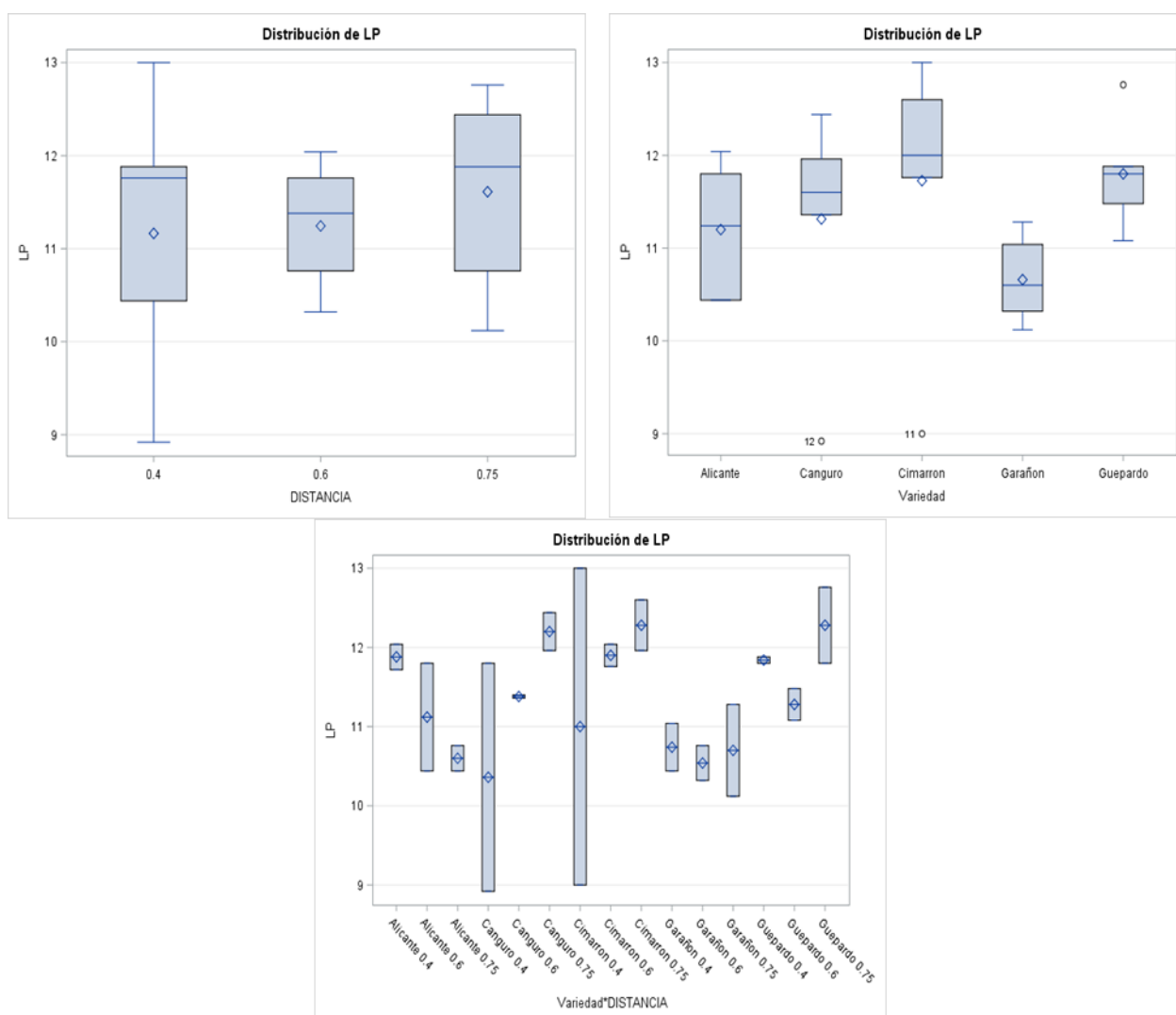


Figura 7. Comparación de medias para la variable Longitud de Plúmula (LP) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.3.3 Peso Volumétrico (PV)

El comportamiento de las medias (Figura 8) de la variable Peso Volumétrico (PV), los híbridos más sobresalientes fueron Canguro, Guepardo y Alicante con las siguientes medias 53.8 kg hL⁻¹ (a), 52.1 kg hL⁻¹ (b) y 50.9 kg hL⁻¹ (b), los híbridos se expresaron mejor en el distanciamiento de 0.40 m con una media de 52.05 kg hL⁻¹ (a), para los demás distanciamientos de 0.60 m y 0.75 m, con medias de 51.59 kg hL⁻¹ (b) y 50.22 kg hL⁻¹ (b) respectivamente. El PV se vio afectado por el distanciamiento ya que no se encuentra dentro de los estándares de calidad de semilla reportados por Moreno (1996) quien señala que semilla de maíz de buena calidad registran un peso volumétrico de 75 kg hL⁻¹.

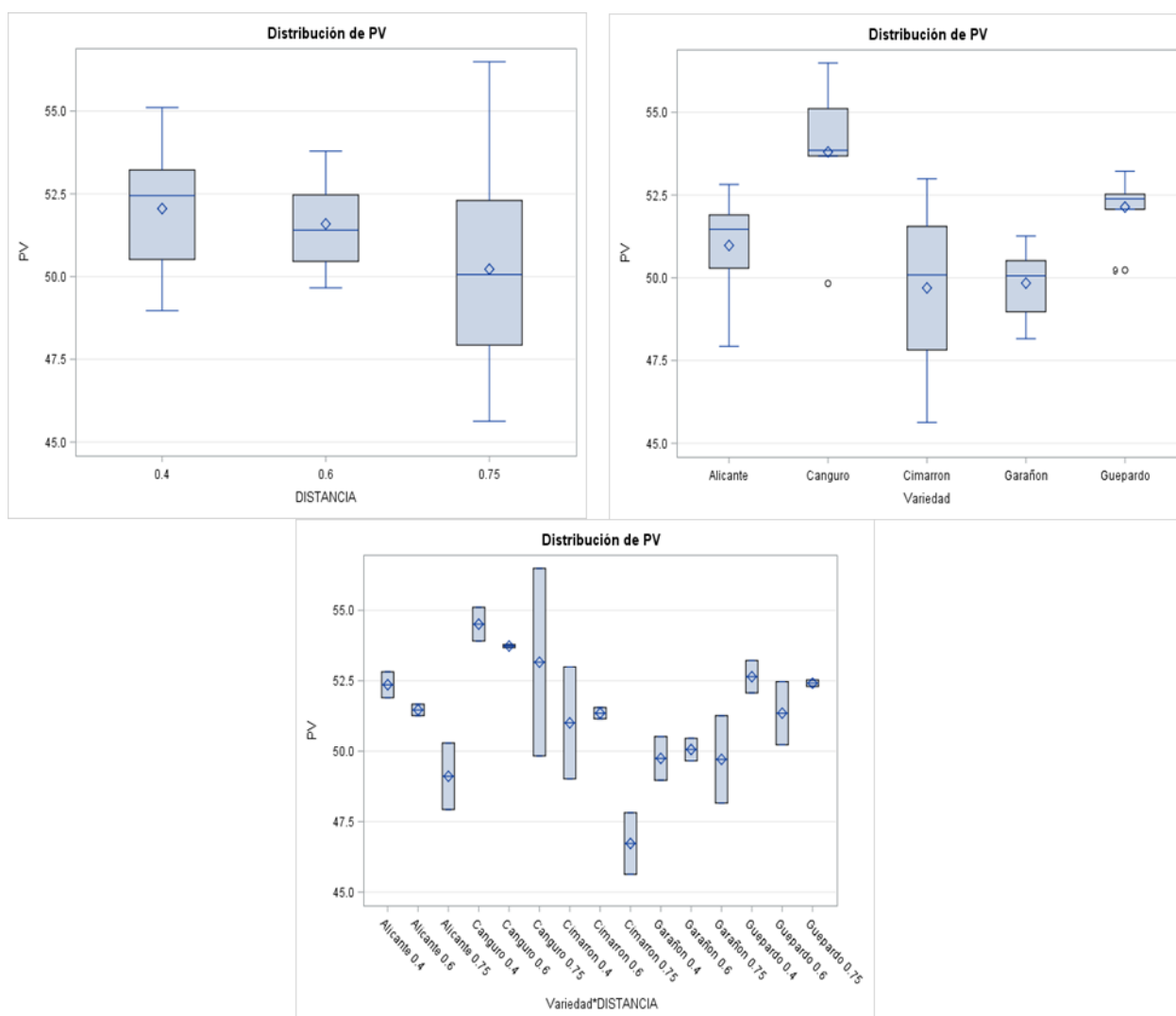


Figura 8. Comparación de medias para la variable Peso Volumétrico (PV) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.3.4 Peso de Mil Semillas (PMS)

El comportamiento de las medias (Figura 9) de la variable Peso de Mil Semillas (PMS), los híbridos más sobresalientes fueron Guepardo, Garañón y Canguro con las siguientes medias 32.0 g (a), 28.8 g (b) y 28.5 g (b), los híbridos se expresaron mejor en el distanciamiento de 0.40 m con una media de 34.40 g (a), para los demás distanciamientos de 0.60 m y 0.75 m, con medias de 51.59 g (b) y 50.22 g (b) respectivamente. El peso de mil semillas también se vio afectado por el distanciamiento ya que no se registra como semilla de buena calidad dentro del rango reportado por Peretti (1994) quien indica que semillas de maíz de calidad poseen un peso absoluto de 250 a 400 g.

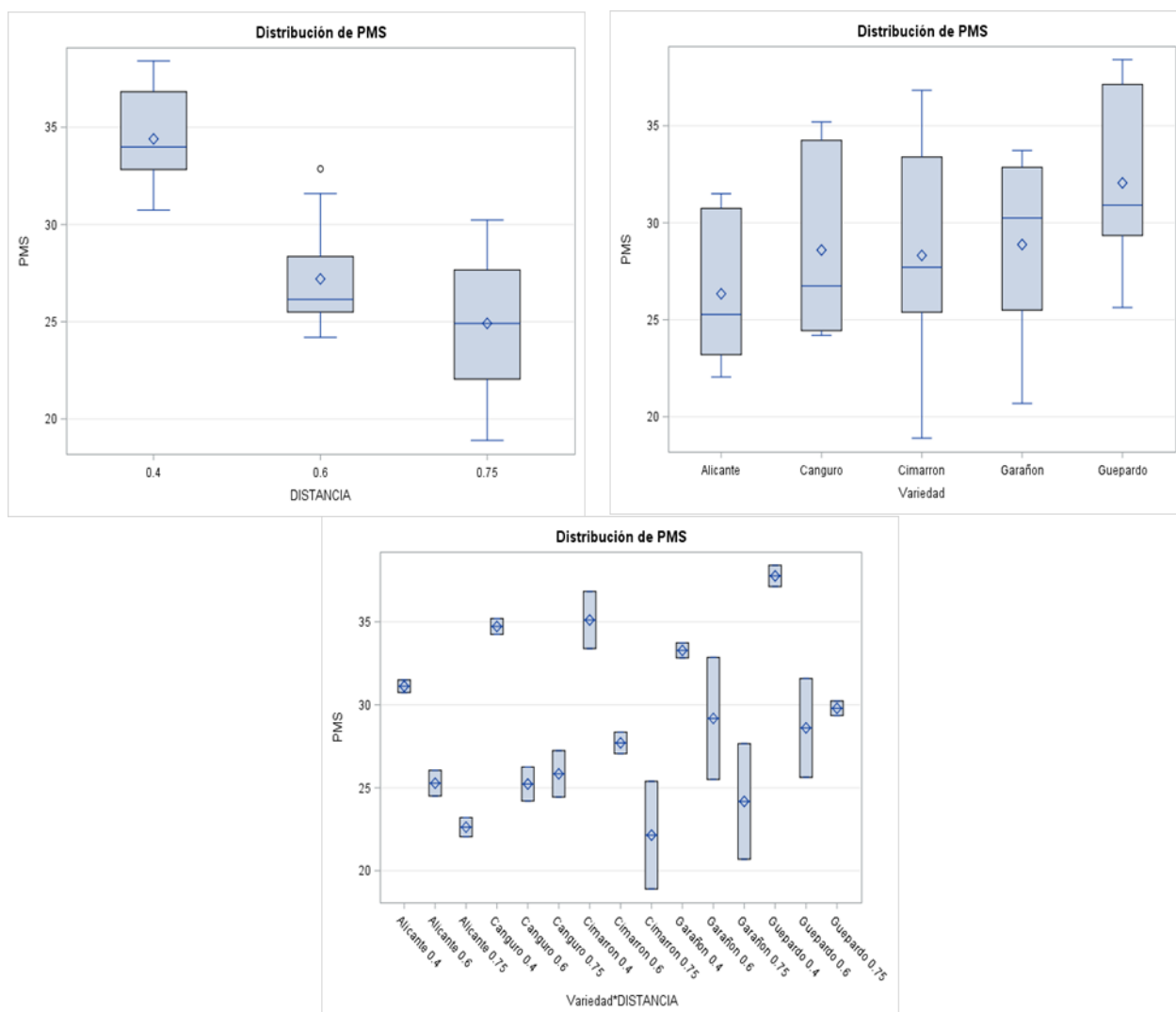


Figura 9. Comparación de medias para la variable Peso de Mil Semillas (PMS) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.3.5 Índice de Velocidad de Emergencia (IVE)

El comportamiento de las medias (Figura 10) de la variable Índice de Velocidad de Emergencia (IVE), los híbridos más sobresalientes fueron Alicante, Guepardo y Garañón, con las siguientes medias 10 días (a), 10 días (a) y 9 días (a), los híbridos se expresaron mejor en el distanciamiento de 0.40 m con una media de 7 días (b), para los demás distanciamientos de 0.60 m y 0.75 m, con medias de 10 días (a) respectivamente. El acortamiento entre surcos aumenta la velocidad de emergencia, ya que la semilla emergió en menos tiempo y sin afectar su calidad.

