

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“COMPORTAMIENTO DE TRES GENOTIPOS DE MAÍZ DE
GRANO DURO (*Zea mays* L.) BAJO TRES DOSIS DE
POTASIO EN LA MOLINA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

JOSÉ MARCOS SÁNCHEZ SÁNCHEZ

LIMA – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“COMPORTAMIENTO DE TRES GENOTIPOS DE MAÍZ DE
GRANO DURO (*Zea mays* L.) BAJO TRES DOSIS DE POTASIO EN
LA MOLINA”**

JOSÉ MARCOS SÁNCHEZ SÁNCHEZ

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

Ing. Mg. Sc. Julio Nazario Ríos
PRESIDENTE

Ing. Mg. Sc. Elías Hugo Huanuqueño Coca
ASESOR

Ing. Mg. Sc. Edgardo Vilcara Cárdenas
MIEMBRO

Ing. Mg. Sc. Alfredo Beyer Arteaga
MIEMBRO

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A mi madre, Carmen Rosa Sánchez Espinoza por darme la fortaleza para seguir.

A mis abuelos, Manuela Espinoza y Carlos Sánchez por guiar y cuidar mis pasos desde el cielo. A mis hermanos, por ser la motivación de mis días.

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater la Universidad Nacional Agraria La Molina, por darme la oportunidad de formarme como profesional.

A mi facultad Agronomía, por los conocimientos brindados, por las experiencias del día a día de esta gran familia, por inculcar mi pasión por el agro.

Un agradecimiento muy especial al Ing. Agr. Mg. Sc. Elías Hugo Huanuqueño Coca, asesor de este trabajo de investigación, por su orientación y apoyo constante.

Al Programa de Investigación y Proyección Social en Maíz de la Universidad Nacional Agraria La Molina, a todo el personal por su disposición a colaborar siempre.

A mis profesores, por sus consejos, observaciones y colaboración en mi desarrollo profesional y personal.

A mi familia y amistades que siempre me daban la fuerza para seguir y terminar este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
	2.1. Clasificación	4
	2.2. Importancia económica.....	5
	2.3. Descripción botánica	8
	2.3.1. Estructura del grano	8
	2.4. Requerimientos edafoclimáticos	8
	2.4.1. Suelo y agua	8
	2.4.2. Clima.....	8
	2.5. Manejo agronómico.....	9
	2.5.1. Preparación del terreno	9
	2.5.2. Selección de semilla	9
	2.5.3. Época y densidad de siembra	9
	2.5.4. Labores culturales.....	10
	2.5.5. Cosecha y manejo post cosecha	11
	2.6. Vigor híbrido.....	11
	2.7. Vigor híbrido y el maíz.....	12
	2.8. Obtención de maíces híbridos	13
	2.9. Importancia del maíz híbrido	14
	2.10. Adaptabilidad y estabilidad de híbridos	15
	2.11. Nutrición mineral	16
	2.11.1. Importancia y aplicación.....	16
	2.11.2. Antecedentes	17
	2.11.3. Patrones de fertilización utilizados en maíz	18
	2.11.4. El nitrógeno	19
	2.11.5. El fósforo.....	21
	2.11.6. El potasio.....	23
	2.11.7. Interacción de elementos.....	26
	2.12. El rendimiento	27
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	29
	3.1. Materiales.....	29
	3.1.1. Ubicación del campo experimental	29
	3.1.2. Condiciones climáticas	29
	3.1.3. Característica edafológica	30
	3.1.4. Material vegetal.....	32
	3.1.5. Material de campo y de gabinete.....	32
	3.1.6. Conducción del experimento.....	33
	3.2. Metodología	35
	3.2.1. Tipo de investigación.....	35
	3.2.2. Factores en estudio	35
	3.2.3. Tratamientos.....	36

3.2.4. Diseño de la investigación	36
3.2.5. Características del área experimental	37
3.2.6. Variables evaluadas	39
3.2.7. Procesamiento de datos.....	43
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	44
4.1. Variables de crecimiento del maíz	44
4.1.1. Altura de planta (m).....	44
4.1.2. Altura de mazorca (m)	46
4.1.3. Número de hojas por planta	48
4.1.4. Número de hojas sobre la mazorca.....	50
4.1.5. Diámetro del tallo (cm).....	52
4.2. Variables de mazorca y componentes de rendimiento	56
4.2.1. Peso de una mazorca (g)	56
4.2.2. Longitud de mazorca (cm)	58
4.2.3. Diámetro de mazorca (cm).....	60
4.2.4. Número de hileras por mazorca.....	63
4.2.5. Número de granos por dos hileras	65
4.2.6. Espesor de 10 semillas (cm).....	67
4.2.7. Ancho de 10 semillas (cm).....	69
4.2.8. Longitud de 10 semillas (cm).....	71
4.2.9. Peso de semillas por mazorca (g)	74
4.2.10. Peso de una coronta (g).....	76
4.2.11. Número de semillas por mazorca	78
4.2.12. Diámetro de coronta (cm)	80
4.2.13. Peso promedio de una semilla (g)	82
4.2.14. Número de mazorcas por planta	85
4.2.15. Peso de una mazorca a la cosecha (kg).....	87
4.2.16. Porcentaje de desgrane (%).....	89
4.2.17. Humedad de cosecha (%).....	91
4.2.18. Número de plantas por parcela	93
4.2.19. Rendimiento en grano (Kg/ha).....	96
V. CONCLUSIONES	100
VI. RECOMENDACIONES	101
VII. BIBLIOGRAFÍA	102
VIII. ANEXOS	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos climatológicos mensuales de agosto a noviembre 2018.....	29
Tabla 2: Análisis edafológico de la parcela experimental.....	31
Tabla 3: Características de fertilizantes utilizados en la investigación.....	32
Tabla 4: Claves y niveles de fertilización potásica.....	35
Tabla 5: Claves y niveles de genotipos utilizados.....	36
Tabla 6: Tratamientos obtenidos por la combinación de factores.....	36
Tabla 7: Esquema de análisis de varianza de la investigación.....	37
Tabla 8: Distribución de los tratamientos en el campo experimental.....	38
Tabla 9: Análisis de varianza para la variable altura de planta (m).....	44
Tabla 10: Análisis de varianza para la variable altura de mazorca (m).....	46
Tabla 11: Análisis de varianza para la variable número de hojas por planta.....	48
Tabla 12: Análisis de varianza para la variable número de hojas sobre la mazorca.....	50
Tabla 13: Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo (cm).....	52
Tabla 14: Análisis de varianza para la variable peso de una mazorca (g).....	56
Tabla 15: Análisis de varianza para la variable longitud de mazorca (cm).....	58
Tabla 16: Análisis de varianza para la variable diámetro de mazorca (cm).....	61
Tabla 17: Análisis de varianza para la variable número de hileras por mazorca.....	63
Tabla 18: Análisis de varianza para la variable número de granos por dos hileras.....	65
Tabla 19: Análisis de varianza para la variable espesor de 10 semillas (cm).....	67
Tabla 20: Análisis de varianza para la variable ancho de 10 semillas (cm).....	69
Tabla 21: Análisis de varianza para la variable longitud de 10 semillas (cm).....	72
Tabla 22: Análisis de varianza para la variable peso de semillas por mazorca (g).....	74
Tabla 23: Análisis de varianza para la variable peso de una coronta (g).....	76
Tabla 24: Análisis de varianza para la variable número de semillas por mazorca.....	78
Tabla 25: Análisis de varianza para la variable diámetro de coronta (cm).....	80
Tabla 26: Análisis de varianza para la variable peso promedio de una semilla (g).....	82
Tabla 27: Análisis de varianza para la variable número de mazorcas por planta.....	85
Tabla 28: Análisis de varianza para la variable peso de una mazorca a la cosecha (kg).....	87
Tabla 29: Análisis de varianza para la variable porcentaje de desgrane (%).....	89
Tabla 30: Análisis de varianza para la variable humedad de cosecha (%).....	91
Tabla 31: Análisis de varianza para la variable número de plantas por parcela.....	93
Tabla 32: Análisis de varianza para la variable rendimiento en grano (kg/ha).....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Efecto de los tratamientos sobre la altura de planta (m)	45
Figura 2: Efecto de la fertilización potásica sobre la altura de planta (m).....	45
Figura 3: Efecto de los genotipos sobre la altura de planta (m)	46
Figura 4: Efecto de los tratamientos sobre la altura de mazorca (m)	47
Figura 5: Efecto de la fertilización potásica sobre la altura de mazorca (m)	47
Figura 6: Efecto de los genotipos sobre la altura de mazorca (m).....	48
Figura 7: Efecto de los tratamientos sobre el número de hojas por planta	49
Figura 8: Efecto de la fertilización potásica sobre el número de hojas por planta	49
Figura 9: Efecto de los genotipos sobre el número de hojas por planta.....	50
Figura 10: Efecto de los tratamientos sobre el número de hojas sobre la mazorca.....	51
Figura 11: Efecto de la fertilización potásica sobre el número de hojas sobre la mazorca..	51
Figura 12: Efecto de los genotipos sobre el número de hojas sobre la mazorca	52
Figura 13: Efecto de los tratamientos sobre el diámetro del tallo (cm)	53
Figura 14: Efecto de la fertilización potásica sobre el diámetro del tallo (cm).....	54
Figura 15: Efecto de los genotipos sobre el diámetro del tallo (cm)	54
Figura 16: Efecto de los tratamientos sobre el peso de una mazorca (g).....	57
Figura 17: Efecto de la fertilización potásica sobre el peso de una mazorca (g)	57
Figura 18: Efecto de los genotipos sobre el peso de una mazorca (g).....	58
Figura 19: Efecto de los tratamientos sobre la longitud de mazorca (cm).....	59
Figura 20: Efecto de la fertilización potásica sobre la longitud de mazorca (cm)	60
Figura 21: Efecto de los genotipos sobre la longitud de mazorca (cm).....	60
Figura 22: Efecto de los tratamientos sobre el diámetro de mazorca (cm)	61
Figura 23: Efecto de la fertilización potásica sobre el diámetro de mazorca (cm)	62
Figura 24: Efecto de los genotipos sobre el diámetro de mazorca (cm)	62
Figura 25: Efecto de los tratamientos sobre el número de hileras por mazorca.....	64
Figura 26: Efecto de la fertilización potásica sobre el número de hileras por mazorca	64
Figura 27: Efecto de los genotipos sobre el número de hileras por mazorca.....	65
Figura 28: Efecto de los tratamientos sobre el número de granos por dos hileras	66
Figura 29: Efecto de la fertilización potásica sobre el número de granos por dos hileras ...	66
Figura 30: Efecto de los genotipos sobre el número de granos por dos hileras	67
Figura 31: Efecto de los tratamientos sobre el espesor de 10 semillas (cm).....	68
Figura 32: Efecto de la fertilización potásica sobre el espesor de 10 semillas (cm)	68

Figura 33: Efecto de los genotipos sobre el espesor de 10 semillas (cm).....	69
Figura 34: Efecto de los tratamientos sobre el ancho de 10 semillas (cm)	70
Figura 35: Efecto de la fertilización potásica sobre el ancho de 10 semillas (cm).....	71
Figura 36: Efecto de los genotipos sobre el ancho de 10 semillas (cm)	71
Figura 37: Efecto de los tratamientos sobre la longitud de 10 semilla (cm)	72
Figura 38: Efecto de la fertilización potásica sobre la longitud de 10 semillas (cm)	73
Figura 39: Efecto de los genotipos sobre la longitud de 10 semillas (cm)	73
Figura 40: Efecto de los tratamientos sobre el peso de semillas por mazorca (g).....	75
Figura 41: Efecto de la fertilización potásica sobre el peso de semillas por mazorca (g) ...	75
Figura 42: Efecto de los genotipos sobre el peso de semillas por mazorca (g).....	76
Figura 43: Efecto de los tratamientos sobre el peso de una coronta (g)	77
Figura 44: Efecto de la fertilización potásica sobre el peso de una coronta (g).....	77
Figura 45: Efecto de los genotipos sobre el peso de una coronta (g)	78
Figura 46: Efecto de los tratamientos sobre el número de semillas por mazorca	79
Figura 47: Efecto de la fertilización potásica sobre el número de semillas por mazorca	79
Figura 48: Efecto de los genotipos sobre el número de semillas por mazorca	80
Figura 49: Efecto de los tratamientos sobre el diámetro de coronta (cm)	81
Figura 50: Efecto de la fertilización potásica sobre el diámetro de coronta (cm)	81
Figura 51: Efecto de los genotipos sobre el diámetro de coronta (cm)	82
Figura 52: Efecto de los tratamientos sobre el peso de una semilla (g).....	83
Figura 53: Efecto de la fertilización potásica sobre el peso de una semilla (g)	83
Figura 54: Efecto de los genotipos sobre el peso de una semilla (g).....	84
Figura 55: Efecto de los tratamientos sobre el número de mazorcas por planta	86
Figura 56: Efecto de la fertilización potásica sobre el número de mazorcas por planta.....	86
Figura 57: Efecto de los genotipos sobre el número de mazorcas por planta	87
Figura 58: Efecto de los tratamientos sobre el peso de mazorca a la cosecha (g).....	88
Figura 59: Efecto de la fertilización potásica sobre el peso de mazorca a la cosecha (g) ...	88
Figura 60: Efecto de los genotipos sobre el peso de mazorca a la cosecha (g).....	89
Figura 61: Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de desgrane (%)	90
Figura 62: Efecto de la fertilización potásica sobre el porcentaje de desgrane (%)	90
Figura 63: Efecto de los genotipos sobre el porcentaje de desgrane (%)	91
Figura 64: Efecto de los tratamientos sobre la humedad de cosecha (%).....	92
Figura 65: Efecto de la fertilización potásica sobre la humedad de cosecha (%)	92
Figura 66: Efecto de los genotipos sobre la humedad de cosecha (%).....	93

Figura 67: Efecto de los tratamientos sobre el número de plantas por parcela	94
Figura 68: Efecto de la fertilización potásica sobre el número de plantas por parcela	94
Figura 69: Efecto de los genotipos sobre el número de plantas por parcela	95
Figura 70: Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento en grano (kg/ha)	97
Figura 71: Efecto de la fertilización potásica sobre el rendimiento en grano (kg/ha)	97
Figura 72: Efecto de los genotipos sobre el rendimiento en grano (kg/ha)	98

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Resumen climatologico diario de los meses de agosto a noviembre del 2018 ..	112
Anexo 2: Cronograma de la conducción del experimento	116
Anexo 3: Croquis del área total experimental	117
Anexo 4: Análisis estadístico para las variables del crecimiento del maíz	118
Anexo 5: Análisis estadístico para caracteres de mazorca.....	121
Anexo 6: Análisis estadístico para componentes del rendimiento	128

RESUMEN

El presente trabajo experimental se realizó con el objetivo de evaluar el efecto del potasio en el comportamiento de tres genotipos promisorios de maíz de grano duro en condiciones de La Molina. La investigación se realizó en el campo de la universidad Nacional Agraria La Molina, de agosto del 2018 a febrero del 2019. Se estudió dos factores: el factor Genotipos con tres niveles: un híbrido doble (Exp-5), una población de libre polinización (Pool-19) y un híbrido simple (CML-504 x CML-507) y el factor Potasio también con tres niveles: 0, 60 y 120 Kg de K₂O. El experimento factorial fue instalado bajo el diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La aplicación de los niveles del factor Potasio fueron realizados en dos momentos, la mitad después de la emergencia y la diferencia al momento del aporque. No se detectó interacción entre los niveles de ambos factores para ninguna característica. Existió diferencias estadísticas entre genotipos para altura de planta, altura de mazorca, total de hojas, hojas sobre la mazorca y diámetro de tallo, en el cual, el híbrido doble Exp-5 fue el que superó estadísticamente a los otros dos genotipos; sin embargo, ninguna diferencia entre dosis de potasio. El Exp-5 superó en longitud de mazorca, granos por hilera y rendimiento de grano; el híbrido CML tuvo el mayor diámetro de mazorca, ancho y longitud de 10 granos y la población Pool-19 presentó mayores hileras por mazorca y espesor de 10 granos. El híbrido doble, Exp-5 obtuvo el mejor rendimiento de grano y alcanzó los 11 982 kg/ha y presentó alta diferencia significativa en comparación con la población Pool 19 y el híbrido simple CML-504 x CML-507, quienes obtuvieron 10 439 y 9 781 kg/ha, respectivamente. Los rendimientos de grano de los dos últimos genotipos fueron similares estadísticamente.

Palabras claves: rendimiento, híbrido doble, híbrido simple, población.

SUMMARY

The present experimental work was carried out with the objective of evaluating the effect of potassium on the performance of three promising hard grain maize genotypes under La Molina conditions. The research was conducted in the field of the Nacional Agrarian University of La Molina, from August 2018 to February 2019. Two factors were studied: the factor Genotypes with three levels: a double hybrid (Exp-5), a free-pollinated population (Pool-19) and a single hybrid (CML-504 x CML-507) and the factor Potassium also with three levels: 0, 60 and 120 kg of K₂O. The factorial experiment was set up under a randomized complete block design with four repetitions. Potassium levels were applied at two different times, one half after emergence and the other half at hilling. No interaction was detected between the levels of both factors for any characteristic. There were statistical differences between genotypes for plant height, cob height, total leaves, leaves above the cob and stem diameter, in which the double hybrid Exp-5 was statistically superior to the other two genotypes; however, there was no difference between potassium doses. Exp-5 was superior in cob length, grains per row and grain yield; the CML hybrid had the largest cob diameter, size and 10-grain length, and the Pool-19 population had larger rows per cob and 10-grain thickness. The double hybrid, Exp-5 obtained the best grain yield and reached 11 982 kg/ha and presented high significant difference compared to the Pool-19 population and the single hybrid CML-504 x CML-507, which obtained 10 439 and 9 781 kg/ha, respectively. The grain yields of the latter two genotypes were statistically similar.

Key words: yield, double hybrid, single hybrid, population.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es actualmente el cereal más importante del mundo debido a su versatilidad en usos. Lo encontramos en la elaboración de alimentos para animales como porcinos y aves, en la producción de bebidas alcohólicas a partir del etanol, aceites y otros. Además, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2014), la producción de este cereal a nivel mundial supera al trigo y al arroz. Asimismo, menciona que el 90 por ciento corresponde a maíz amarillo duro y el 10 por ciento a maíz blanco.

Según el Instituto Nacional de Innovación Agraria (2015), el maíz amarillo duro presenta uno de los aportes más valiosos a la seguridad alimentaria. Es por ello, que diversos organismos del mundo estatales y privados vienen realizando estudios con la finalidad de mejorar la producción e incrementar el rendimiento con nuevos híbridos resistentes a factores abióticos y bióticos. Este cereal constituye el principal enlace de la cadena agroalimentaria del país, principal insumo avícola y porcino nacional, y su demanda excede la oferta nacional. Importamos del 60 a 65 por ciento del requerimiento total.

De acuerdo a los datos de la Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos (2013), el maíz amarillo duro se siembra en costa y selva. Siendo Lambayeque, La Libertad, Áncash, Lima y San Martín los principales departamentos productores, que en conjunto representan el 55 por ciento del área cultivada. Siendo Lima, la zona de Cañete, Chancay – Huaral, Huacho y Barranca la que ocupa el primer lugar con una participación del 20 por ciento de la producción total. Seguidamente por orden de importancia sigue La Libertad con el 15 por ciento. Estos porcentajes están asociadas a la existencia de las empresas avícolas más importantes del país que se encuentran en estos departamentos.

El Ministerio de Agricultura (2012), por medio de la Dirección General de Competitividad Agraria, expone que el maíz amarillo duro producido en el Perú presenta un valor proteico

alto y buena concentración de caroteno a diferencia del importado. En consecuencia, es apreciado por las principales empresas dedicadas a la industria avícola, porque disminuyen el uso de harina marigold en la alimentación de sus aves. En consecuencia, se busca mejorar los rendimientos sin disminuir la calidad producida, lo que ha llevado a realizar diversos trabajos de investigación en fitomejoramiento, fertilización, y densidades de siembra, entre otros.

Según Paliwal (2001), el desarrollo del maíz híbrido es indudablemente una de las mejores innovaciones del fitomejoramiento. Este es la población resultante del cruzamiento entre progenitores no emparentados o líneas endogámicas, es decir, líneas puras (Espíritu, 2017). Estas son plantas obtenidas por autofecundación de plantas heterocigotas, hasta que la mayor proporción de descendencia alcance la homocigosidad. La descendencia de estas plantas muestra características de rendimiento y vigor mucho mejor que la de sus progenitores.

Para obtener rendimientos óptimos se requiere de una fertilización balanceada y oportuna. Se ha estudiado el efecto de la fertilización N-P-K en el rendimiento de maíz amarillo duro en La Molina; sin embargo, no se ha investigado si realmente es necesario aplicar potasio a un suelo con alto contenido del mismo. Las bondades del potasio son amplias: regula las funciones de la planta, estimula la formación de flores y frutos, lo que origina un incremento en el peso de los granos, haciéndolos más azucarados y de mejor conservación. Además, incrementa la concentración salina de las células lo que le brinda a la planta una mayor resistencia a las heladas. Así mismo, interviene en la absorción y translocación de otros nutrientes, ayuda a mantener la turgencia celular y aumenta la eficiencia del nitrógeno (Campos, 2015).

Esta tesis tiene la finalidad de averiguar si existe diferencias en el comportamiento de tres genotipos de maíz (*Zea mays* L.) como respuesta a la aplicación de tres dosis referenciales de potasio: 0, 60 y 120 kg/ha de K₂O los cuales fueron aplicados el 50% a la siembra y la diferencia al momento del aporque. Es por ello que en el presente trabajo de investigación se han establecido los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Evaluar el efecto del potasio en el comportamiento de tres genotipos promisorios de maíz de grano duro en condiciones de La Molina.

Objetivos específicos

- Evaluar la respuesta de tres híbridos de grano duro a la aplicación de tres dosis de potasio.
- Identificar al híbrido promisorio que muestre el mejor rendimiento de grano.
- Determinar los efectos de la interacción entre tres niveles de potasio y tres híbridos de maíz en el rendimiento de grano.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Nikolai Vavilov, uno de los genetistas más grandes del siglo XX, consolidó el concepto de centro de origen. Según sus observaciones realizadas, el origen del maíz (*Zea mays* L.) está en el territorio centro americano probado por evidencias de carbono catorce en restos más antiguos (Deras, 2012; Litsman & Estrada, 1992). Se localiza desde el centro sur de México, hasta la mitad de Centroamérica. Desde el inicio de sus investigaciones en México, para Vavilov fue visible que *Euchlaena*, género en el que antaño se clasificó al *teocintle*, era el pariente silvestre más cercano del maíz (Serratos, 2009).

Si bien el origen del maíz aún no está determinado con exactitud, se establece tres posibles candidatos como origen. El primer lugar específico de mayor relevancia es México y América Central. El segundo, está en los países de Ecuador, Perú y Bolivia, este grupo por la alta variabilidad presente en la zona Andina. Por último, el tercer grupo toma a Colombia como centro de origen. Además, el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba (2009), menciona que cuando Cristóbal Colón llegó a Cuba en 1492, los agricultores americanos desde Canadá a Chile ya cultivaban variedades mejoradas de maíz. En su retorno a España probablemente llevó consigo semillas de varios cultivares entre ellos maíces duros. A fines del año 1500 España, Italia y el sur de Francia la cultivaban extensivamente. La difusión continuó a diversos países del viejo continente. Se creen que los navegantes portugueses lo introdujeron al África (Miracle, 1966).

2.1. Clasificación

El maíz (*Zea mays* L.) pertenece a la familia de las Poáceas. Desde el principio, los taxónomos clasificaron los géneros *Zea* y *Euchlaena* como dos separados. Sin embargo, el estudio realizado, basado en la compatibilidad entre esos dos grupos y la citogenética, originó que se les considere como un único género. La clasificación taxonómica de maíz (*Zea mays* L.) está bien estudiada (The Global biodiversity information Facility, 2013).

- **Reino:** *Plantae*
- **División:** *Angiospermae*
- **Clase:** *Monocotyledoneae*
- **Subclase:** *Commelinidae*
- **Orden:** *Poales*
- **Familia:** *Poaceae*
- **Subfamilia:** *Panicoideae*
- **Tribu:** *Andropogoneae*
- **Género:** *Zea*
- **Especie:** *Zea mays*
- **Nombre científico:** *Zea mays* L.

2.2. Importancia económica

El maíz (*Zea mays* L.) es el tercer cultivo más importante del mundo debido a su gran adaptabilidad, se cultiva en casi todo el mundo y es el alimento básico para millones de personas en especial de América Latina (Asturias, 2004). Cuenta con un mercado seguro en la industria avícola y crianza de otros animales, es por ello que se busca el incremento de la productividad manteniendo el área utilizada. La mazorca es utilizada de forma directa en la alimentación del ganado, ya sea como forraje o ensilado. Es importante esta última labor mencionada porque lleva a que el maíz alcance su máximo valor nutricional, originando una mejora en la producción lechera y de carne por unidad de superficie (Deras, 2012).

El maíz como alimento forrajero tiene algunas ventajas, es de bajo costo, se utiliza la planta completa la cual puede ser ensilada para épocas críticas de alimentación, generalmente cuando escasea el alimento en las zonas ganaderas. Este cultivo supera a todas las especies ganaderas por su rendimiento medio en materia seca y nutricionales por superficie utilizada (De la Cruz, 2016). El gran impacto del maíz ya sea como grano para la industria avícola, consumo industrial o la producción de forraje ganadero con alto valor nutricional por unidad de superficie, justifica la implementación de nuevas tecnologías que lleven a incrementar la producción por unidad de área (Caballero, 2019).

La Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas de Colombia (2010), menciona que el maíz amarillo duro ocupa el segundo lugar en área sembrada en el mundo.

Con alrededor de 140 millones de hectáreas, sembrado en 135 países y en el mercado internacional se comercializa más de 90 millones de toneladas al año. Para nuestro país según Dirección General de Promoción Agraria (2004), el MAD es el principal componente, siendo el 53 por ciento de los alimentos balanceados que se producen, de los cuales, el 64.24 por ciento es utilizado para aves de carne, el 26.52 por ciento para aves de postura, el 3.09 para porcinos y el 1.86 por ciento para engorde de ganado, mientras un menor porcentaje para alimentación humana en forma de harina, hojuelas entre otros.

Dirección General de Información Agraria (2007), indico que el maíz amarillo duro es el tercer cultivo en importancia a nivel nacional. En la última década la producción del Perú ha presentado una tasa de crecimiento del uno punto ocho por ciento en promedio anual. Asimismo, la Dirección General de Promoción Agraria (2003) menciona, que la participación de la cadena productiva del MAD en el PBI agropecuario es de aproximadamente el 25 por ciento. Asociado a la economía de familias rurales y población en general, debido al consumo de pollo que es el alimento principal que suministra la proteína animal en forma más barata en la población peruana.

De acuerdo a los resultados del IV Censo Nacional Agropecuario 2012, realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2013 b), el maíz amarillo duro es el tercer cultivo más sembrado en el Perú con 261 600 hectáreas después de la papa y café. El Informe Técnico Nro. 10 de esta entidad INEI (2013 a), reporta que el volumen de producción en maíz amarillo duro aumento en 19.62 por ciento en comparación con el año anterior.

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2015), la producción de maíz amarillo duro en noviembre del 2015 fue el de mayor nivel de ese año, con 131 404 toneladas con un incremento en 25.2 por ciento en comparación con lo registrado en noviembre del 2014. Comportamiento que fue explicado por una mayor producción en los departamentos de Ica (88.2%), Lima (83%), Piura (70%), Lambayeque (23.6%), La Libertad (16.1%) y Loreto (5.1%) que en conjunto aportaron 84.6% de la producción nacional. Asimismo, aumento en Cajamarca (46.9%), Junín (20%), Huancavelica (30.8%), Ucayali (19.8%) y Huánuco (26.9%). Sin embargo, disminuyo la producción en Apurímac (-94.3%), Tumbes (-44.8%), Áncash (-38.5%), Amazonas (-30.7%) y San Martín (-9.8%).

La demanda de maíz amarillo duro en el país es de 2.5 millones de toneladas, cantidad que no se produce en el Perú, lo cual nos lleva a importar el 60 por ciento, debido a que nuestra producción nacional solo llega a cubrir el 40 por ciento de la demanda nacional (Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria, 2006). El maíz amarillo duro del mercado externo es más barato que el producido en el país; sin embargo, el maíz nacional es de mejor calidad, razón por la cual no se desplaza la producción nacional. Las importaciones de Argentina y los EE. UU. cubren el mayor porcentaje del maíz demandado.

El Sistema de Información de Abastecimientos y Precios (SISAP), que gestiona la Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas (DGESEP) de la Dirección de Estadística Agraria del MINAGRI, destaca que el principal proveedor de maíz amarillo duro a nuestro país para la industria avícola y preparación de alimentos balanceados es Estados Unidos con 1'717 233 toneladas (t), seguido de Argentina con 591 876 toneladas (t), Brasil 3 725 toneladas (t) y otros 3 128 toneladas (t) (Agrodataperu, 2015).

El Ministerio de Agricultura y Riego (2015), señala que la importación de maíz amarillo duro en el 2014 sumó 2'315 963 toneladas (t), lo que representó un incremento del 19.2 por ciento en comparación a lo importado durante el 2013 donde lo importado fue 1'942 142 toneladas. Durante el 2014 las importaciones mensuales fueron en toneladas (t), enero 295 085 toneladas (t), febrero 390 309 toneladas (t), marzo 132 340 toneladas (t), abril 150 587 toneladas (t), mayo 110 834 toneladas (t), junio 99 725 toneladas (t), julio 232 085 toneladas (t), agosto 199 023 toneladas (t), septiembre 248 535 toneladas (t), octubre 244 313 toneladas (t), noviembre 160 915 toneladas (t) y diciembre 51 471 toneladas (t).

La importación de maíz amarillo duro en el año 2015 se elevó en 19 por ciento obteniendo los U\$ 375 millones, con un precio de U\$ 213 la tonelada promedio. En el mes de enero la producción registro 107 822 toneladas (t) y describió un aumento de 10.8 por ciento respecto al del año 2014. Esto como consecuencia de las superiores áreas sembradas y disponibilidad del recurso hídrico, así informo el Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (Agrodataperu, 2015).

2.3. Descripción botánica

2.3.1. Estructura del grano

La inflorescencia femenina denominada espiga puede contener de 300 a 1000 granos de acuerdo al número de hileras, diámetro y longitud de mazorca (Chura & Tejada, 2014). El peso de cada grano varía de 19 a 30 gramos por cada 100 granos. El número de granos y de hileras finalmente dependerá de la variedad y el vigor de esta (Caballero, 2019).

2.4. Requerimientos edafoclimáticos

2.4.1. Suelo y agua

El cultivo de maíz gusta de suelos con buenas propiedades físicas, químicas y biológicas. Se adaptan a todo tipo de suelo, aunque los más favorables son los francos con un alto nivel de materia orgánica bien drenados y aireados (Cubas et al., 2008; León, 2016). Un pH ideal para esta planta va desde los 5.5 a 7, presentando problemas de toxicidad y deficiencia por ciertos elementos fuera de este intervalo. Para un buen rendimiento requiere de suelos con humedad adecuada y constante (Peñaherrera, 2011). Si bien en las primeras etapas requiere cantidades hídricas menores para la germinación y emergencia, en dos etapas el agua juega un papel muy relevante. Primera, durante las fases iniciales del crecimiento vegetativo. La segunda, cuando está en plena floración y fructificación (Caballero, 2019).

2.4.2. Clima

El cultivo de maíz posee un alto poder de adaptación lo que permite que se pueda cultivar en varios climas. Durante la germinación, la temperatura media diurna mínima no debe ser menor de 10 °C, siendo la óptima entre 18 y 20 °C Hidalgo (2002), menciona que para su desarrollo vegetativo soportan una temperatura mínima de 15 °C hasta una máxima de 40 °C, siendo la ideal de 20 a 30 °C, días soleados con abundante suministro de agua y noches frías con un ambiente fresco y no demasiado húmedo. Para su crecimiento requiere pleno sol con las temperaturas mencionadas líneas arriba (Castañeda, 1987; Eyhéabide, 2015).

El cultivo de maíz es una especie de días cortos. En cuanto a la floración, los mayores rendimientos se obtienen con 11 a 14 horas de luz por día. La cantidad óptima de precipitación varía desde 550 mm hasta 1000 mm, esta variación está relacionada con las variedades, el potencial genético y el medio que los rodea. Algunos cultivares de alta producción requieren de climas templados a cálidos, con suficiente humedad desde su germinación hasta la cosecha (Deras, 2012).

2.5. Manejo agronómico

2.5.1. Preparación del terreno

Para obtener los mejores rendimientos se requiere de suelos con textura y estructura intermedia que garanticen un correcto drenaje, además que sean profundos y posean materia orgánica. Para ello se prepara el suelo, para otorgarle estas condiciones óptimas a la planta, para que se desarrollen en un suelo bien aireado y húmedo que facilite la germinación y crecimiento del cultivo. Así mismo, para controlar la emergencia de malezas (Cubas et al., 2008).

2.5.2. Selección de semilla

En la actualidad se busca semillas certificadas que garanticen su pureza, viabilidad y la cartilla de libre de patógenos. La calidad de semilla garantiza un buen porcentaje de emergencia, y esto se logra con la utilización de semillas de tamaño y profundidad de siembra uniforme.

2.5.3. Época y densidad de siembra

Al ser un país diverso la época de siembra está condicionada al lugar. En la Sierra la siembra está relacionada con la temperatura y disponibilidad de agua (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019). En esta región el maíz la desarrolla en secano, es decir, de manera temporal ordinariamente en los meses de octubre, noviembre y ciertas veces en diciembre. Utilizan sistemas de siembra a golpe y en surco corrido, estos últimos requieren un distanciamiento de 0.15 m a 0.20 m entre plantas (Dirección de Gestión de la Innovación Agraria, 2008). En

la selva varía de acuerdo al nivel del descenso de agua de los ríos amazónicos y condiciones climáticas, siendo épocas entre junio y setiembre las óptimas (Hidalgo, 2013).