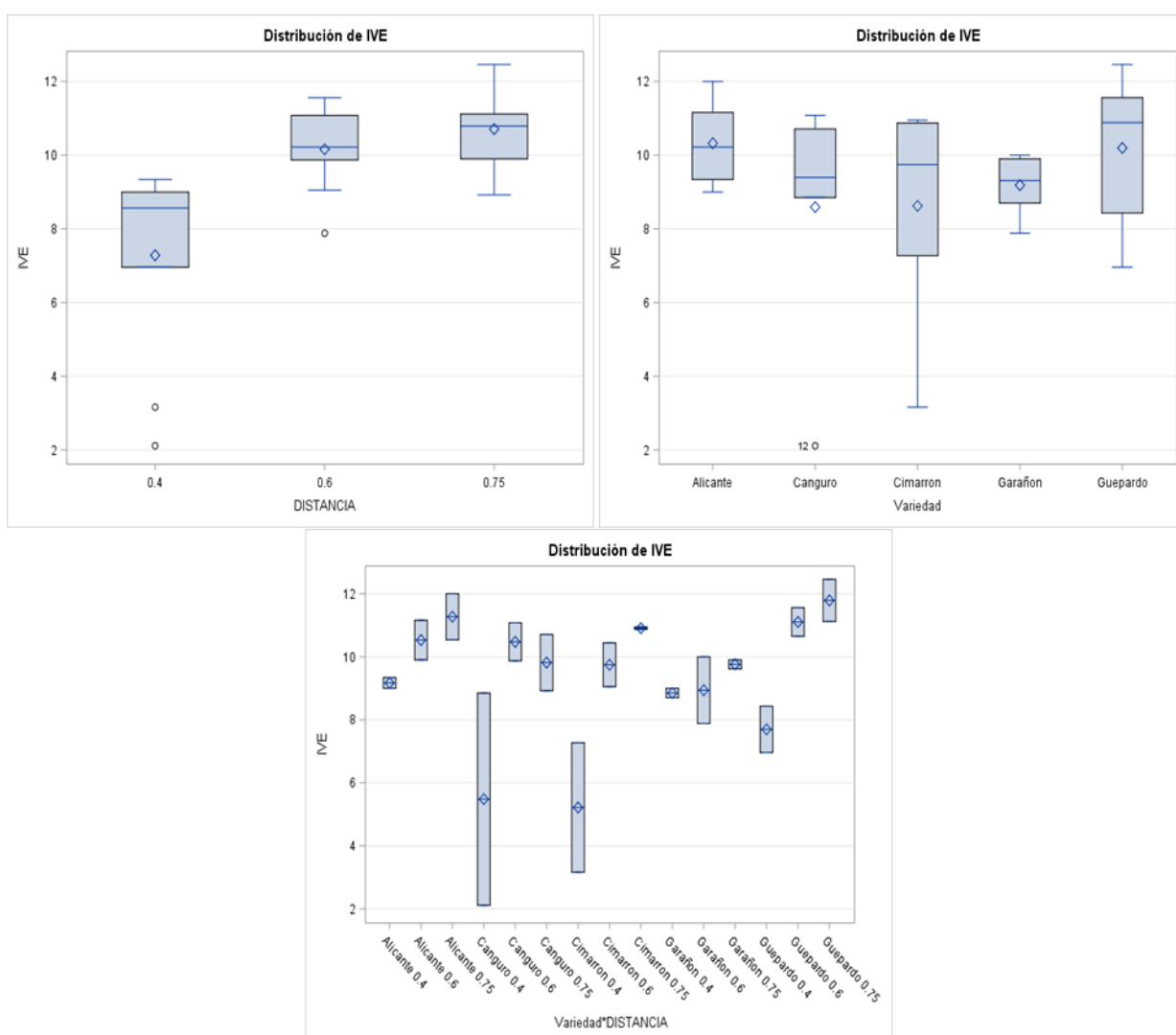


Figura 10. Comparación de medias para la variable Índice de Velocidad de Emergencia (IVE) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.3.6 Largo de Grano (LG)

El comportamiento de las medias (Figura 11) de la variable Longitud de Grano (LG), los híbridos más sobresalientes fueron Alicante, Garañón y Guepardo, con las siguientes medias 1.19 cm (a), 1.18 cm (a) y 1.14 cm (a), los híbridos se expresaron mejor en el distanciamiento de 0.40 m con una media de 1.27 cm (a), para los demás distanciamientos de 0.60 m y 0.75 m se observaron medias de 1.12 cm (b) y 1.06 cm (b) respectivamente. El acortamiento entre surcos aumenta la longitud y ancho de semilla ya que la planta tiene mejor distribuido el espacio para que se desarrolle mejor aprovechando los nutrientes y la luz solar para un mejor llenado de grano.

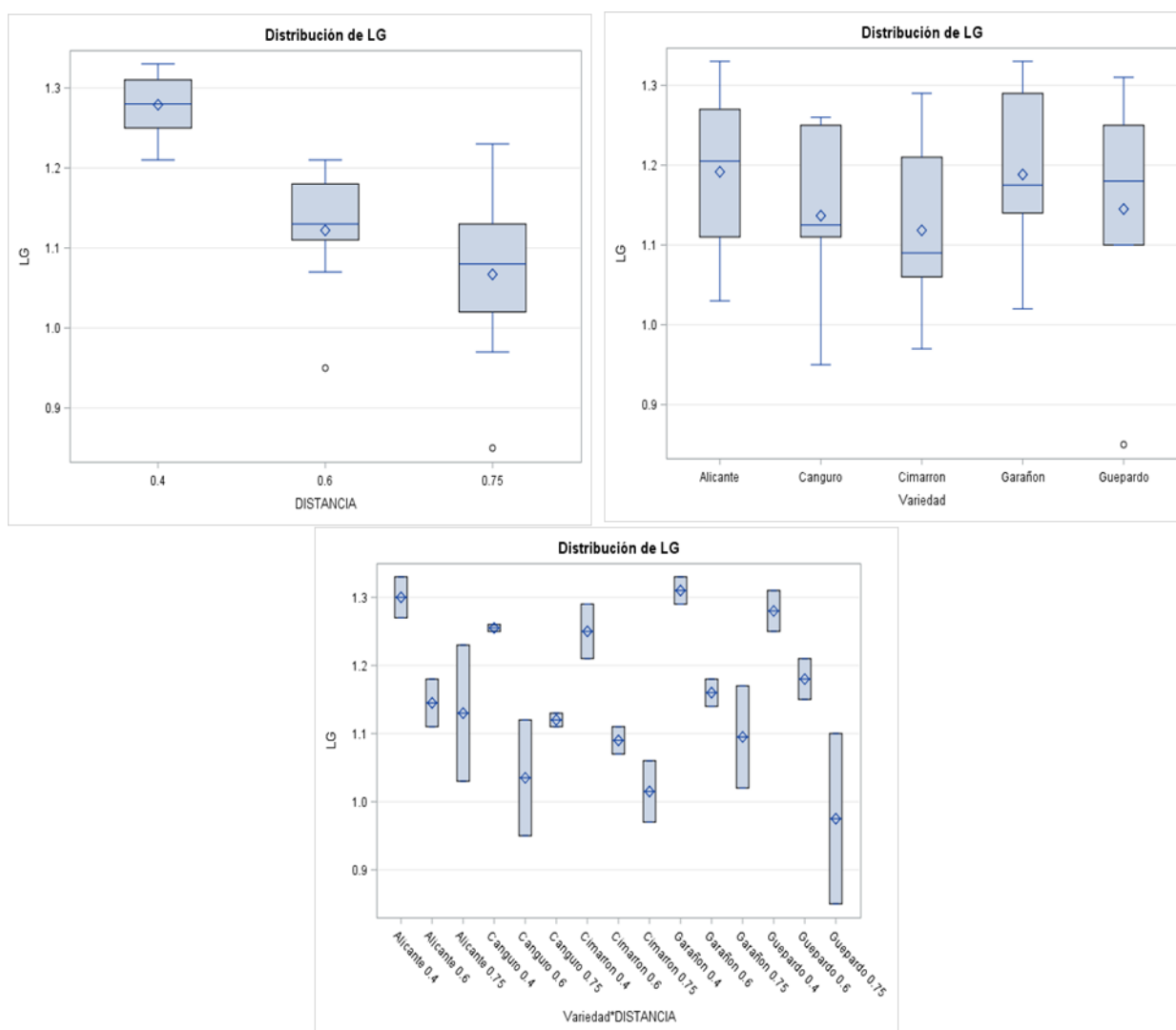


Figura 11. Comparación de medias para la variable Largo de Grano (LG) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.3.7 Ancho de Grano (AG)

El comportamiento de las medias (Figura 12) de la variable Ancho de Grano (AG), los híbridos más sobresalientes fueron Guepardo, Cimarrón y Garañón, con las siguientes medias 0.82 cm (a), 0.80 cm (b) y 0.79 cm (b), los híbridos se expresaron mejor en el distanciamiento de 0.40 m con una media de 0.81 cm (a), para los demás distanciamientos de 0.60 m y 0.75 m se observaron medias de 0.80 cm (a) y 0.76 cm (b) respectivamente.

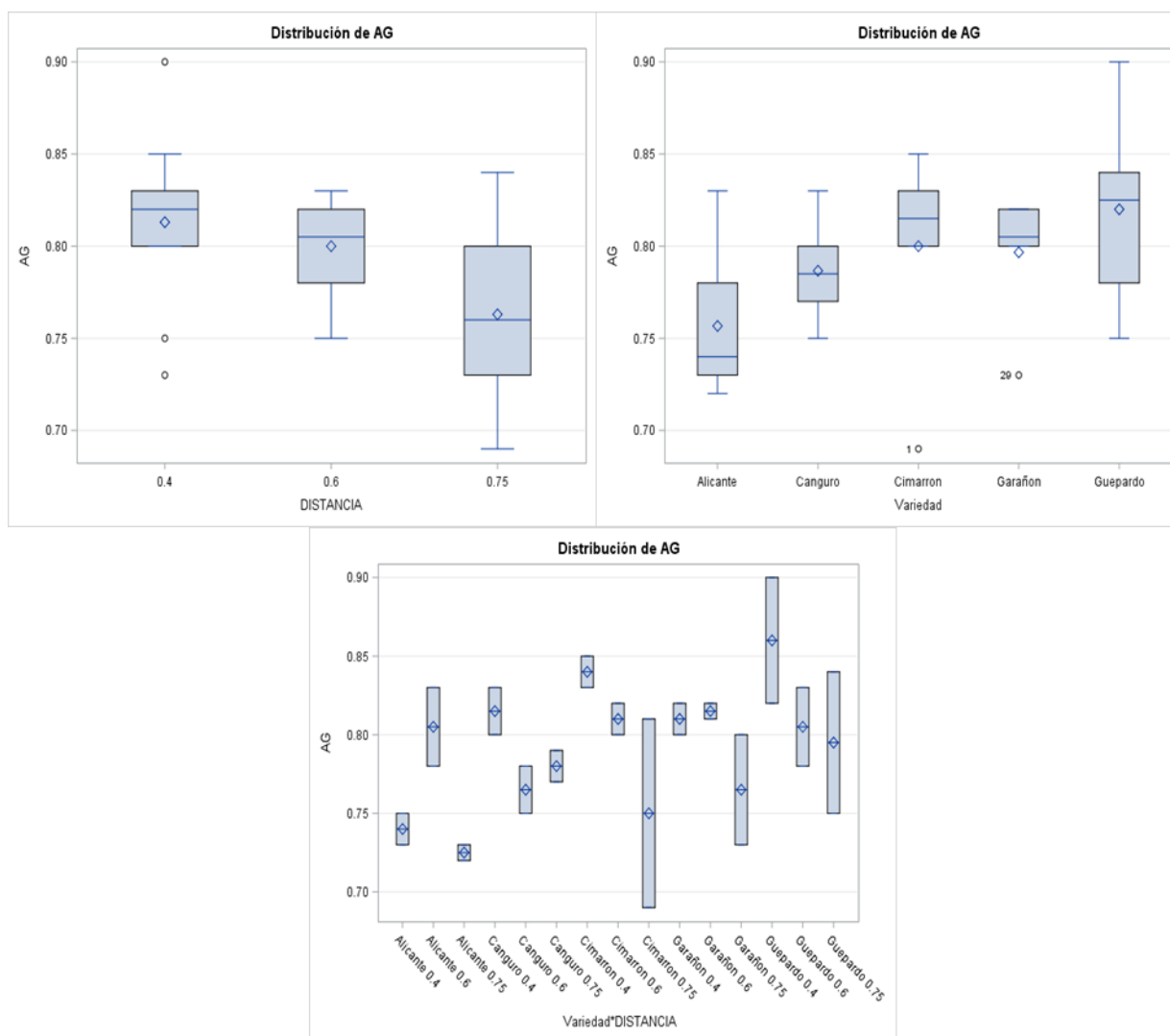


Figura 12. Comparación de medias para la variable ancho de Grano (AG) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.3.8 Espesor de Grano (EG).

El comportamiento de las medias (Figura 13) de la variable Espesor de Grano (EG), los híbridos más sobresalientes fueron Canguro, Cimarrón y Garañón, con las siguientes medias 0.47 cm (a), 0.45 cm (b) y 0.44 cm (b), los híbridos se expresaron igual en todos los distanciamientos (0.75, 0.60 y 0.40 m) se observaron medias de 0.45 cm (a), 0.45 cm (a) y 0.44 cm (a) respectivamente. El acortamiento entre surcos no afecta el espesor de la semilla. El distanciamiento posiblemente afecto el componente físico de la semilla, ya que aunque los híbridos Garañón y Guepardo fueron los de mayor tamaño de semilla y también presentaron los mejores PMS y PV no alcanzaron los estándares de las normas de certificación de semilla en cuanto a peso.