La densidad es la mejor herramienta para mejorar la captura de luz, es por ello que en el cultivo de maíz se presenta una respuesta notable con el cambio de las densidades de siembra en términos de producción de biomasa. La densidad óptima es distinta para cada variedad, porque el buen rendimiento se afianza al genotipo, disponibilidad de agua y fertilidad tanto como enmienda y como característica del suelo (De la Cruz, 2016).

Finalmente, la densidad seleccionada depende de las características de la variedad o híbrido. En variedades se utiliza un distanciamiento de 0.80 m entre hileras y 0.50 m entre golpes, colocando tres semillas por golpe, posteriormente, se le realiza un desahíje hasta dejar solamente dos plantas por golpe, obteniendo como consecuencia una densidad de 50 000 plantas por hectárea (Cubas et al., 2008). Así mismo, se puede sembrar a 0.80 m por 0.40 m a tres semillas por golpe, realizar el desahíje para obtener una densidad de 62 500 plantas por hectárea (Injante & Joyo, 2010).

2.5.4. Labores culturales

Deshierbo, es una labor fundamental para los cultivos, las malezas durante la germinación son excesivamente perjudiciales, su competencia por luz, agua y nutrientes restringe y limita el desarrollo de las plantas, volviéndolas susceptibles al ataque de insectos y enfermedades. Además, otra labor empleada es el raleo, la cual se realiza cuando la planta alcanza una altura aproximada de 25 a 30 cm, se recomienda dejar dos plantas por golpe (Peñaherrera, 2011). Otra labor de importancia es el aporque, que sostendrá el desarrollo radicular de la planta, contiene el segundo abonamiento al cultivo y se realiza utilizando arado a tracción animal o maquinaria agrícola (León, 2016). Además de un riego adecuado, de cuatro a cinco riegos. Indicando el primero como un riego de machaco, el segundo a los 30 días, a los 45 días, en el espigado y finalmente uno en el llenado de granos. De vital importancia garantizar el riego en floración, de presentar problemas se puede disminuir el rendimiento de 50 a 70 por ciento (Sevilla, 2008). Además, controles fitosanitarios realizados en el momento oportuno.

2.5.5. Cosecha y manejo post cosecha

Generalmente la cosecha se realiza de forma manual, la planta muestra un amarillamiento intenso y las hojas presentan un desecamiento desde la base hacia arriba, se presenta granos con 20 a 25 por ciento de humedad (Cubas et al., 2008; Hidalgo, 2013). Una vez maduro los granos se traslada a un secadero y se mantiene hasta llevar la humedad a 15 o 16 por ciento. Posteriormente, se desgrana puede hacerse manual o con una desgranadora y se procede a secar nuevamente hasta conseguir el 13 por ciento de humedad, este proceso ayuda a evitar daños de hongos e insectos. Finalmente, se procede al almacenamiento el cual debe mantener la calidad y valor nutritivo del grano (Deras, 2012).

La cosecha de grano seco se realiza cuando las mazorcas del cultivo en mayor porcentaje han alcanzado la madurez fisiológica (Peñaherrera, 2011). El procedimiento práctico para precisar la madurez fisiológica es evaluar la capa negra en el punto de inserción del grano a la coronta, siendo mínimo el 10 por ciento de mazorcas con capa negra para asegurar que está en esta etapa (Injante & Joyo, 2010).

2.6. Vigor híbrido

El vigor híbrido o heterosis es considerado como el evento inverso de la degradación que acompaña a la consanguinidad (Allard, 1975). El efecto beneficioso de la hibridación es mucho más notable que la degradación por parentesco. Se observa en casi todos los híbridos F1 provenientes de progenitores no emparentados. En consecuencia, los efectos beneficiosos de la heterosis aparecen en su máxima expresión en la F1. Cubero (2003), coincide con Allard al definir la heterosis como el aumento de la expresión de ciertos caracteres favorables opuesto a la consanguinidad que se originan del cruzamiento de especies, variedades o líneas puras.

Shull (1949), describe la expresión de vigor híbrido como el estímulo en el tamaño, porte y vigor, con el término heterosis. Asimismo, menciona que ambos conceptos, vigor híbrido y heterosis son iguales y pueden ser utilizados indistintamente. El híbrido que manifiesta heterosis debe exceder en productividad al mejor progenitor. Manifestar mayor crecimiento vegetativo, mayor producción de producto cosechable (Macrobert et al., 2015). Adicional a lo expuesto Scheuch (1989), expuso que complementario al fenómeno de depresión

endogámica está el vigor híbrido o heterosis. Cuando ocurre endogamia, la progenie muestra un incremento en aquellos caracteres que previamente sufrieron reducción por consanguinidad.

Una de las mayores contribuciones al fenómeno de heterosis fue realizada por Koelreuter en el siglo XVIII. Al observar el vigor de la F1 cotejado con el de los progenitores de varias especies, donde concluyó que el vigor de un híbrido está relacionado con la divergencia genética de los parentales (Sevilla y Nakahodo, 1986). La explicación más aceptada y acertada acerca de la causa del vigor híbrido es aquella hipótesis de que la heterosis es el resultado de una serie de genes dominantes favorables. Según esta teoría, los alelos que deciden el vigor y crecimiento son dominantes, mientras tanto los alelos recesivos podrían ser neutrales o perjudiciales para el híbrido (Poehlman y Sleper, 2003).

En consecuencia, Asturias (2004), expone que podríamos definir la heterosis como el evento que brinda rendimientos superiores, resistencia de la planta a plagas y enfermedades, cultivos con mejor tamaño de frutos resumidas en cosechas de alta calidad. Es decir, el vigor híbrido es el incremento de caracteres favorables para la planta que se produce de cruzar dos líneas puras. Observable en la planta de maíz como en otras especies (Caballero, 2019).

2.7. Vigor híbrido y el maíz

La magnitud de la heterosis en maíz para rendimiento de grano y sus componentes es superior cuando la disparidad genética de los parentales es de moderada a alta, lo cual es tomado en cuenta en la selección de los progenitores para hibridación (Segovia & Alfaro, 2009). Asimismo, Sevilla y Holle (2004) aseguran que la heterosis en maíz es notable y se usa en la producción de híbridos. Obteniendo superior rendimientos en grano, mejor uniformidad en floración, alturas más cortas y tallos robustos, resistentes al acame y rotura. Además, de una mejor sanidad en mazorca y grano expresado en un mejor desarrollo general (Caballero, 2019).

Hallauer y Miranda (1988), mencionan que Seal en 1980 observó que una generación F1 del cruzamiento entre dos variedades de maíz rindió 51 por ciento más que el promedio del rendimiento de las variedades parentales. Asimismo, los autores señalan que las diferentes teorías para explicar la heterosis puede estar fundamentada en el estímulo fisiológico citando

a Shull, quien en 1908 expuso la primera teoría sobre heterosis con la denominación de Hipótesis del estímulo o heterocigosidad.

En un ensayo realizado en los valles altos de México, donde se evaluaba la productividad de la generación F1 y F2 de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) se obtuvo como resultados un rendimiento superior y diferente estadísticamente de F1 en comparación con la F2. Así mismo, un híbrido triple obtuvo un mayor rendimiento en comparación con un híbrido doble (Tadeo et al., 2007).

2.8. Obtención de maíces híbridos

Una cruce simple (A x B), se hace combinando dos líneas puras. Estas tienden a ser de rendimiento ligeramente superior, y la planta, así como la mazorca presentan características uniformes que otros tipos de híbridos. Estos pueden formarse por polinización manual o cultivando dos variedades en bloques alternados en una parcela aislada y emasculada antes que aparezca el polen (Castañeda, 1987; Espinosa et al., 2008). Los híbridos experimentales que solo requieren menores cantidades de semilla pueden realizarse por polinización manual. La siembra en surcos apareados es útil para efectuar estos cruzamientos. El polen se toma de las plantas de un surco y se aplica en los estigmas de las plantas del otro surco (Jugenheimer, 1981; Macrobert et al., 2015).

La hibridación de maíz como un método genético y a la vez técnico tiene como objetivo el aprovechamiento de la generación F1 proveniente del cruzamiento entre dos parentales con cualquier estructura genotípica (Hidalgo y Gálvez, 2000). Apoyando esta idea Cubero (2003), menciona que el proceso de mejoramiento de líneas puras es continuo y favorece tanto al productor que coloca las nuevas variedades de forma periódica, como al agricultor, que va teniendo un producto cada vez mejor. La obtención de semillas está supeditado al empleo de las líneas endogámicas, las cuales se uniformizaron por medio de autopolinización. Este proceso se repite a lo largo de varias generaciones hasta que la línea endogámica sea genéticamente pura y homocigota (Castañeda, 1987).

2.9. Importancia del maíz híbrido

Jugenheimer (1981), menciona que la utilización de híbridos, el nitrógeno y densidades más altas incrementaron los rendimientos de maíz en EE. UU. en 157 quintales por hectárea por año desde 1950 a 1970. El aumento de los rendimientos de maíz en el mundo son el resultado del uso de variedades híbridas, lo que probablemente equivalen a 2 mil millones de dólares por año. El mejoramiento de otras características como la resistencia a enfermedades y plagas es otra ventaja de los híbridos seleccionados.

El desarrollo del cultivo de maíz amarillo duro es importante, principalmente en la Selva Alta. Los híbridos agregan la precocidad de las variedades introducidas, además de un porte bajo que le permite tener más plantas por hectárea, y con ello un mejor aprovechamiento de la humedad y luz solar, asegurando rendimientos superiores (Sánchez & Nakahodo, 1990). Apoyando esta idea Sevilla (2000), menciona que la principal estrategia en el desarrollo de híbridos de maíz amarillo duro es el aumento de la productividad.

En la costa la productividad puede aumentar por varias vías, haciendo dos cultivos por año, con maíces precoces, mejorando la fertilización, riego y utilizando híbridos. Esto último podría aumentar la productividad significativamente si es que se siembra cada híbrido apropiado para cada valle. La oferta de semilla de híbridos para la costa es suficiente y variada, pero varía en su adaptación (Sevilla, 2000). Una cruce simple es la progenie híbrida derivada de una polinización entre dos líneas endogámicas homocigotas. En el campo del agricultor, este observa que el híbrido de cruzamiento simple es homogéneo en apariencia, madurez y potencial de rendimiento. Sin embargo, presenta el vigor y la productividad que se perdieron durante la endogamia (Poehlman y Sleper, 2003).

Salhuana & Scheuch (2004), acentúan que la importancia de emplear semillas híbridas de buena calidad se expresa en los rendimientos obtenidos. Los autores mencionan que, en la Costa entre 1982 y 1988, se comprobó que el promedio de rendimiento del maíz híbrido PM podría ser de 8.2 t/ha, cuando el promedio en la costa era de 4.2 t/ha utilizando semilla certificada. Estos resultados obtenidos por los híbridos fueron utilizando la época apropiada, según el híbrido a sembrar y la densidad adecuada establecida por el ambiente.

Sánchez (2004), expone que el agricultor conoce la importancia de la correcta elección de la semilla de híbridos. Sin embargo, aplica su criterio al elegir el cultivar comercial a sembrar. Cuando las circunstancias son propicias y existe tiempo para la compra y siembra se puede tener información oportuna respecto al comportamiento de los híbridos que ofrece el mercado. En consecuencia, la elección de semilla de híbrido por parte del agricultor puede determinar el éxito o fracaso de la campaña (Asturias, 2004).

2.10. Adaptabilidad y estabilidad de híbridos

Un híbrido F1 es el resultado de la cruce de dos progenitores. Un híbrido triple es la consecuencia de cruzar un híbrido simple con una línea pura, asimismo, los híbridos dobles son el resultado de la confluencia de dos híbridos simple (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, 2009). Además, un híbrido de tres líneas, es decir triple, por sus peculiaridades de producción en grano y adaptación se ubica en un lugar medio entre un simple y un doble, por sus genes aditivos complementarios causados en la heterosis, estas particularidades genera una mejor estabilidad en el rendimiento y su respuesta a factores desfavorables presentados en el ambiente (Espíritu, 2017).

La semilla de tipo triple o doble es de menor costo que un híbrido simple, porque el cultivo no será genéticamente homogéneo, dado que alguno de los progenitores al ser híbrido mostrará el producto de la segregación. Por lo cual se enfatiza en el uso de híbridos simples por su mayor potencial de rendimiento en ambientes favorables (Eyhéabide, 2015).

La estabilidad del rendimiento de un híbrido a partir de lo teórico y sin selección, señala que los cultivares más heterogéneos en su pool genético, como los híbridos triples y dobles, pueden adaptarse a un superior número de condiciones. Mientras que los híbridos simples deben esperar una mayor especificidad con el ambiente (Macrobert et al., 2015). En la práctica, un correcto procedimiento de selección permite una mayor estabilidad y mejor potencial productivo aun con híbridos simples. El comportamiento de cultivares experimentales permite seleccionar genotipos de mayor eficiencia a determinados ambientes (Álvarez & Céspedes, 2001).

2.11. Nutrición mineral

2.11.1. Importancia y aplicación

La planta requiere nutrientes en forma de iones para su crecimiento y desarrollo, estos los extrae de la disponibilidad del suelo de forma inmediata; sin embargo, muchos de estos nutrientes necesitan del paso del tiempo para que puedan ser absorbidos (Lao, 2013). Es por ello que con la finalidad de abastecer de nutrientes a la planta se realizan aplicaciones a ciertos órganos de la planta, vía foliar a través de las hojas o a nivel radicular, absorbidas por las raíces que están en contacto con el suelo (Alviz, 2015).

Estos elementos pueden ser absorbidos del medio como el carbono, hidrogeno y oxígeno. También, una fuente de estos es el suelo del cual se extraen cantidades altas de nitrógeno, potasio, fósforo, calcio, magnesio y azufre; sin embargo, algunos de estos no son provisionados por el suelo porque no se encuentran en estado disponible hasta acertar condiciones favorables que influyan en su movilidad y absorción. Es por ello de la importancia de las propiedades físicas y químicas del suelo en la absorción radicular de la planta (Vadell, 1953).

Para abastecer el requerimiento nutricional de la planta y compensar la extracción de nutrientes del suelo se deben aplicar fertilizantes. Las cantidades a aplicar están relacionadas con las características del suelo, su cantidad de elementos disponibles (Cubas et al., 2008). Es por ello que se recomienda disponer de un análisis de suelo. El fertilizante a aplicar vendría a ser el resultado de la extracción por parte de la planta menos el aporte del suelo y agua, teniendo en cuenta la eficiencia del producto aplicado (Caballero, 2019).

Para determinar la fertilización del cultivo se debe partir del análisis de suelo. Para determinar cuánto y cuando, se debe considerar las etapas fenológicas del cultivo (Peñaherrera, 2011). Teniendo en cuenta esto se puede realizar la fertilización en diferentes etapas de desarrollo del cultivo. Esta aplicación se ejecuta lo más cerca a los órganos de la planta para una mejor y rápida absorción, ya que los nutrientes no se movilizan con la misma facilidad, esta podría realizarse en banda, aunque en algunas zonas se realiza en puyado efectuando previamente un hueco.

La extracción de nutrientes por unidad de producción sería un dato muy relevante, se evaluaría el fertilizante a utilizar por el tipo de planta, esto debido a que existen diferentes híbridos con distinta capacidad de extracción (Lao, 2013). Asimismo, se debe considerar el concepto de esencialidad de nutrientes. Estos para ser considerados como esenciales para la planta tienen que cumplir con tres criterios. Primero, deben participar directamente en el metabolismo de la planta. Segundo, la deficiencia del elemento impide que la planta complete su ciclo vital. Finalmente, el tercer criterio menciona que este nutriente no puede ser reemplazado con otro que tiene propiedades similares (Hernández, 2008).

El diagnóstico de fertilización implica conocer las necesidades nutricionales y la capacidad del suelo para proveer esos nutrientes. El índice de cosecha (extraído/absorbido) de N y P es elevado, varía de 65 a 75 por ciento; mientras, que el del K es mucho menor, alrededor del 20 a 25 por ciento. Para un rendimiento de 9 t/ha la absorción por planta sería 198, 36 y 171 kg/ha de NPK respectivamente, la extracción en grano sería 131, 27 y 36 kg/ha de NPK en el mismo orden. Es importante recordar que para obtener un óptimo rendimiento se debe tener en cuenta los requerimientos de nutrientes secundarios, como el azufre, calcio y magnesio. Asimismo, la aplicación de los micronutrientes como cobre, manganeso, zinc, boro y hierro (Lao, 2013).

2.11.2. Antecedentes

Mullins & Swingle (1979), compararon siete tratamientos de NPK durante 1975 – 1979 en el cultivo de espárrago. El tratamiento estándar fue de 140 kg/ha de nitrógeno y 84 kg/ha de fósforo y potasio. Encontrando que la producción comercial y total durante las tres primeras campañas fueron reducidas por los niveles excesivos de nitrógeno. En un ensayo realizado en tomate, se encontró que las relaciones de incremento en general para las variables que estudió, presentaron una marcada respuesta a la fertilización NPK, presentando una tendencia lineal a elevarse en el rendimiento conforme se incrementa la dosis de NPK.

El efecto de tres niveles de fertilización en tres variedades de frijol tuvo diferencias altamente significativas en su rendimiento a dosis altas de NPK. Asimismo, Gross (1981), encontró que una producción de 8.3 t/ha en tomate extrajo 136-55-232 kg/ha de N-P-K, y Ballón afirma que 60 t/ha de fruto extrae 131-50-360 kg/ha de N-P-K respectivamente. Según Arca (1964), la obtención de elevados rendimientos con maíces híbridos depende del empleo de

una fertilización adecuada. En un ensayo realizado por Quilca en 1998, se obtuvo diferencias altamente significativas en los componentes del rendimiento del cultivo de maíz por efecto de los diferentes niveles de N-P-K, logrando un rendimiento máximo con 160-80-160 kg/ha de N-P-K. Presentando un incremento de 95 por ciento con respecto al tratamiento testigo.

Gross (1981), menciona que Rifin estudio el efecto de la fertilización NPK en el rendimiento y componentes del rendimiento de maíz bajo tres factores basados en dos niveles por factor. Primer factor, niveles de nitrógeno 90 kg/ha y 135 kg/ha. Segundo factor, niveles de fósforo 45 kg/ha y 90 kg/ha. Tercer factor, niveles de potasio 0 kg/ha y 30 kg/ha. Demostró que solo el nitrógeno afectó el rendimiento y sus componentes, mientras que la aplicación de fósforo y potasio no lo hicieron. Estos rendimientos y sus componentes fueron comparados demostrando que con 135 kg/ha de nitrógeno obtuvo un mayor rendimiento que aplicando 90 kg/ha.

La obtención de rendimientos superiores con maíces híbridos está condicionada a la aplicación de una fertilización adecuada, agregando una buena distribución de plantas en el campo que no genere competencia entre ellas y un correcto manejo agronómico. En un ensayo realizado en costa con suelo deficiente de materia orgánica, se obtuvo un efecto significativo sobre el rendimiento del maíz híbrido PM 204 debido al complemento fosfo - potásico. En el valle de Pativilca se obtuvo un rendimiento óptimo económico con 240 kg/ha de nitrógeno, 80 kg/ha P_2O_5 y K_2O , en el valle de Virú y con 120 kg/ha de nitrógeno y 80 kg/ha de P_2O_5 y K_2O , este último se replicó en el valle de Cañete. Encontrándose el efecto de potasio en ambos valles (Davelouis, 1965).

2.11.3. Patrones de fertilización utilizados en maíz

El maíz amarillo duro requiere una fertilización balanceada para que pueda expresar su mejor potencial de rendimiento. Por lo general, los productores siguen patrones por el tipo de suelo (Méndez, 2018). Siendo en suelos francos 270 – 100 – 80 de N – P – K, suelos francos arenosos 300 – 120 – 100 de N – P – K. La primera fertilización la realizan 12 días después de la siembra, cuando la planta muestra 3 a 4 hojas, le incorporan todo el fósforo, el potasio y el 50 por ciento del nitrógeno. El segundo abonamiento, cuando la planta de maíz muestra 8 a 9 hojas, que coincide con el aporcado se le incorpora las unidades restantes de nitrógeno,

algún elemento que requiera el cultivo de acuerdo al vigor, sanidad y cantidad de plantas del cultivo (Campos, 2015).

2.11.4. El nitrógeno

Función

El nitrógeno es el elemento que impulsa el crecimiento de la planta, después de ser absorbido esta lo acumula como nitrato en las hojas, y este es el encargado de desarrollar la síntesis del complejo hormonal, siendo el más importante el ácido indol acético (Paparotti, 2013). Se encuentra en mayor parte en los compuestos orgánicos vegetales. Facilita la multiplicación celular, es componente de las sustancias proteicas, indispensable en la formación de la clorofila y por lo tanto de la actividad fotosintética (Espíritu, 2017). Esta actividad puede producir glúcidos a partir de CO₂ y H₂O, pero no puede iniciar la producción de proteínas, aminoácidos o ácidos nucleicos sin la disponibilidad del nitrógeno (Díaz, 2017).

Sprague (1965), menciona que luego de la aparición de los estigmas parte del nitrógeno almacenado en las hojas, tallos, panojas y pancas, pasan al grano en desarrollo y a la madurez, más de la mitad del total de nitrógeno se encuentra en el grano. Asimismo, Barcelo (1995) y Resh (1997) indican que el nitrógeno forma parte de un gran número de compuestos orgánicos necesarios para el normal crecimiento y desarrollo de las plantas. Además, produce en el follaje un verdor intenso y en forma indirecta regula la asimilación de potasio y fósforo.

Shalhevet y Zwerman (1962), encontraron que la adición de nitratos en el suelo incrementa el rendimiento en grano de forma significativa. Asimismo, Pérez (1991) menciona que un suministro correcto en la proporción de amonio y nitrato fomenta el desarrollo de nuevos meristemas, determina la corpulencia y succulencia de raíces, tallos y semillas. Apoyando esta idea Mengel y Kirkby (1978), expresan que el suministro adecuado de nitrógeno que se aplica al suelo tiene el efecto más importante en el incremento de la producción porque este elemento está casi al mínimo en suelos cultivados.

Determinando las relaciones entre los estados fenológicos del maíz y el estado energético de la solución suelo se puede concluir, que el régimen hídrico y el nivel de nitrógeno aplicado

en el suelo actúan directamente en el rendimiento. Presentándose incrementos significativos con una adecuada fertilización nitrogenada y un correcto riego de forma conjunta (Hurtado, 1984). La ley de acción del nitrógeno como factor de crecimiento demuestra que es el elemento de eficacia más elevado, es decir, aumenta los rendimientos de forma significativa (León, 2016). Esto podría indicarnos que el límite al que podríamos llevarlo estaría condicionado por la planta para determinar su máximo rendimiento (Demolon, 1996).

Asimilación

La asimilación de nitrógeno tiene lugar durante todo el periodo de crecimiento del cultivo de maíz, disminuyendo su requerimiento recién en la época de la madurez (Campos, 2015). Hasta el momento de la floración la planta ha asimilado aproximadamente un 25 por ciento de su necesidad de nitrógeno. Con la floración da inicio a un periodo de intensa producción de materia, lo que trae consigo una mayor necesidad de este elemento, siendo asimilado hasta la formación de mazorcas dos tercios del nitrógeno requerido (De la Cruz, 2016; Grunenberg, 1959).

Barker y Mills (1980), expresan que el nitrato (NO_3^-) y el amonio (NH_4^+) son las dos formas disponibles para la absorción de las plantas, aunque la mayoría de las especies pueden emplear cualquiera de las formas mencionadas líneas arriba, la eficiencia en el crecimiento está directamente condicionado con el comportamiento de la especie vegetal y de la proporción de nitrato en contraste con el amonio. Los autores expresan que el amonio como única fuente de nitrógeno, es dañino al crecimiento en varias especies, debido al efecto de competitividad iónica, restringiendo la absorción de cationes e incrementando la absorción de aniones.

Deficiencia

Un crecimiento inicial retardado un color verde amarillento en el follaje y la prematura senescencia de las hojas adultas son los principales síntomas de la deficiencia de nitrógeno en maíz. La decoloración usualmente se inicia en las puntas de las hojas y luego progresa a lo largo de ellas. Bajo condiciones de deficiencia, las proteínas de las hojas más bajas son hidrolizadas y el nitrógeno solubilizado migra hacia los centros activos de crecimiento. El

amarillamiento de las hojas basales se debe al quebrantamiento de las proteínas de los cloroplastos, causados por la pérdida y desaparición de la clorofila (Arnon, 1972).

Grunenberg (1959) menciona que, en el cultivo de maíz las plantas nutridas deficientemente con nitrógeno presentan un desarrollo raquítrico y un aspecto fusiforme con hojas cloróticas. Cuando la deficiencia ha alcanzado un estado avanzado se amarilla primero las hojas adultas a partir del ápice y a lo largo de la nervadura central. Posteriormente se extiende la clorosis a toda la hoja, se produce el secamiento de sus tejidos, tornándose necróticos y en algunas oportunidades se adelanta la floración y maduración. Los síntomas de la deficiencia de nitrógeno se presentan con un alto grado de agudeza bajo la acción de sequías.

Si la deficiencia se mantiene durante todo el ciclo vegetativo en la planta de maíz, las mazorcas tenderían a salir puntiagudas por falta de formación o llenado de granos (Beingolea, 1993). Apoyando esta idea, Lao (2013) agrega que en momentos críticos se genera mazorcas pequeñas con un bajo contenido de proteínas, resultado de una floración restringida. Black (1975), manifiesta que cuando en nitrógeno se encuentra en cantidades insuficientes para la planta, se presentan achaparradas, de escaso crecimiento con rallos débiles que se mantienen de forma erecta, además de estos síntomas encontramos follaje pequeño y delgado.

2.11.5. El fósforo

Función

Pizarro (1990), manifiesta que el fósforo es un elemento esencial para las plantas. Participa en los procesos energéticos como ATP y forma parte de importantes metabolitos. Así como el nitrógeno, está ligado al crecimiento vegetativo. Mientras el nitrógeno es un factor de cantidad, el fósforo es un factor de calidad. Favorece todos los procesos vinculados con la fecundación, fructificación y la maduración. Es el factor de precocidad en contraste con el exceso de nitrógeno que prolonga la vegetación.

El fósforo forma parte de muchos compuestos orgánicos importantes, como la glucosa, ATP, ácidos nucleicos, fosfolípidos y diversas coenzimas (Díaz, 2017). Favorece el desarrollo radicular a inicios del desarrollo vegetativo, hace que la caña sea más resistente al acame y

forma mayor número de espigas. Responsable del aporte energético para la división celular. Es por ello que la falta de este elemento podría dificultar los procesos metabólicos (Campos, 2015).

El fósforo forma parte de todos los tejidos de la planta, en una proporción cuyo valor medio puede situarse entre el 0.2 a 0.5 por ciento de la materia seca. Es un elemento plástico y también catalítico porque constituye varias coenzimas (Fuentes, 1989). Participa ampliamente en la construcción de los compuestos encargados del transporte y almacenamiento de energía. Existe una fuerte interacción entre el fósforo y el nitrógeno durante la primera fase de crecimiento. El desarrollo radicular se ve favorecido por una buena aplicación de fósforo al principio del ciclo vegetativo.

Asimilación

El fósforo es intensamente demandado por el cultivo de maíz en sus primeras etapas, es por ello que los agricultores maiceros realizan la fertilización de este elemento de forma completa al momento de la siembra. Esto puede ser ejecutado en una aplicación de tipo fondo, es decir, debajo de la semilla a uno 10 centímetros o en tipo bandas, al lado y por debajo de las semillas, buscando que el sistema radicular pueda interceptar con facilidad estos nutrientes (Torres, 2015). Asimismo, manifiesta que las plantas absorben la mayor parte del fósforo bajo la forma de H_2PO_4^- y HPO_4^{2-} .

Domínguez (1993), señala que las raicillas de esta planta pueden extraer de forma lenta y en cantidades pequeñas el fósforo poco soluble que forma parte del suelo. Por lo que la absorción de este elemento se ve ayudado por el desarrollo y crecimiento radicular. Al ser un elemento poco móvil requiere de fuentes solubles de agua que incrementen y mejoren considerablemente la superficie de contacto con el suelo (Olazo, 2014). Lo cual mejora su absorción por las raíces, directamente de la solución suelo. Sin embargo, la planta no utiliza más del 30 por ciento del fósforo abonado inmediatamente porque el 70 por ciento se insolubiliza (Fuentes, 1990).

De todo el fósforo empleado por la planta de maíz, el 75 por ciento aproximadamente es absorbida cuando esta ha desarrollado el 25 por ciento de su peso total. Si se presenta una deficiencia de este elemento, se manifestará antes que la planta alcance los 61 centímetros

de longitud aproximadamente. Por esta razón, la fertilización fosforada es más eficiente durante la siembra (Arca, 1964). Asimismo, el exceso de fósforo no se expresa en síntomas visibles. Pero esto puede ocasionar dificultad de absorción de algunos microelementos como el zinc y cobre e incluso calcio cuando escasea en el suelo.

Deficiencia

Según Resh (1997), los síntomas de su deficiencia se manifiestan con la interrupción del desarrollo de la planta y la adquisición de una coloración verde oscura por una acumulación de antocianinas. La sintomatología se expresa primero en las hojas adultas, para el maíz hojas basales, lo que lleva al atraso de la madurez de la planta. Campos (2015), menciona que además de la coloración morada en el follaje, se presenta un escaso vigor, fallos en la fecundación, cuajado de fruto errático, problemas en la conversión del azúcar en almidón y celulosa, lo que llevaría a un retraso en la maduración. Además, Espíritu (2017) menciona que ante un déficit los bordes de la lámina foliar y las puntas de estas se tornan de un color rojizo, por el lado del sistema radicular su crecimiento se manifiesta reducido. Asimismo, en la parte productiva presenta mazorcas torcidas pequeñas con granos mal desarrollados (León, 2016).

2.11.6. El potasio

Bear (1969), señala que el potasio es uno de los elementos más abundantes en el perfil del suelo variando su concentración entre 0.4 a 3 por ciento en suelos básicos, pudiendo llegar hasta el ocho por ciento en suelos con poca actividad agrícola. Chapman y Pratt (1973), señala que el contenido de potasio en los suelos varía de 0.05 a 2.5 por ciento. Los autores señalan que muchos de los suelos ácidos en los de la selva presentan muy pocos niveles de este elemento por la intensa actividad de los factores ambientales.

Según Primo (1983), encontramos potasio en cuatro formas. Primero, como componente estructural de los minerales primarios como micas y feldespatos de potasio. Segundo, como potasio que está atrapado temporalmente en las arcillas expandibles, como la Illita y Montmorionita. Tercero, potasio intercambiable sostenido por los coloides del suelo cargados negativamente, Cuarta forma, como potasio soluble presente en la solución suelo. Asimismo, el autor expone que la mayor cantidad de potasio en el suelo se encuentra

conformando la parte estructural de los minerales primarios, y no interviene en el intercambio catiónico, que es de donde se alimenta la planta.

El ion potasio hidratado se encuentra en la solución suelo o absorbido en los puntos de intercambio. Este es retenido con poca energía, lo que la lleva a cambiar de posición en los mismos coloides con facilidad. La concentración frecuente de potasio en la solución suelo es de 2 a 10 ppm (Thompson y Troeh, 1980). Además, los autores mencionan que este elemento es únicamente inorgánico. En los tejidos vivos se encuentra todo ion activo retenido en las células, en tanto que en materia orgánica muerta se pierde con facilidad por lavado.

El fertilizante más utilizado es el cloruro de potasio (KCl), debido a su bajo costo y porque incluye más cantidad de potasio que otras fuentes, de 50 a 52 por ciento de potasio o de 60 a 63 por ciento de K_2O y de 45 a 47 por ciento de cloro. Por lo general es esparcido sobre la superficie, previo a las labores de siembra, también aplicado en banda, al lado de la semilla. Se disuelve rápidamente con la humedad lo que le permite mayor movilidad (Díaz, 2017).

Función

El potasio favorece el buen vigor de las cañas (Espíritu, 2017). Su función de mayor relevancia es el traslado de azúcares fotosintetizados, durante esta actividad va acumulando los fotosintatos en las hojas. Estos mismos son los que transfiere a los granos al momento del llenado (Paparotti, 2013). Asimismo, el potasio constituye un gran número de enzimas, por lo que regula diversas funciones de la planta.

Interviene en la fotosíntesis, favoreciendo la síntesis de carbohidratos. Asimismo, participa en el movimiento y acumulación de compuestos orgánicos hacia los órganos de reserva (Bidwell, 1993). Una adecuada fertilización potásica favorece el aprovechamiento de agua, ya que contribuye a mantener la turgencia celular. Además, disminuye la transpiración cuando hay escasez de agua. Otro efecto favorable de este elemento es la tolerancia que le otorga a la planta para resistir climas fríos, heladas y salinidad (Fuentes, 1989).

Asimilación

En el cultivo de maíz el potasio es absorbido intensamente durante la etapa juvenil. La pérdida de este elemento en el suelo es relativamente pequeña. En suelos con textura muy gruesa se recomienda la aplicación de fertilizantes en la siembra (Gross, 1981). Apoyando esta idea (Díaz, 2017) menciona, que la planta de maíz remueve y absorbe intensamente mucho más potasio que los otros nutrientes del suelo durante sus primeros ciclos, 1.5 veces más que el nitrógeno y de 4 a 5 veces más que la del fósforo. Es por ello que muchos de los productores recomiendan su aplicación en la siembra, en una aplicación de fondo o por banda.

Barber (1988), sostiene que la absorción de potasio en maíz se efectúa durante el periodo de crecimiento vegetativo. El 70 por ciento de las necesidades se extrae durante el mes precedente a la floración masculina. Los granos en la madurez solo contienen y exportan el 25 por ciento del potasio absorbido (León, 2016). Además, el autor sostiene que los excesos de potasio ocasionan deficiencia de magnesio. Lo que en la planta se observa por la desecación de los bordes de la hoja.

Aldrich (1974), informó que el maíz necesita grandes cantidades de potasio especialmente para su crecimiento vigoroso, aunque este no forme parte de los compuestos orgánicos. Todos los suelos excepto los de estructura extremadamente ligera presentan cantidades elevadas de potasio dentro de la profundidad de siembra del maíz. Sin embargo, solo el 1 o 2 por ciento es asimilable. La necesidad de potasio durante la floración y la formación de mazorcas son de real importancia debido a que en la madurez ya no se desarrolla la asimilación (Olazo, 2014). La planta absorbe este elemento bajo la forma de iones potasio (K^+).

Deficiencia

La deficiencia de potasio se manifiesta por un retraso en el crecimiento de la planta, siendo las partes más afectadas aquellas que acumulan sustancias de reserva como frutos, semillas y tubérculos, constituidos principalmente por glúcidos. Los síntomas en las hojas son manchas cloróticas, seguidas de necrosis en los bordes y en la punta. Lo que trae como consecuencia una reducción de la cosecha, en cuanto a calidad y conservación. Asimismo,

Marschner (1993) y Malavolta (1967) manifiestan que su carencia en la planta afecta la respiración, la fotosíntesis, el desarrollo de la clorofila y el contenido de agua en el follaje.

Según Lao (2013), el secamiento o quemado de los bordes y la punta de las hojas basales es un claro síntoma de deficiencia del nutriente potasio. Mientras en la etapa productiva se manifiesta produciendo mazorcas pequeñas puntiagudas con ausencia de granos y secas. Campos (2015), agrega que en la etapa vegetativa las hojas se tornan verde azulada, márgenes reseco y manchas pardas. La planta presenta una menor resistencia al ataque de hongos, en cuanto a la producción, una deficiencia de este elemento me formará granos de baja calidad. Asimismo, Espíritu (2017) agrega que la deficiencia se manifiesta con mayor claridad en las hojas inferiores adultas y en la fragilidad de la caña.

2.11.7. Interacción de elementos

Interacción nitrógeno - potasio

Mikkelsen y Camberato (1995), señalan que una adecuada fertilización potásica es esencial para la eficiente utilización de otros nutrientes, así como el nitrógeno, ya que el potasio cataliza las reacciones permitiendo un mejor aprovechamiento de la fertilización nitrogenada en el crecimiento vegetativo. Asimismo, Luchsinger (1999), estudio en un suelo aluvial la respuesta del maíz a la fertilización nitrogenada y potásica. Determinando que no hubo respuesta en el rendimiento a dosis de potasio sin considerar una variación en las dosis de nitrógeno, donde justifico que se debía a que el contenido de potasio disponible en la solución suelo era capaz de satisfacer la demanda del cultivo de maíz.

Interacción fósforo – potasio

El potasio en combinación con el fósforo favorece el desarrollo radicular y aumenta la rigidez de los tejidos. Es así mismo un elemento que aumenta la resistencia de las plantas a las enfermedades criptogámicas. Esta interacción favorece la fecundación, floración y maduración. Asimismo, la combinación de ambos elementos determina la calidad de los granos del maíz al momento de la cosecha y la conservación de estos mismos (Díaz, 2017).

Interacción energía luminosa – potasio

Según Gross (1981), Existe una relación entre la utilización de la energía luminosa por la planta y la fertilización de potasio. Relación que pone en evidencia el hecho de que la fertilización potásica, según diversos ensayos, es más eficaz en los años de insolación de luminosidad intensa en contraste con una luminosidad escasa. Esto determinado por la absorción de la planta. Se eleva la fotosíntesis, disminuye la transpiración, se catalizan los procesos metabólicos y hay una mayor acumulación de los fotosintatos que pasaran a los órganos de reserva (Fuentes, 1989).

2.12. El rendimiento

El rendimiento de los cultivos depende de varios factores. Siendo los de mayor relevancia las variedades, la fertilización, los riegos, control fitosanitarios entre otros (Peña, 2011). El potencial para obtener altos rendimientos de grano es un objetivo complejo determinado por diversas interacciones, donde la más importante es la de los genes en diferentes ambientes. El potencial para altos rendimientos de grano no es posible evaluarlo con precisión por observación visual. Se evalúa mediante ensayos de rendimiento en cada localidad y en diferentes temporadas a fin de poder medir las interacciones genotipo por ambiente (Poehlman y Sleper, 2003).

La genética del rendimiento está controlada por la interacción de diversos genes (Jugenheimer, 1981). Además, tomando como base lo mencionado, Bejarano (2003), indica que el rendimiento de maíz se podría incrementar utilizando híbridos simples mediante el desarrollo de líneas endogámicas más vigorosas y productivas. Asimismo, Paliwal (2001) menciona que los cruzamientos de prueba en un programa de fitomejoramiento de maíz tienen dos principales objetivos. El primero, evaluar el valor del cruzamiento de los genotipos. El segundo, evaluación de la habilidad combinatoria de las líneas puras para el desarrollo de híbridos.

Jugenheimer (1981), menciona que los híbridos deseables deben proporcionar consistentemente elevados rendimientos de grano, ensilaje y pastura verde. Sin embargo, Jenkins (1978) señala que las plantas híbridas son menos vigorosas que muchas de las plantas superiores de polinización libre. Finalmente, Aldrich (1974) menciona que la

elección de híbridos por rendimiento puede lograrse de tantas formas, que es imposible anticipar si uno rendirá más que otro. En conclusión, la forma más apropiada de elegir un híbrido de acuerdo a su rendimiento consiste en evaluar pruebas de comportamiento realizado en una determinada localidad.

En un ensayo realizado en México sobre la producción de híbridos y variedades de maíz para grano en siembra a doble hilera no se obtuvieron los resultados esperados para híbridos con genotipos mejorados, este resultado, afirma el autor, que es consecuencia de las condiciones desfavorables de suelo y clima, siendo específicos para ello. Además, menciona que un híbrido triple obtuvo mejor tolerancia y plasticidad en respuesta favorable a estas condiciones expresadas en un mayor rendimiento (Zamudio et al., 2015).

El rendimiento promedio a nivel nacional es de 5.5 t/ha. Así mismo, asociando los costos de producción Lao (2013), menciona que estos van de 2 700 a 3 100 nuevos soles por hectárea, además, que esta variación se genera por el nivel tecnológico empleado. En una consulta a los agricultores maiceros del valle de Cañete, da cuenta que el costo de producción va de 4600 soles/ha a 5500 soles/ha variación generada por la calidad de los terrenos, esto lleva a tener un rendimiento esperado de 6 t/ha y 10 t/ha respectivamente. Si el rendimiento promedio se elevase a 10 t/ha se podría satisfacer la demanda nacional.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el campo “Chiquero-II” de la Universidad Nacional Agraria La Molina, de agosto de 2018 a febrero del 2019.

Ubicación geográfica:

- Latitud 12° 04'45" S
- Longitud 76° 56'36" W
- Altitud 246 msnm

3.1.2. Condiciones climáticas

Basándose en promedios anuales de precipitación y temperatura de acuerdo al sistema de clasificación climática Köppen, La Molina tendría un clima desierto subtropical árido. Los datos de clima promedios mensuales del campo experimental durante el desarrollo del cultivo se presentan en la Tabla 1. Datos obtenidos de integración por el Observatorio Meteorológico Alexander Von Humboldt de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Tabla 1: Datos climatológicos mensuales de agosto a noviembre 2018

Meses del año 2018	Temperatura máxima media mensual (°C)	Temperatura mínima media mensual (°C)	Temperatura media mensual (°C)	Precipitación media mensual (mm)	Humedad relativa media mensual (%)
Agosto	21.8	13.1	16.1	0	80.0
Septiembre	22.9	12.8	16.7	0	77.0
Octubre	25.8	13.2	18.0	0	75.0
Noviembre	26.1	14.1	19.6	0	71.0
Promedio	24.2	13.3	17.6	0	75.8

Fuente: Estación meteorológica Alexander Von Humboldt – UNALM.

Durante el periodo de desarrollo del cultivo se observa que los datos meteorológicos no presentan variaciones significativas, teniendo durante todo el periodo una temperatura mínima promedio de 12.8 °C y una temperatura máxima promedio de 26.1 °C. Asimismo, la precipitación media fue cero, registrándose solo uno o dos días en cada mes con precipitaciones de 0.2 y 0.4 mm. Además, la humedad relativa promedio fue de 75.75 por ciento. Los datos de cada mes se detallan en ANEXO I.

3.1.3. Característica edafológica

Las características del campo experimental fueron definidas por un análisis de suelo del tipo caracterización. Para ello se tomaron cinco muestras al azar a una profundidad de 0.25 m cada una, además, se buscó abarcar toda el área posible. Estas se mezclaron hasta homogeneizar, posteriormente se fraccionó y se volvió a homogeneizar, este proceso se realizó hasta tener como resultado final una muestra de un kilogramo, aproximadamente. La cual fue llevada al laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Los resultados se muestran en la Tabla 2. El suelo presenta una textura franca arcillo arenoso, un pH ligeramente alcalino, muy bajo en salinidad y con un contenido de materia orgánica bajo. El presentar este tipo de pH podría originar un efecto en la reducción de la absorción de micronutrientes como magnesio. Asimismo, se relaciona a la presencia de CaCO_3 la cual fija el fósforo en el suelo. Además, se debe considerar el tipo de arcilla presente en suelos de costa, por los datos se infiere que es del tipo 2:1 como Vermiculita, Illita y Montmorillonita los cuales retienen los iones de potasio y calcio en su estructura. Siguiendo esta interpretación se podría sospechar que la planta no toma los nutrientes inmediatamente del suelo, sino de lo que se le aplica en forma de fertilizante. Debido a que el contenido total de potasio del suelo no es índice de fertilidad para el cultivo porque este elemento se encuentra en diferentes formas.

Tabla 2: Análisis edafológico de la parcela experimental

Determinación	Valor	Unidades
pH (1:1)	7.84	
C.E. (1:1)	0.82	dS/m
CaCO ₃	3.5	%
M.O.	1.72	%
P (disponible)	25.1	ppm
K (disponible)	359	ppm
Análisis mecánico		
Arena	48	%
Limo	26	%
Arcilla	26	%
Clase Textural	Franca arcillo arenoso	
CIC	13.12	meq/100 g
Cationes cambiables		
Ca ⁺²	9.96	meq/100 g
Mg ⁺²	1.48	meq/100 g
K ⁺	1.30	meq/100 g
Na ⁺	0.38	meq/100 g
Al ⁺³ + H ⁺	0.00	meq/100 g

Fuente: Laboratorio de Análisis de suelos, plantas, agua y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina

3.1.4. Material vegetal

Los genotipos evaluados fueron los siguientes:

- Pool 19. Población de grano blanco y de libre polinización procedente del CIMMyT de México.
- CML-504 x CML-507. Híbrido simple promisorio de grano blanco, formado en el Programa de Investigación y Proyección Social en Maíz (PIPS-Maíz) de la UNALM.
- Exp-5. Híbrido doble de grano amarillo generado en el PIPS-Maíz de la UNALM.

3.1.5. Material de campo y de gabinete

Para la preparación del campo experimental se utilizaron: maquinaria agrícola, cordeles, cal, cinta métrica, rafia, marcador indeleble, papel kraft, papel bond, costal, pala, pico, rastrillo, azadón y cuaderno de campo. Asimismo, la conducción del experimento se realizó de acuerdo a las indicaciones para una producción comercial para grano, excepto, en cuanto a la aplicación de las dosis de fertilización, que se hizo de acuerdo a lo planteado en el proyecto (Tabla 3).

En gabinete, se emplearon sobres de papel kraft, engrapadora, lápiz, cinta de embalaje, regla milimetrada, regla graduada, vernier, balanza electrónica, medidor de humedad, ordenador para el análisis y procesar datos.

Tabla 3: Características de fertilizantes utilizados en la investigación

Elemento	Fuente	Fórmula	Ley comercial (%)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Nitrógeno	Fosfato Diamónico	(NH ₄) ₂ HPO ₄	18	46	0
	Urea	CO(NH ₂) ₂	46	0	0
Fósforo	Fosfato Diamónico	(NH ₄) ₂ HPO ₄	18	46	0
Potasio	Cloruro de Potasio	KCl	0	0	60

3.1.6. Conducción del experimento

Preparación del terreno

Para la preparación del terreno se utilizó maquinaria agrícola la cual dio dos pasadas de rastra a una profundidad aproximada de 0.25 metros. Después de ello surcó el campo a una separación de 0.80 metros. Posterior a esa labor se procedió a realizar la división del campo, la demarcación del área experimental y limpieza de la misma.

Siembra

Para la siembra se utilizó rafia marcada (amarradas con pabilo), se colocaron estacas en los vértices de cada parcela identificadas con una etiqueta de campo que servían para tener el registro de cada tratamiento. La siembra se realizó de forma manual los puntos de siembra fueron hechos con una vara a una profundidad aproximadamente de siete centímetros colocando tres semillas por golpe, a una distancia de 0.40 metros entre ellos y 0.80 entre hileras.

Labores culturales

Raleo, se realizó esta labor antes del aporque y segunda fertilización, aproximadamente cuando las plantas alcanzaron una altura de 0.25 a 0.30 metros, que coincidían con los 26 días después de la siembra. La finalidad fue dejar dos plantas por golpe para garantizar la densidad de 62 500 plantas por hectárea. Se eliminaron plantas indeseables, dejando solo las de porte robusto y de mejor potencial visualmente.

Aporque, se realizó posterior a la segunda fertilización, haciendo uso de una pala. Esta labor además de brindar soporte a la planta contribuyo con el control de malezas.

Riegos, realizados por gravedad del agua proveniente del canal de riego que abastece a La Molina. Fueron ocho en total de los cuales uno fue antes de la preparación del terreno y los restantes durante el ciclo del cultivo.

Control de malezas, se realizó una aplicación de Atrazina 50 mililitros por mochila a la siembra. Asimismo, posterior al segundo riego aprovechando la humedad del campo se realizó un desmalezado manual haciendo uso de un azadón.

Control fitosanitario, no se presentaron problemas de insectos ni enfermedades porque se realizaron controles preventivos. Después del desmalezado manual y aprovechando la humedad del campo se aplicó Metamidofos 60 mililitros por mochila directo al cuello de planta para el control de gusanos de tierra. Asimismo, después del aporcado se aplicó Granolate al cogollo de cada planta usando como referencia la dosis sugerida por el producto de 8 kg/ha, para suprimir el ataque del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) que afecta directamente este punto de crecimiento.

Fertilización, esta labor se realizó de forma manual y detallada, constó de dos momentos. En la primera fertilización que fue a los 14 días después de la siembra cuando la planta tenía entre 3 y 4 hojas aproximadamente. Se aplicó el 50 por ciento del nitrógeno total, el 100 por ciento del fósforo y el 50 por ciento de potasio de cada tratamiento. Siendo, 100-100-(0,30 y 60) de N-P₂O₅-K₂O, respectivamente. En la segunda fertilización, que fue a los 45 días después de la siembra, cuando las plantas presentaban entre 7 y 8 hojas aproximadamente, todas las parcelas recibieron el 50 por ciento del nitrógeno restante que vendría a ser 100 kg/ha, más el 50 por ciento de las respectivas dosis de K₂O de acuerdo al tratamiento de cada parcela. Esta labor fue personalizada, se utilizó una estaca de 90 cm de altura por 4 cm de diámetro para hacer los hoyos de aproximadamente 7 cm de profundidad y a una distancia de 15 a 20 cm de la base de las plantas entre golpe y golpe.

Cosecha

Se realizó de forma manual a los 142 días después de la siembra cuando las mazorcas alcanzaron la madurez fisiológica. Tomándose en cuenta solo los dos surcos centrales. Se registraron los pesos a la cosecha de cada parcela haciendo uso de una balanza tipo reloj donde se registró hasta con un decimal. Asimismo, se utilizó un medidor de humedad para tener el registro de la humedad de grano a la cosecha. Finalizado los registros, se trasladó la cosecha al laboratorio del Programa de Investigación y Proyección Social en Maíz de la Universidad Nacional Agraria La Molina, para realizar las evaluaciones que se tomaron en cuenta en esta investigación.

Cronograma de la conducción del experimento ANEXO II.

3.2. Metodología

3.2.1. Tipo de investigación

El estudio es una investigación experimental, ya que se evaluó tres genotipos de maíz, dos de granos blancos y uno de grano amarillo y se aplicó tres dosis de fertilización potásica en condiciones controladas de manejo y con diseño experimental que implica repeticiones.

3.2.2. Factores en estudio

Factor 1: fertilización potásica

Para el estudio de este factor se utilizó tres niveles (Tabla 4). Las aplicaciones de los niveles o dosis de potasio se hicieron en dos momentos, el 50 por ciento de cada dosis se aplicó en la primera fertilización, que fue a los 14 dds y el 50 por ciento restante, en el aporque, a los 45 dds.

Tabla 4: Claves y niveles de fertilización potásica

Factor	Niveles (kg/ha de K₂O)	Clave
Potasio	0	K0
	60	K60
	120	K120

Factor 2: genotipos de maíz

Para la evaluación de este factor se consideró tres niveles, que vienen a ser tres genotipos de maíz (Tabla 5).

Tabla 5: Claves y niveles de genotipos utilizados

Factor	Niveles	Clave
	Pool 19	Pool
Genotipos	CML-504 x CML-507	CML
	Exp-5	Exp

3.2.3. Tratamientos

Los tratamientos se originaron por la combinación de todos los niveles de los dos factores en estudio, dando como resultado nueve tratamientos como se muestran en la Tabla 6. Asimismo, se realizó la distribución aleatoria de estos tratamientos en cada bloque, observándose estos datos en la Tabla 8, dando como resultado 36 unidades experimentales.

Tabla 6: Tratamientos obtenidos por la combinación de factores

Tratamientos	Dosis de K₂O	Genotipos
T1	K0	Pool
T2	K60	Pool
T3	K120	Pool
T4	K0	CML
T5	K60	CML
T6	K120	CML
T7	K0	Exp
T8	K60	Exp
T9	K120	Exp

3.2.4. Diseño de la investigación

Diseño experimental

El experimento se instaló bajo el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial de 3 genotipos de maíz x 3 dosis de fertilización potásica al momento del aporcado, dándonos como resultado 9 tratamientos con 4 repeticiones.

El modelo aditivo lineal para la investigación fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + H_j + D_k + HD_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Para:

$i = 1, 2, \dots, 4$ repeticiones

$j = 1, 2, \dots, 3$ genotipos experimentales (Pool, CML y Exp)

$k = 1, 2, \dots, 3$ dosis fertilización potásica (0 kg K_2O , 60 kg K_2O y 120 kg K_2O)

Donde:

Y_{ijk} = Es la observación correspondiente a la i -ésima repetición, a la cual se le aplicó el j -ésimo genotipo y la k -ésima fertilización potásica al momento del aporcado.

μ = Media general.

R_i = Efecto de la i -ésima repetición.

H_j = Efecto del j -ésimo genotipo.

D_k = Efecto de la k -ésima fertilización potásica.

HD_{jk} = Efecto de la interacción del j -ésimo genotipo con el efecto de la k -ésima fertilización

ε_{ilk} = efecto aleatorio o error asociado a la observación Y_{ijk} .

Análisis de variancia (ANVA)

Tabla 7: Esquema de análisis de variancia de la investigación

Fuentes de variación	G.L.
Bloques	3
Tratamientos	8
H	2
D	2
HD	4
Error	24
Total	35

3.2.5. Características del área experimental

- Área de evaluación efectiva total: 230.4 m²

Del bloque

- Área de evaluación efectiva por bloque: 57.6 m²
- Número de bloques: 4
- Número de parcelas por bloque: 9

De la parcela

- Longitud de surco: 4 m
- Distancia entre surcos: 0.80 m
- Distancia entre golpes: 0.40 m
- Número de golpes por surco: 11
- Número de surcos por parcela: 2
- Área de evaluación efectiva por parcela: 6.4 m²

Distancia de calle: 1 m

Croquis del área experimental ANEXO III.

Tabla 8: Distribución de los tratamientos en el campo experimental

BLOQUES	TRATAMIENTOS								
BLOQUE I	101	102	103	104	105	106	107	108	109
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
BLOQUE II	209	208	207	206	205	204	203	202	201
	T8	T9	T4	T6	T2	T5	T3	T7	T1
BLOQUE III	301	302	303	304	305	306	307	308	309
	T5	T2	T3	T7	T1	T8	T6	T4	T9
BLOQUE IV	409	408	407	406	405	404	403	402	401
	T7	T4	T1	T8	T5	T2	T9	T6	T3

3.2.6. Variables evaluadas

Antes de la cosecha

Altura de planta (m)

Se realizó después de transcurrido un mes desde la floración, tomando 10 plantas al azar y en completa competencia por parcela, midiéndose desde la base del tallo hasta la base de la inserción de la panoja haciendo uso de una cinta métrica.

Altura de mazorca (m)

Se evaluaron en las mismas plantas en las que se midieron altura de planta. Tomando medidas desde la base del tallo hasta la inserción de la mazorca superior.

Número de mazorcas por planta

Durante las evaluaciones de altura de planta y de mazorca, también se realizó el conteo del número de mazorcas por planta.

Número total de hojas por planta

Se eligieron 10 plantas al azar en cada parcela, solo de los dos surcos centrales y se procedió a realizar un conteo de todas las hojas en la planta.

Número de hojas sobre la mazorca

Después de registrar el conteo total de hojas por planta, se procedió a contar las hojas sobre la mazorca superior por cada planta.

Diámetro del tallo (cm)

Al mismo tiempo en que se tomaron los datos anteriores se midió el perímetro del tallo a la altura del primer entrenudo tomando como referencia la zona radicular, posteriormente se dividió entre Pi (3.1416) para obtener el valor del diámetro del tallo.

Número de plantas por parcela

Un día antes de la cosecha se realizó el conteo del total de plantas de cada parcela. Tomando únicamente los dos surcos centrales, los cuales fueron utilizados para la evaluación de todas las variables.

Número de fallas: El número de fallas por parcela está relacionada con el número de golpes fallados. Donde se consideró 2 plantas/golpe (0 fallas), 1 planta/golpe (0.5 fallas) y 0 plantas/golpe (1 falla). Con el número de fallas totales por parcela se halló el factor de corrección por fallas (f), magnitud que multiplicado por el peso registrado en el campo dio como resultado el peso corregido por fallas.

Después de la cosecha

Humedad de cosecha (%)

Se tomó 10 mazorcas al azar, a las cuales se les desgranó tres hileras para formar una mezcla de aproximadamente de 300 g, llevando estos granos a un medidor de humedad electrónico.

Peso de una mazorca a la cosecha (g)

Se pesó todas las mazorcas cosechadas por parcela, debidamente identificadas, que vendría a ser el peso de campo por parcela y dividido entre el número de mazorcas se obtuvo el peso de una mazorca a la cosecha, previa corrección por humedad de grano.

En gabinete

Para la recopilación de datos, en gabinete se tomaron 10 mazorcas al azar de cada parcela y sobre estas se realizaron las siguientes evaluaciones:

Longitud de mazorca (cm)

Con una regla milimetrada se midió el largo de cada mazorca de extremo a extremo.

Diámetro de mazorca (cm)

Utilizando un vernier se procedió a medir el diámetro en el tercio medio de cada mazorca.

Número de hileras por mazorca

Se contó el número de hileras por mazorca en la parte media de la misma.

Número de granos por hileras

Se eligió dos hileras al azar por mazorca y en ellas se contó el número de granos, para luego obtener el promedio.

Peso de una mazorca (g)

Se pesaron las 10 mazorcas de cada parcela y se procedió a promediar.

Peso de semillas por mazorca (g)

Se desgranó cada mazorca de forma manual y se procedió a pesar solamente los granos.

Peso de coronta (g)

Se pesaron las corontas de las 10 mazorcas seleccionadas al azar por parcela.

Diámetro de una coronta (cm)

Utilizando un vernier se midió el diámetro de cada coronta y se registró.

Porcentaje de desgrane (%)

Se determinó mediante la división del peso de semillas por mazorca entre el peso total de la mazorca y multiplicado por 100.

Número de semillas por mazorca

Después del desgrane y registro de pesos se ha procedido a contar el total de semillas que había por mazorca.

Espesor de diez semillas (cm)

Se apilaron 10 semillas centrales de cada mazorca y utilizando una regla milimetrada se midió el espesor.

Ancho de diez semillas (cm)

Sobre una base plana y nivelada se procedió a colocar 10 semillas de forma contigua horizontal, tomando como referencia el punto de inserción del grano a la mazorca y con una regla milimetrada se determinó el ancho.

Longitud de diez semillas (cm)

Sobre una base plana y nivelada se procedió a colocar 10 semillas de forma contigua vertical, tomando como referencia el punto de inserción del grano a la mazorca y con una regla milimetrada se midió la longitud.

Peso promedio de una semilla (g)

Registro obtenido por la operación del peso de semillas por mazorca con relación al número de semillas por mazorca.

Rendimiento de grano (kg/ha)

Para expresar los rendimientos de cada tratamiento en kilogramo por hectárea (kg/ha), se cuantificó el rendimiento promedio de cada parcela por el porcentaje de desgrane y por 0.971 considerado como coeficiente de contorno. Según la siguiente fórmula:

$$RG = Pc * 0.971 * \%D * Fh * Ff * \frac{10000}{A}$$

Donde:

RG = Rendimiento de grano (kg/ha)

Pc = Peso total de mazorca cosechada en la parcela

0.971 = Factor de contorno

%D = Porcentaje de desgrane (peso de grano Pg /Pc * 100)

A = Área de la parcela (m²)

Fh = Factor de corrección por humedad al 14%

$$Fh = \frac{100 - \% \text{ humedad (H)}}{100 - 14}$$

Ff = Factor de corrección por fallas

$$Ff = \frac{H - 0.3 * F}{H - F}$$

Donde:

H: Número de golpes por parcela

F: Número de fallas

3.2.7. Procesamiento de datos

Una vez que se registró en la libreta de campo y en los formatos el dato de cada parcela se procedió con la digitación en hojas de cálculo, los datos de todos los caracteres fueron procesados para ser cuantificados y estos llevados a los análisis estadísticos respectivos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados para cada variable en estudio serán presentados con sus respectivos análisis de varianzas, además, se mostrarán gráficamente las comparaciones de medias respectivas. Estos serán interpretados y discutidos en párrafos independientes al final. Asimismo, la tabla de comparación de medias de Student-Newman-Keuls (S.N.K.) para cada variable serán mostrados en el anexo correspondiente.

4.1. Variables de crecimiento del maíz

4.1.1. Altura de planta (m)

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), indica que existe evidencia estadística para aceptar que al menos la altura de planta de un genotipo es diferente al de otro u otros genotipos, dado que la significación estadística para los niveles del factor Genotipo resultó ser altamente significativo. Asimismo, muestra que el efecto del factor Potasio y la interacción de ambos factores, Potasio: Genotipo, resultaron ser estadísticamente iguales (Tabla 9).

Tabla 9: Análisis de varianza para la variable altura de planta (m)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F	Signif
Bloques	3	0.045	0.015	2.342	0.099	.
Potasio	2	0.015	0.008	1.176	0.326	ns
Genotipo	2	3.321	16.603	259.430	<2e-16	***
Potasio: Genotipo	4	0.052	0.013	2.031	0.122	ns
Error	24	0.154	0.006			
Total	35	3.587				

Códigos significativos: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 CV: 3.07% Media: 2.61

La Figura 1 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable altura de planta (ANEXO IV). Indica que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Asimismo, señala que T9, T7 y T8 alcanzaron

los mayores promedios siendo estadísticamente similares con alturas de 3.07, 3.04 y 3.01 (m) respectivamente. También agrega que existe diferencias significativas con T1, T2, T5, T4, T6 y T3, estos últimos, siendo estadísticamente iguales con alturas de 2.5, 2.45, 2.38, 2.37, 2.36 y 2.33 (m) en ese mismo orden.

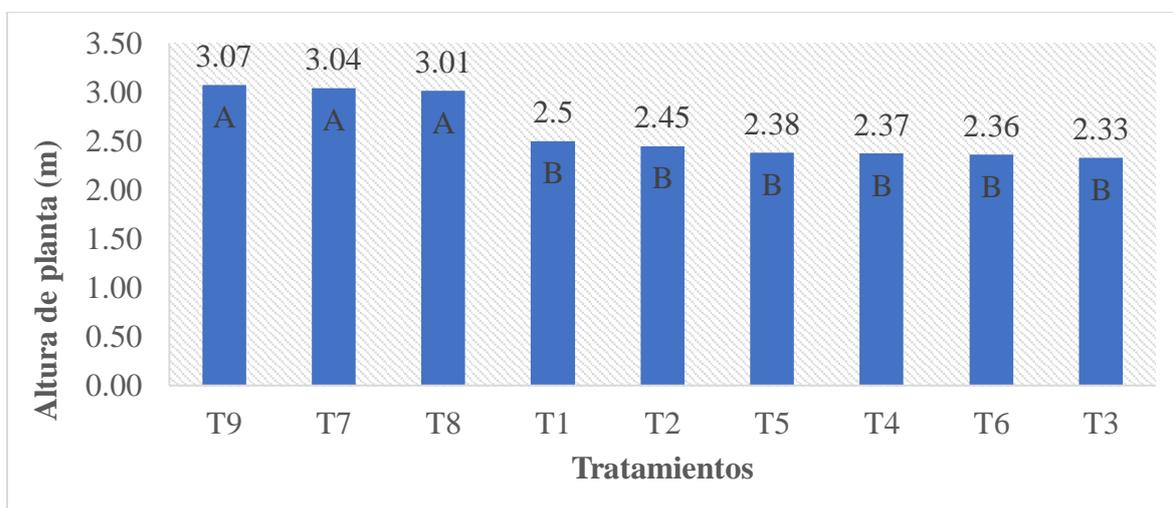


Figura 1: Efecto de los tratamientos sobre la altura de planta (m)

La Figura 2 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable altura de planta. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados obtenidos por los niveles K0, K60 y K120 son estadísticamente iguales con promedios de 2.63, 2.61 y 2.58 (m) respectivamente; sin embargo, numéricamente podemos observar que existe una ligera disminución de la altura con el incremento del potasio.

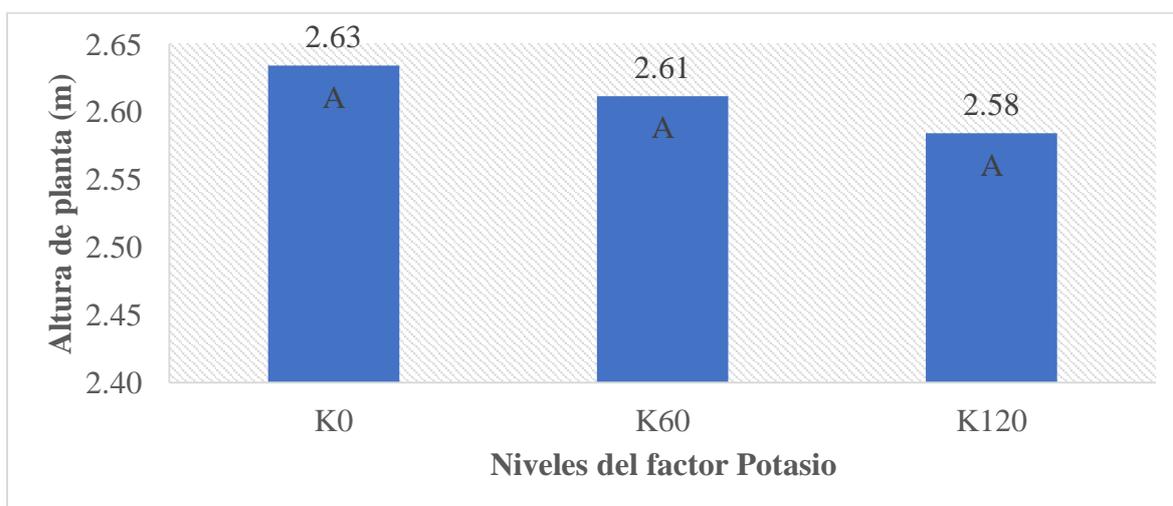


Figura 2: Efecto de la fertilización potásica sobre la altura de planta (m)

La Figura 3 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable altura de planta. Indica que existe diferencia estadística significativa entre los genotipos. Asimismo, señala que el nivel Exp alcanzó el mayor promedio con una altura de 3.04 (m) y es estadísticamente diferente a los niveles Pool y CML que obtuvieron medias de 2.42 y 2.37 (m), siendo estadísticamente iguales.