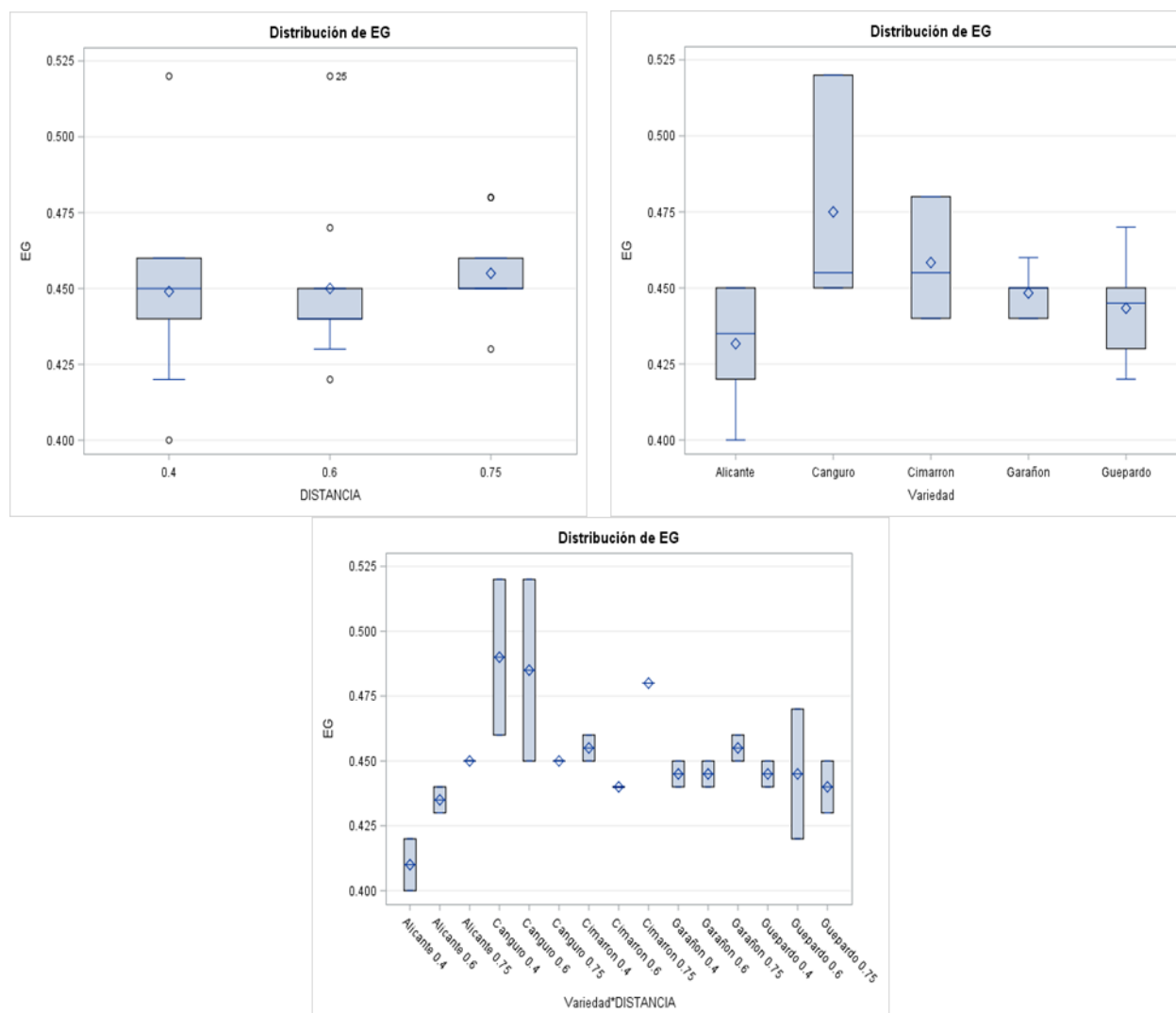


Figura 13. Comparación de medias para la variable Espesor de Grano (EG) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.4 Análisis de medias de calidad bromatológica

4.4.1 Fibra Neutra Detergente de Planta Completa (FNDPC)

El comportamiento de las medias (Figura 14) de la variable Fibra Neutra Detergente de Planta Completa (FNDPC), los híbridos más sobresalientes fueron Guepardo, Canguro y Garañón, con las siguientes medias 45.42% (a), 43.74% (b) y 41.81% (b), los híbridos se expresaron mejor en el distanciamiento de 0.75 m con una media de 44.25% (a), para los demás distanciamientos de 0.60 m y 0.40 m se observaron medias de 43.72% (a) y 40.33% (b) respectivamente. Núñez *et al.*, (2006) determinaron que para obtener e forraje con alto valor energético se requiere utilizar híbridos de maíz que tengan al menos 54% de mazorca y menos de 50% de FDN.

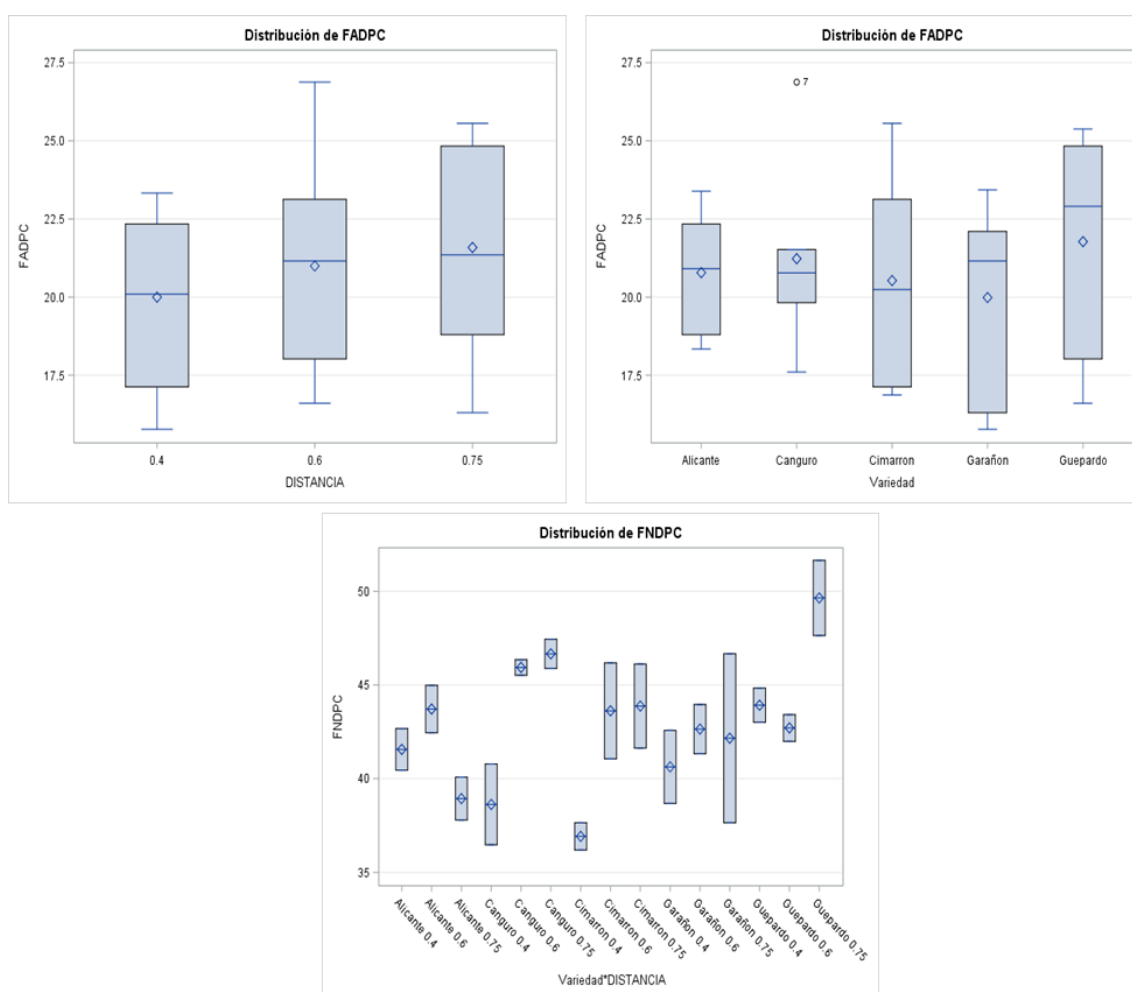


Figura 14. Comparación de medias para la variable Fibra Acida Detergente de Planta Completa (FNDPC) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.4.2 Fibra Acida Detergente de Planta Completa (FADPC)

El comportamiento de las medias (Figura 15) de la variable Fibra Acida Detergente de Planta Completa (FADPC), los híbridos más sobresalientes fueron Guepardo, Canguro y Alicante, con las siguientes medias 21.77% (a), 21.22% (a) y 20.78% (a), los híbridos se expresaron igual en todos los distanciamientos, para 0.75 m con una media de 21.58% (a), 0.60 m con 20.99% (a) y 0.40 m con 19.99% (a). Estos valores encontrados concuerdan con los reportados por Peña *et al.*, 2002 donde señala que valores de fibra ácida detergente de 26.4% son de excelente calidad forrajera.

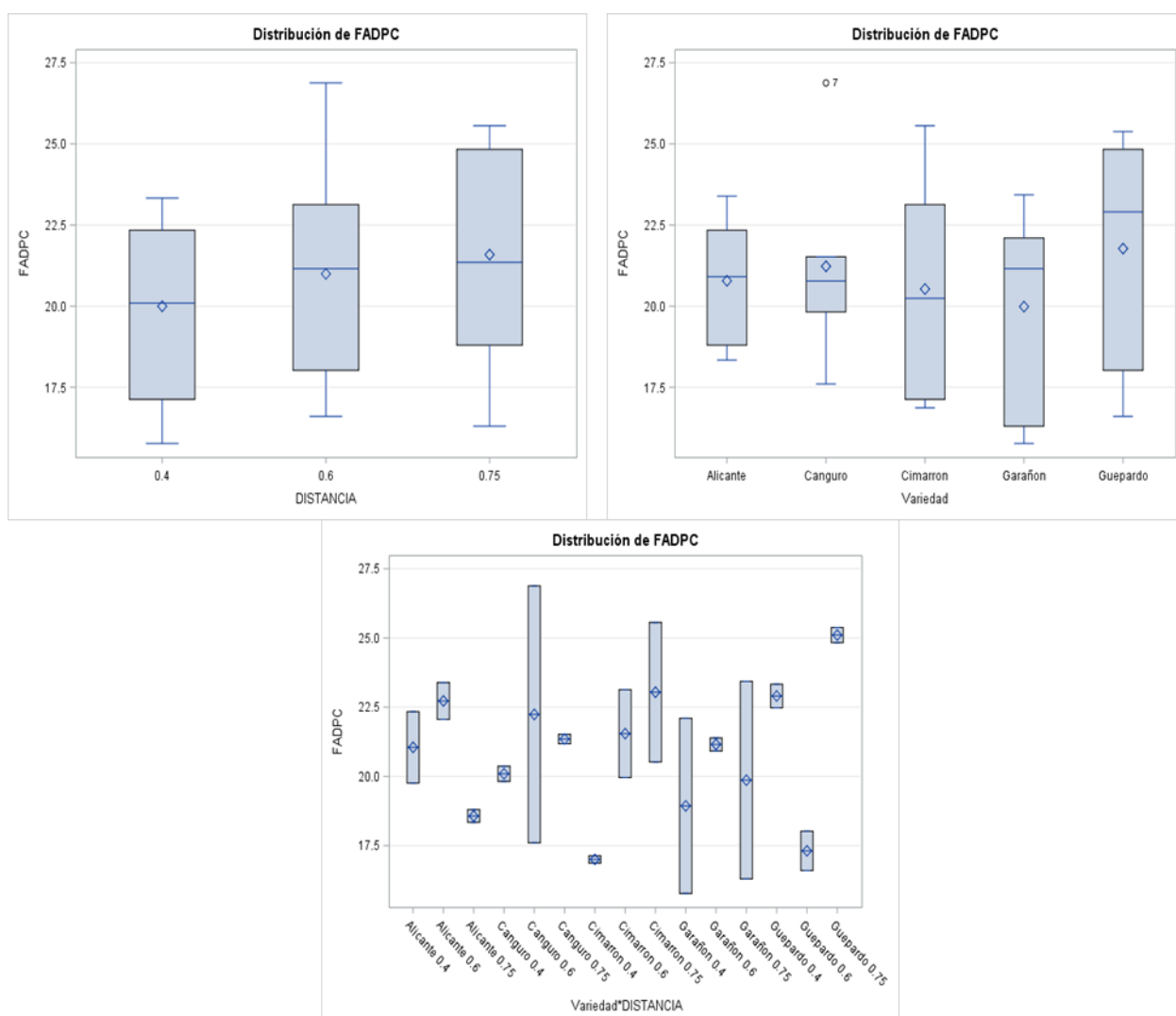


Figura 15. Comparación de medias para la variable Fibra Acida Detergente de Planta Completa (FADPC) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.4.3 Energía Neta de Lactancia de Planta Completa (ENLPC)

El comportamiento de las medias (Figura 16) de la variable Energía Neta de Lactancia de Planta Completa (ENLPC), los híbridos más sobresalientes fueron Alicante, Cimarrón y Garañón con las siguientes medias 1.07 Mcal/kg (a), 1.07 Mcal/kg (a) y 1.06 Mcal/kg (a), los híbridos se expresaron mejor en el distanciamiento de 0.40 m con una media de 1.10 Mcal/kg (a), para los demás distanciamientos de 0.60 m y 0.75 m se observaron medias de 1.02 Mcal/kg (b) y 1.00 Mcal/kg (b) respectivamente.

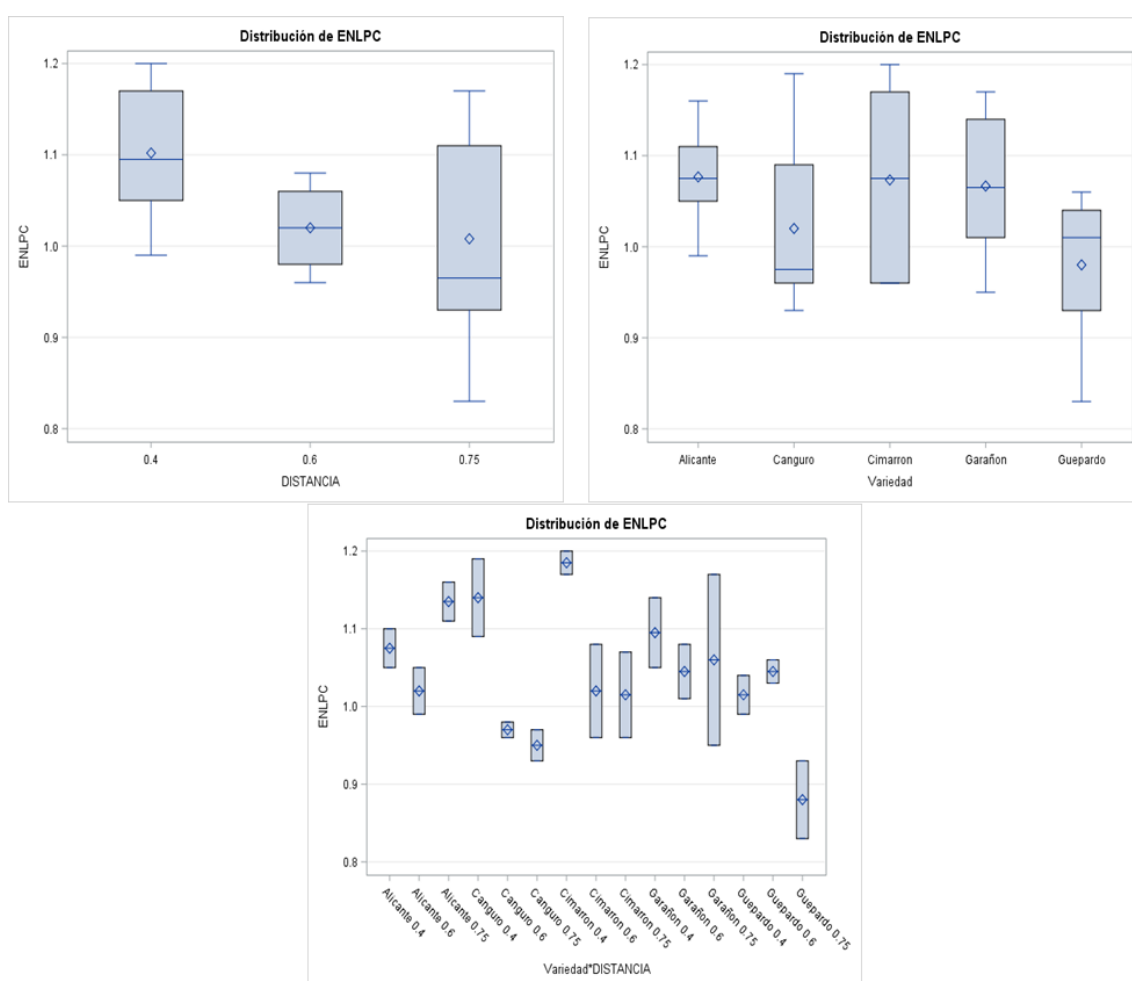


Figura 16. Comparación de medias para la variable Energía Neta de Lactancia de Planta Completa (ENLPC) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.4.4 Digestibilidad de Planta Completa (DigestPC)