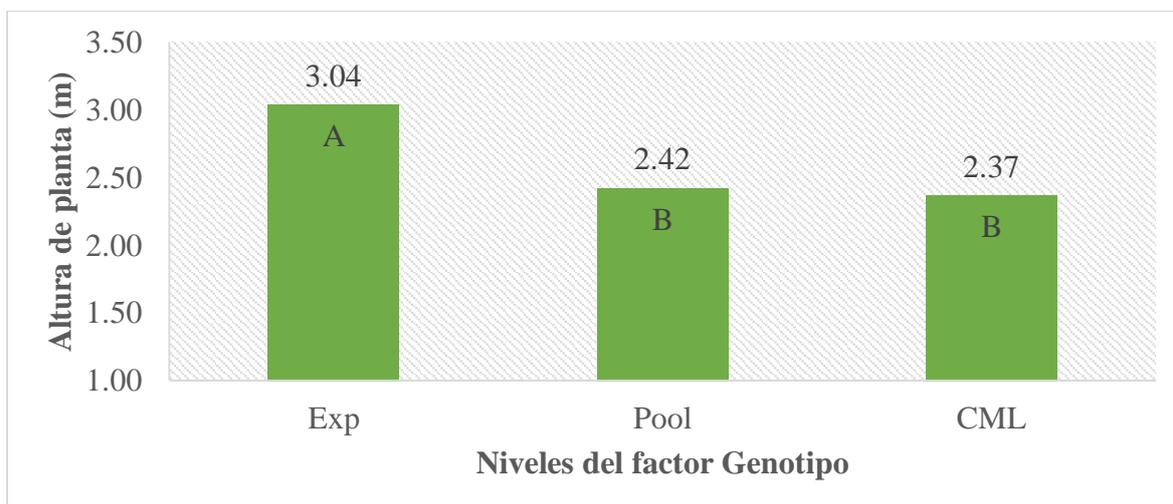


Figura 3: Efecto de los genotipos sobre la altura de planta (m)

4.1.2. Altura de mazorca (m)

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), muestra que existe evidencia estadística para aceptar que al menos la altura de mazorca de un genotipo es diferente al de otro u otros genotipos, visto que la significación estadística para los niveles del factor Genotipo resultó ser altamente significativo. Además, indica que el efecto del factor Potasio y la interacción de ambos factores, Potasio: Genotipo, resultaron ser estadísticamente iguales (Tabla 10).

Tabla 10: Análisis de varianza para la variable altura de mazorca (m)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F	Signif
Bloques	3	0.046	0.015	2.942	0.0534	.
Potasio	2	0.014	0.007	1.372	0.2728	ns
Genotipo	2	3.504	1.752	334.45	<2e-16	***
Potasio: Genotipo	4	0.034	0.008	1.611	0.2039	ns
Error	24	0.126	0.005			
Total	35	3.724				

Códigos significativos: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 CV: 4.59% Media: 1.57

La Figura 4 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable altura de mazorca (ANEXO IV). Indica que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Asimismo, señala que T7, T9 y T8 alcanzaron los mayores promedios siendo estadísticamente similares con alturas de 2.03, 2.02 y 1.99 (m) respectivamente. También agrega que existe diferencias significativas con T1, T2, T3, T5, T6 y T4 con medias de 1.48, 1.41, 1.34, 1.34, 1.29 y 1.28 (m). Además, los cinco menores resultados son estadísticamente iguales entre sí.

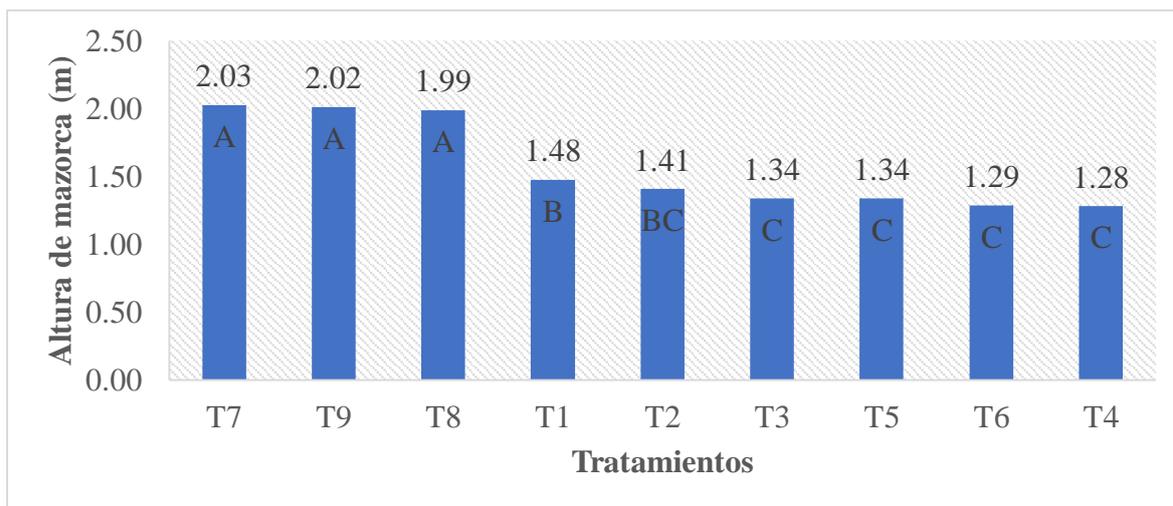


Figura 4: Efecto de los tratamientos sobre la altura de mazorca (m)

La Figura 5 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable altura de mazorca. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados obtenidos por los niveles K0, K60 y K120 son estadísticamente iguales con promedios de 1.6, 1.58 y 1.55 (m) respectivamente.

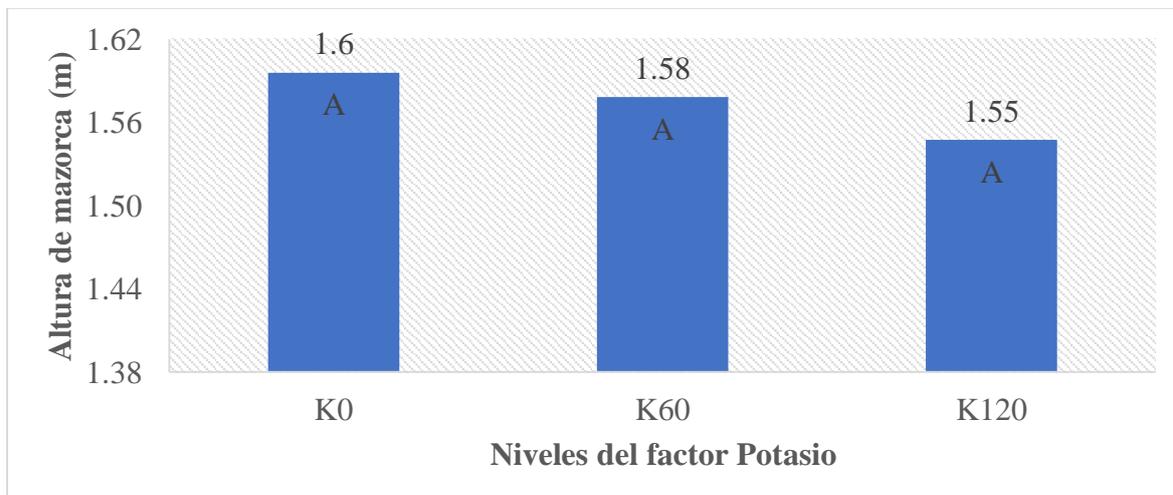


Figura 5: Efecto de la fertilización potásica sobre la altura de mazorca (m)

La Figura 6 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable altura de mazorca. Indica que existe diferencia estadística significativa entre los genotipos. Asimismo, señala que el nivel Exp alcanzó el mayor promedio con una altura de 2.01 (m) y es estadísticamente diferente a los niveles Pool y CML que obtuvieron medias de 1.41 y 1.3 (m) respectivamente, siendo estadísticamente diferentes entre sí.

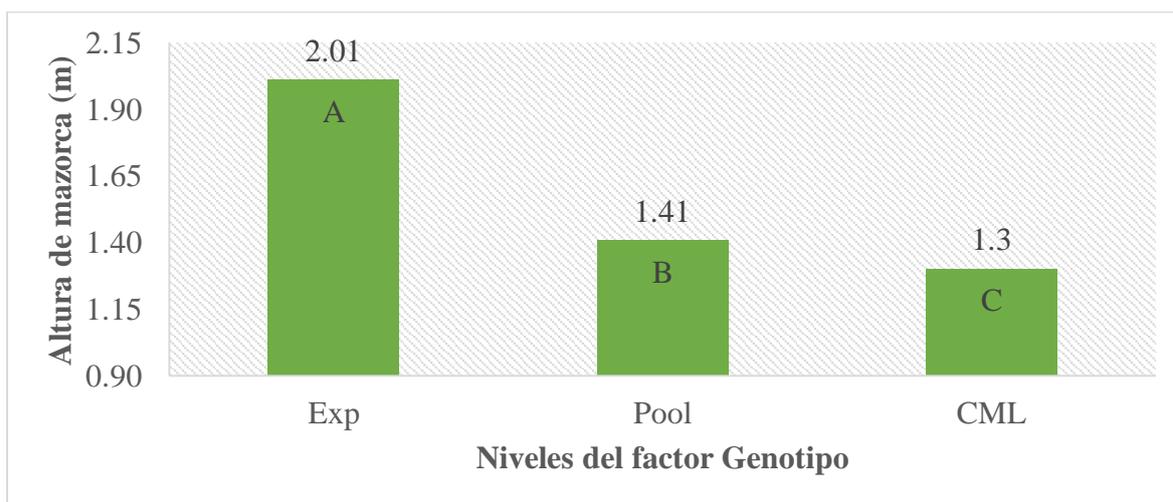


Figura 6: Efecto de los genotipos sobre la altura de mazorca (m)

4.1.3. Número de hojas por planta

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), indica que existe evidencia estadística para aceptar que al menos el número de hojas por planta de un genotipo es diferente al de otro u otros genotipos, debido a que la significación estadística para los niveles del factor Genotipo resultó ser altamente significativo. Asimismo, muestra que el efecto del factor Potasio y la interacción de ambos factores, Potasio: Genotipo, resultaron ser estadísticamente iguales (Tabla 11).

Tabla 11: Análisis de varianza para la variable número de hojas por planta

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F	Signif
Bloques	3	0.057	0.019	0.764	0.525	ns
Potasio	2	0.112	0.056	2.258	0.126	ns
Genotipo	2	0.292	0.146	5.899	0.008	**
Potasio: Genotipo	4	0.117	0.029	1.180	0.345	ns
Error	24	0.593	0.025			
Total	35	1.170				

Códigos significativos: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 CV: 1.17% Media: 13.44

La Figura 7 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable número de hojas por planta (ANEXO IV). Indica que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Asimismo, señala que T9, T7 y T8 alcanzaron los mayores promedios siendo estadísticamente similares con 15.18, 15.13, 14.73 hojas respectivamente. También agrega que existe diferencias significativas con T5, T1, T4, T6, T3 y T2, estos últimos, siendo estadísticamente iguales con valores de 12.8, 12.78, 12.75, 12.75, 12.45 y 12.4 hojas en ese mismo orden.

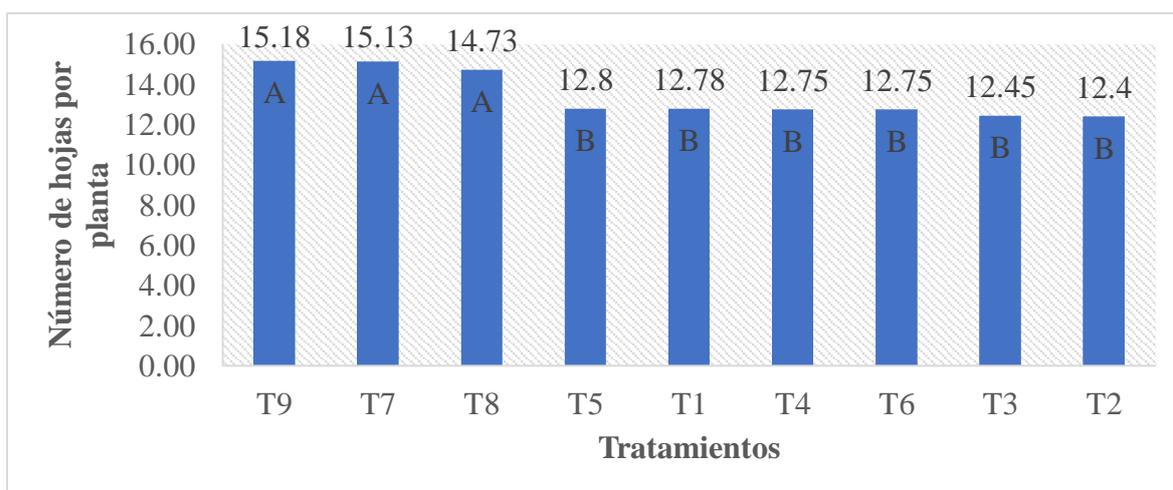


Figura 7: Efecto de los tratamientos sobre el número de hojas por planta

La Figura 8 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable número de hojas por planta. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados obtenidos por los niveles K0, K120 y K60 son estadísticamente iguales con promedios de 13.55, 13.46 y 13.31 hojas respectivamente.

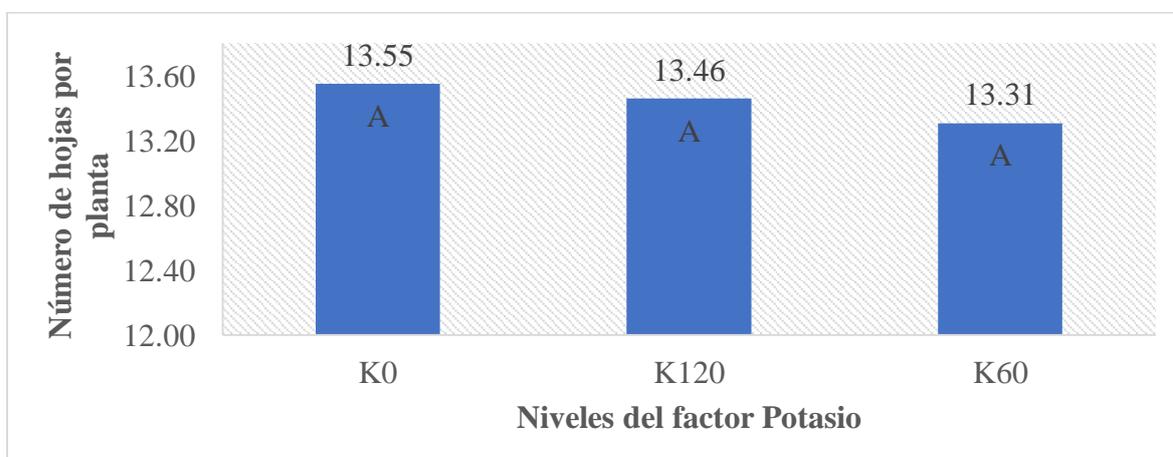


Figura 8: Efecto de la fertilización potásica sobre el número de hojas por planta

La Figura 9 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable número de hojas por planta. Indica que existe diferencia estadística significativa entre los genotipos. Asimismo, señala que el nivel Exp alcanzó el mayor promedio con 15.01 hojas y es estadísticamente diferente a los niveles CML y Pool que obtuvieron medias de 12.77 y 12.54 hojas, siendo estadísticamente iguales.

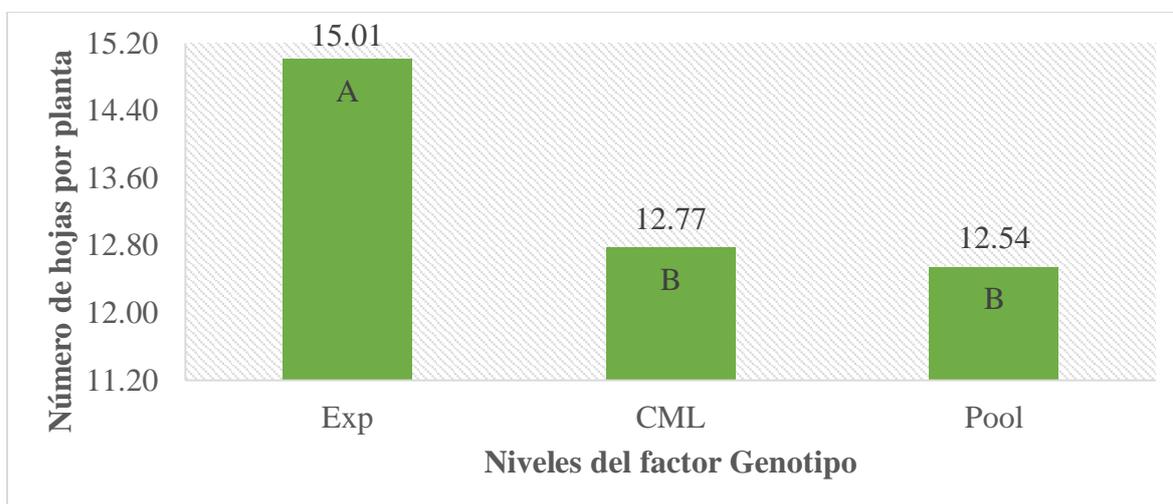


Figura 9: Efecto de los genotipos sobre el número de hojas por planta

4.1.4. Número de hojas sobre la mazorca

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), indica que existe diferencia estadística significativa entre bloques. Además, señala que existe evidencia estadística para aceptar que al menos el número de hojas sobre la mazorca de un genotipo es diferente al de otro u otros genotipos, dado que la significación estadística para los niveles del factor Genotipo resultó ser altamente significativo. Asimismo, muestra que el efecto del factor Potasio y la interacción de ambos factores, Potasio: Genotipo, resultaron ser estadísticamente iguales (Tabla 12).

Tabla 12: Análisis de varianza para la variable número de hojas sobre la mazorca

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F	Signif
Bloques	3	0.570	0.190	4.653	0.011	*
Potasio	2	0.105	0.053	1.286	0.295	ns
Genotipo	2	0.582	0.291	7.122	0.004	**
Potasio: Genotipo	4	0.073	0.018	0.449	0.772	ns
Error	24	0.980	0.041			
Total	35	2.310				

Códigos significativos: '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1

CV: 3.56%

Media: 5.68

La Figura 10 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable número de hojas sobre la mazorca (ANEXO IV). Indica que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, es decir, T9, T7, T4, T8, T5, T6, T3, T1 y T2 son estadísticamente iguales con promedios de 5.93, 5.9, 5.73, 5.73, 5.65, 5.6, 5.6, 5.58 y 5.45 hojas respectivamente.

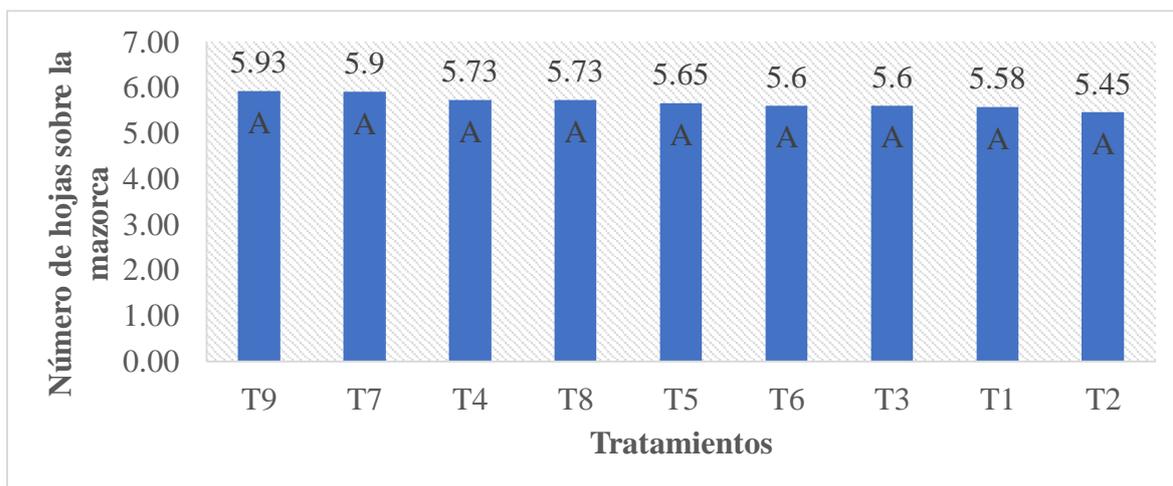


Figura 10: Efecto de los tratamientos sobre el número de hojas sobre la mazorca

La Figura 11 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable número de hojas sobre la mazorca. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados obtenidos por los niveles K0, K120 y K60 son estadísticamente iguales con promedios de 5.73, 5.71 y 5.61 hojas respectivamente.

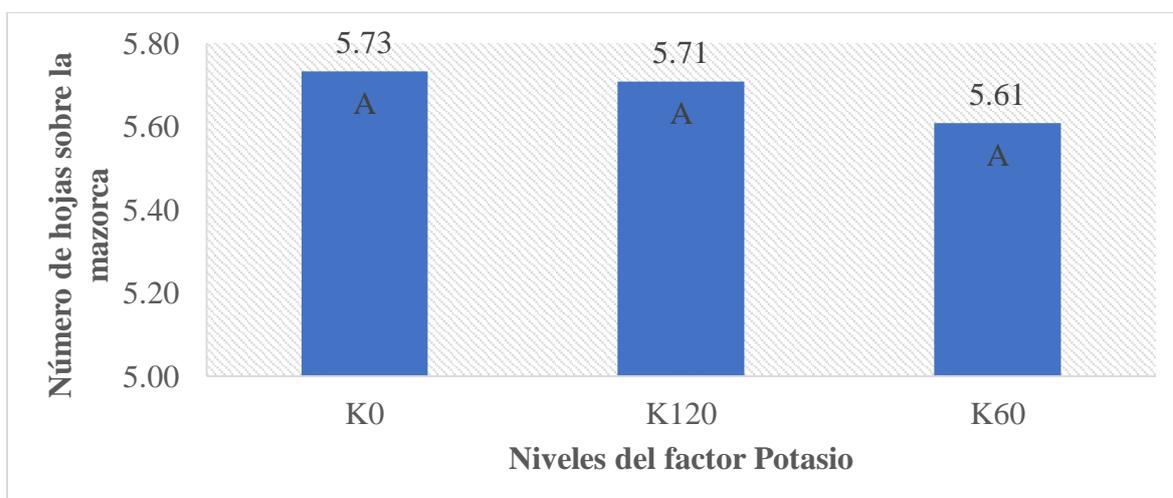


Figura 11: Efecto de la fertilización potásica sobre el número de hojas sobre la mazorca

La Figura 12 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable número de hojas sobre la mazorca. Indica que existe diferencia estadística significativa entre los genotipos. Asimismo, señala que el nivel Exp alcanzó el mayor promedio con 5.85 hojas y es estadísticamente diferente a los niveles CML y Pool que obtuvieron medias de 5.66 y 5.54 hojas, siendo estadísticamente iguales.

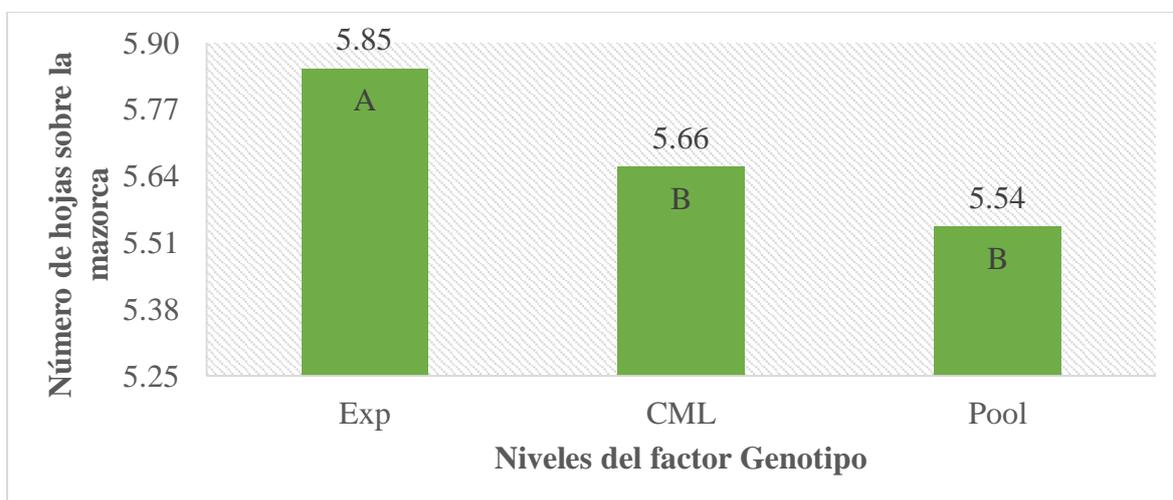


Figura 12: Efecto de los genotipos sobre el número de hojas sobre la mazorca

4.1.5. Diámetro del tallo (cm)

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), señala que existe evidencia estadística para aceptar que al menos el diámetro del tallo de un genotipo es diferente al de otro u otros genotipos, dado que la significación estadística para los niveles del factor Genotipo resultó ser altamente significativo. Asimismo, muestra que el efecto del factor Potasio y la interacción de ambos factores, Potasio: Genotipo, resultaron ser estadísticamente iguales (Tabla 13).

Tabla 13: Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo (cm)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F	Signif
Bloques	3	0.021	0.007	0.391	0.761	ns
Potasio	2	0.062	0.031	1.707	0.203	ns
Genotipo	2	1.592	0.796	43.898	9.58E-09	***
Potasio: Genotipo	4	0.088	0.022	1.208	0.333	ns
Error	24	0.435	0.018			
Total	35	2.198				

Códigos significativos: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 CV: 1.76% Media: 2.44

La Figura 13 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable diámetro del tallo (ANEXO IV). Indica que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Asimismo, señala que T7 y T9 alcanzaron los mayores promedios siendo estadísticamente similares con diámetros de 2.86 y 2.71 (cm) en ese orden. También agrega T9 y T8 son estadísticamente similares, este último con un valor de 2.62 cm. Además, señala que los tres mayores diámetros son estadísticamente diferentes a los seis menores resultados, donde T1, T2, T3, T5, T4 y T6 obtuvieron resultados de 2.4, 2.35, 2.29, 2.26, 2.23 y 2.23 respectivamente.

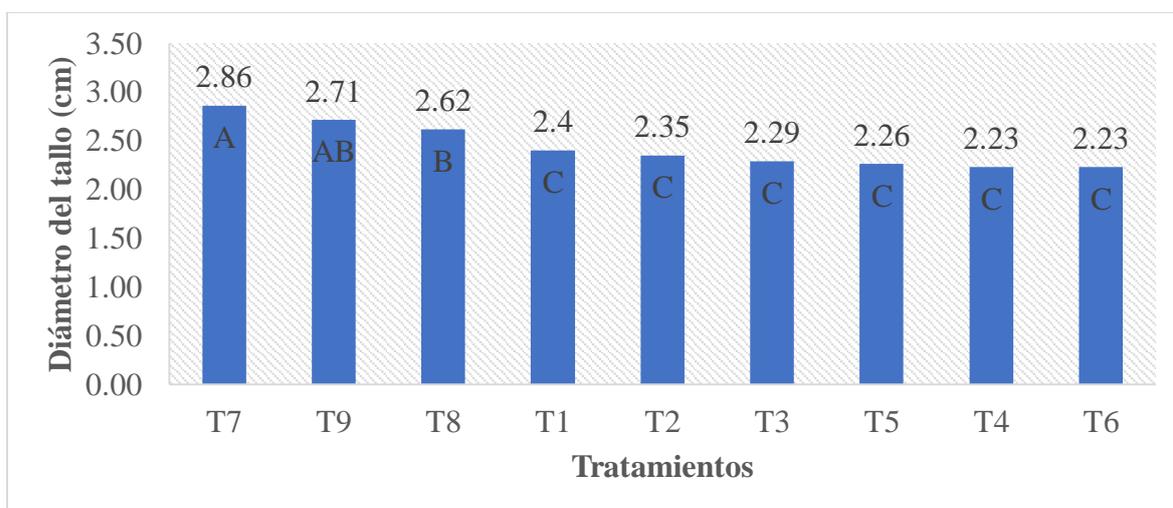


Figura 13: Efecto de los tratamientos sobre el diámetro del tallo (cm)

La Figura 14 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable diámetro del tallo. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados obtenidos por los niveles K0, K120 y K60 son estadísticamente iguales con promedios de 2.5, 2.41 y 2.41 (cm) respectivamente.

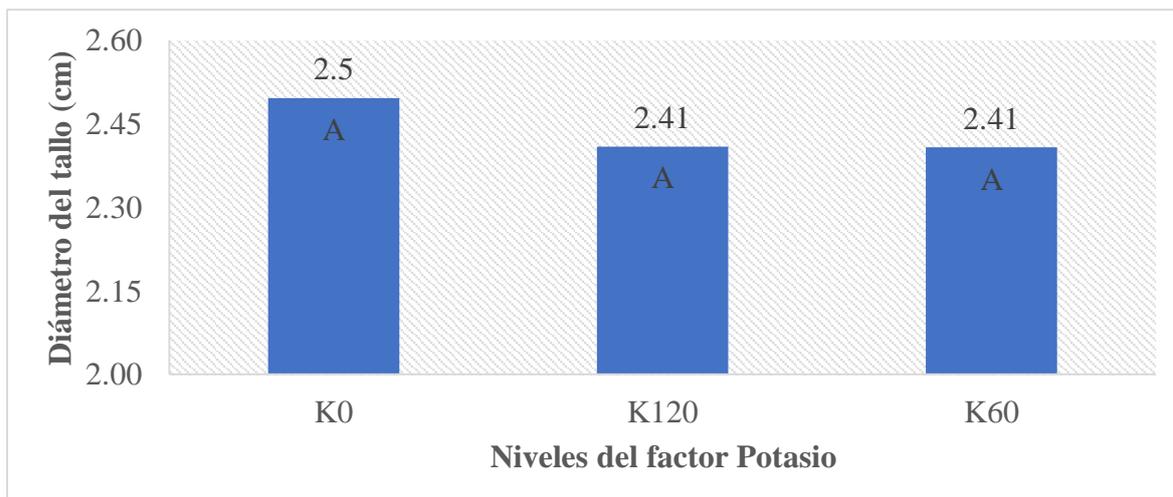


Figura 14: Efecto de la fertilización potásica sobre el diámetro del tallo (cm)

La Figura 15 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable diámetro del tallo. Indica que existe diferencia estadística significativa entre los genotipos. Asimismo, señala que el nivel Exp alcanzó el mayor promedio con un diámetro de 2.73 (cm) y es estadísticamente diferente a los niveles Pool y CML que obtuvieron medias de 2.35 y 2.24 (cm), siendo estadísticamente iguales.

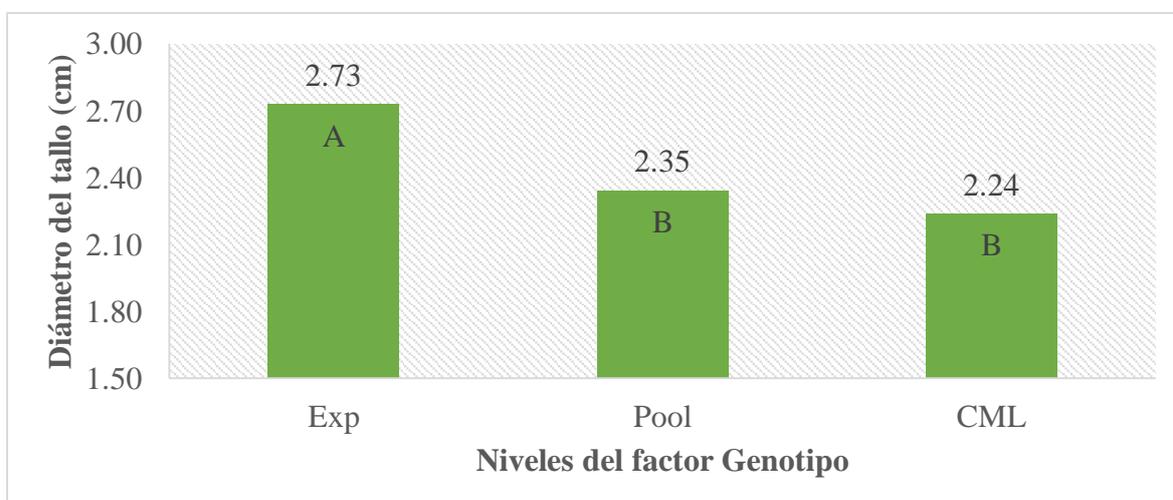


Figura 15: Efecto de los genotipos sobre el diámetro del tallo (cm)

Los resultados de las variables de crecimiento del maíz indican que la diferencia significativa que existe en la comparación de medias para los tratamientos es el efecto del comportamiento del genotipo, mas no de la fertilización potásica. Donde:

La mayor altura de planta fue para el híbrido doble (Exp-5) y los dos menores resultados fueron para el híbrido simple y la población. Resultados similares fueron encontrados por Sevilla & Holle (2004), quienes aseguran que a mayor heterosis en el maíz, altura de plantas

más cortas. Pero, en contraparte Macrobert et al., (2015), señala que un híbrido simple manifiesta mayor crecimiento vegetativo consecuencia del vigor híbrido. Sin embargo, observando la investigación considero que la altura de planta es un comportamiento propio de cada híbrido, independiente de que si es simple, triple o doble.

La altura de mazorca está directamente relacionada con la altura de planta. Para nuestro resultado, la mayor altura de mazorca fue causado por el efecto del híbrido doble y no por efecto de la fertilización. En un estudio realizado por Olazo (2014), sobre los efectos de la fertilización en maíz híbrido amarillo duro, obtuvo que para la altura de inserción de mazorca no se mostraron diferencias significativas para la fertilización en comparación con el testigo que solo se le regaba sin fertilizar. Esto es acorde con lo que en esta investigación se halló.

En cuanto a las variables número de hojas por planta y número de hojas sobre la mazorca se destaca que los resultados obtenidos fueron efecto del comportamiento de cada genotipo, donde para ambas variables Exp-5 obtuvo mayor número y fue significativamente diferente a los obtenidos por el híbrido simple y la población. Si bien, para este ensayo no existió diferencias estadísticas entre las dosis de potasio, como los que halló Campos (2015), en su investigación de efectos del distanciamiento y niveles de fertilización N-P-K en el rendimiento y en donde obtuvo que el efecto del incremento de la dosis de potasio disminuye el número de hojas, en esta investigación se repitió ese comportamiento, en donde a mayor dosis de potasio, numéricamente disminuyeron ambas alturas. Tampoco guarda relación con lo que menciona Jugenheimer (1981), pues señala que los híbridos de maíz de mejor característica genética proporcionan elevados rendimientos de grano, ensilaje y pastura verde.