El comportamiento de las medias (Figura 17) de la variable Digestibilidad de Planta Completa (DigestPC), los híbridos más sobresalientes fueron Garañón, Cimarrón y Alicante, con las siguientes medias 73.33% (a), 72.90% (a) y 72.71% (a), los híbridos se expresaron igual en todos los distanciamientos, para 0.40 m con una media de 73.33% (a), 0.60 m con 72.54% (a) y 0.75 m con 72.08% (a). Todos los híbridos se expresaron de acuerdo con Di Marco (2011) quien señala que un forraje de alta calidad es cuando tiene aproximadamente 70% de digestibilidad *in Vitro* de la materia seca (DIVMS), menos de 50% de fibra detergente neutra (FDN) y más de 15% de proteína bruta (PB).

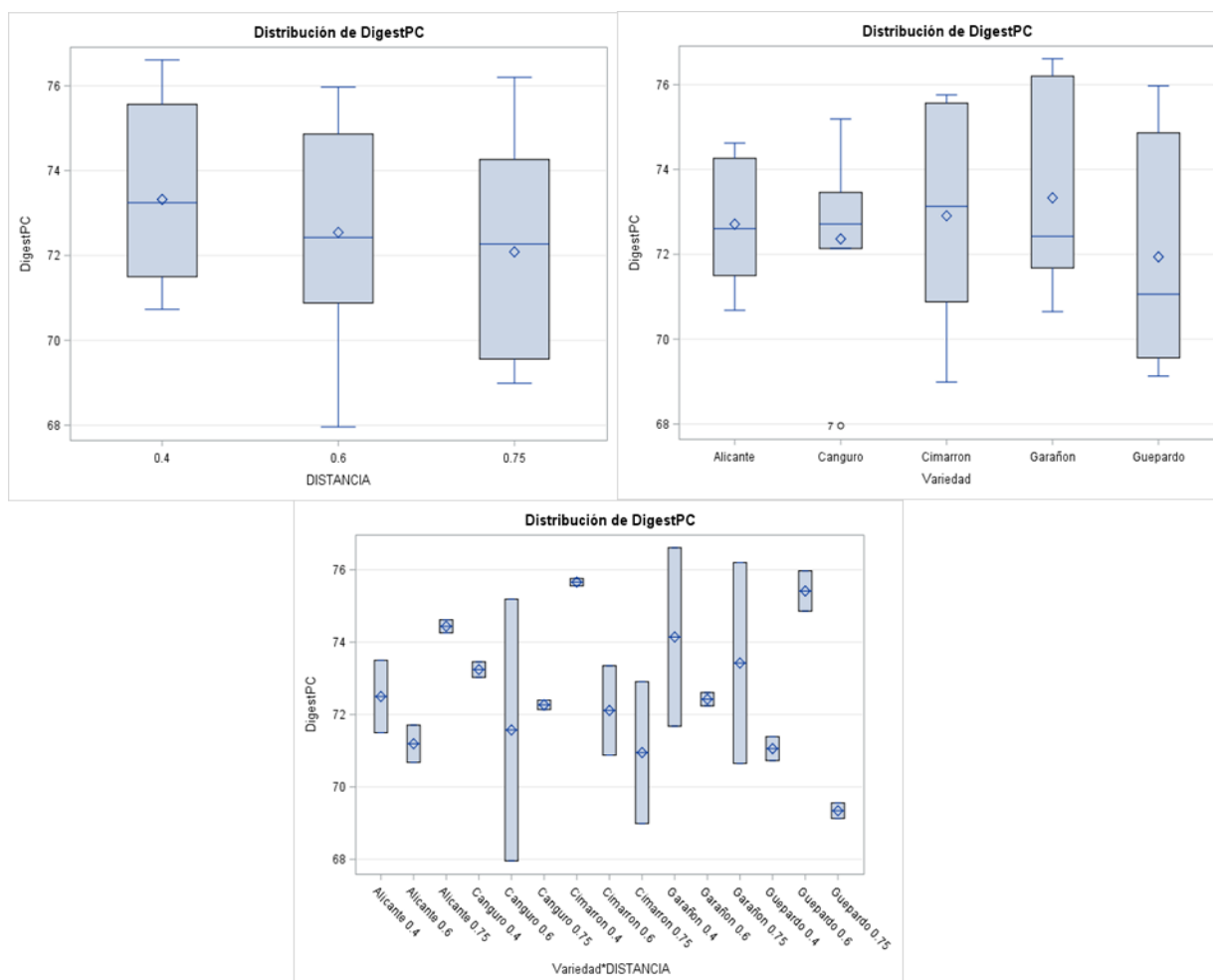


Figura 17. Comparación de medias para la variable Digestibilidad de Planta Completa (DigestPC) de cinco híbridos comerciales de maíz UAAAN-UL 2015.

4.4.5. Energía Metabolizable de Planta Completa (EMPL)

El comportamiento de las medias (Figura 18) de la variable Energía Metabolizable de Planta Completa (EMPC), los híbridos más sobresalientes fueron Garañón, Cimarrón y Alicante, con las siguientes medias 264.73 Mcal/kg (a), 263.20 Mcal/kg (a) y 262.49 Mcal/kg (a), los híbridos se expresaron igual en todos los distanciamientos, para 0.40 m con una media de 264.69 Mcal/kg (a), 0.60 m con 261.88 Mcal/kg (a) y 0.75 m con 260.22 Mcal/kg (a).

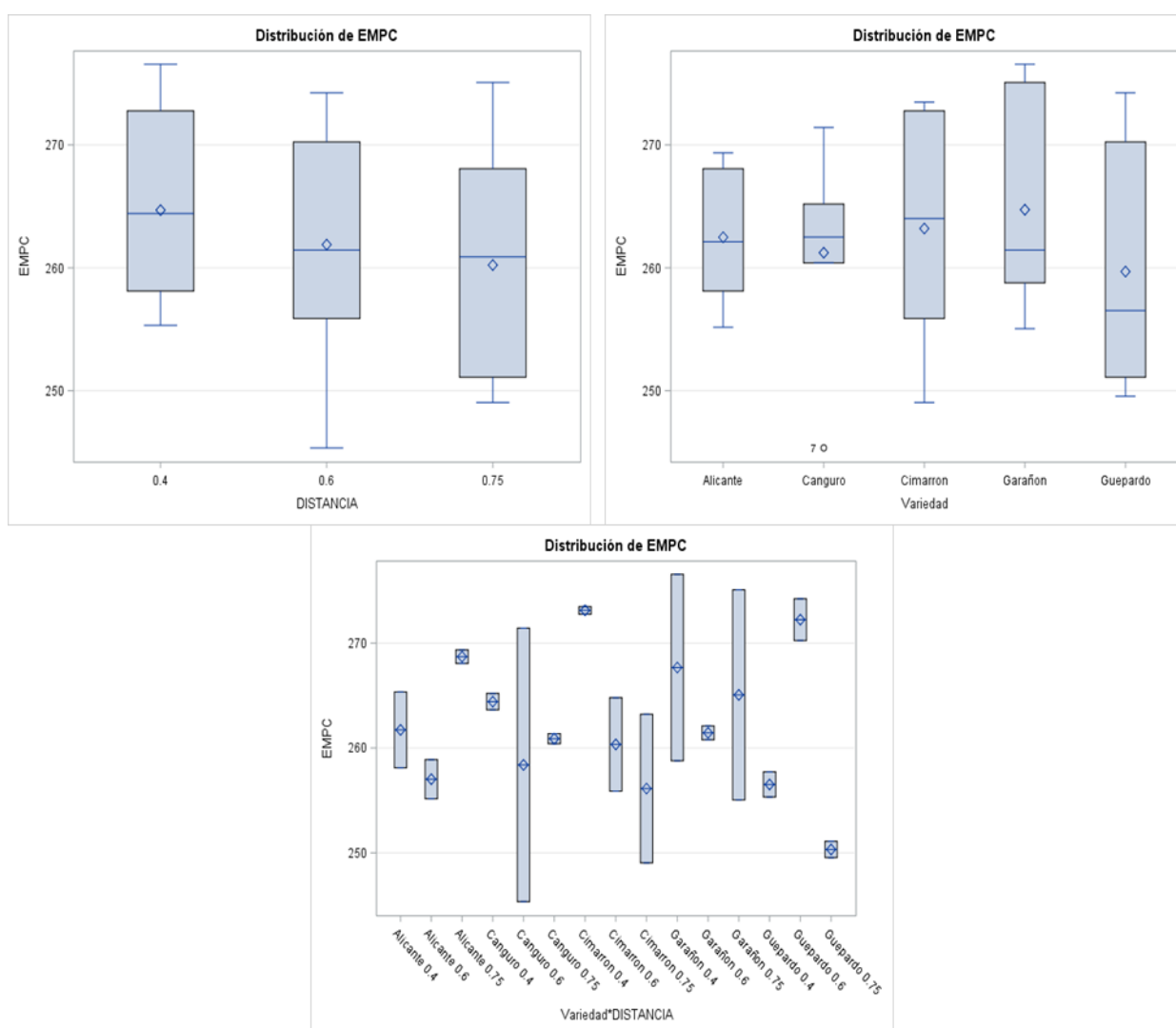


Figura 18. Comparación de medias para la variable Energía Metabolizable de Planta Completa (EMPL) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.4.6. Por ciento de Materia Seca de Planta Completa (PMSPC)

El comportamiento de las medias (Figura 19) de la variable Por ciento de Materia Seca de Planta Completa (PMSPC), los híbridos más sobresalientes fueron Guepardo, Alicante y Cimarrón, con las siguientes medias 35.84% (a), 34.28% (a) y 33.44% (a), los híbridos se expresaron igual en todos los distanciamientos, para 0.75 m con una media de 34.36% (a), 0.40 m con 34.28% (a) y 0.60 m con 33.01% (a).

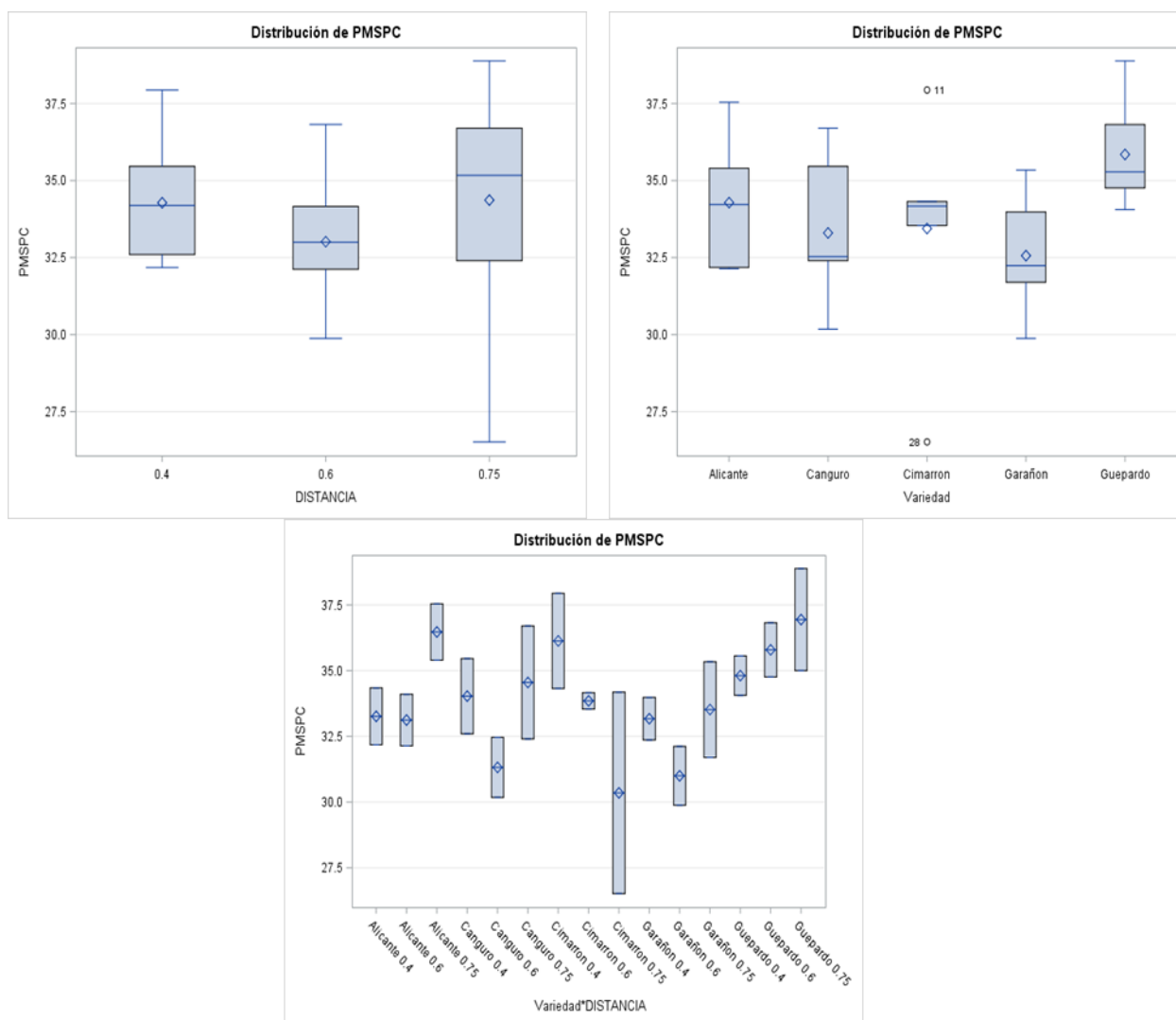


Figura 19. Comparación de medias para la variable Por ciento de Materia Seca de Planta Completa (PMSPC) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.4.7. Consumo de Materia Seca de Planta Completa (CMSPC)

El comportamiento de las medias (Figura 20) de la variable Consumo de Materia Seca de Planta Completa (CMSPC), los híbridos más sobresalientes fueron Cimarrón, Alicante y Garañón, con las siguientes medias 2.91 kg (a), 2.90 kg (a) y 2.88 kg (a), los híbridos se expresaron mejor en el distanciamiento de 0.40 m con una media de 2.99 kg (a), para los demás distanciamientos de 0.60 m y 0.75 m se observaron medias de 2.75 kg (b) y 2.74 kg (b) respectivamente.

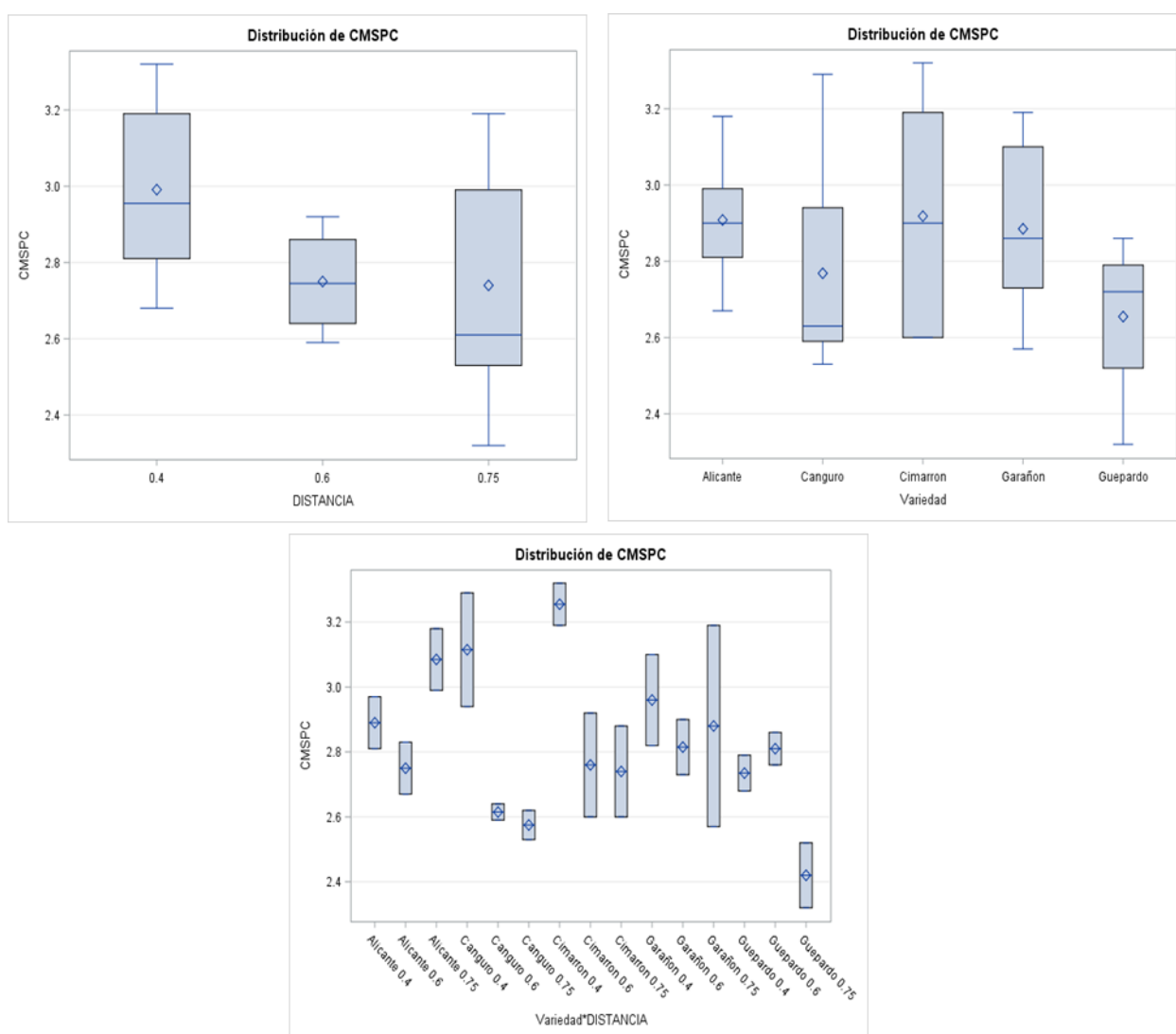


Figura 20. Comparación de medias para la variable Consumo de Materia Seca de Planta Completa (CMSPC) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.4.8. Valor Relativo de Forraje de Planta Completa (VRFPC)

El comportamiento de las medias (Figura 21) de la variable Valor Relativo de Forraje de Planta Completa (VRFPC), los híbridos más sobresalientes fueron Cimarrón, Garañón y Alicante, con las siguientes medias 165.40 (a), 164.37 (a) y 163.99 (a), los híbridos se expresaron mejor en el distanciamiento de 0.40 m con una media de 170.19 (a), para los demás distanciamientos de 0.60 m y 0.75 m se observaron medias de 154.72 (b) y 153.56 (b) respectivamente.

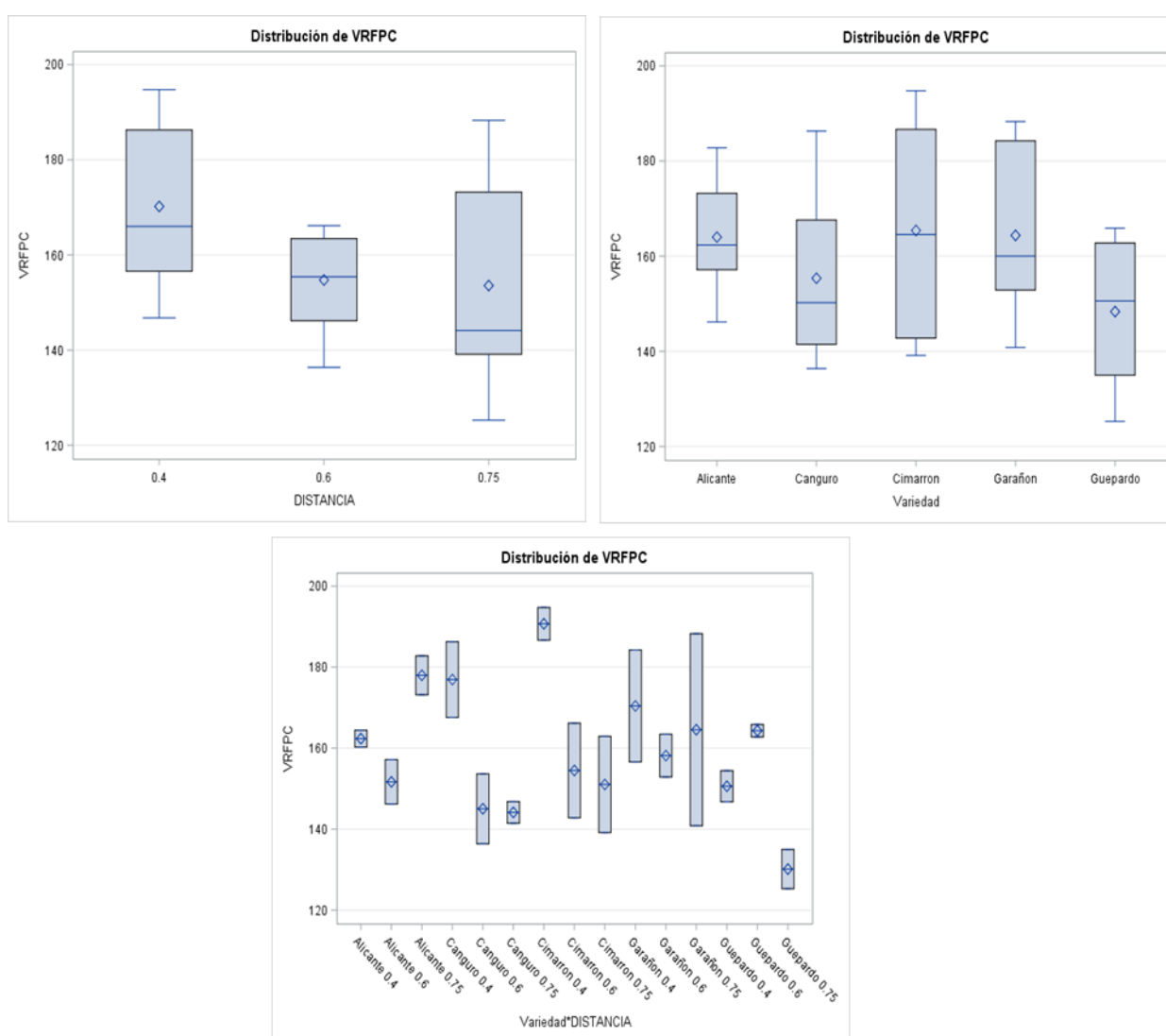


Figura 21. Comparación de medias para la variable Valor Relativo de Forraje de Planta Completa (VRFPC) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.4.9. Fibra Neutra Detergente de Plántula (FNDPL)

El comportamiento de las medias (Figura 22) de la variable Fibra Neutra Detergente de Plántula (FNDPL), los híbridos más sobresalientes fueron Guepardo, Canguro y Garañón, con las siguientes medias 45.42% (a), 43.74% (a) y 41.81% (b), los híbridos se expresaron mejor en el distanciamiento de 0.75 m con una media de 44.25% (a), para los demás distanciamientos de 0.60 m y 0.40 m se observaron medias de 43.72% (a) y 40.33% (b) respectivamente.

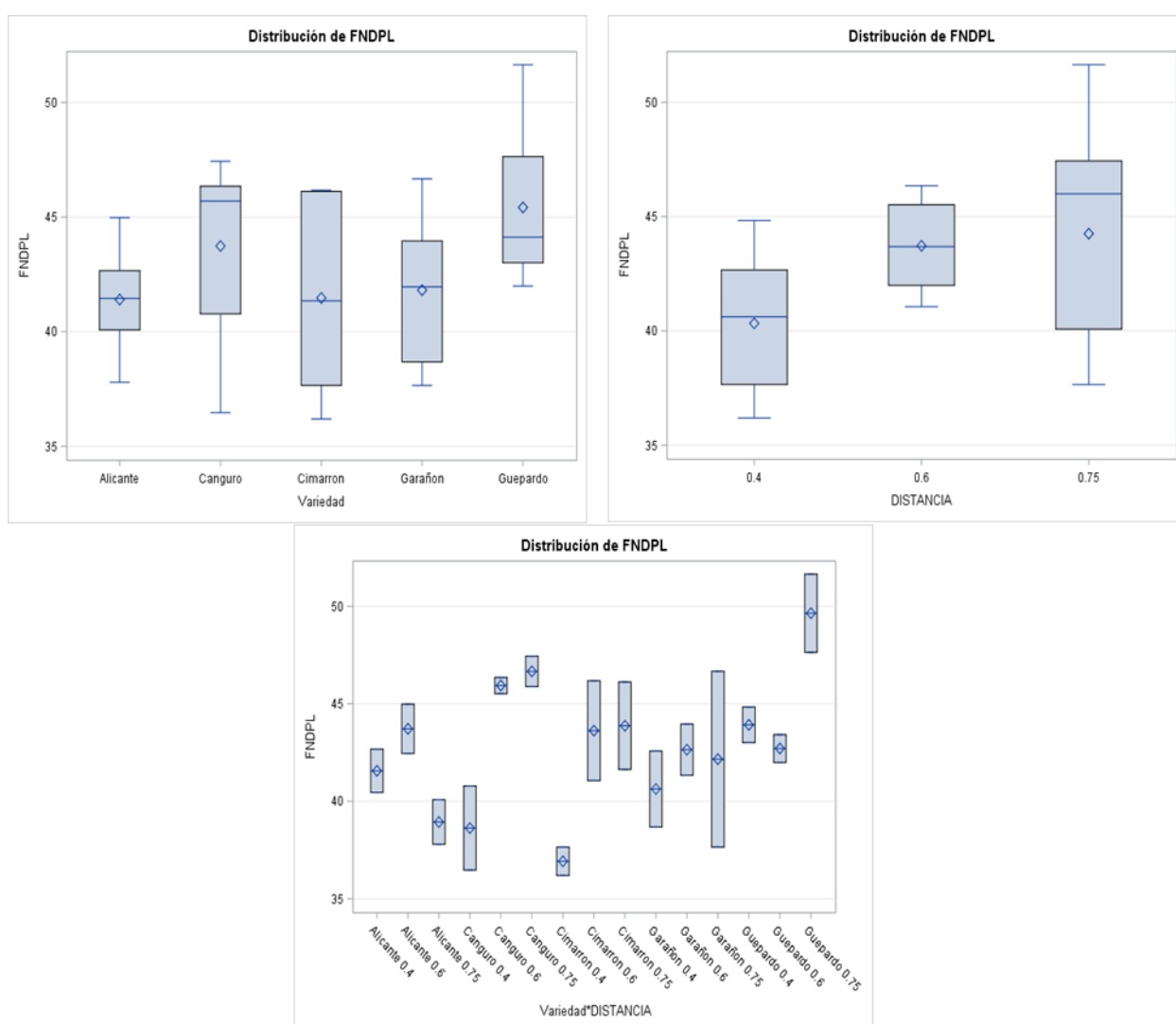


Figura 22. Comparación de medias para la variable Valor Relativo de Forraje de Planta Completa (VRFPC) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.4.10. Fibra Acida Detergente de Plántula (FADPL)

El comportamiento de las medias (Figura 23) de la variable Fibra Acida Detergente de Plántula (FADPL), los híbridos más sobresalientes fueron Canguro, Guepardo y Cimarrón, con las siguientes medias 24.93% (a), 24.39% (a) y 23.10% (a), los híbridos se expresaron igual en todos los distanciamientos, para 0.75 m con una media de 24.01% (a), 0.60 m con 23.29% (a) y 0.40 m con 21.79% (a).