Los resultados del diámetro del tallo señalan que la diferencia que se presentan en los tratamientos son efecto del comportamiento de los genotipos, siendo indiferente a la fertilización potásica. Donde el híbrido doble dio mayores valores. En contraparte a estos resultados, Espíritu (2017), en su investigación de adaptabilidad de seis cultivares híbridos, señala que el potasio favoreció el vigor de las cañas, haciéndolas robustas. Por otro lado, Sánchez & Nakahodo (1990), en su estudio de potencial de rendimiento y densidades siembra en maíz amarillo duro, indican que los híbridos F1 presentaron un porte bajo y robusto en comparación con los otros tipos de híbrido.

A partir de los hallazgos encontrados, y considerando los antecedentes de los anteriores autores para las variables de crecimiento, puedo exponer que los resultados obtenidos son efecto del comportamiento de los genotipos en interacción con el ambiente, pues, un híbrido de forma general se ve afectado por las densidades de siembra, condicionando su competencia por luz lo que la llevara a una elongación o compactación del tallo, creando efectos sobre la altura, número de hojas, diámetro del tallo entre otros.

4.2. Variables de mazorca y componentes de rendimiento

4.2.1. Peso de una mazorca (g)

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), indica que existe evidencia estadística para aceptar que al menos el peso de una mazorca de un bloque es diferente al de otro u otros bloques, puesto que la significación estadística para ellos resultó ser altamente significativa. Asimismo, señala que el efecto del factor Potasio, factor Genotipo y la interacción de ambos factores, Potasio: Genotipo, resultaron ser estadísticamente iguales (Tabla 14).

Tabla 14: Análisis de varianza para la variable peso de una mazorca (g)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F	Signif
Bloques	3	6938	2312.8	6.951	0.002	**
Potasio	2	840	420	1.262	0.301	ns
Genotipo	2	1241	620.4	1.865	0.177	ns
Potasio: Genotipo	4	1442	360.5	1.083	0.387	ns
Error	24	7986	332.7			
Total	35	18447				

Códigos significativos: '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 CV: 7.22% Media: 29.03

La Figura 16 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable peso de una mazorca (ANEXO V). Indica que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, es decir, T2, T1, T6, T5, T8, T7, T3, T4 y T9 son estadísticamente iguales con promedios de 275.5, 258.48, 257.63, 252.05, 250.43, 249.05, 247.33, 243.95 y 239.33 gramos respectivamente.

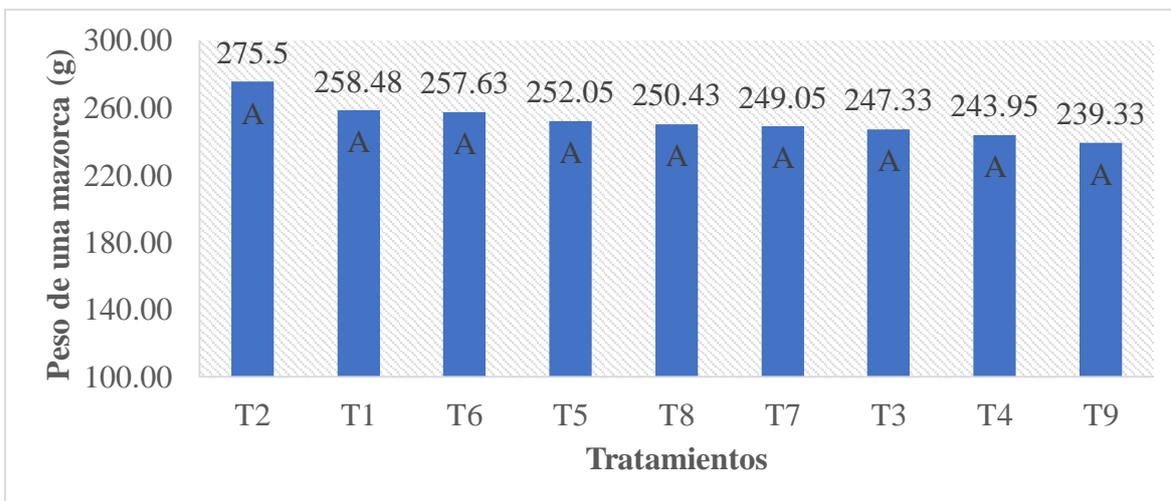


Figura 16: Efecto de los tratamientos sobre el peso de una mazorca (g)

La Figura 17 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable peso de una mazorca. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados obtenidos por los niveles K60, K0 y K120 son estadísticamente iguales con promedios de 259.33, 250.49 y 248.09 (g) respectivamente.

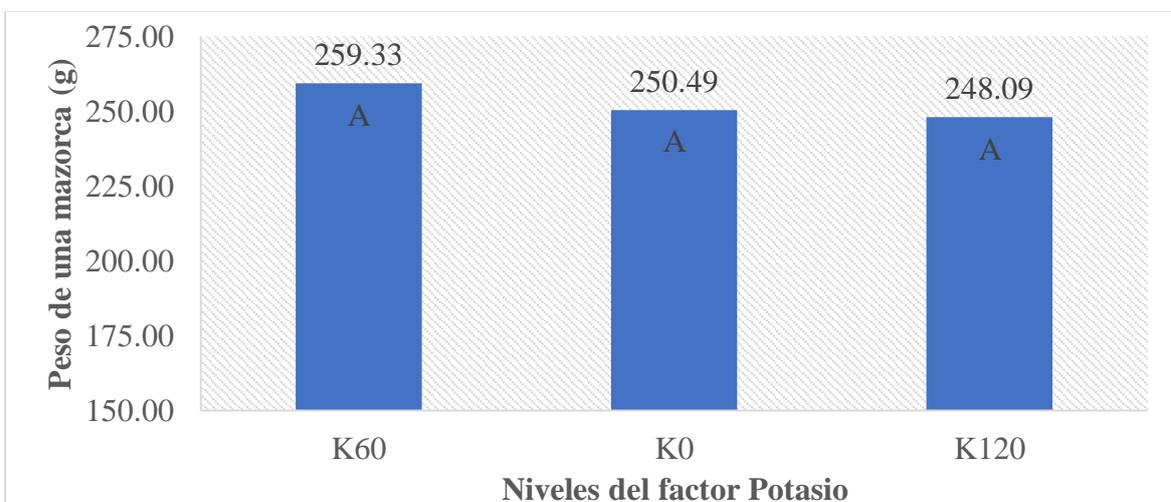


Figura 17: Efecto de la fertilización potásica sobre el peso de una mazorca (g)

La Figura 18 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable peso de una mazorca. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre los genotipos, es decir, los resultados obtenidos por Pool, CML y Exp son estadísticamente iguales con promedios de 260.43, 251.21 y 246.27 (g) respectivamente.

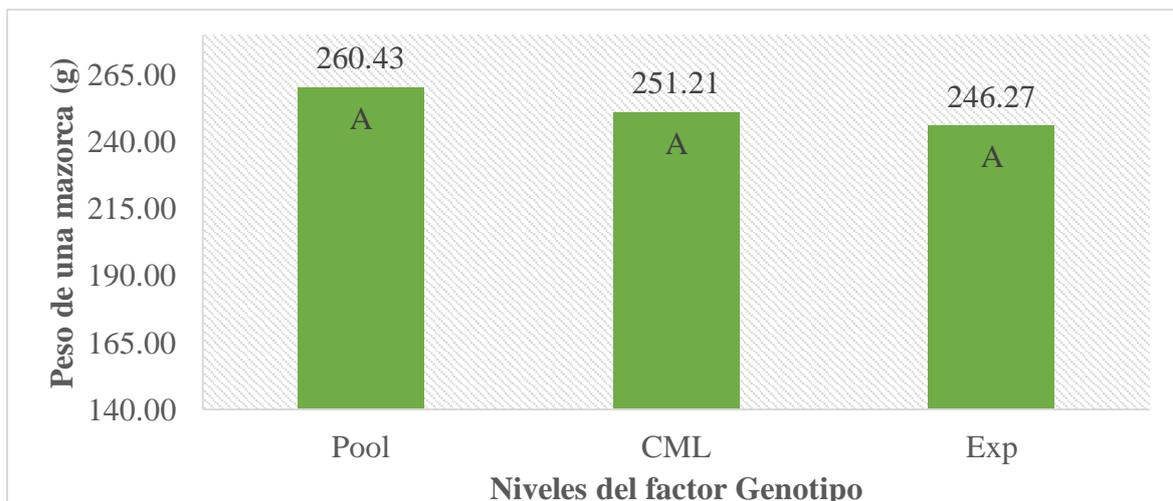


Figura 18: Efecto de los genotipos sobre el peso de una mazorca (g)

Por otro lado, en la comparación de medias de bloques se obtiene que el mayor peso fue para el bloque IV y III con 308.311 y 308.033 (g) respectivamente, siendo estadísticamente iguales entre sí y significativamente diferentes al bloque II y I que registraron pesos de 304.867 y 304.456 (g) en ese orden. Estos dos últimos bloques son estadísticamente iguales.

4.2.2. Longitud de mazorca (cm)

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), señala que existe evidencia estadística para aceptar que al menos la longitud de mazorca de un genotipo es diferente al de otro u otros genotipos, ya que la significación estadística para los niveles del factor Genotipo resultó ser altamente significativo. Asimismo, muestra que el efecto del factor Potasio y la interacción de ambos factores, Potasio: Genotipo, resultaron ser estadísticamente iguales (Tabla 15).

Tabla 15: Análisis de varianza para la variable longitud de mazorca (cm)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F	Signif
Bloques	3	1.132	0.377	0.771	0.522	ns
Potasio	2	2.162	1.081	2.209	0.132	ns
Genotipo	2	19.431	9.715	19.851	8.18E-06	***
Potasio: Genotipo	4	0.599	0.150	0.306	0.871	ns
Error	24	11.746	0.489			
Total	35	35.070				

Códigos significativos: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1

CV: 3.67%

Media: 19.05

La Figura 19 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable longitud de mazorca (ANEXO V). Indica que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Asimismo, señala que T8, T9, T7 y T2 alcanzaron los mayores promedios siendo estadísticamente similares con longitudes de 20.38, 19.85, 19.75 y 19.48 (cm) respectivamente. También agrega que existe diferencias significativas entre las dos mayores longitudes con respecto a T4 y T6, dado que estos dos tratamientos alcanzaron los menores promedios con longitudes de 18.25 y 18.03 cm.

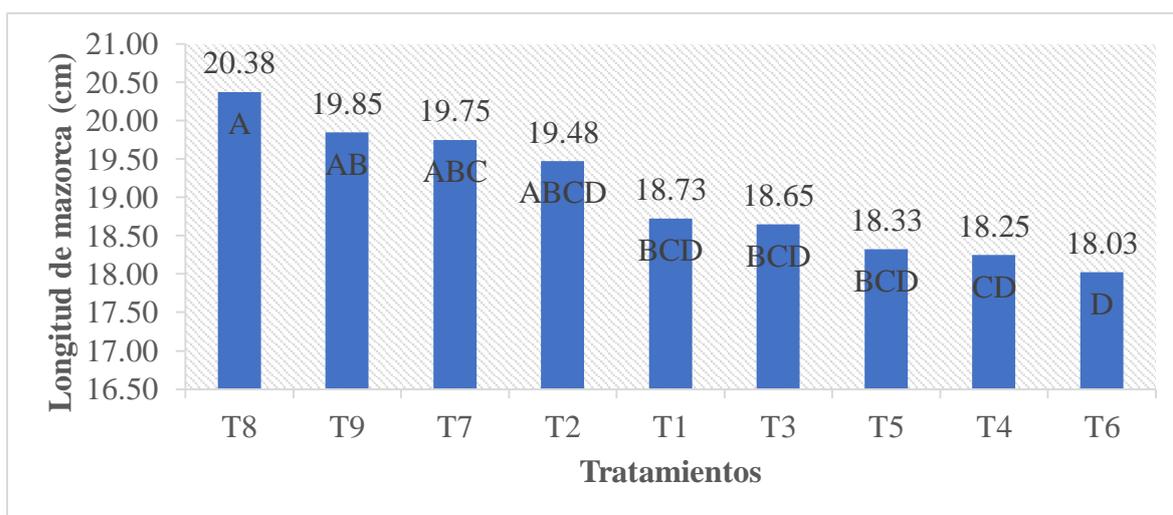


Figura 19: Efecto de los tratamientos sobre la longitud de mazorca (cm)

La Figura 20 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable longitud de mazorca. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados obtenidos por los niveles K60, K0 y K120 son estadísticamente iguales con promedios de 19.39, 18.91 y 18.84 cm respectivamente.

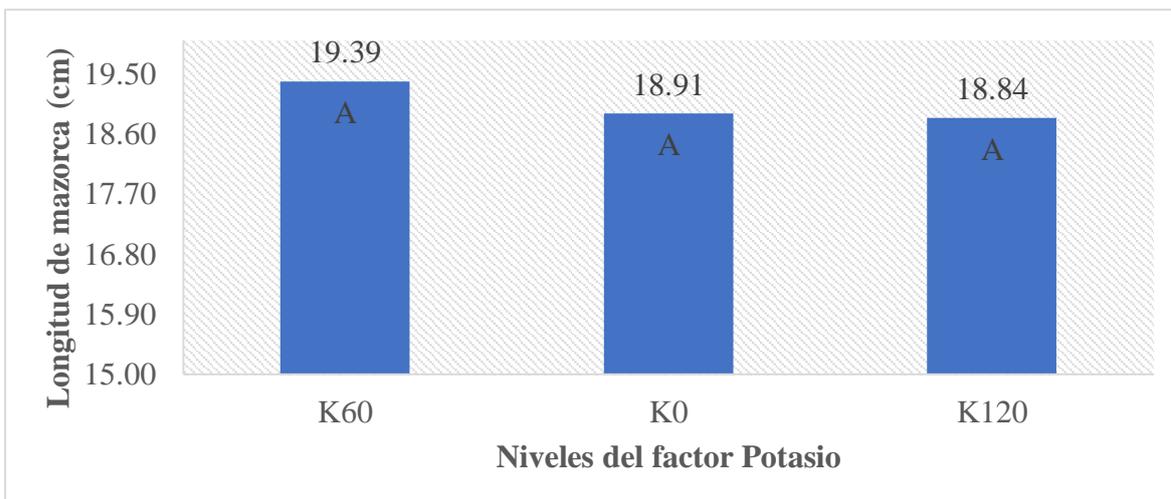


Figura 20: Efecto de la fertilización potásica sobre la longitud de mazorca (cm)

La Figura 21 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable longitud de mazorca. Indica que existe diferencia estadística significativa entre los genotipos. Asimismo, señala que el nivel Exp alcanzó el mayor promedio con una longitud de 19.99 (cm) y es estadísticamente diferente a los niveles Pool y CML que obtuvieron longitudes de 18.95 y 18.2 (cm) respectivamente, siendo estadísticamente diferentes entre sí.

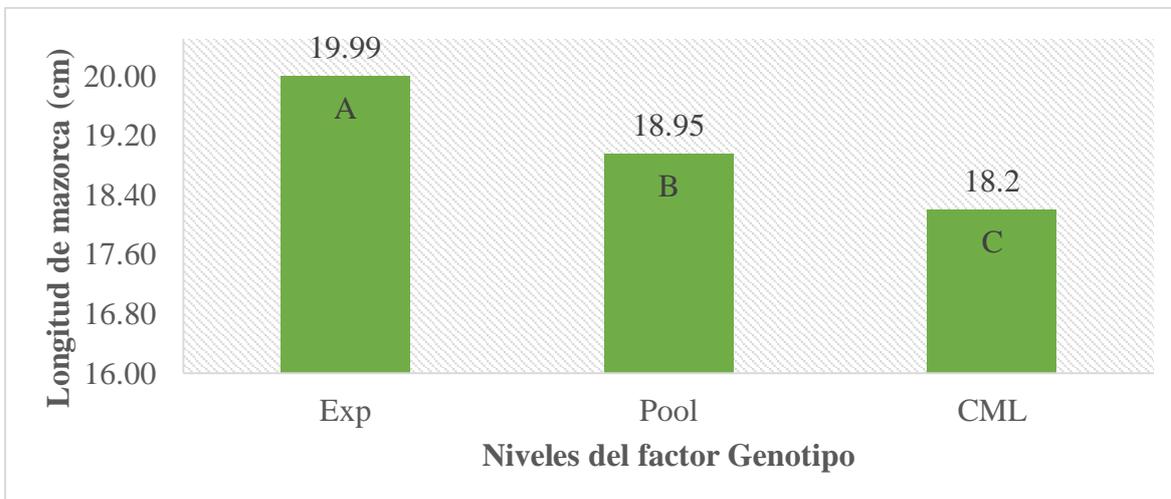


Figura 21: Efecto de los genotipos sobre la longitud de mazorca (cm)

4.2.3. Diámetro de mazorca (cm)

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), muestra que existe evidencia estadística para aceptar que al menos el diámetro de mazorca de un genotipo es diferente al de otro u otros genotipos, debido a que la significación estadística para los niveles del factor Genotipo resultó ser altamente significativo. Además, señala que el efecto del factor Potasio

y la interacción de ambos factores, Potasio: Genotipo, resultaron ser estadísticamente iguales (Tabla 16).

Tabla 16: Análisis de varianza para la variable diámetro de mazorca (cm)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F	Signif
Bloques	3	0.032	0.011	0.785	0.514	ns
Potasio	2	0.002	0.001	0.082	0.922	ns
Genotipo	2	0.307	0.154	11.324	0.0003	***
Potasio: Genotipo	4	0.016	0.004	0.297	0.877	ns
Error	24	0.326	0.014			
Total	35	0.6830				

Códigos significativos: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 CV: 2.25% Media: 5.16

La Figura 22 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable diámetro de mazorca (ANEXO V). Indica que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Asimismo, señala que T6 alcanzó el mayor promedio con un diámetro de 5.33 cm, siendo estadísticamente igual a T4, T5, T2, T1, T3 y T9 con diámetros de 5.28, 5.25, 5.18, 5.15, 5.13 y 5.08 cm respectivamente. Además, muestra que el mayor diámetro registrado es estadísticamente diferente a T7 y T8, dado que registraron los menores promedios con diámetros de 5.05 para ambos tratamientos.

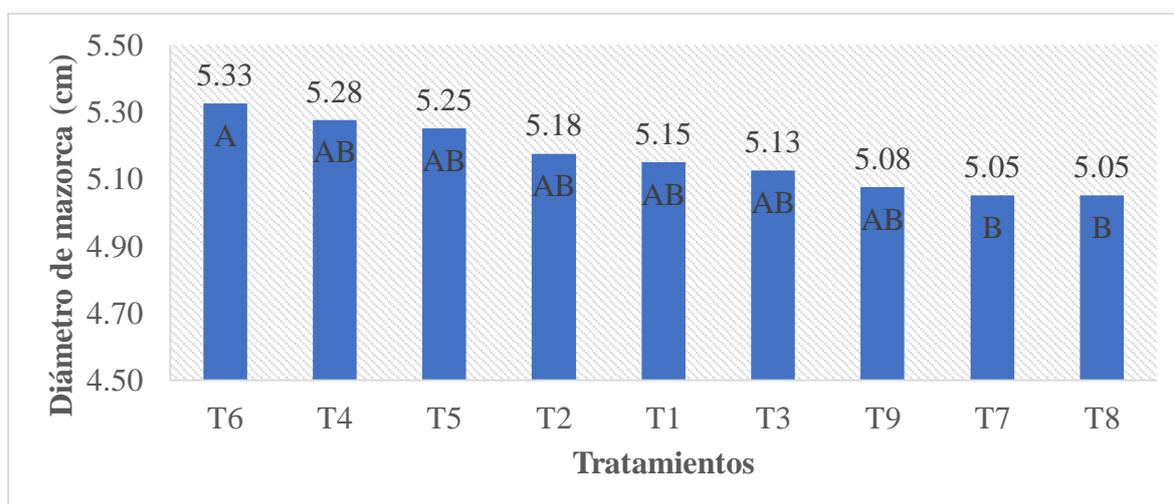


Figura 22: Efecto de los tratamientos sobre el diámetro de mazorca (cm)

La Figura 23 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable diámetro de mazorca. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados

obtenidos por los niveles K120, K0 y K60 son estadísticamente iguales con promedios de 5.18, 5.16 y 5.16 cm respectivamente.

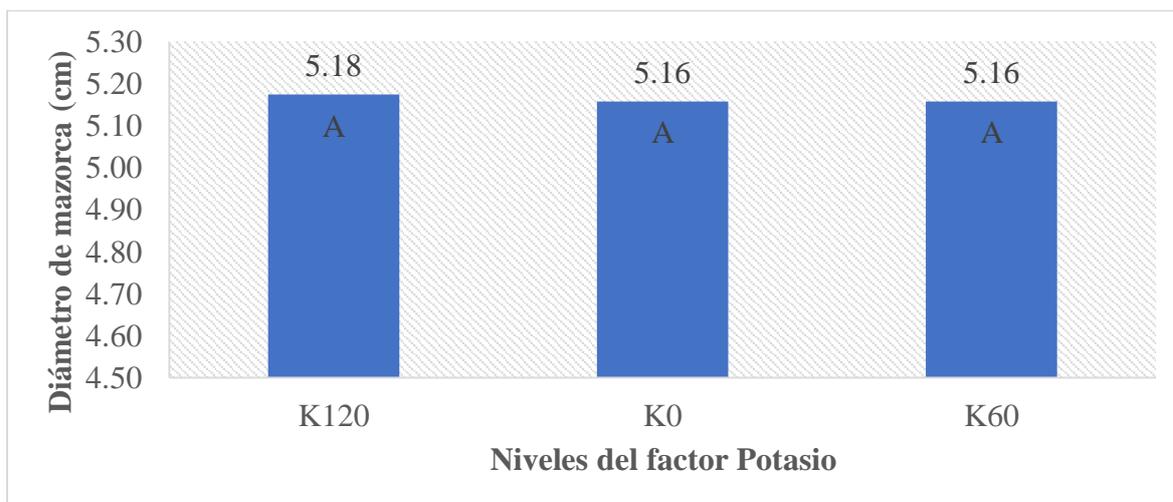


Figura 23: Efecto de la fertilización potásica sobre el diámetro de mazorca (cm)

La Figura 24 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable diámetro de mazorca. Indica que existe diferencia estadística significativa entre los genotipos. Asimismo, señala que el nivel CML alcanzó el mayor promedio con un diámetro de 5.28 (cm) y es estadísticamente diferente a los niveles Pool y Exp que obtuvieron medias de 5.15 y 5.06 (cm), siendo estadísticamente iguales.

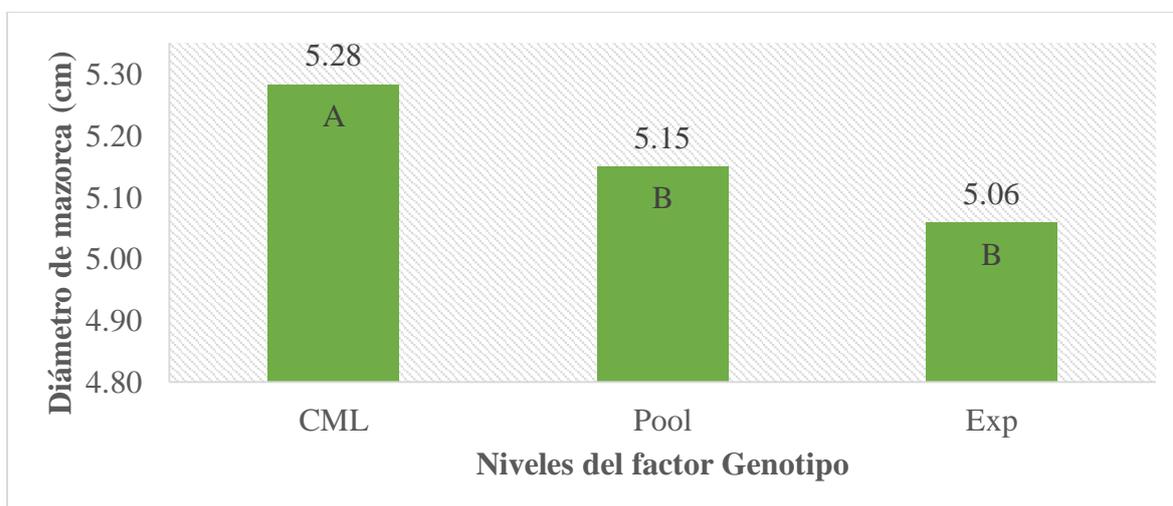


Figura 24: Efecto de los genotipos sobre el diámetro de mazorca (cm)

4.2.4. Número de hileras por mazorca

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), indica que existe evidencia estadística para aceptar que al menos el número de hileras por mazorca de un genotipo es diferente al de otro u otros genotipos, dado que la significación estadística para los niveles del factor Genotipo resultó ser altamente significativo. Asimismo, muestra que el efecto del factor Potasio y la interacción de ambos factores, Potasio: Genotipo, resultaron ser estadísticamente iguales (Tabla 17).

Tabla 17: Análisis de varianza para la variable número de hileras por mazorca

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F	Signif
Bloques	3	1.363	0.454	2.250	0.108	ns
Potasio	2	0.376	0.188	0.930	0.408	ns
Genotipo	2	2.576	1.288	6.377	0.006	**
Potasio: Genotipo	4	1.571	0.393	1.945	0.136	ns
Error	24	4.847	0.202			
Total	35	10.733				

Códigos significativos: '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 CV: 3.23% Media: 13.93

La Figura 25 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable número de hileras por mazorca (ANEXO V). Indica que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Asimismo, señala que T3, alcanzó el mayor promedio con un número de 14.65, siendo estadísticamente igual a T2, T8, T1, T4, T6 y T5 con medias de 14.2, 14.1, 14.05, 13.9, 13.8 y 13.7 hileras respectivamente. Además, agrega que el mayor promedio es estadísticamente diferente a T9 y T7, debido a que estos obtuvieron los menores resultados, siendo 13.55 y 13.4 para cada tratamiento.

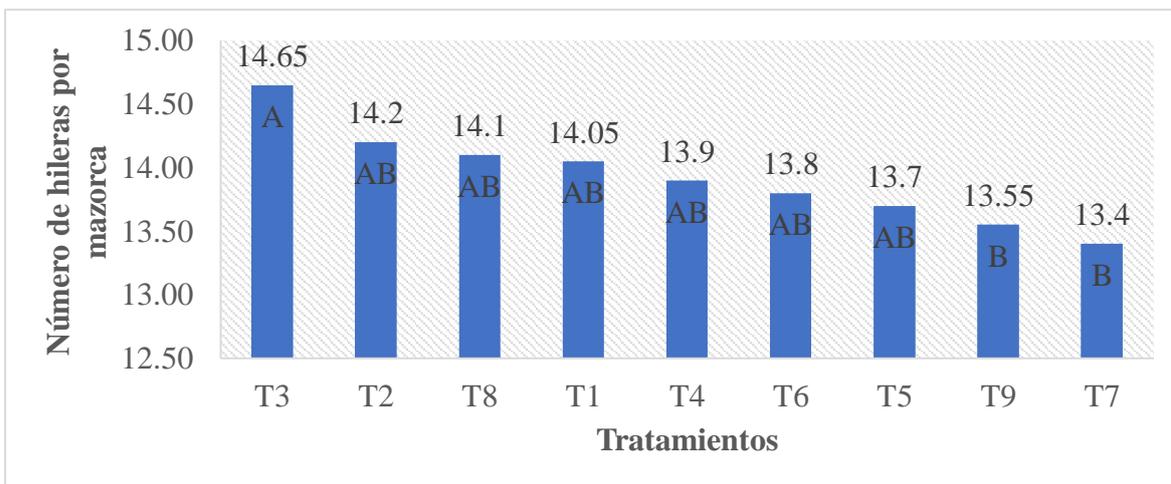


Figura 25: Efecto de los tratamientos sobre el número de hileras por mazorca

La Figura 26 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable número de hileras por mazorca. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados obtenidos por los niveles K60, K120 y K0 son estadísticamente iguales con promedios de 14, 14 y 13.78 hileras respectivamente.

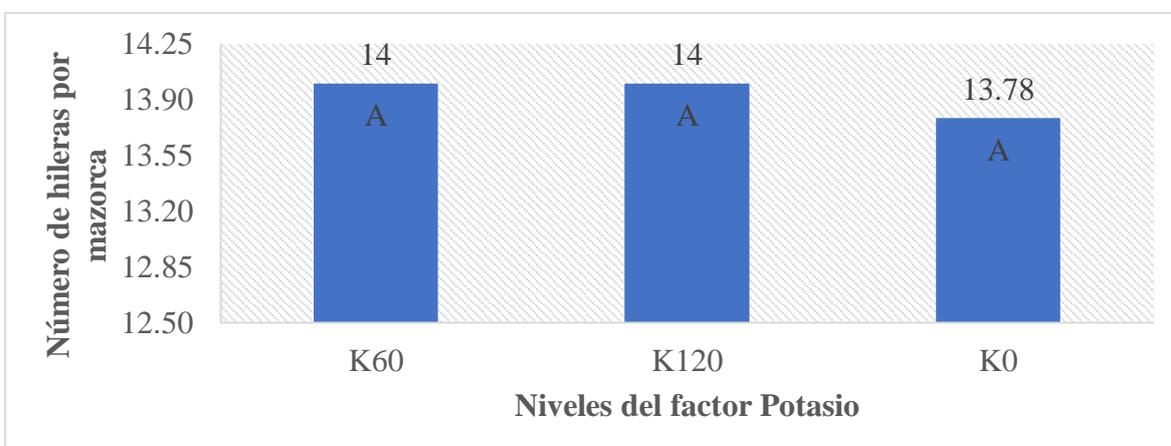


Figura 26: Efecto de la fertilización potásica sobre el número de hileras por mazorca

La Figura 27 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable número de hileras por mazorca. Indica que existe diferencia estadística significativa entre los genotipos. Asimismo, señala que el nivel Pool alcanzó el mayor promedio con 14.3 hileras y es estadísticamente diferente a los niveles CML y Exp que obtuvieron medias de 13.8 y 13.68 hileras, siendo estadísticamente iguales.

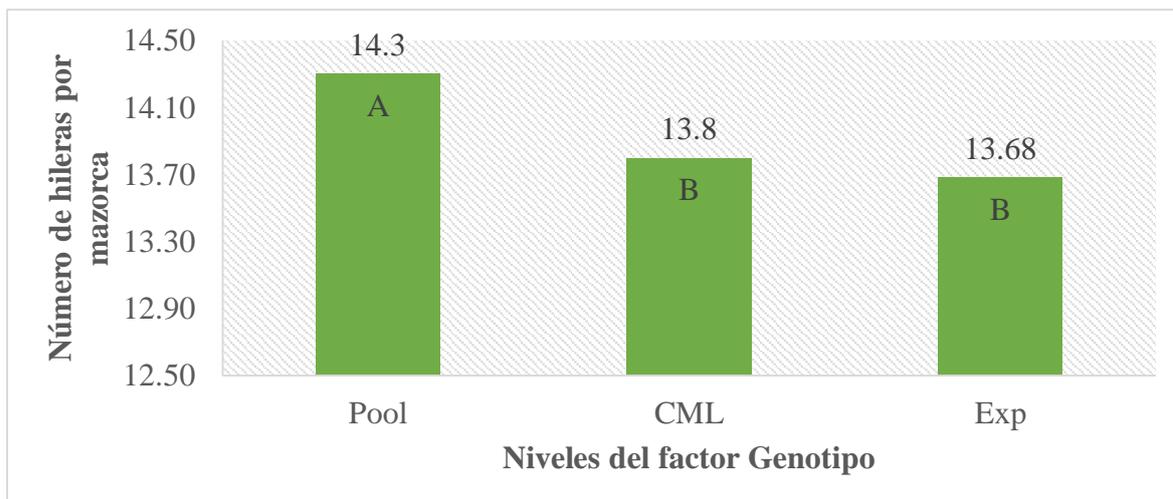


Figura 27: Efecto de los genotipos sobre el número de hileras por mazorca

4.2.5. Número de granos por dos hileras

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), señala que existe evidencia estadística para aceptar que al menos el número de granos por dos hileras de un genotipo es diferente al de otro u otros genotipos, puesto que la significación estadística para los niveles del factor Genotipo resultó ser altamente significativo. Además, muestra que el efecto del factor Potasio y la interacción de ambos factores, Potasio: Genotipo, resultaron ser estadísticamente iguales (Tabla 18).

Tabla 18: Análisis de varianza para la variable número de granos por dos hileras

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F	Signif
Bloques	3	8.97	2.99	0.670	0.579	ns
Potasio	2	18.32	9.16	2.051	0.151	ns
Genotipo	2	81.13	40.57	9.084	0.001	**
Potasio: Genotipo	4	12.75	3.19	0.714	0.591	ns
Error	24	107.18	4.47			
Total	35	228.35				

Códigos significativos: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 CV: 2.96% Media: 71.38

La Figura 28 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable número de granos por dos hileras (ANEXO V). Indica que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Asimismo, señala que T8 alcanzó el mayor promedio con un número de 75.05, siendo estadísticamente igual con T7, T9, T6, T2 y T5 con medias de 72.75, 72.55, 71.6, 71.2 y 70.68 granos respectivamente.

También agrega que el mayor promedio es estadísticamente diferente con T4, T3 y T1 debido a que registraron los menos promedios con números de 69.95, 69.6 y 69.03 granos.