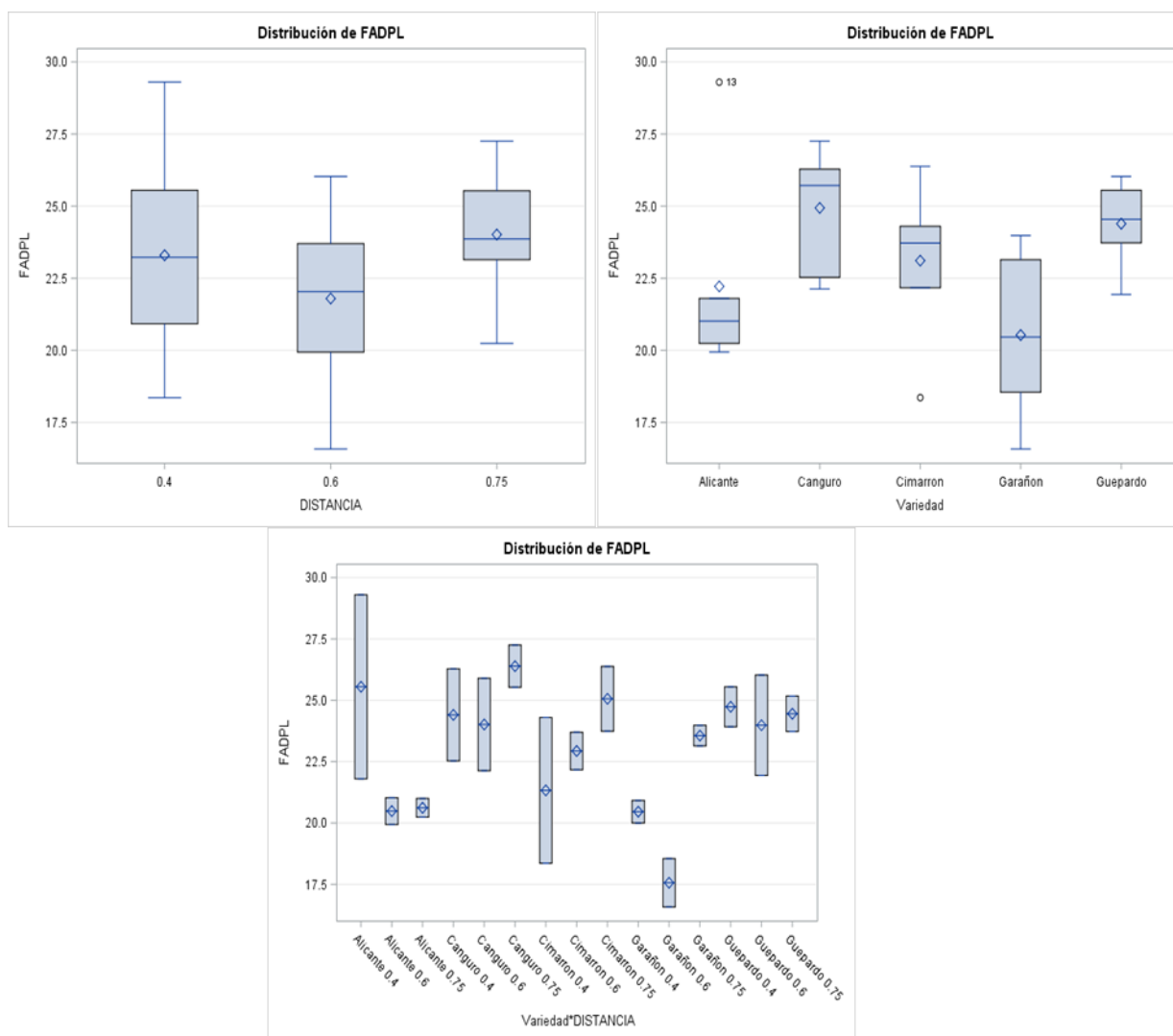


Figura 23. Comparación de medias para la variable Fibra Acida Detergente de Plántula (FADPL) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.4.11. Energía Neta de Lactancia de Plántula (ENLPL)

El comportamiento de las medias (Figura 24) de la variable Energía Neta de Lactancia de Plántula (ENLPL), los híbridos más sobresalientes fueron Garañón, Cimarrón y Canguro, con las siguientes medias 1.11 Mcal/kg (a), 1.08 Mcal/kg (b) y 1.07 Mcal/kg (b), los híbridos se expresaron mejor en el distanciamiento de 0.60 m con una media de 1.09 Mcal/kg (a), para los demás distanciamientos de 0.75 m y 0.40 m se observaron medias iguales de 1.04 Mcal/kg (b).

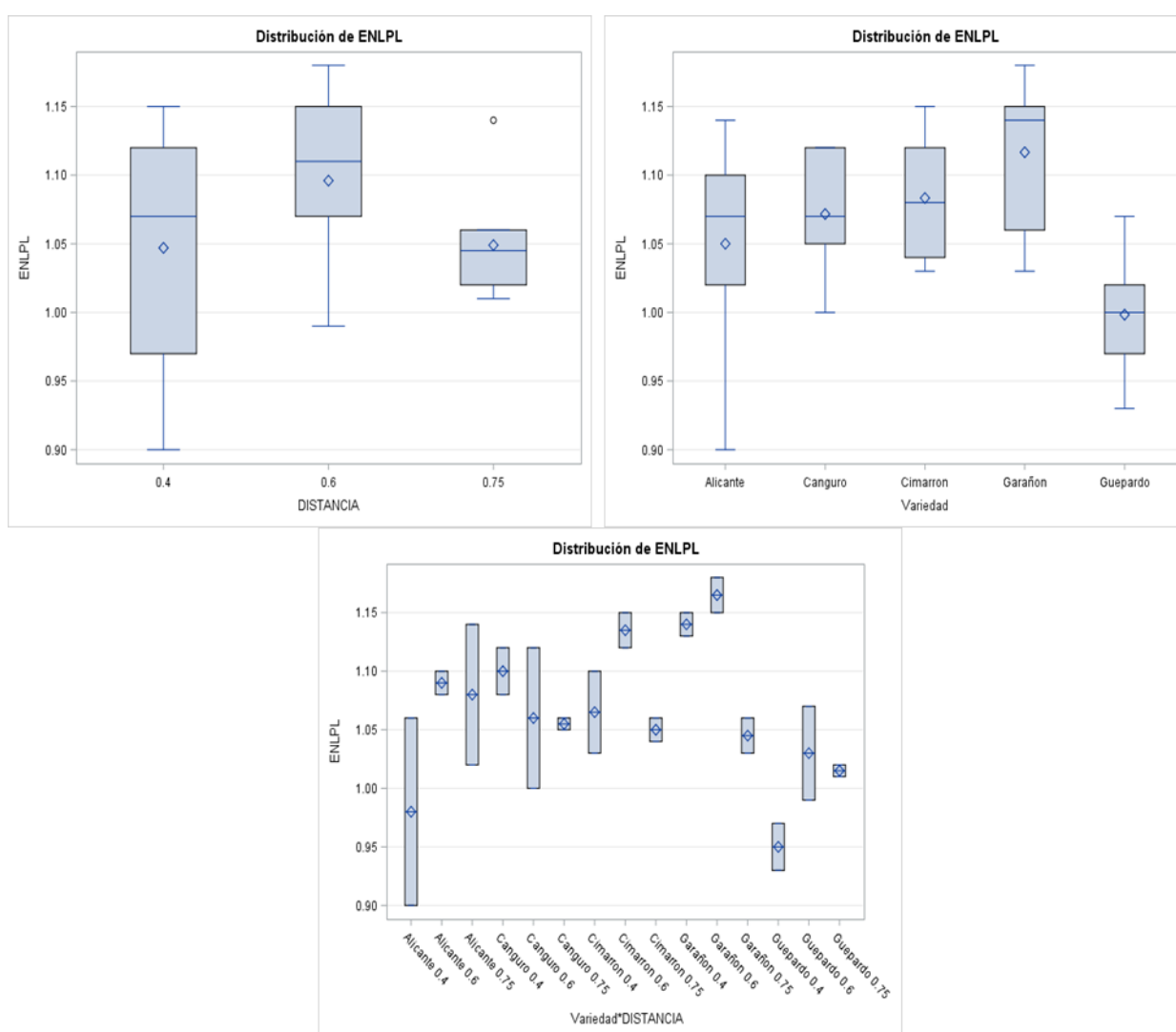


Figura 24. Comparación de medias para la variable Energía Neta de Lactancia de Plántula (ENLPL) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.4.12. Digestibilidad de Plántula (DigestPL)

El comportamiento de las medias (Figura 25) de la variable Digestibilidad de Plántula (DigestPL), los híbridos más sobresalientes fueron Garañón, Alicante y Cimarrón, con las siguientes medias 72.90% (a), 71.59% (b) y 70.90% (b), los híbridos se expresaron mejor en el distanciamiento de 0.60 m con una media de 71.92% (a), para los demás distanciamientos de 0.40 m y 0.75 m se observaron medias iguales de 70.75% (b) y 70.19% (b) respectivamente.

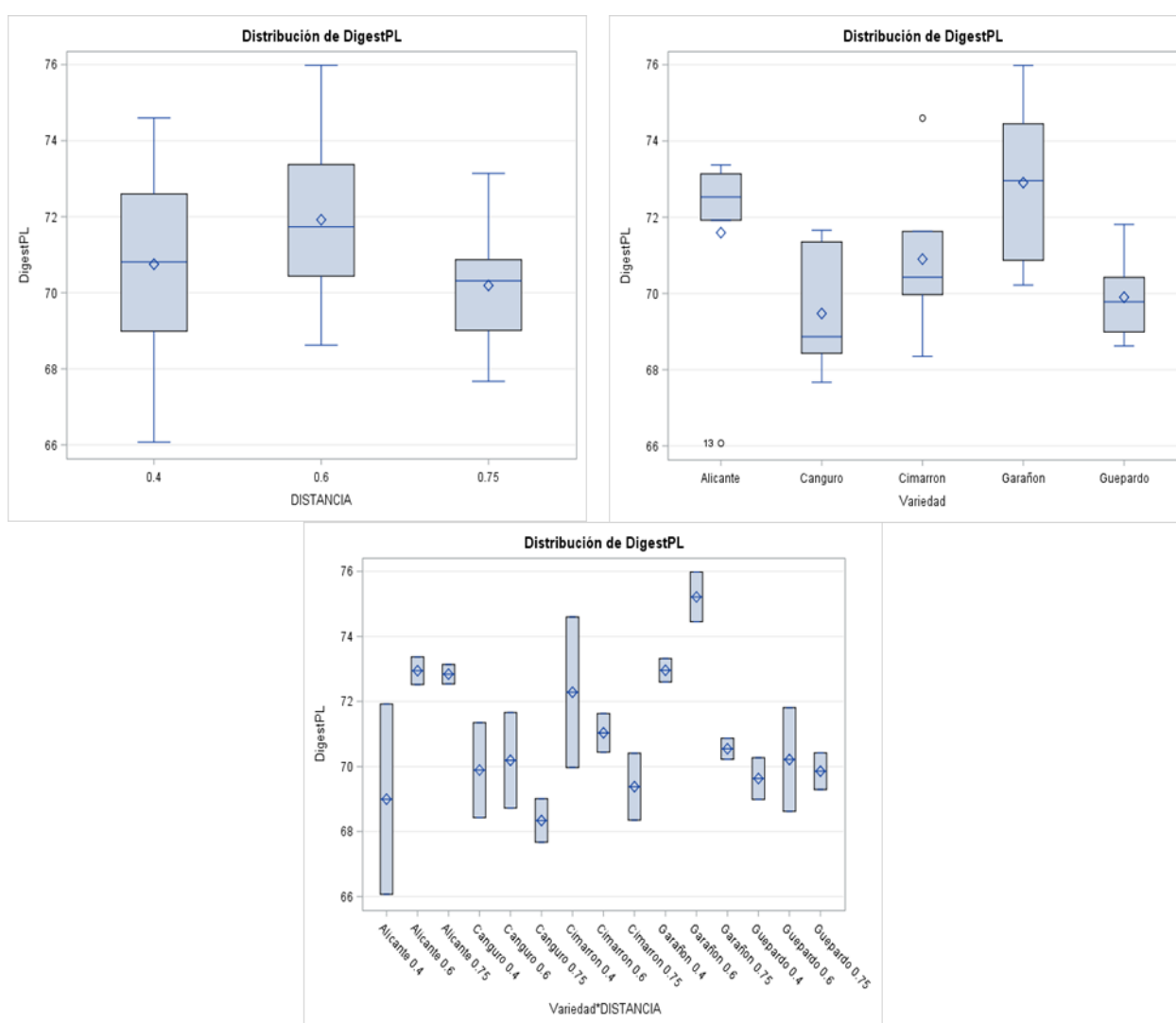


Figura 25. Comparación de medias para la variable Digestibilidad de Plántula (DigestPL) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.4.13. Energía Metabolizable de Plántula (EMPL)

El comportamiento de las medias (Figura 26) de la variable Energía Neta de Lactancia de Plántula (ENLPL), los híbridos más sobresalientes fueron Garañón, Cimarrón y Canguro, con las siguientes medias 1.11 Mcal/kg (a), 1.08 Mcal/kg (b) y 1.07 Mcal/kg (b), los híbridos se expresaron mejor en el distanciamiento de 0.60 m con una media de 1.09 Mcal/kg (a), para los demás distanciamientos de 0.60 m y 0.40 m se observaron medias iguales de 1.04 Mcal/kg (b).

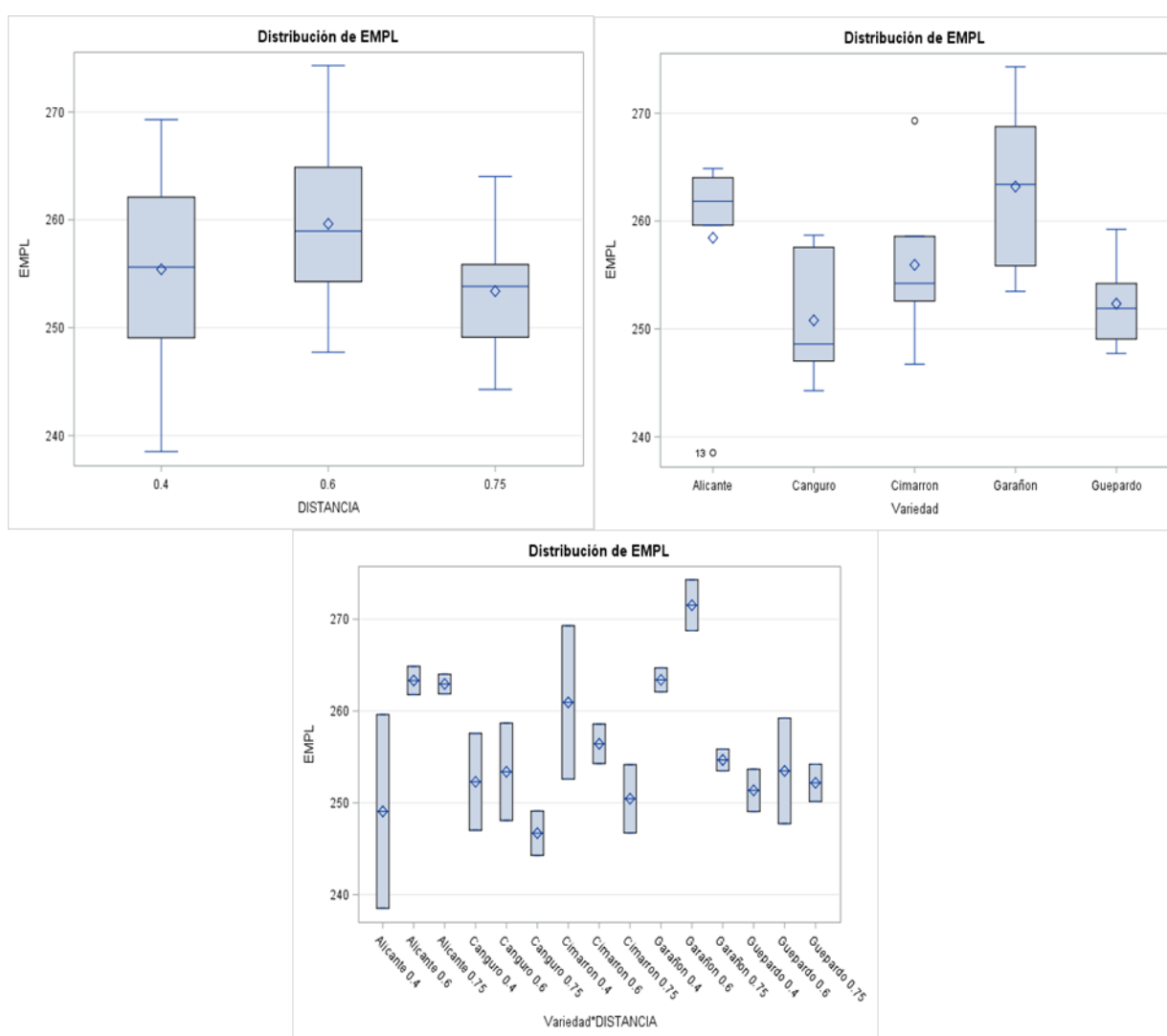


Figura 26. Comparación de medias para la variable Energía Metabolizable de Plántula (EMPL) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.4.14. Consumo de Materia Seca de Plántula (CMSPL)

El comportamiento de las medias (Figura 27) de la variable Consumo de Materia Seca de Plántula (CMSPL), los híbridos más sobresalientes fueron Garañón, Cimarrón y Canguro con las siguientes medias 3.03 kg (a), 2.92 kg (b) y 2.88 kg (b), los híbridos se expresaron mejor en el distanciamiento de 0.60 m con una media de 2.96 kg (a), para los demás distanciamientos de 0.40 m y 0.75 m se observaron medias de 2.83 kg (b) y 2.82 kg (b) respectivamente.

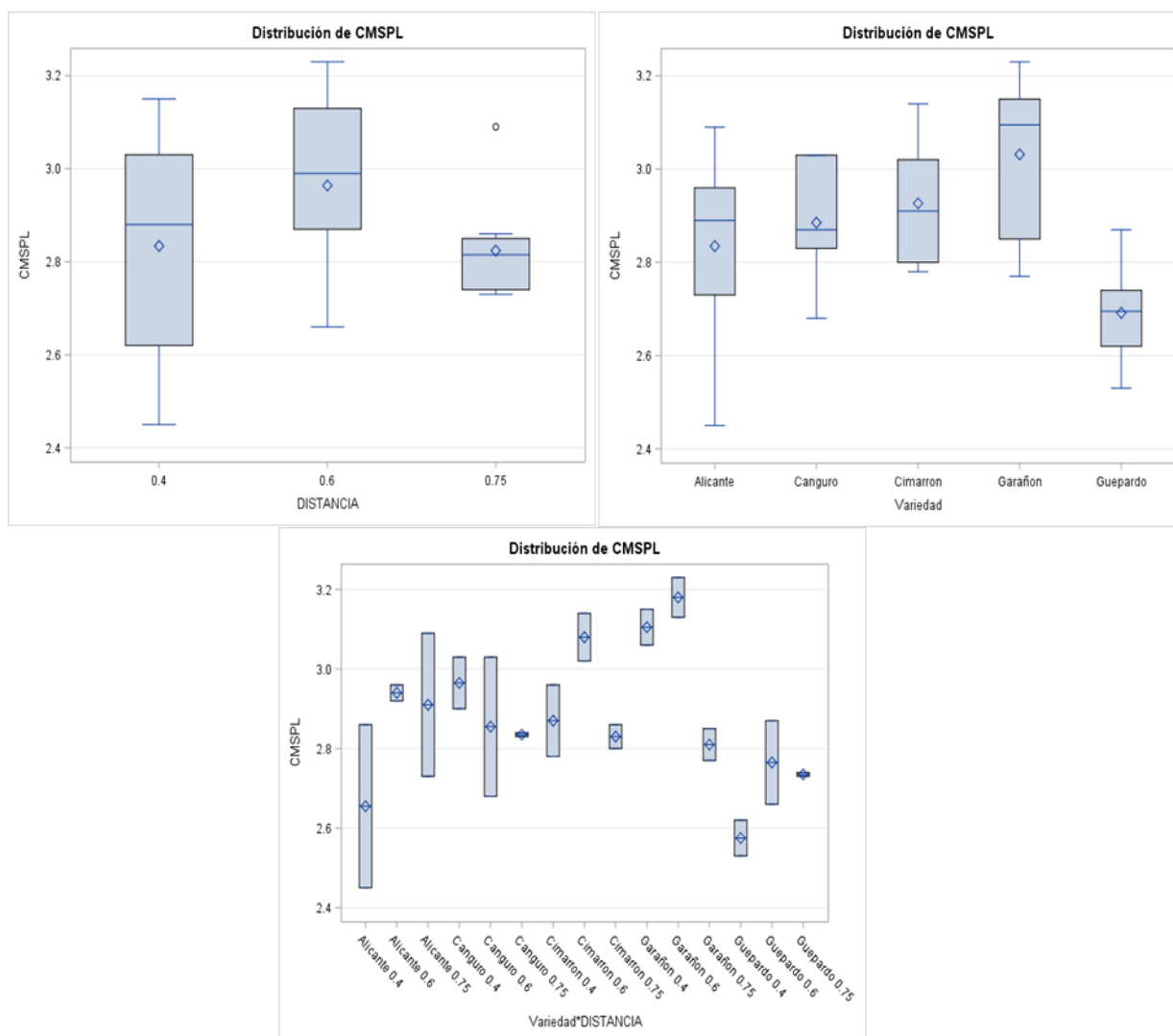


Figura 27. Comparación de medias para la variable Consumo de Materia Seca de Plántula (CMSPL) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

4.4.15. Valor Relativo de Forraje de Plántula (VRFPL)

El comportamiento de las medias (Figura 28) de la variable Valor Relativo de Forraje de Plántula (VRFPL), los híbridos más sobresalientes fueron Garañón, Cimarrón y Alicante con las siguientes medias 171.43 (a), 160.87 (b) y 157.66 (b), los híbridos se expresaron mejor en el distanciamiento de 0.60 m con una media de 165.44 (a), para los demás distanciamientos de 0.40 m y 0.75 m se observaron medias de 155.71 (a) y 153.60 (b).respectivamente.

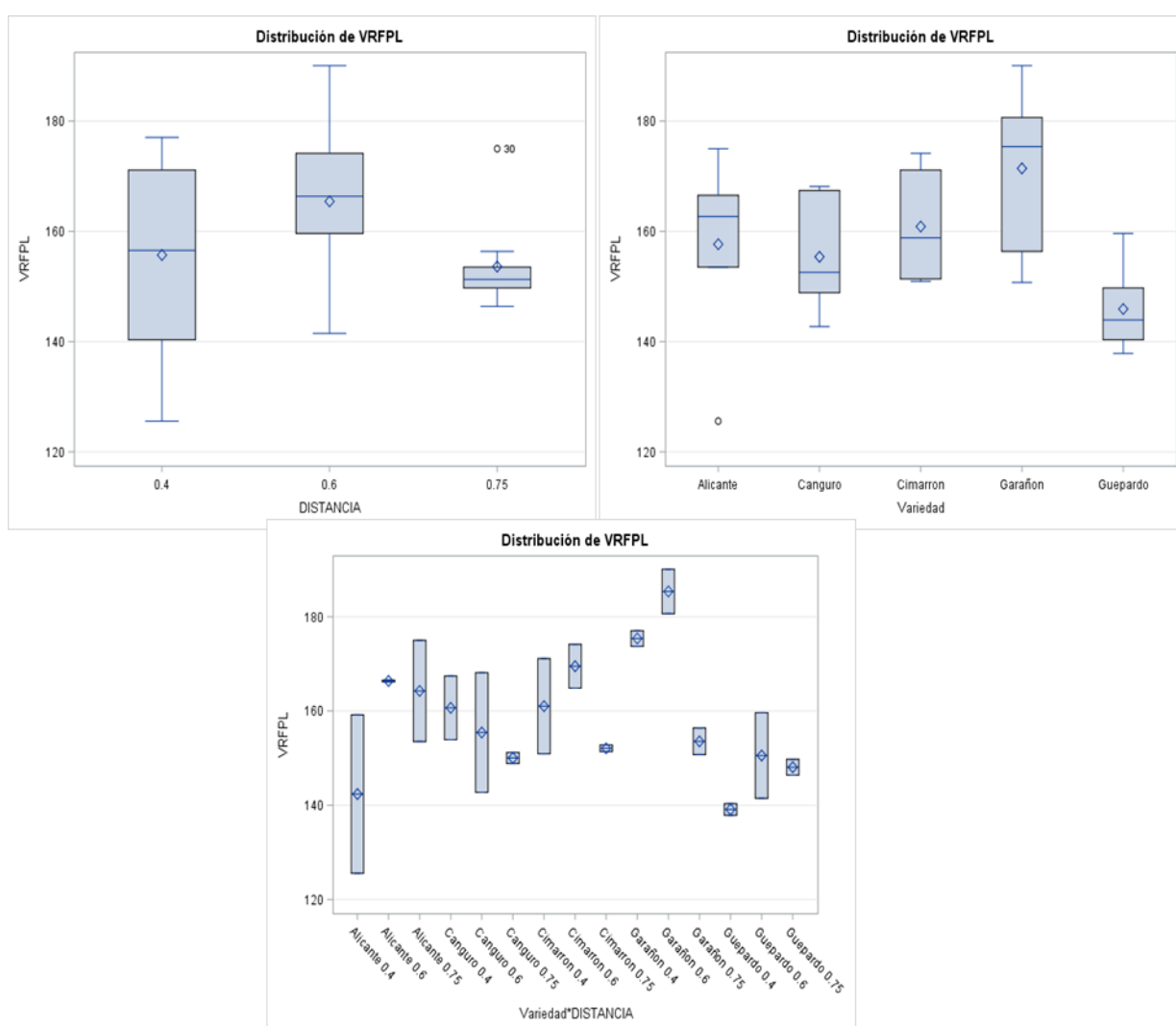


Figura 28. Comparación de medias para la variable Valor Relativo de Forraje de Plántula (VRFPL) de cinco híbridos comerciales de maíz. UAAAN-UL 2015.

V.- CONCLUSIONES

El sistema de producción de surcos estrechos no afecta la calidad del forraje.

La germinación de la semilla no se vio afectada por el distanciamiento entre surcos.

La calidad física de la semilla se redujo, pero este efecto fue tal vez debido al manejo del sistema de riego.

Los híbridos expresaron su potencial de rendimiento en el sistema de surcos espaciados a 0.40 m, ya que se aumentó la distancia entre planta y planta, disminuyendo la distancia entre surco. Los híbridos más sobresalientes en Rendimiento de Forraje Verde fueron Garañón, Canguro y Cimarrón

A medida que se reduce la distancia entre surcos, se incrementa los rendimientos unitarios y la cantidad de biomasa producida por área de terreno ocupado así como la cantidad de materia seca acumulada en órganos vegetativos y fructíferos. En términos relativos, el sistema de producción no afecta el porcentaje de biomasa acumulada en órganos vegetativos o fructíferos.

VI. – BIBLIOGRAFIA

Allen, M., K. A. O`Neil, D.G. Main, and J. Beck. 1991. Relationship among yield and quality traits of corn hybrids for silage. *J. Dairy Sci.* 74. (Suplement 1). 221.

Antolín, DM; González, RM; Goñi, CS; Domínguez V, IA; Ariciaga, GC. 2009. Rendimiento y producción de gas in vitro de maíces híbridos conservados por ensilaje o henificado. *Técnica Pecuaria en México* 47(4):413-423.

Barbieri, P. A.; Echeverria, H. E.; Sainz-Rosas, H. R. and Andrade, F. H. 2008a. Nitrogen use efficiency in maize as affected by nitrogen availability and row spacing. *Agron. J.* 100:1094-1100.

Barbieri, P. A.; Echeverria, H. E. and Sainz-Rosas, H. R. 2008b. Presidedress soil nitrogen test for no-tillage maize at different row spacing. *Agron. J.* 100:1101-1105.

Barbieri P A, H R Sainz Rozas, F H Andrade, H E Echeverria (2000) Row spacing effects at different levels of nitrogen availability in maize. *Agron. J.* 92:283-288.

Barriere, Y. and R. Traineau. 1986. Characterization of silage maize: Patters of dry matter production. LAI evolution and feeding value in late early genotypes p. 131-137. In O. Dolstra and P. Miedema (ed.). *Breeding of silage maize. Proc. 13 th Congress on the maize and sorghum section of EUCARPIA, Wageningen, The Netherlands, 9-12 Sept. 1985 PUDOC, Wageningen, The Netherlands.*

BATTEMAN, J. V., 1970. *Nutrición Animal. Manual de métodos analíticos.* Herrero Hermanos, S. A., 468 pp. México.

Basra, A. S. 1995. Seed quality; basic mechanisms and agricultural implications. Basra, A. S. (ed.) *Food Products Press. Preface.* New York, USA.