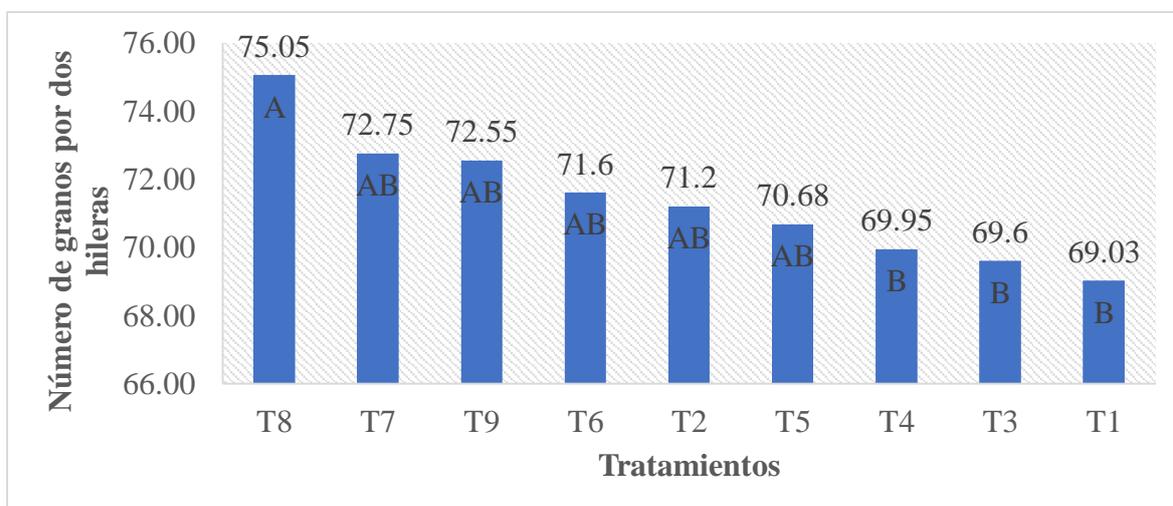


Figura 28: Efecto de los tratamientos sobre el número de granos por dos hileras

La Figura 29 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable número de granos por dos hileras. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados obtenidos por los niveles K60, K120 y K0 son estadísticamente iguales con promedios de 72.31, 71.25 y 70.58 granos respectivamente.

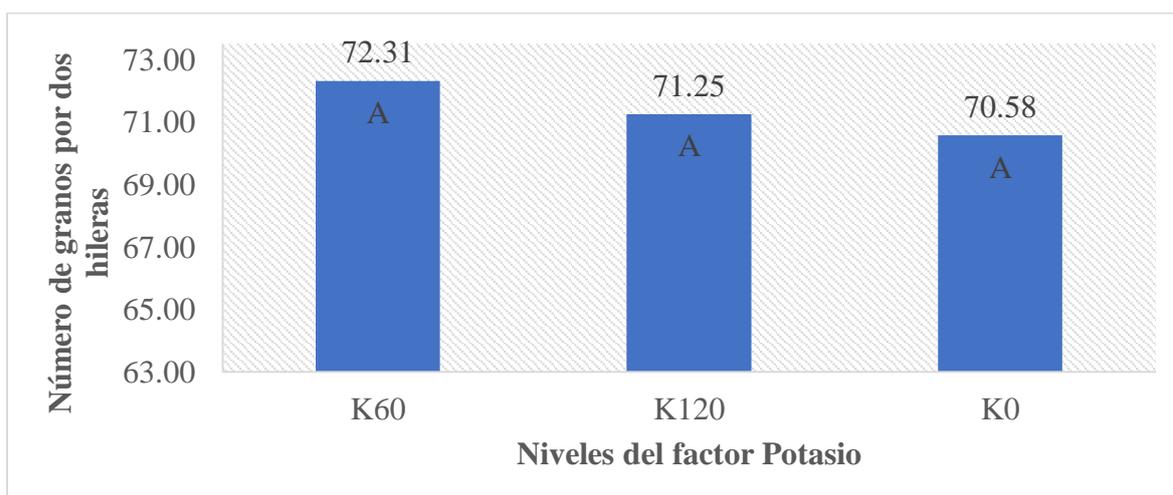


Figura 29: Efecto de la fertilización potásica sobre el número de granos por dos hileras

La Figura 30 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable número de granos por dos hileras. Indica que existe diferencia estadística significativa entre los genotipos. Asimismo, señala que el nivel Exp alcanzó el mayor promedio con 73.45 granos y es estadísticamente diferente a los niveles CML y Pool que obtuvieron medias 70.74 y 69.94 granos, siendo estadísticamente iguales.

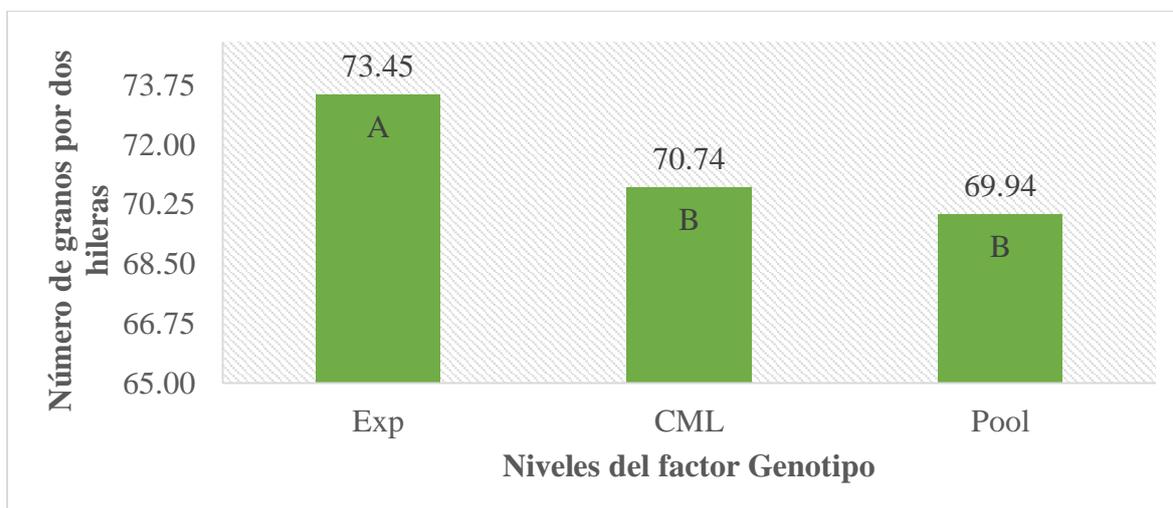


Figura 30: Efecto de los genotipos sobre el número de granos por dos hileras

4.2.6. Espesor de 10 semillas (cm)

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), indica que existe evidencia estadística para aceptar que al menos el espesor de 10 semillas de un genotipo es diferente al de otro u otros genotipos, debido a que la significación estadística para los niveles del factor Genotipo resultó ser altamente significativo. Del mismo modo, muestra que el efecto del factor Potasio y la interacción de ambos factores, Potasio: Genotipo, resultaron ser estadísticamente iguales (Tabla 19).

Tabla 19: Análisis de varianza para la variable espesor de 10 semillas (cm)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F	Signif
Bloques	3	0.063	0.021	0.479	0.700	ns
Potasio	2	0.047	0.023	0.530	0.595	ns
Genotipo	2	1.395	0.698	15.842	4.110E-05	***
Potasio: Genotipo	4	0.028	0.007	0.161	0.956	ns
Error	24	1.057	0.044			
Total	35	2.590				

Códigos significativos: '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 CV: 4.48% Media: 4.68

La Figura 31 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable espesor de 10 semillas (ANEXO V). Indica que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Asimismo, señala que T1 alcanzó el mayor promedio con un espesor de 4.9 cm, siendo estadísticamente igual a T3, T2, T7, T8, T9 y T4 con medias de 4.85, 4.83, 4.8, 4.78, 4.78 y 4.5 cm respectivamente. También agrega que el mayor espesor es estadísticamente diferente a T5 y T6 debido a que registraron los menores espesores con 4.4 y 4.33 cm.

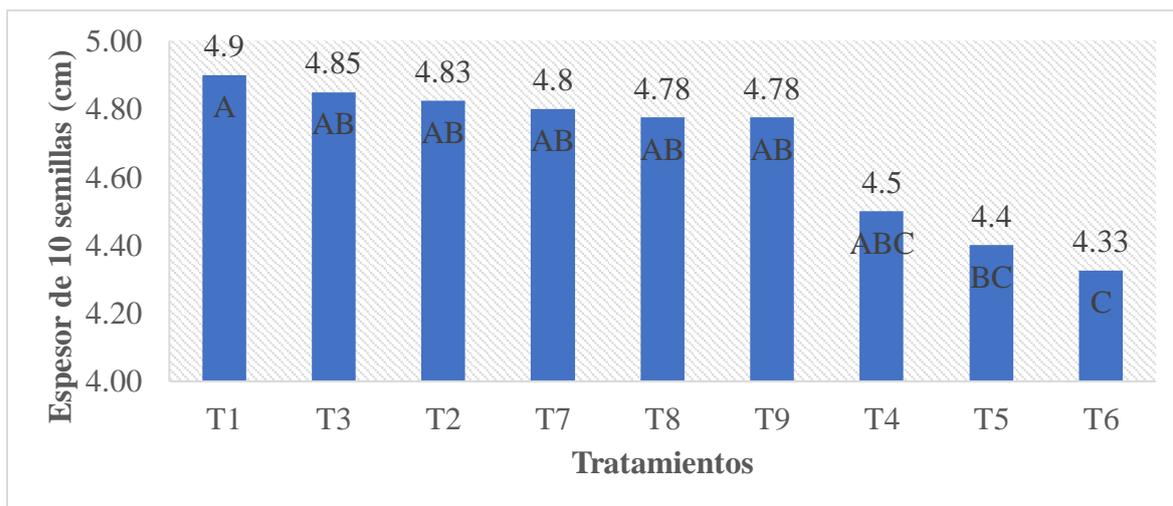


Figura 31: Efecto de los tratamientos sobre el espesor de 10 semillas (cm)

La Figura 32 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable espesor de 10 semillas. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados obtenidos por los niveles K0, K60 y K120 son estadísticamente iguales con promedios de 4.73, 4.67 y 4.65 cm respectivamente.

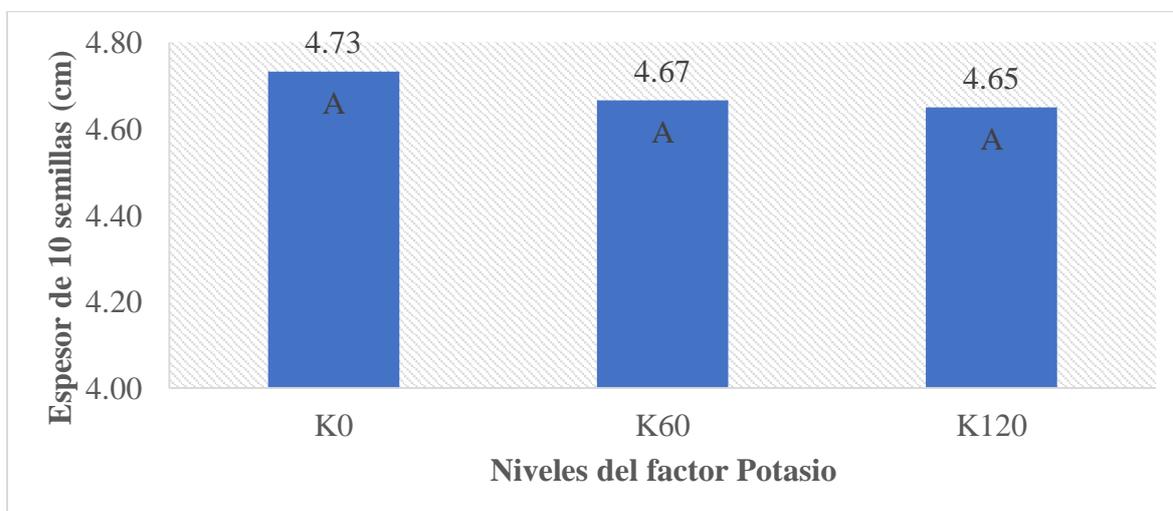


Figura 32: Efecto de la fertilización potásica sobre el espesor de 10 semillas (cm)

La Figura 33 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable espesor de 10 semillas. Indica que existe diferencia estadística significativa entre los genotipos. Asimismo, señala que Pool y Exp alcanzaron los mayores promedios con 4.86 y 4.78 cm, siendo estadísticamente iguales. También agrega que son estadísticamente diferentes a CML que obtuvo el menor espesor con 4.41 cm.

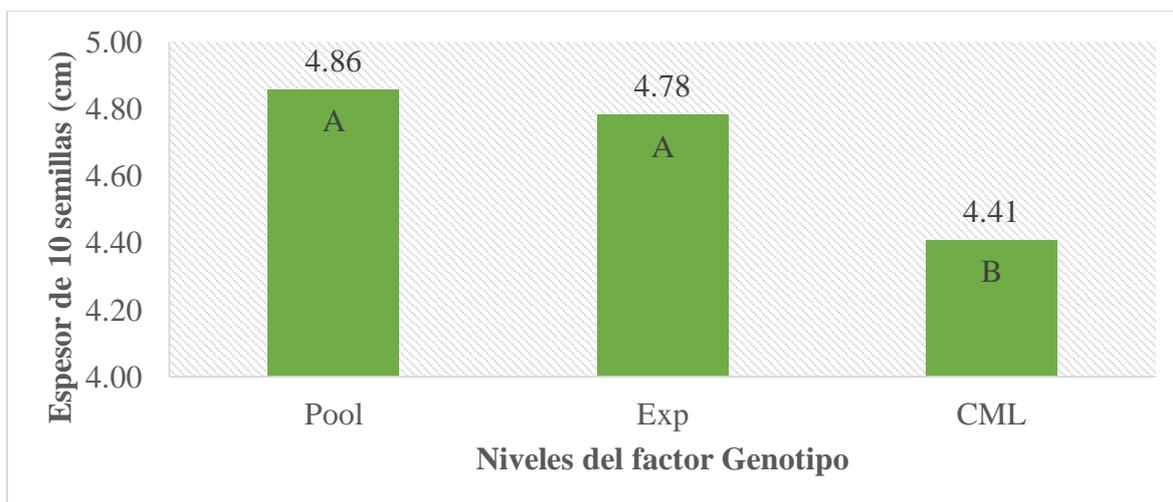


Figura 33: Efecto de los genotipos sobre el espesor de 10 semillas (cm)

4.2.7. Ancho de 10 semillas (cm)

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), indica que existe evidencia estadística para aceptar que al menos el ancho de 10 semillas de un genotipo es diferente al de otro u otros genotipos, visto que la significación estadística para los niveles del factor Genotipo resultó ser altamente significativo. También, muestra que el efecto del factor Potasio da resultados estadísticamente iguales. Además, señala que a un nivel de significancia del 10 por ciento hay diferencias estadísticas para los bloques y en la interacción de factores Potasio: Genotipo (Tabla 20).

Tabla 20: Análisis de varianza para la variable ancho de 10 semillas (cm)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F	Signif
Bloques	3	0.536	0.179	2.83	0.060	.
Potasio	2	0.041	0.020	0.321	0.728	ns
Genotipo	2	0.896	0.448	7.088	0.004	**
Potasio: Genotipo	4	0.581	0.145	2.300	0.088	.
Error	24	1.516	0.063			
Total	35	3.570				

Códigos significativos: '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 CV: 2.44% Media: 10.30

La Figura 34 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable ancho de 10 semillas (ANEXO V). Indica que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Asimismo, señala que T5, T6, T9, T4 y T7 alcanzaron los mayores promedios siendo estadísticamente iguales con medidas de 10.53, 10.5, 10.43, 10.4 y 10.38 (cm) respectivamente. También señala que son similares estadísticamente con T2, T1 y T8 que obtuvieron medias de 10.28, 10.18 y 10.18 (cm) en ese respectivo orden. Del mismo modo agrega que T3 registró el menor promedio con 9.83 cm, siendo estadísticamente diferente con los cinco mayores promedios obtenidos.

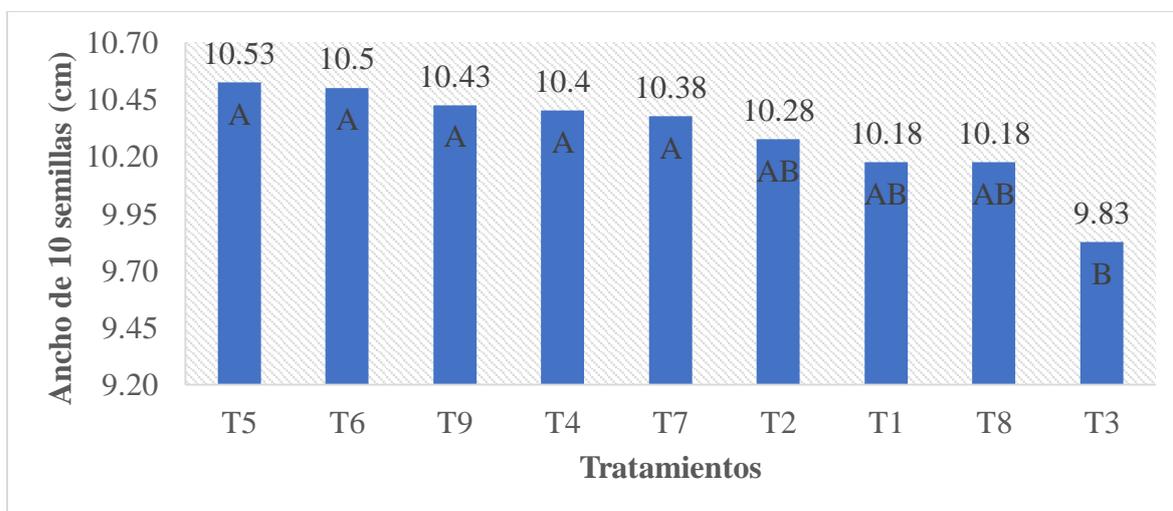


Figura 34: Efecto de los tratamientos sobre el ancho de 10 semillas (cm)

La Figura 35 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable ancho de 10 semillas. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados obtenidos por los niveles K60, K0 y K120 son estadísticamente iguales con promedios de 10.33, 10.32 y 10.25 cm respectivamente.

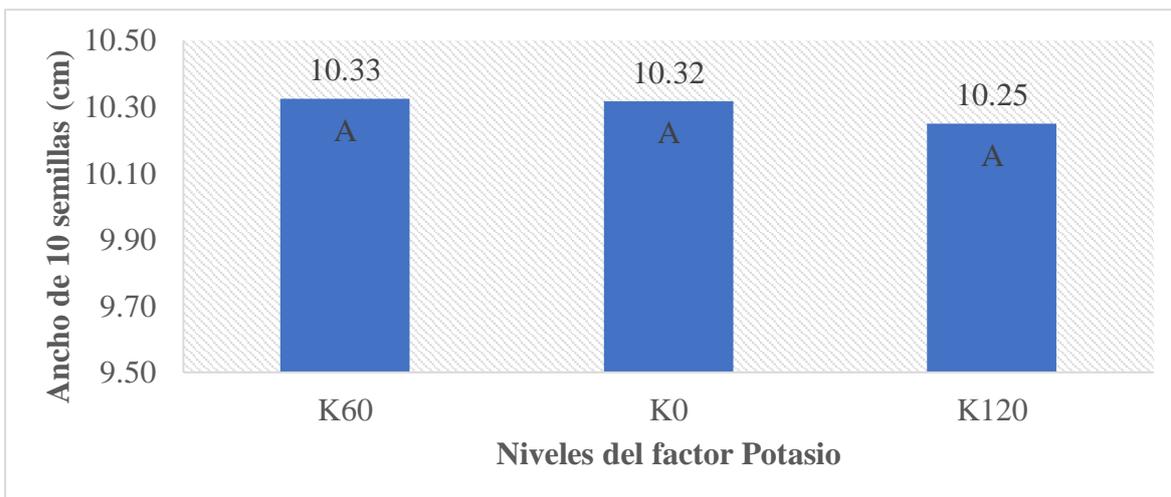


Figura 35: Efecto de la fertilización potásica sobre el ancho de 10 semillas (cm)

La Figura 36 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable ancho de 10 semillas. Indica que existe diferencia estadística significativa entre los genotipos. Asimismo, señala que CML y Exp alcanzaron los mayores promedios con 10.48 y 10.33 cm, siendo estadísticamente iguales. También agrega que son estadísticamente diferentes a Pool que obtuvo el menor ancho con 10.09 cm.

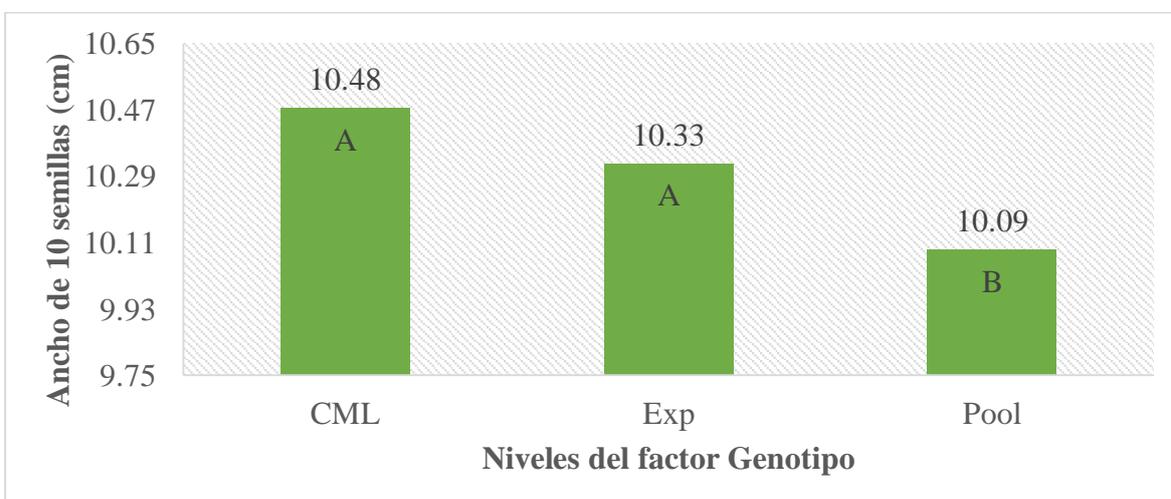


Figura 36: Efecto de los genotipos sobre el ancho de 10 semillas (cm)

4.2.8. Longitud de 10 semillas (cm)

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), indica que existe evidencia estadística para aceptar que al menos la longitud de 10 semillas de un genotipo es diferente al de otro u otros genotipos, dado que la significación estadística para los niveles del factor Genotipo resultó ser altamente significativo. Del mismo modo, para los bloques. Además, señala que

el efecto del factor Potasio y la interacción de ambos factores, Potasio: Genotipo, resultaron ser estadísticamente iguales (Tabla 21).

Tabla 21: Análisis de varianza para la variable longitud de 10 semillas (cm)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F	Signif
Bloques	3	1.454	0.485	6.973	0.002	**
Potasio	2	0.069	0.034	0.496	0.615	ns
Genotipo	2	5.227	2.614	37.598	4.02E-08	***
Potasio: Genotipo	4	0.124	0.031	0.448	0.773	ns
Error	24	1.668	0.070			
Total	35	8.542				

Códigos significativos: '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 CV: 2.04% Media: 12.94

La Figura 37 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable longitud de 10 semillas (ANEXO V). Indica que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Asimismo, señala que T6 alcanzó el mayor promedio con una longitud de 13.55 cm, siendo estadísticamente igual con T4 y T5 con longitudes de 13.35 y 13.3 cm. También agrega que existe diferencias significativas con T7, T9 y T8 debido a que estos tratamientos obtuvieron los menores promedios con 12.53, 12.48 y 12.4 cm, siendo estos últimos estadísticamente similares entre sí.

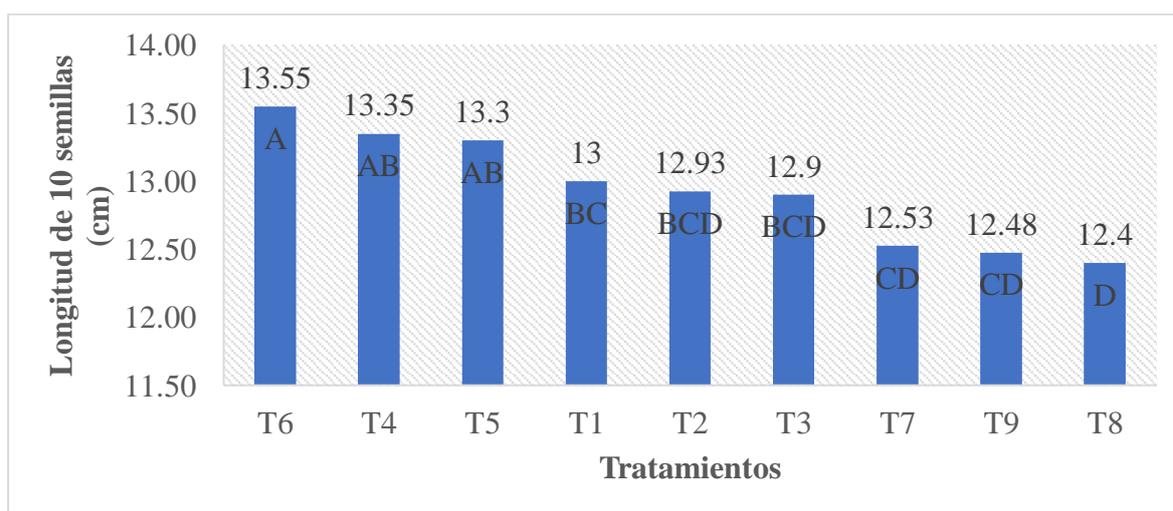


Figura 37: Efecto de los tratamientos sobre la longitud de 10 semilla (cm)

La Figura 38 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable longitud de 10 semillas. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados obtenidos por los niveles K120, K0 y K60 son estadísticamente iguales con promedios de 12.98, 12.96 y 12.88 cm respectivamente.

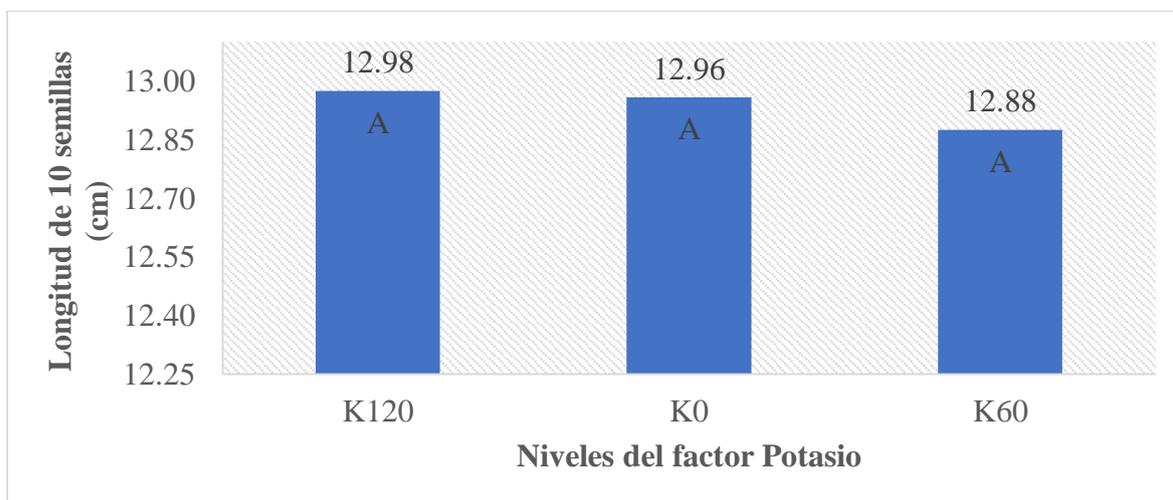


Figura 38: Efecto de la fertilización potásica sobre la longitud de 10 semillas (cm)

La Figura 39 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable longitud de 10 semillas. Indica que existe diferencia estadística significativa entre los genotipos. Asimismo, señala que el nivel CML alcanzó el mayor promedio con una longitud de 13.4 (cm) y es estadísticamente diferente a los niveles Pool y Exp que obtuvieron medias de 12.94 y 12.47 (cm) respectivamente, siendo estadísticamente diferentes entre sí.

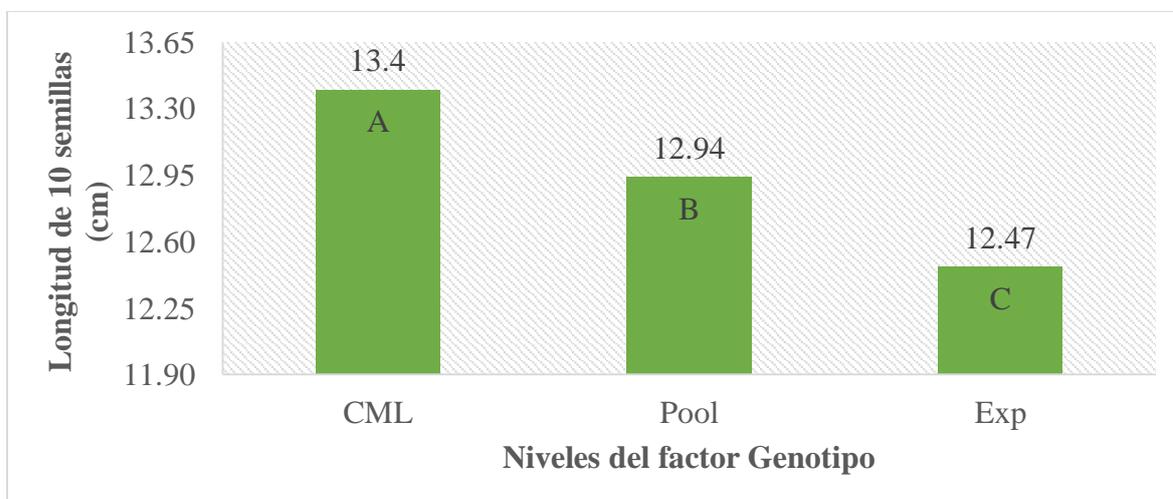


Figura 39: Efecto de los genotipos sobre la longitud de 10 semillas (cm)

Asimismo, en la prueba de comparación de medias para bloques los mayores promedios fueron obtenidos por el bloque II y III con 13.052 y 12.961 cm siendo estadísticamente iguales, y a la vez son significativamente diferentes con el bloque I con 12.606 cm de longitud. El bloque III y IV son estadísticamente iguales

4.2.9. Peso de semillas por mazorca (g)

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), indica que existe evidencia estadística para aceptar que al menos el peso de semillas por mazorca de un bloque es diferente al de otro u otros bloques, puesto que la significación estadística para ellos resultó ser altamente significativo. Asimismo, muestra que el efecto del factor Potasio y la interacción de ambos factores, Potasio: Genotipo, resultaron ser estadísticamente iguales. Del mismo modo, señala que a un nivel de significancia del 10 por ciento se encuentran resultados diferentes para los niveles del factor Genotipo (Tabla 22).

Tabla 22: Análisis de varianza para la variable peso de semillas por mazorca (g)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F	Signif
Bloques	3	3483	1161.0	6.567	0.002	**
Potasio	2	305	152.3	0.861	0.435	ns
Genotipo	2	1083	541.5	3.063	0.065	.
Potasio: Genotipo	4	629	157.3	0.890	0.485	ns
Error	24	4243	176.8			
Total	35	9743				

Códigos significativos: '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 CV: 6.91% Media: 192.44

La Figura 40 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable peso de semillas por mazorca (ANEXO V). Indica que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, es decir, T2, T1, T6, T5, T3, T8, T7, T4 y T9 son estadísticamente iguales con promedios de 207.65, 198.1, 197.65, 192.98, 191.88, 188.95, 187.9, 186.35 y 180.48 gramos respectivamente.

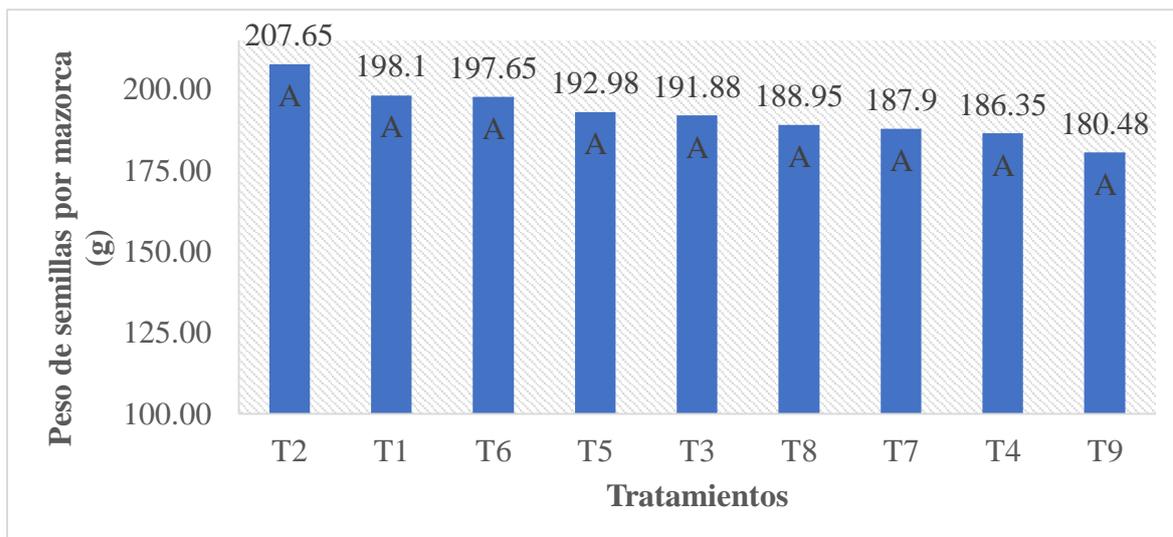


Figura 40: Efecto de los tratamientos sobre el peso de semillas por mazorca (g)

La Figura 41 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable peso de semillas por mazorca. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados obtenidos por los niveles K60, K0 y K120 son estadísticamente iguales con promedios de 196.53, 190.78 y 190 (g) respectivamente.