Bullock D G, R L Nielsen, W E Nyquist (1988) A growth analysis comparison of corn grown in conventional and equidistant plant spacing. *Crop Sci.* 28:254-258.

Chalupa, W., R. Boston., Ch. J. Sniffen., and D. G. Fox. 1998. Development of dairy cow nutritional models. In: *Advanced Dairy Workshop.* Torreon, Coah. 1-42.

Chalupa, W. 1995. Requerimientos de Forrajes de Vacas Lecheras. En: *La Importancia de los Forrajes en la Optimizacion Economica. Ciclo Internacional de Conferencia sobre Nutricion y Manejo.* Noviembre 13-14. Torreon Coah. P 19-28.

Cirilo, A. G. (2000). Rendimiento del cultivo de maíz. Manejo de la Densidad y Distancia entre Surcos en Maíz. INTA. Buenos aires, Argentina.

CONAGUA. 2016. Estadísticas agrícolas de los distritos de riego 2014-2015 [En línea]. Disponible en <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGIH-6-15.pdf> (revisado el 09 de Noviembre de 2016).

Collins, W. K.; Russell, W. A. and Eberhart, S. A. 1965. Performance of two-year type of corn belt maize. *Crops Sci.* 5:113-116.

Cox, W. J.; Cherney, D. R. and Hanchar, J. J. 1998. Row spacing, hybrid, and plant density effects on corn silage yield and quality. *J. Prod. Agric.* 11:128- 134.

Cox, W. J., and D. J. R. Cherney. 2001. Row spacing, plant density, and nitrogen effects on corn silage. *Agron. J.* 93:597-602.

Cuomo, JG; Redfearn, DD; Blouin, CD. 1998. Plant density effects on tropical corn forage mass, morphology, and nutritive value. *Agronomy Journal* 90:93-96.

Cusicanqui, J. A. and J.G. Lauer. 1999. Plant density and hybrid influence on corn forage yield and quality. *Agronomy Journal* 91:911-915.

De La Roza-Delgado, B., Fernández, A. M., & Gutiérrez, A. A. (2011). Determinación de materia seca en pastos y forrajes a partir de la temperatura de secado para análisis. *Pastos*, 32(1), 91-104.

Delouche, J. C. and Cadwell, W. P. 1962. Seed vigour and vigour test. *Proc. Assoc. Offic. Seed Anal.* 50:124–129.

Díaz Aguilar, r. d. j. (2015). Crecimiento y producción de chile habanero (*capsicum chinense jacq*) bajo diferentes regímenes de riego y arreglo topológico en la Comarca Lagunera.

Di Marco O 2011. Estimación de Forrajes (disponible http://wwwproducción-animal.com.ar/tablas_composición-alimentos/45-calidad.pdf.)

DULPHY, J. R; DEMARQUILLY, C, 1981. Problèmes particuliers aux silages. En: Previsión de la valeur nutritive des aliments des ruminants, 81-104. INRA Publi.

Dwyer, L. M.; Ma, B. L.; Evenson, L. and Hamilton, R. I. 1994. Maize physiological traits related to grain yield and harvest moisture in mid to short-season environments. *Crops Sci.* 34:985-992.

Early, E. B., W. O. McIlrath, R: D. Seif, and R. H. Hageman. 1967. Effects of shade applied at different stages of plants developments on corn (*Zea Mays L.*) hybrids. 1959 to 1988. *Can. J. Plant. Sci.* 71:1-11.

Edalat, M; Kazemeine, SA; Bijanzadeh, E; Naderi, R. 2009. Impact of irrigation and nitrogen on determining the contribution of yield components and morphological traits on corn kernel yield. *Journal of Agronomy* 8(2):84-88.

Edmeades, G. O. and H. R. Lafitte. 1993. Defoliation and plant density effects on maize selected for reduced plant height. *Agron. J.* 85:850-857.

Elizondo-Salazar, J. A. (2008). Requerimientos nutricionales de cabras lecheras. I. Energía metabolizable. *Agronomía Mesoamericana*, 19(1), 115-122.

Epinat-Le, S. C.; Dousse, S.; Lorgeou, J.; Denis, J. B.; Bonhomme, R.; Carolo, P. and Charcosset, A. 2001. Interpretation of genotype environment interactions for early maize hybrids over 12 years. *Crops Sci.* 21:663- 669.

Farnham, D. E. 2001. Row spacing, plant density, and irbid effects on corn grain yield and moisture. *Agron. J.* 93:1049- 1053.

Fox, D., G, Tylutki, M.E. Van Amburg, L. E. Chase, A. N. Pell, T.R. Overton, L.O. Tedeschi, C.N. Rasmussen., and V. M. Durbal. 2000. The net carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. *Animal Science*. Mimeo 213. Cornell University. 236 p.

Francesch, M. (2001). Sistemas para la valoración energética de los alimentos en aves. *Arch Latin Prod Anim*, 9, 35-42.

Garcia A., Kalscheur K., 2005. Interpretacion del analisis del ensilaje de maiz, Noviembre 18.

Geiger, H.H., G. Seitz, A.E. Melchinger, and G. A. Schmidt. 1992. Genotypic correlations in forage maize I. relationships among yield and quality traits in hybrids. *Maydica* 37:95-99.

Graybill, J.S., W.J.Cox, and D.J.Otis. 1991. Yield and quality of forage maize as influenced by hybrid planting date, and plant density. *Agronomy Journal* 83:559-564.

Goodrich, R. D., & Meiske, J. C. (1985). Corn and sorghum silages.

Harlan, D. W, J.B. Holter., and H.H. Hayes. 1991. Detergent Fiber Traits to Predict Productive Energy of Forages Feed Free Choice Nonlactating Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 74: 1337-1353.

HERNANDEZ, S. (2010). Importancia de la fibra en la alimentación de los bovinos. *Facultad de Medicina veterinaria y zootecnia. Universidad de Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacan, Mexico. Experimental Agropecuaria Hilario Ascasubi del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina.*

Hoff, D. J. and Mederski, H. J. 1960. Effect of equidistant corn plant spacing on yield. *Agron. J.* 52:295-297.

Hunter, R. B.; Kannenberg, L. W. and Gamble, E. E. 1970. Performance of fi ve maize hybrids in varying plant populations and row widths. *Agron. J.* 62:255-256

International Seed Testing Association (ISTA). 2004. International rules for seed testing. Ed. 2004. Bassersdorf, CH-Switzerland, 243 p

Jolliffe, P. A, P.G. Tarimo, and W. Eaton. 1990. Plant growth analysis. Growth and yield component. Responses to population density in forage maize. *Annals of Botany* 65:139-147.

Jurado G. P., Lara Macías, C. R., & Saucedo Terán, R. A. (2014). Paquete tecnológico para la producción de maíz forrajero en Chihuahua.

Kiniry, J. R. and J.T. Ritchie. 1985. Shade-sensitive interval of kernel number of maize. *Agron. J.* 77:711-715.

Laurer J. 1998. Corn kernel milk stage and silage harvest moisture. *Field crop.* January. University of Wisconsin. 1-4.

Madamombe, M; Vibrans, H; López, M.L. 2009. Diversity of coevolved weeds in smallholder maize fields of Mexico and Zimbabwe. *Biodiversity and Conservation* 18:1589-1610.

Maddoni, G. A.; Cirilo, A. G. and Otegui, M. E. 2006. Row width and maize grain yield. *Agron. J.* 98:1532-1543.

Malvar, RA; Revilla, P; Moreno, GJ; Butron, A; Sotelo, J; Ordás, A. 2008. White maize: genetics of quality and agronomic performance. *Crop Science* 48:1373-1381.

Moreno M E, M E Vázquez, A Rivera, R Navarrete, F Esquivel (1988) Effect of seed shape and size on germination of corn (*Zea mays* L.) stored under adverse conditions. *Seed Sci. Technol.* 26:439-448.

Murphy, S. D.; Yakubu, Y.; Weise, S. F. and Swanton, C. J. 1996. Effect of planting patterns and inter-row cultivation on competition between corn (*Zea mays*) and late-emerging weeds. *Weed Sci.* 44:856-870.

National Research Council. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle.* 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.

Núñez H G, A Peña R, F González C, R Faz C (2006) Características de híbridos de maíz de alta calidad nutricional de forraje. In: *Maíz Forrajero de Alto Rendimiento y Calidad Nutricional.* G. Núñez H. (comp.) Libro Científico Núm. 13. INIFAP-CIRNOCCELALA. pp:45-97.

Núñez, H. G (2006). Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional.

Núñez, H. G., F. Contreras G, y R. Faz C. 2003b. Características agronómicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. *Tec Pecu Mex.* 41(1):37-48

Núñez, H. G., Francisco, B. I., Arturo, P. G. J., Gamaliel, O. H., Humberto, M. P. L., Rodolfo, J. I., & Rodolfo, F. C. (2006). Tecnología de producción de maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional.

Peña, R. A., G. Núñez H, y F. González C. 2002. Potencial forrajero de poblaciones de maíz y relación entre atributos agronómicos con la calidad. *Tec. Pecu. Mex.* 40:215-228.

Pérez Mendoza, C., Hernández Livera, A., Cossio, G., Valerio, F., García de los Santos, G., Carballo Carballo, A.,... & Tovar Gómez, M. D. R. (2006). Tamaño de semilla y relación con su calidad fisiológica en variedades de maíz para forraje. *Agricultura técnica en México*, 32(3), 341-352.

Peretti, A., 1994 Manual de Análisis de semillas. Editorial Hemisferio Sur S.A., 281 P.

Perry D A (1972) Seed vigour and field establishment. *Hort. Abstr.* 42:334-342.

Porter P M, D R Hicks, W E Lueschen, J H Ford, D D Warnes, T R Hoverstad (1997) Corn response to row width and plant population in the northern Corn Belt. *J. Prod. Agric.* 10:293-300.

Reed, A.J., G.W. Singletary., J.R. Schussler., D.R. Willismson, and A.L. Christy. 1988. Shading effects on dry matter and nitrogen partitioning, Kernel number, and yield of maize. *Crop. Sci.* 28:819-825.

Reta S. D. G., Carrillo, A. J. S., Gaytán, M. A., Castro, M. E., & Cueto, W. J. A. (2002). Guía para cultivar maíz forrajero en surcos estrechos. CELALA-INIFAP, Matamoros, Coah, (5.24).

Reta S. D. G., Cruz, CS., Palomo, GA; Serrato C, SJ; Cueto W, JA. 2010. Rendimiento y calidad de forraje de kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) en tres edades en comparación con maíz y sorgo x Sudán nevadura café. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 1(1):13-23.

Reta S. D. G., Mascorro, A. G., & Amaya, J. S. C. (2003). Rendimiento y componentes del rendimiento de maíz en respuesta a arreglos topológicos. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 26(2), 75-80.

Reta S. D. G., Mascorro, GA; Carrillo A, JS. 2000. Respuesta del maíz para ensilaje a métodos de siembra y densidades de población. *Revista Fitotecnia Mexicana* 23:37-48.

Robinson, P. H. 2001. Estimating the energy value of corn silage and other forages. *Proc 31th California alfalfa symposium.* Modesto, CA. 12-13.

Rutger, J.N. and L.V. Crowder. 1967. Effect of high density on silage and grain yields of six corn hybrids. *Crop. Sci.* 7:182-184

Santamaría-César, J., Reta-Sánchez, D. G., Chávez-González, J. F. J., Cueto-Wong, J. A., & Rubio, J. R. P. (2006). *Caracterización del medio físico en relación a cultivos forrajeros alternativos para la Comarca Lagunera. Libro Técnico Núm. 2. 240 p.* INIFAP-CIRNOC-CELALA. Matamoros, Coah., México.

Sarlangue, T.; Andrade, F. H.; Calviño, P. A. and Purcell, L. C. 2007. Why do maize hybrids respond differently to variations in plant density? *Agron. J.* 99:984-991.

Shapiro, C. A. and Wortmann, C. S. 2006. Corn response to nitrogen rate, row spacing, and plant density in eastern Nebraska. *Agron. J.* 98:529-535.

Strieder, LM; Ferreira S, PR; Rambo, L; Sangoi, L; Alves, SA; Endrigo, PC; Batista, JD. 2008. Crop management systems and maize grain yield under narrow row spacing. *Scientia Agricola (Piracicaba, Braz.)* 65(4):346-353.

Subedi, KD; Ma, BL; Smith, DL. 2006. Response of a leafy and non-leafy maize hybrid to population densities and fertilizer nitrogen levels. *Crop Science* 46:1860-1869.

Tetio-Kagho, F. and F. P. Gardner. 1988a. Responses of maize to plant population density. I. Canopy development, light relationships, and *Agron. J.* 80:930-935.

Tetio-Kagho, F. and F. P. Gardner. 1988b. Responses of maize to plant population density. II. Reproductive development, yield and yield adjustments. *Agron. J.* 80:935-940.

Tinoco A, CA; Ramírez, FA; Villareal, FE; Ruiz, CA. 2008. Arreglo espacial de híbridos de maíz, índice de área foliar y rendimiento. *Agricultura Técnica en México* 34(3):271-278.

Tjardes Kent. Interpretación de los Análisis de Henos y Ensilajes. COLLEGE OF AGRICULTURE; Mayo 2005.

Van Soest, P. J. 1996. Environmental and forage quality. *Proc Cornell Nutrition Conferences for Feed Manufacturers.* Bufalo. NY. 1-6.

Vattikonda, M.R., and R.B. Hunter. 1983. Comparison of grain yield and whole plant silage production of recommended corn hybrids. *Can. J. Plant Sci.* 63:601-609.

Weiss, WP. 1998. Estimating the available energy content of feeds for dairy cattle. *J Dairy Sci* 81:830-839.

Widdicombe, W. D. and Thelen, K. D. 2002. Row width and plant density effect on corn forage hybrids. *Agron J.* 94:326-330.

Wiersma, D.A., P.R. Carter, K.A. Albrecht, and J. G. Coors. 1993. Kernel milkline stage and corn forage yield, quality, and dry matter content. *J. Prod Agric.* 6:94-99.

Wolf, D.P., Coors. K.A. Albrecht., D.J. Undersander, and P. R. Carter. 1993a. Agronomic evaluations of maize genotypes selected for extreme fiber concentrations. *Crop Sci.* 33: 1359-1365.

Xu.S., J.H. Harrison., W. Kezar., N. Entrikin., K.A. Loney, and R.E. Riley, 1995. Evaluation of yield, quality, and plant composition of early-maturing hybrids harvested at three stages of maturity. Prof. Anim. Sci. 11:157-165.