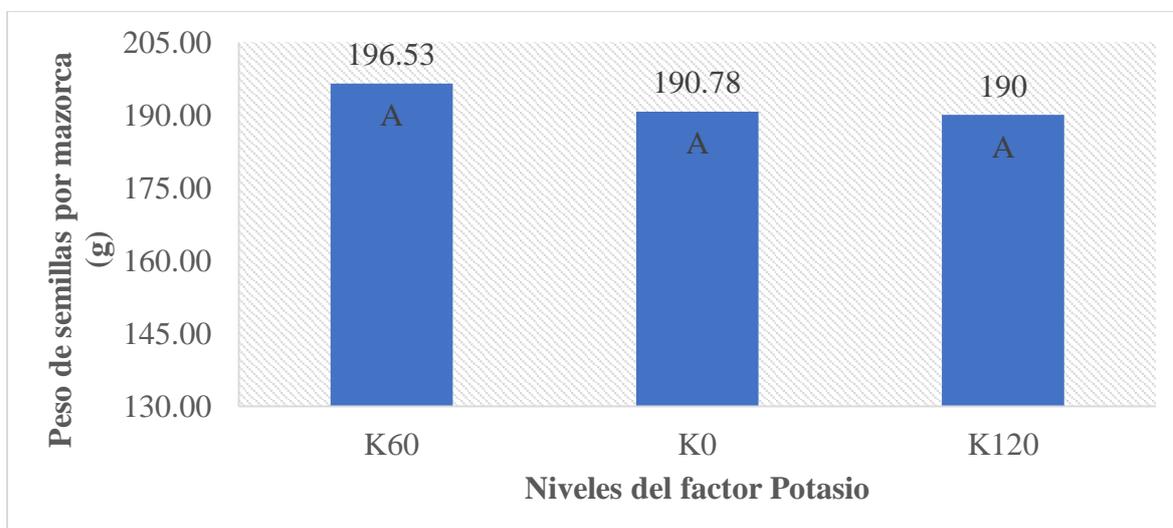


Figura 41: Efecto de la fertilización potásica sobre el peso de semillas por mazorca (g)

La Figura 42 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable peso de semillas por mazorca. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre los genotipos, es decir, los resultados obtenidos por Pool, CML y Exp son estadísticamente iguales con promedios de 199.21, 192.33 y 185.78 (g) respectivamente.

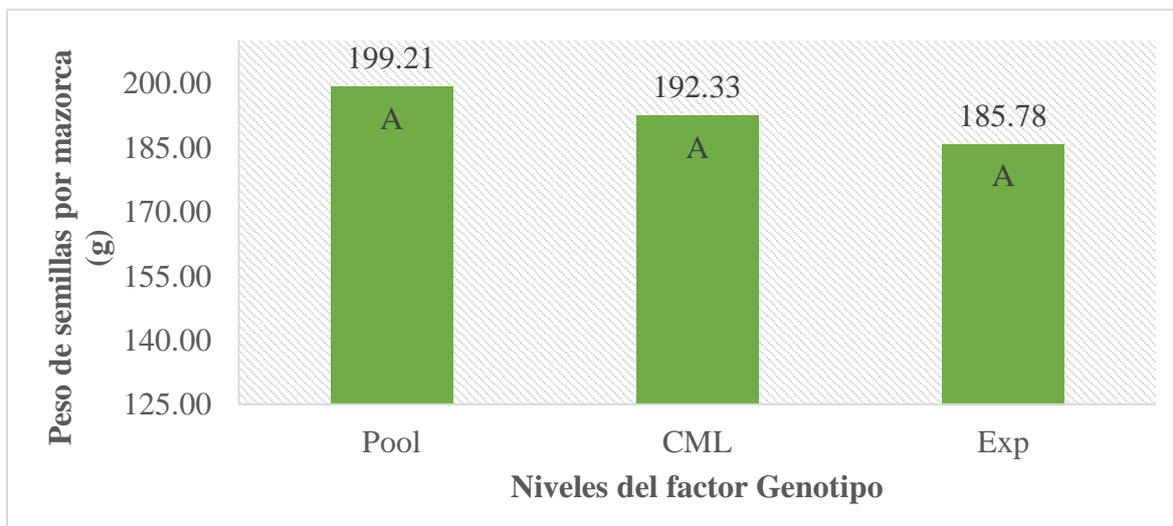


Figura 42: Efecto de los genotipos sobre el peso de semillas por mazorca (g)

Por otro lado, en la comparación de medias para bloques se obtiene que el mayor peso fue para los bloques III y IV siendo estadísticamente iguales. Asimismo, señala que los mayores promedios son estadísticamente diferentes con el bloque I. Los bloques II y IV son estadísticamente iguales.

4.2.10. Peso de una coronta (g)

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), indica que existe evidencia estadística para aceptar que al menos el peso de una coronta de un bloque es diferente al de otro u otros bloques, puesto que la significación estadística para ellos resultó ser altamente significativo. Asimismo, señala que el efecto del factor Potasio, factor Genotipo y la interacción de ambos factores, Potasio: Genotipo, resultaron ser estadísticamente iguales (Tabla 23).

Tabla 23: Análisis de varianza para la variable peso de una coronta (g)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F	Signif
Bloques	3	626.9	208.97	5.229	0.006	**
Potasio	2	143.3	71.64	1.793	0.188	ns
Genotipo	2	36.7	19.37	0.460	0.637	ns
Potasio: Genotipo	4	149.9	37.48	0.938	0.459	ns
Error	24	959.1	39.96			
Total	35	1915.9				

Códigos significativos: '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1

CV: 10.47%

Media: 60.36

La Figura 43 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable peso de una coronta (ANEXO V). Indica que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, es decir, T2, T7, T8, T1, T5, T6, T9, T4 y T3 son estadísticamente iguales con promedios de 67.05, 62.48, 61.93, 60.5, 59.58, 59.45, 58.45, 57.78 y 56 gramos respectivamente.

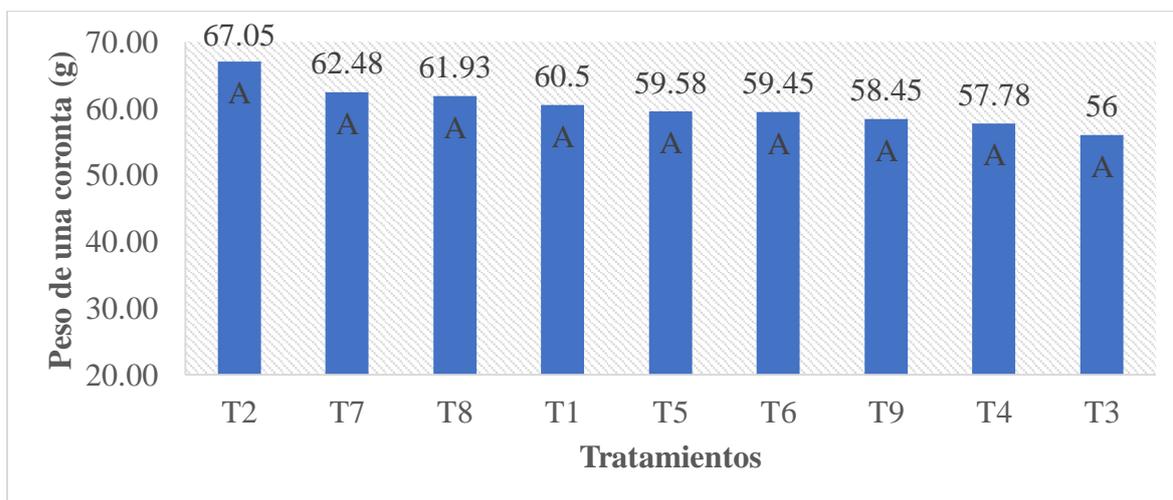


Figura 43: Efecto de los tratamientos sobre el peso de una coronta (g)

La Figura 44 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable peso de una coronta. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados obtenidos por los niveles K60, K0 y K120 son estadísticamente iguales con promedios de 62.85, 60.25 y 57.97 (g) respectivamente.

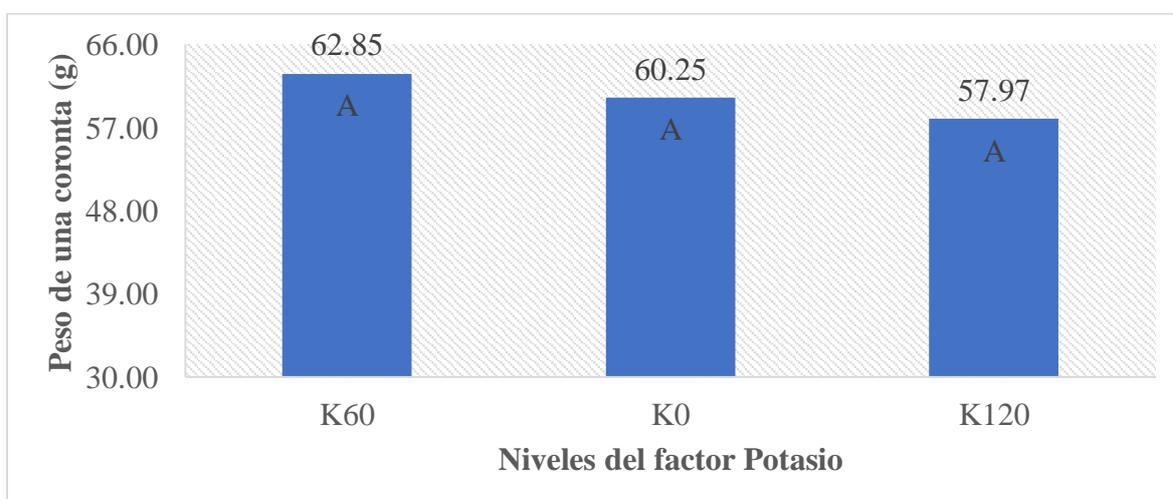


Figura 44: Efecto de la fertilización potásica sobre el peso de una coronta (g)

La Figura 45 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable peso de una coronta. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre los genotipos, es decir, los resultados obtenidos por Pool, Exp y CML son estadísticamente iguales con promedios de 61.18, 60.95 y 58.93 (g) respectivamente.

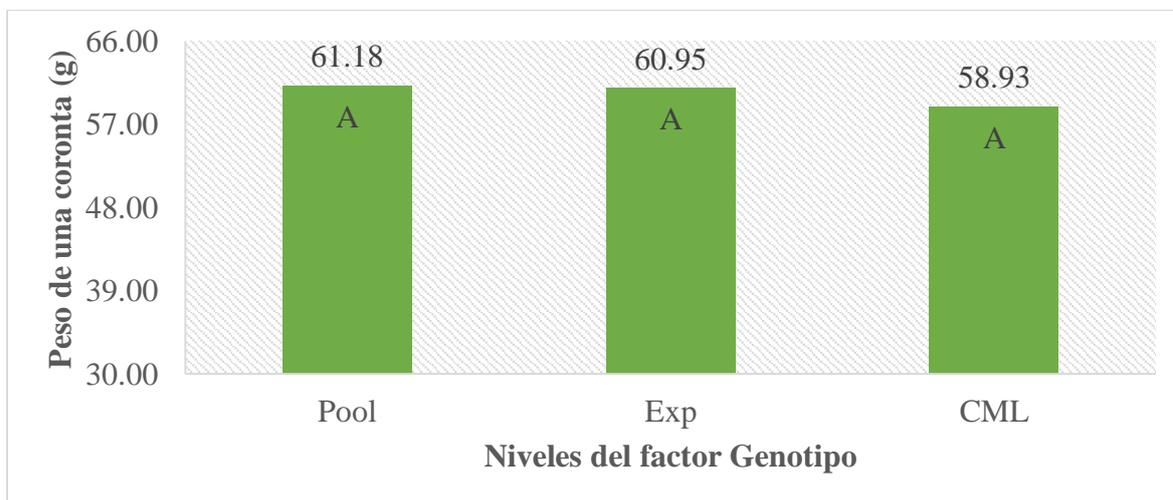


Figura 45: Efecto de los genotipos sobre el peso de una coronta (g)

Por otro lado, en la prueba de comparación de medias para bloques se obtiene que el mayor peso fue para el bloque I y III siendo estadísticamente iguales, a su vez son estadísticamente diferentes con el bloque II. Los bloques III y IV son estadísticamente similares.

4.2.11. Número de semillas por mazorca

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), señala que no existe evidencia estadística para aceptar que el número de semillas por mazorca es diferente dentro de cada factor, debido a que el efecto para el factor Potasio, factor Genotipo y la interacción de factores Potasio: Genotipo resultaron ser estadísticamente iguales (Tabla 24).

Tabla 24: Análisis de varianza para la variable número de semillas por mazorca

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F	Signif
Bloques	3	4444	1481.3	2.166	0.118	ns
Potasio	2	1425	712.3	1.042	0.368	ns
Genotipo	2	871	435.7	0.637	0.538	ns
Potasio: Genotipo	4	1339	334.8	0.490	0.743	ns
Error	24	13413	683.9			
Total	35	21492				

Códigos significativos: '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1

CV: 5.48%

Media: 477.37

La Figura 46 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable número de semillas por mazorca (ANEXO V). Indica que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, es decir, T8, T2, T3, T9, T4, T5, T1, T6 y T7 son estadísticamente iguales con promedios de 492.85, 490.55, 490.08, 474.25, 473.43, 471.18, 469.13, 469.03 y 465.85 semillas respectivamente.

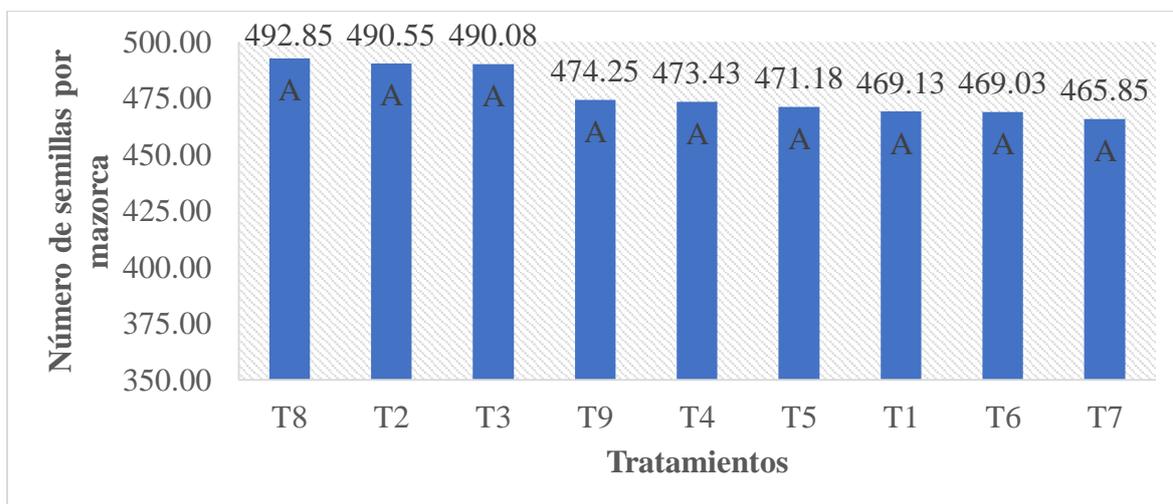


Figura 46: Efecto de los tratamientos sobre el número de semillas por mazorca

La Figura 47 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable número de semillas por mazorca. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados obtenidos por los niveles K60, K120 y K0 son estadísticamente iguales con promedios de 484.86, 477.78 y 469.47 semillas respectivamente.

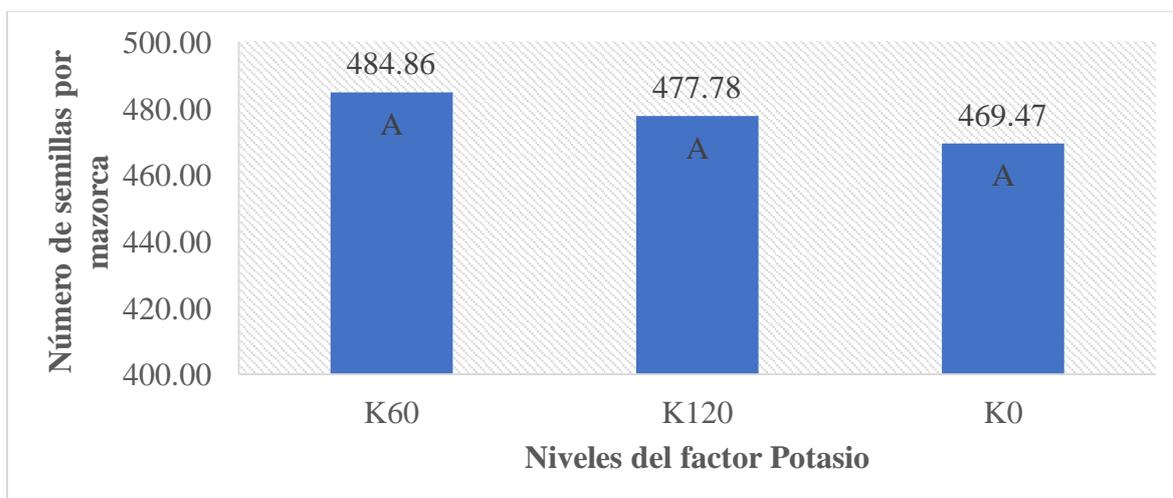


Figura 47: Efecto de la fertilización potásica sobre el número de semillas por mazorca

La Figura 48 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable número de semillas por mazorca. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre los genotipos, es decir, los resultados obtenidos por Pool, Exp y CML son estadísticamente iguales con promedios de 483.25, 477.65 y 471.21 semillas respectivamente.

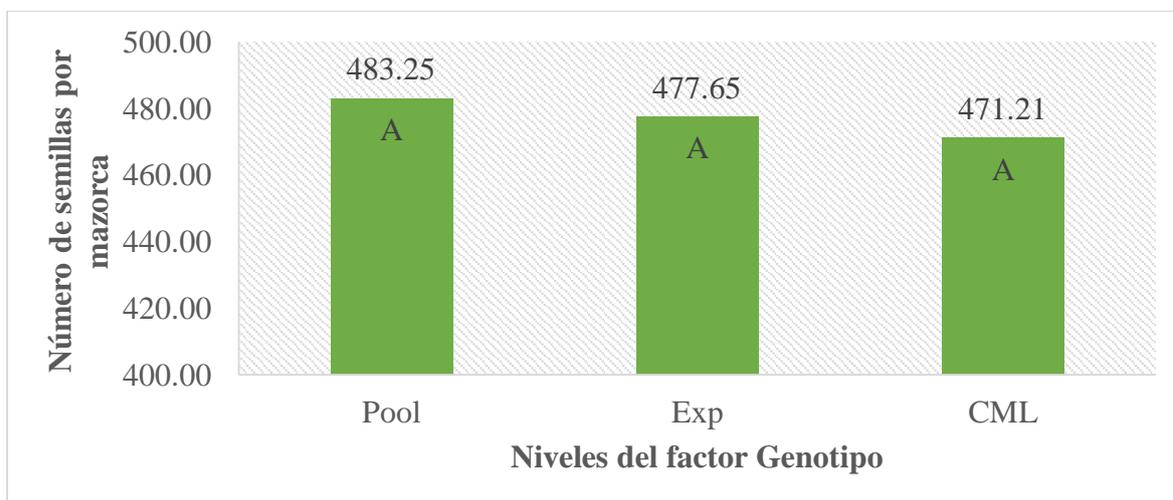


Figura 48: Efecto de los genotipos sobre el número de semillas por mazorca

4.2.12. Diámetro de coronta (cm)

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), indica que existe evidencia estadística para aceptar que al menos el diámetro de coronta de un bloque es diferente al de otro u otros bloques, dado que la significación estadística para ellos resultó ser significativo. Asimismo, muestra que el efecto del factor Potasio, factor Genotipo y la interacción de ambos factores, Potasio: Genotipo, resultaron ser estadísticamente iguales (Tabla 25).

Tabla 25: Análisis de varianza para la variable diámetro de coronta (cm)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F	Signif
Bloques	3	0.136	0.04546	4.179	0.016	*
Potasio	2	0.007	0.00361	0.332	0.7208	ns
Genotipo	2	0.0239	0.01194	1.098	0.3498	ns
Potasio: Genotipo	4	0.0211	0.00528	0.485	0.7465	ns
Error	24	0.2611	0.01088			
Total	35	0.4497				

Códigos significativos: '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1

CV: 3.48%

Media: 3.00

La Figura 49 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable diámetro de coronta (ANEXO V). Indica que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, es decir, T7, T8, T2, T9, T5, T6, T1, T4 y T3 son estadísticamente iguales con promedios de 3.05, 3.03, 3.03, 3.03, 3, 3, 2.98, 2.95 y 2.93 cm respectivamente.

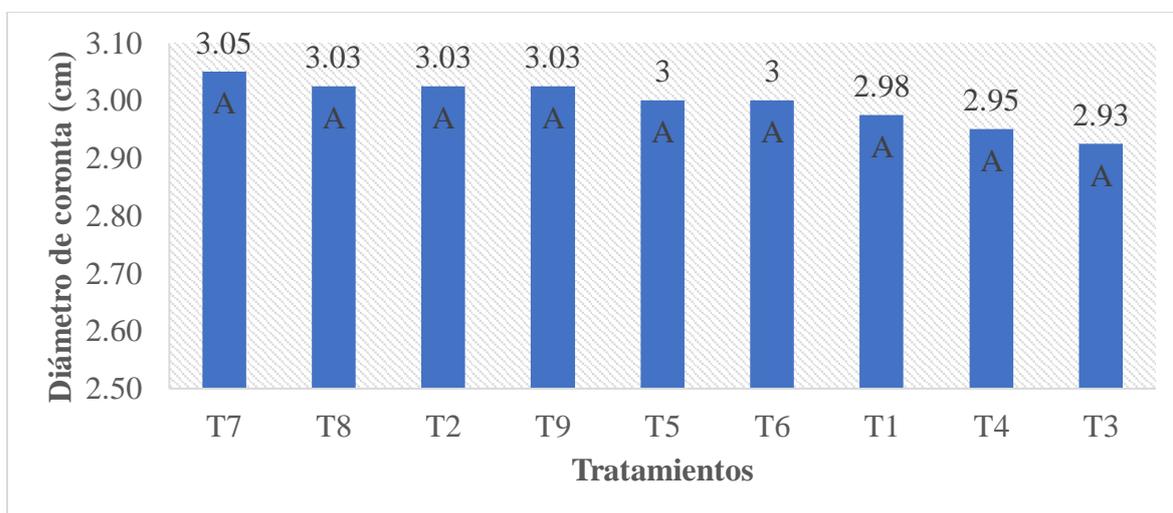


Figura 49: Efecto de los tratamientos sobre el diámetro de coronta (cm)

La Figura 50 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable diámetro de coronta. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados obtenidos por los niveles K60, K0 y K120 son estadísticamente iguales con promedios de 3.02, 2.99 y 2.98 cm respectivamente.

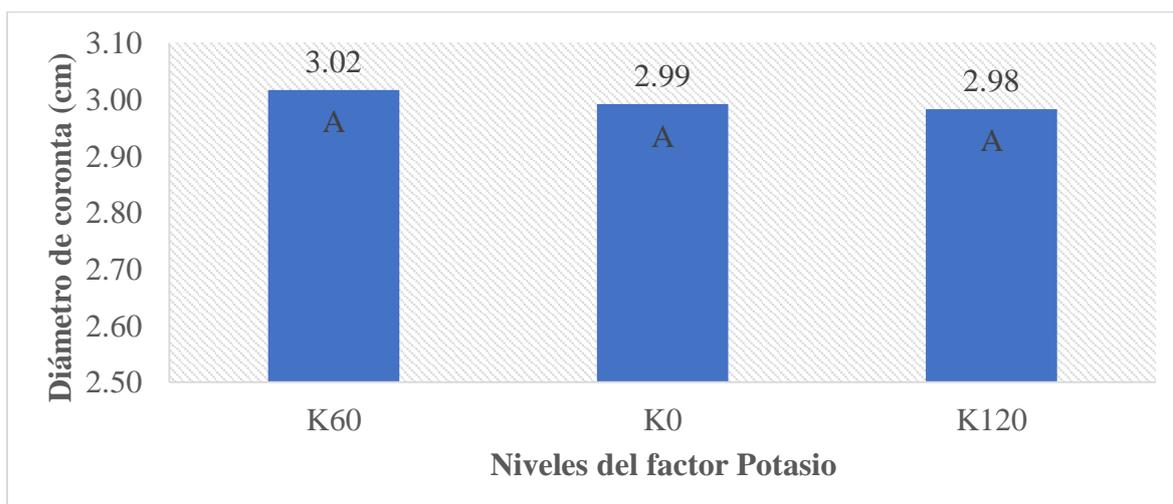


Figura 50: Efecto de la fertilización potásica sobre el diámetro de coronta (cm)

La Figura 51 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable diámetro de coronta. Indica que no existe diferencia

estadística significativa entre los genotipos, es decir, los resultados obtenidos por Exp, CML y Pool son estadísticamente iguales con promedios de 3.03, 2.98 y 2.98 (cm) respectivamente.

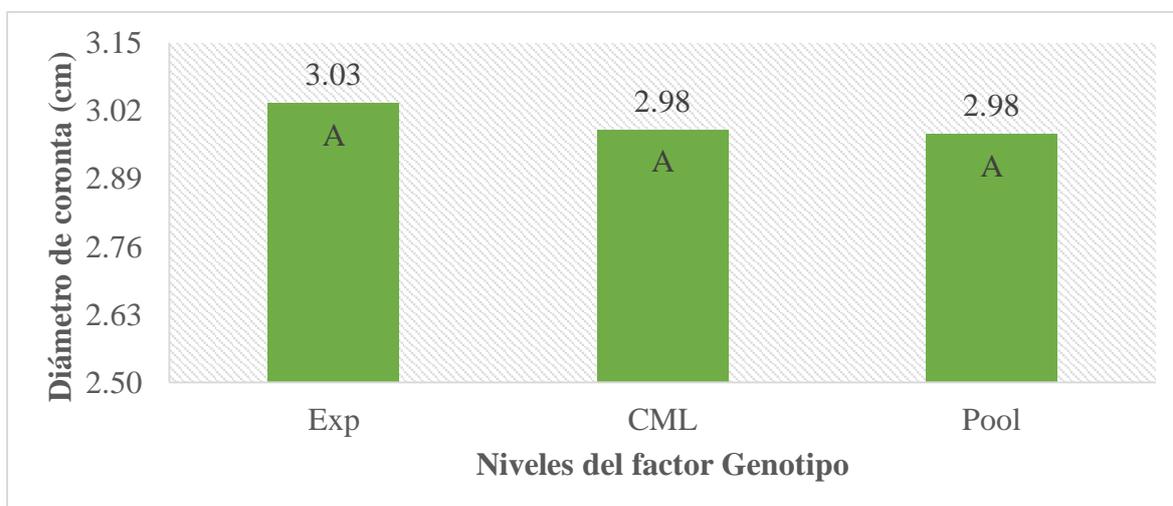


Figura 51: Efecto de los genotipos sobre el diámetro de coronta (cm)

Por otro lado, en la prueba de comparación de medias para bloques se obtiene que el mayor diámetro fue para los bloques I y IV con promedios de 3.081 y 3.003 (cm) respectivamente, siendo estadísticamente iguales. También agrega que los mayores diámetros son estadísticamente diferentes a los bloques III y II que registraron los menores promedios con diámetros de 2.976 y 2.927 (cm), siendo estadísticamente iguales.

4.2.13. Peso promedio de una semilla (g)

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), indica que no existe evidencia estadística para aceptar que el peso promedio de una semilla es diferente dentro de cada factor, visto que el efecto para el factor Potasio, factor Genotipo y la interacción de factores Potasio: Genotipo resultaron ser estadísticamente iguales (Tabla 26).

Tabla 26: Análisis de varianza para la variable peso promedio de una semilla (g)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F	Signif
Bloques	3	0.0067	0.0022	2.286	0.104	ns
Potasio	2	0.0006	0.0003	0.286	0.754	ns
Genotipo	2	0.0022	0.0011	1.143	0.336	ns
Potasio: Genotipo	4	0.0028	0.0007	0.714	0.590	ns
Error	24	0.0233	0.0010			
Total	35	0.0356				

Códigos significativos: '****' 0.001, '**' 0.01, '*' 0.05, '.' 0.1

CV: 7.58%

Media: 0.41

La Figura 52 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable peso de una semilla (ANEXO V). Indica que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, es decir, T1, T5, T2, T6, T7, T4, T8, T9 y T3 son estadísticamente iguales con promedios de 0.43 (g) para los cuatro primeros tratamientos y 0.4 gramos para los cinco tratamientos consecuentes.

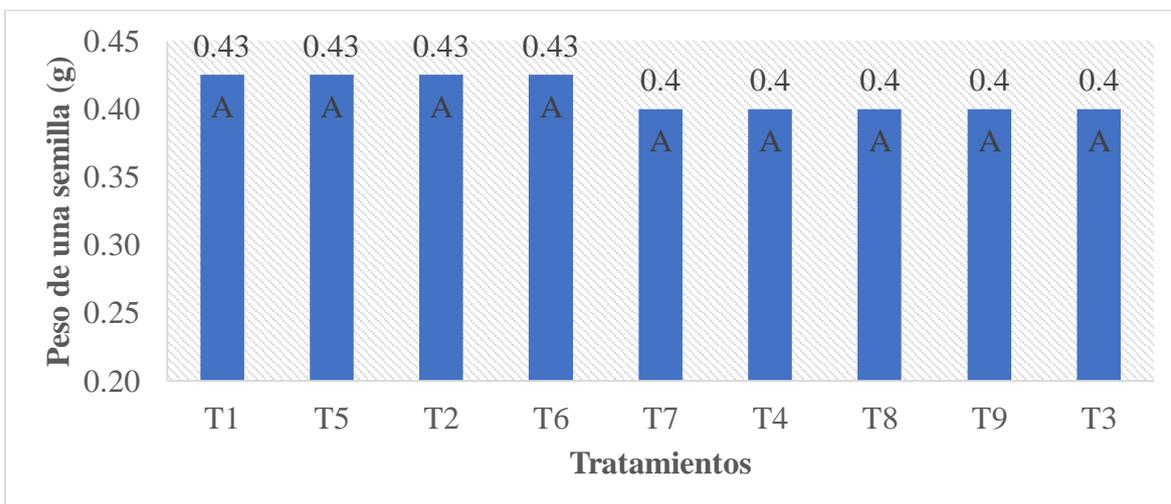


Figura 52: Efecto de los tratamientos sobre el peso de una semilla (g)

La Figura 53 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable peso de una semilla. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados obtenidos por los niveles K60, K0 y K120 son estadísticamente iguales con promedios de 0.42, 0.41 y 0.41 (g) respectivamente.

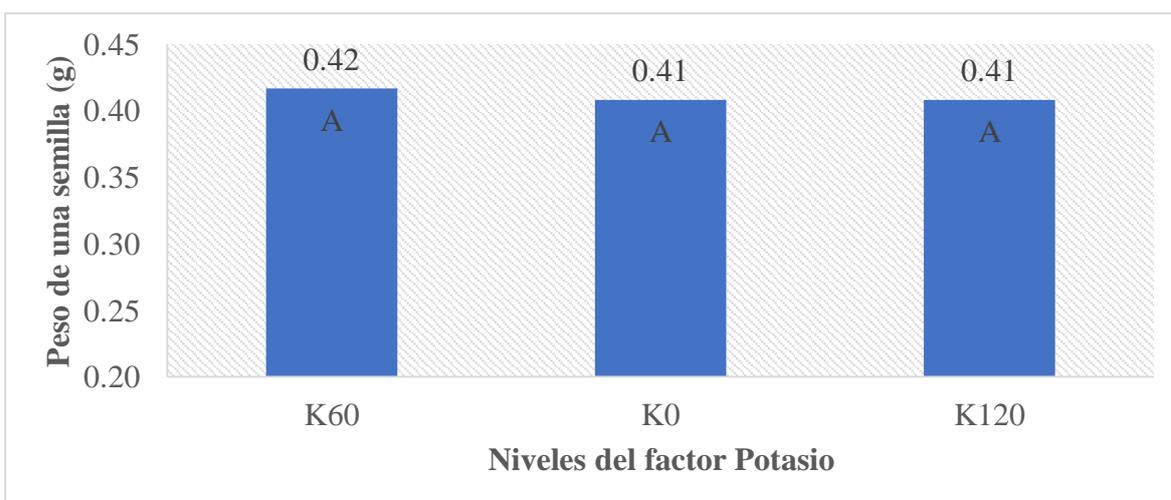


Figura 53: Efecto de la fertilización potásica sobre el peso de una semilla (g)

La Figura 54 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable peso de una semilla. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre los genotipos, es decir, los resultados obtenidos por CML, Pool y Exp son estadísticamente iguales con promedios de 0.42, 0.42 y 0.4 (g) respectivamente.

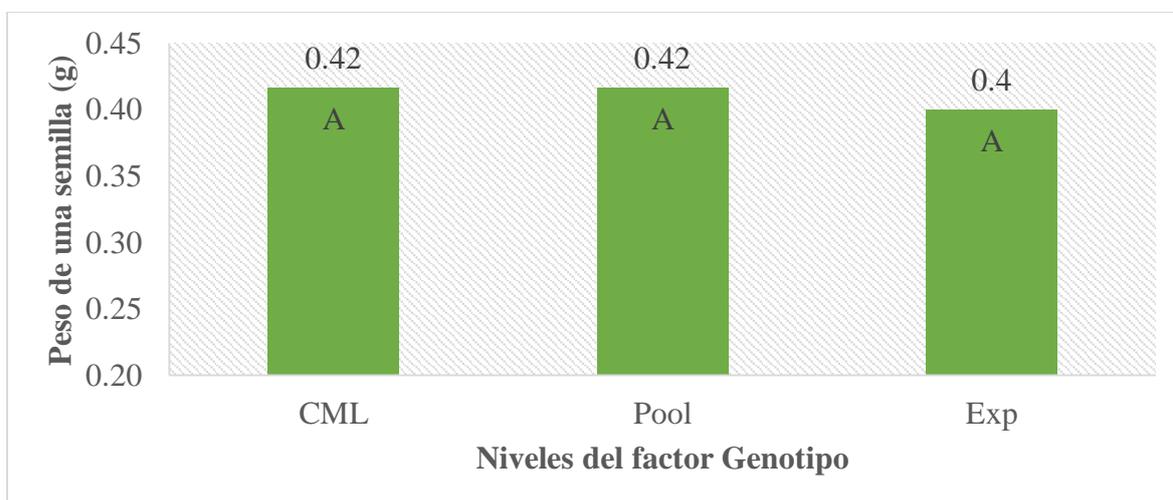


Figura 54: Efecto de los genotipos sobre el peso de una semilla (g)

Los resultados de las variables para caracteres de mazorca indican que la diferencia significativa que existe en la comparación de medias para los tratamientos, es el efecto del comportamiento de los genotipos mas no de la fertilización potásica. Donde:

Las variables peso de una mazorca, peso de semillas por mazorca, peso de una coronta y peso promedio de una semilla no presentaron diferencias estadísticas significativas dentro de sus respectivos resultados. Esto no concuerda con lo que menciona Olazo (2014), quien, en su investigación titulada, efecto de tres niveles de fertilización en el rendimiento del maíz híbrido amarillo duro, encontró que el peso de 100 semillas mostraba mejores promedios con una determinada fertilización, en comparación con los otros dos niveles.

Las variables número de semillas por mazorca y diámetro de coronta tampoco presentan diferencias significativas dentro de sus respectivos resultados. Por otro lado, las variables longitud de mazorca, número de granos por dos hileras, espesor de semilla y ancho de semilla obtuvieron los mejores promedios para el híbrido doble (Exp-5). Sin embargo, es estadísticamente similar a la población (Pool 19) en la variable espesor de semilla. Este último es quien obtuvo el mayor número de hileras por mazorca. Asimismo, los mejores promedios para el diámetro de mazorca y longitud de semilla, fueron para el híbrido simple (CML-504 x CML-507). Respecto al número de granos y el número de hileras por mazorca, Caballero (2019), menciona que estos caracteres están determinados por el factor genético

de la planta y el vigor de esta. En contraparte Olazo (2014), de acuerdo a los resultados de su investigación señala que, el número de granos y de hileras obtuvieron mayores promedios para dos niveles de fertilización, estos promedios eran estadísticamente iguales. Finalmente agrega que el largo y diámetro de mazorca presentaron respuesta significativa para los mayores niveles de fertilización. Caballero (2019), complementa esta afirmación mencionando que el diámetro de mazorca se puede incrementar con fertilización adecuada. Finalmente analizando e interpretando los resultados encontrados y apoyándonos en la información de los autores mencionados, concluimos que los híbridos presentan comportamientos muy similares para caracteres de mazorca, resaltando el número de semillas y peso de semillas por mazorca. Estos caracteres están determinados por factores genéticos y ambientales. Genético por su capacidad para trasladar los fotosintatos acumulados durante su etapa vegetativa a los granos cuando llegan a la etapa reproductiva. Y por el ambiente, siendo la densidad, el clima, suelo, la humedad del suelo y la fertilización. Esta última se debe considerar, pero a partir de una interacción de elementos entre el potasio y nitrógeno.

4.2.14. Número de mazorcas por planta

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), señala que existe evidencia estadística para aceptar que al menos el número de mazorcas por planta de un genotipo es diferente al de otro u otros genotipos, puesto que la significación estadística para los niveles del factor Genotipo resultó ser altamente significativo. Del mismo modo, expone que el efecto del factor Potasio y la interacción de ambos factores, Potasio: Genotipo, resultaron ser estadísticamente iguales (Tabla 27).

Tabla 27: Análisis de varianza para la variable número de mazorcas por planta

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F	Signif
Bloques	3	0.057	0.019	0.764	0.525	ns
Potasio	2	0.112	0.056	2.258	0.126	ns
Genotipo	2	0.292	0.146	5.899	0.008	**
Potasio: Genotipo	4	0.117	0.029	1.180	0.345	ns
Error	24	0.593	0.025			
Total	35	1.170				

Códigos significativos: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 CV: 13.29% Media: 1.18

La Figura 55 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable número de mazorcas por planta (ANEXO VI). Indica que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Asimismo, señala que T7 obtuvo el mayor promedio con un número de 1.48 y es estadísticamente similar a T9, T1, T8 y T2 con medias de 1.25, 1.2, 1.2 y 1.18 respectivamente. Además, agrega que T7 es estadísticamente diferente con T5, T4, T6 y T3 que registraron promedios de 1.13, 1.1, 1.08 y 1.05 en ese mismo orden.

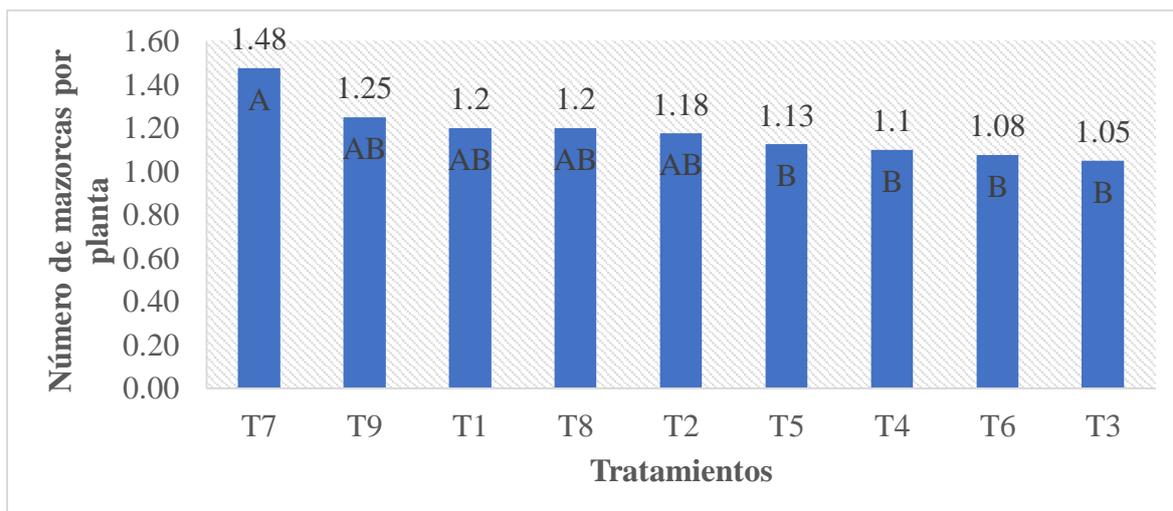


Figura 55: Efecto de los tratamientos sobre el número de mazorcas por planta

La Figura 56 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable número de mazorcas por planta. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados obtenidos por los niveles K0, K60 y K120 son estadísticamente iguales con promedios de 1.26, 1.17 y 1.13 mazorcas respectivamente.

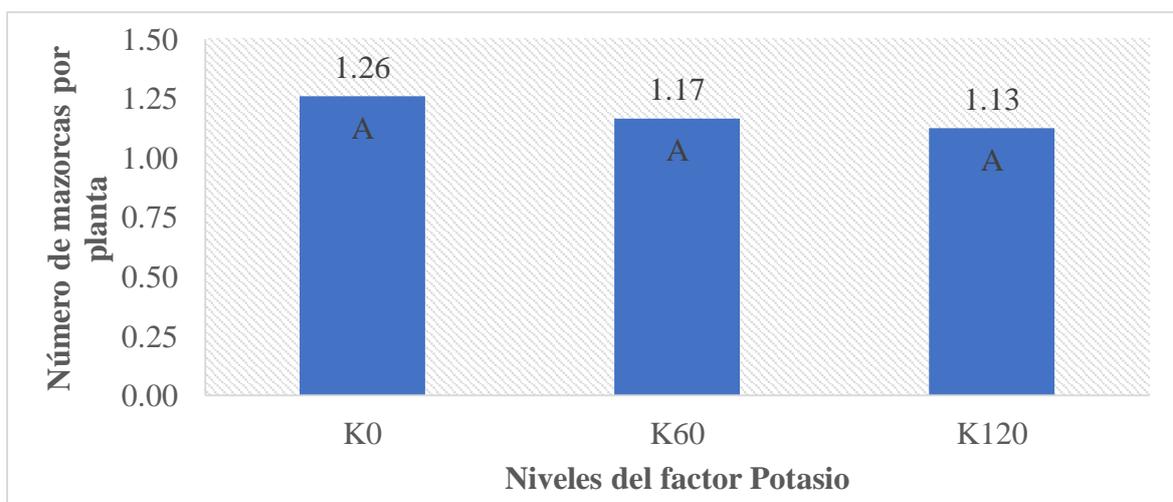


Figura 56: Efecto de la fertilización potásica sobre el número de mazorcas por planta

La Figura 57 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable número de mazorcas por planta. Indica que existe diferencia estadística significativa entre los genotipos. Asimismo, señala que el nivel Exp alcanzó el mayor promedio con 1.31 mazorcas y es estadísticamente diferente a los niveles Pool y CML que obtuvieron medias de 1.14 y 1.1 mazorcas, siendo estadísticamente iguales.

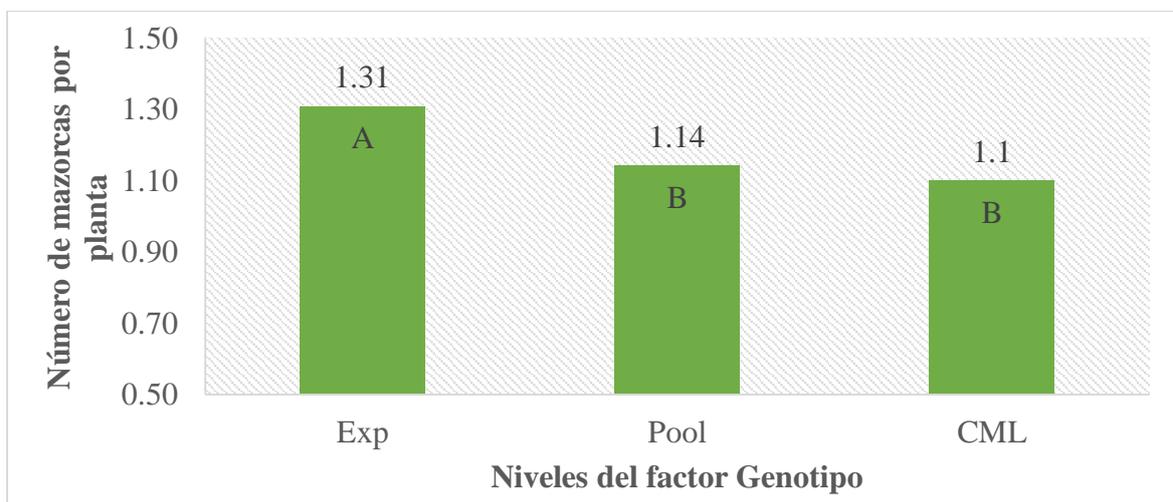


Figura 57: Efecto de los genotipos sobre el número de mazorcas por planta

4.2.15. Peso de una mazorca a la cosecha (kg)

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), señala que no existe evidencia estadística para aceptar que el peso de una mazorca a la cosecha es diferente dentro de cada factor, debido a que el efecto para el factor Potasio, factor Genotipo y la interacción de factores Potasio: Genotipo resultaron ser estadísticamente iguales (Tabla 28).

Tabla 28: Análisis de varianza para la variable peso de una mazorca a la cosecha (kg)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F	Signif
Bloques	3	0.0033	0.0011	2.286	0.104	ns
Potasio	2	0.0006	0.0003	0.571	0.572	ns
Genotipo	2	0.0022	0.0011	2.286	0.123	ns
Potasio: Genotipo	4	0.0011	0.0003	0.571	0.686	ns
Error	24	0.0117	0.0005			
Total	35	0.0189				

Códigos significativos: '****' 0.001, '***' 0.01, '**' 0.05, '.' 0.1 CV: 10.72% Media: 0.205

La Figura 58 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable peso de mazorca a la cosecha (ANEXO VI). Indica que no

existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, es decir, T2, T3, T7, T4, T1, T8, T5, T9 y T6 son estadísticamente iguales con promedios de 225 (g) para los dos primeros tratamientos y 200 gramos para los siete tratamientos consecuentes.

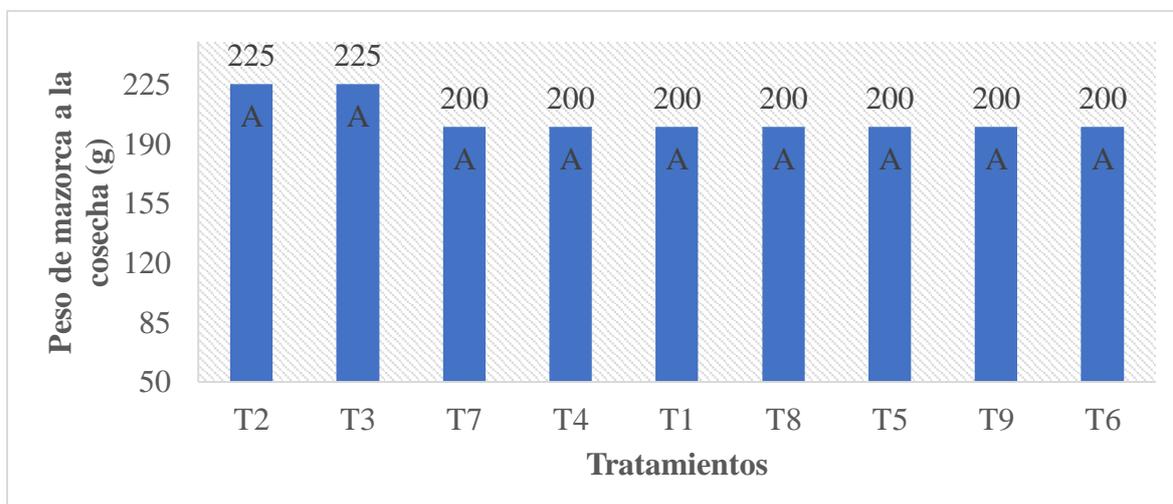


Figura 58: Efecto de los tratamientos sobre el peso de mazorca a la cosecha (g)

La Figura 59 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable peso de mazorca a la cosecha. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados obtenidos por los niveles K60, K120 y K0 son estadísticamente iguales con promedios de 208, 208 y 200 (g) respectivamente.

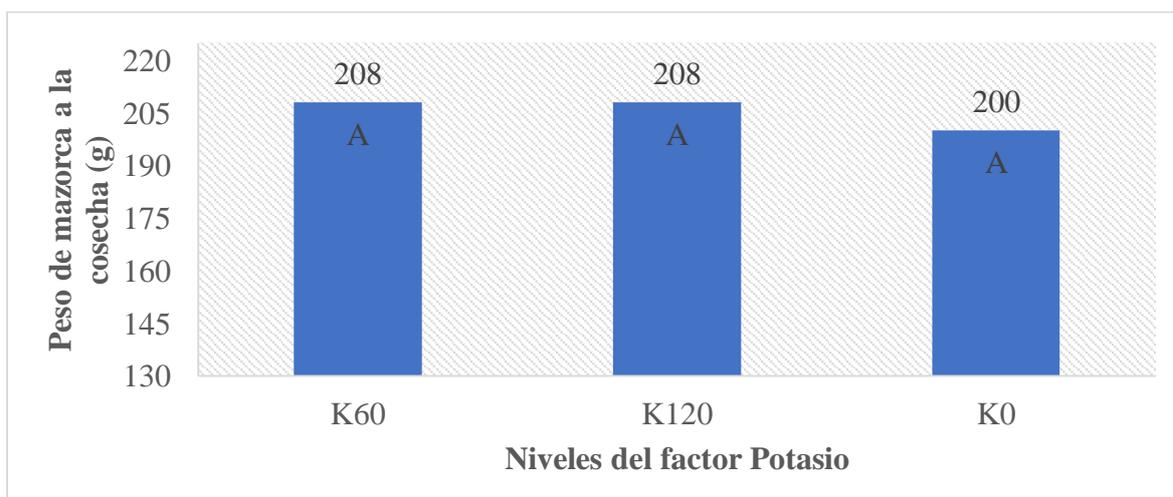


Figura 59: Efecto de la fertilización potásica sobre el peso de mazorca a la cosecha (g)

La Figura 60 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable peso de mazorca a la cosecha. Indica que no existe

diferencia estadística significativa entre los genotipos, es decir, los resultados obtenidos por Pool, Exp y CML son estadísticamente iguales con promedios de 216, 200 y 200 (g) respectivamente.

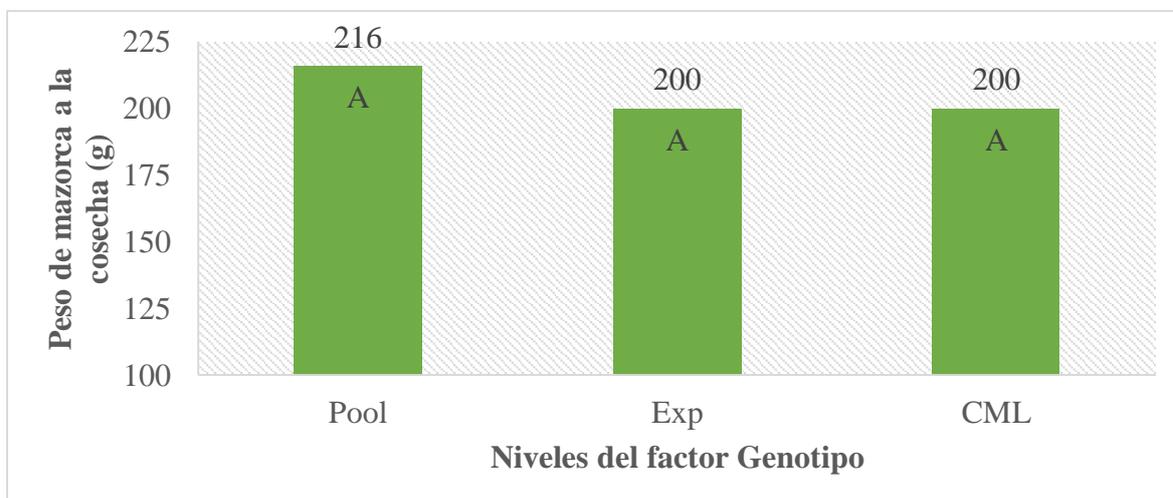


Figura 60: Efecto de los genotipos sobre el peso de mazorca a la cosecha (g)

4.2.16. Porcentaje de desgrane (%)

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), señala que no existe evidencia estadística para aceptar que el porcentaje de desgrane es diferente dentro de cada factor, debido a que el efecto para el factor Potasio y la interacción de factores Potasio: Genotipo resultaron ser estadísticamente iguales. Asimismo, nos indica que a un nivel de significancia del 10 por ciento existe diferencias estadísticas dentro de los niveles del factor Genotipo (Tabla 29).

Tabla 29: Análisis de varianza para la variable porcentaje de desgrane (%)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F	Signif
Bloques	3	5.10	1.707	1.218	0.3248	ns
Potasio	2	3.30	1.652	1.178	0.3249	ns
Genotipo	2	9.75	4.877	3.479	0.0471	.
Potasio: Genotipo	4	5.97	1.492	1.065	0.3955	ns
Error	24	33.6	1.402			
Total	35	57.8				

Códigos significativos: '****' 0.001, '**' 0.01, '*' 0.05, '.' 0.1 CV: 1.55% Media: 76.20

La Figura 61 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable porcentaje de desgrane de una mazorca (ANEXO VI). Indica

que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, es decir, T3, T1, T6, T5, T4, T7, T8, T9 y T2 son estadísticamente iguales con promedios de 77.53, 76.78, 76.73, 76.58, 76.4, 75.48, 75.48, 75.45 y 75.43 por ciento respectivamente.

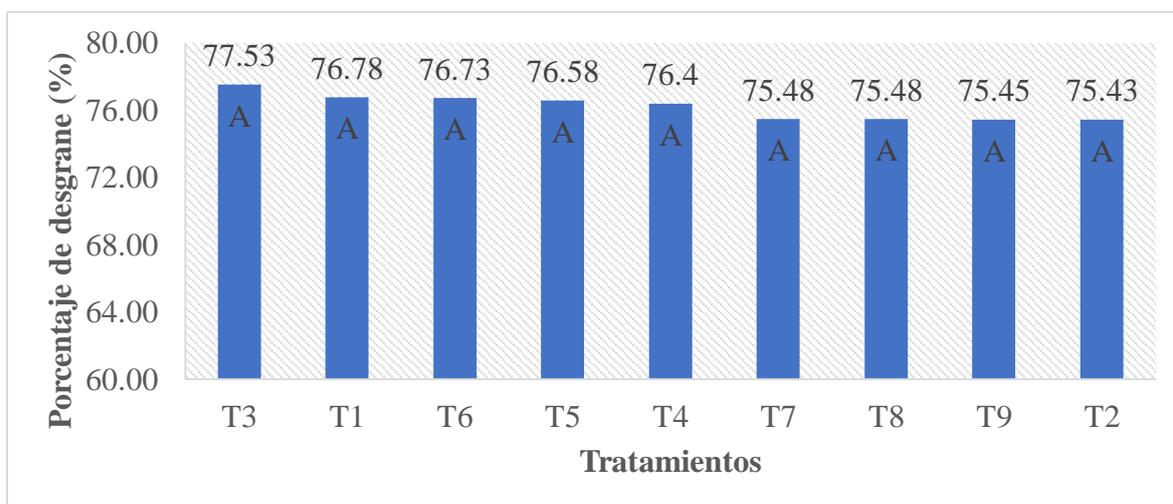


Figura 61: Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de desgrane (%)

La Figura 62 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable porcentaje de desgrane. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados obtenidos por los niveles K120, K0 y K60 son estadísticamente iguales con promedios de 76.57, 76.22 y 75.83 por ciento respectivamente.

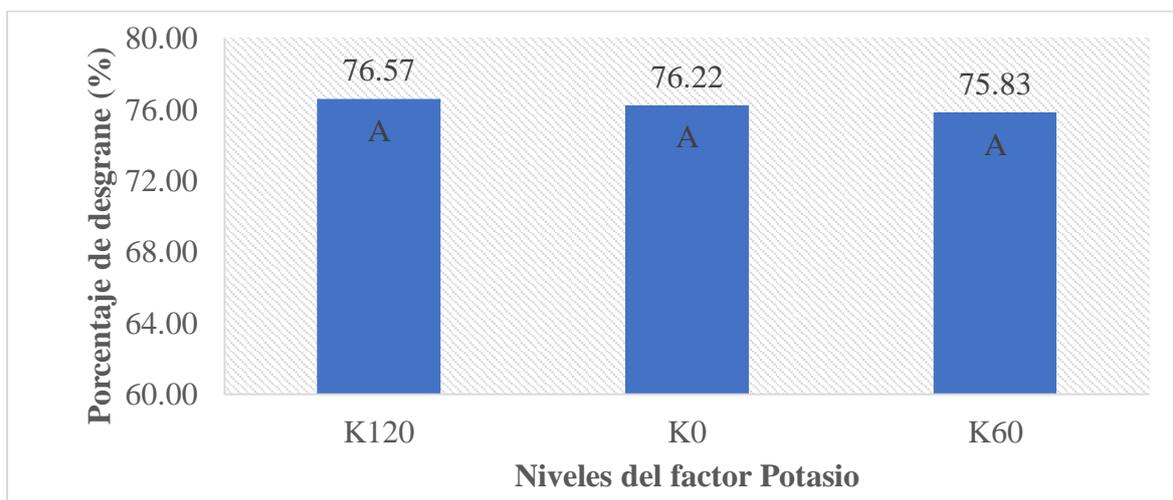


Figura 62: Efecto de la fertilización potásica sobre el porcentaje de desgrane (%)

La Figura 63 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable porcentaje de desgrane. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre los genotipos, es decir, los resultados obtenidos por Pool, CML y Exp son estadísticamente iguales con promedios de 76.58, 76.57 y 75.47 por ciento respectivamente.

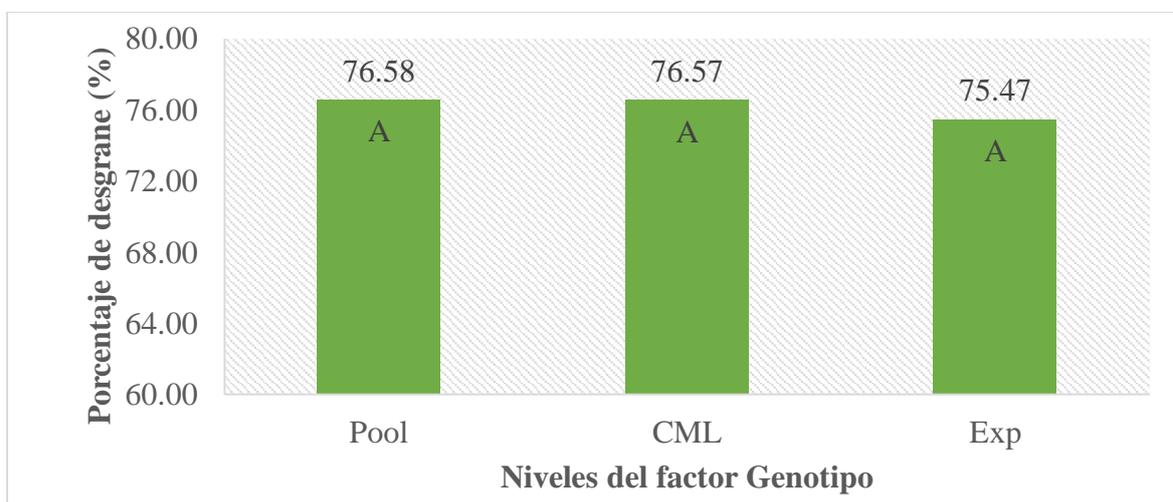


Figura 63: Efecto de los genotipos sobre el porcentaje de desgrane (%)

4.2.17. Humedad de cosecha (%)

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), indica que existe evidencia estadística para aceptar que al menos la humedad de cosecha de un genotipo es diferente al de otro u otros genotipos, dado que la significación estadística para los niveles del factor Genotipo resultó ser significativo. Del mismo modo, señala que hay diferencias estadísticas altamente significativas entre bloques. Asimismo, muestra que el efecto del factor Potasio y la interacción de ambos factores, Potasio: Genotipo, resultaron ser estadísticamente iguales (Tabla 30).

Tabla 30: Análisis de varianza para la variable humedad de cosecha (%)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F	Signif
Bloques	3	607.9	202.64	12.253	4.63E-05	**
Potasio	2	14.8	7.40	0.447	0.6446	ns
Genotipo	2	131.1	65.57	3.965	0.0325	*
Potasio: Genotipo	4	22.5	5.62	0.340	0.8483	ns
Error	24	396.9	16.54			
Total	35	1173.2				

Códigos significativos: '****' 0.001, '**' 0.01, '*' 0.05, '.' 0.1

CV: 14.01%

Media: 29.03

La Figura 64 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable humedad de cosecha (ANEXO VI). Indica que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, es decir, T9, T8, T7, T4, T5, T6, T3, T1 y T2 son estadísticamente iguales con promedios de 32.93, 31.75, 29.65, 29.15, 29.13, 28.33, 28.28, 26.03 y 26.03 por ciento respectivamente.

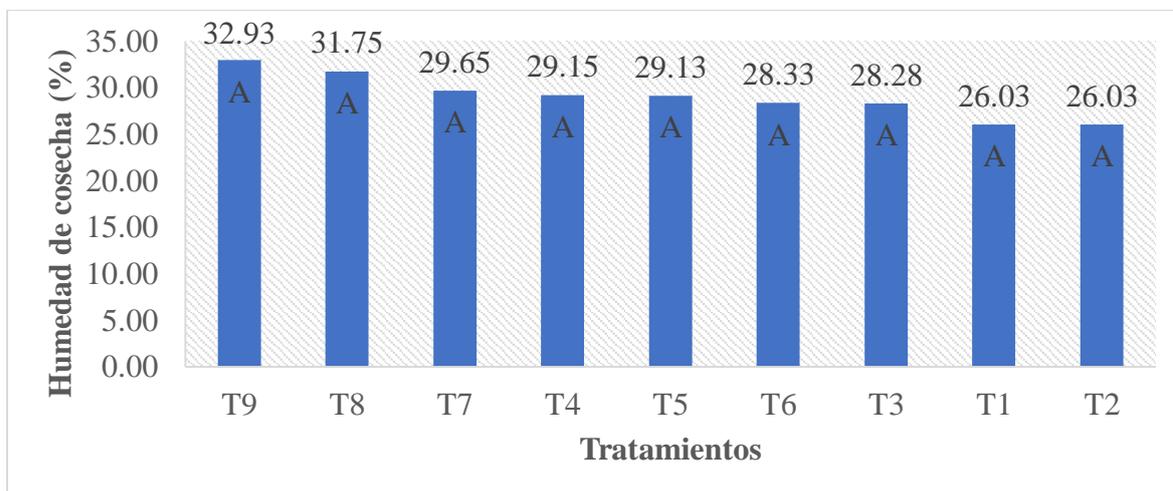


Figura 64: Efecto de los tratamientos sobre la humedad de cosecha (%)

La Figura 65 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable humedad de cosecha. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados obtenidos por los niveles K120, K60 y K0 son estadísticamente iguales con promedios de 29.84, 28.97 y 28.28 por ciento respectivamente.

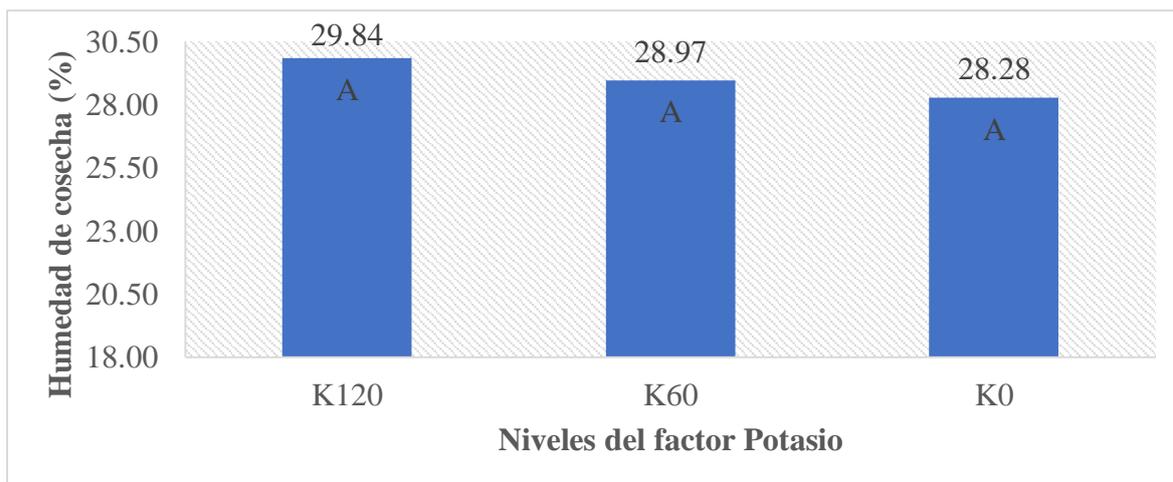


Figura 65: Efecto de la fertilización potásica sobre la humedad de cosecha (%)

La Figura 66 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable humedad de cosecha. Indica que existe diferencia

estadística significativa entre los genotipos. Asimismo, señala que el nivel Exp alcanzó el mayor promedio con una humedad de 31.44 por ciento y es estadísticamente igual a CML con una media de 28.87 por ciento. También agrega que el mayor promedio es estadísticamente diferente al nivel Pool que obtuvo la menor humedad con 26.78 por ciento.

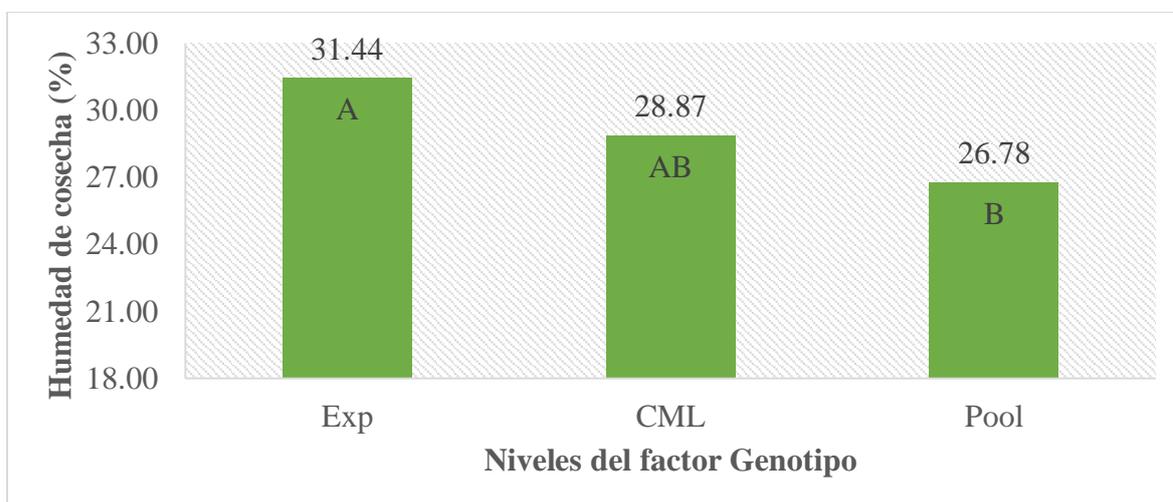


Figura 66: Efecto de los genotipos sobre la humedad de cosecha (%)

También indica que los bloques II, III y IV con promedios de 31.49, 31.40 y 31.31 por ciento son estadísticamente iguales y difieren significativamente del bloque I que registro una humedad de 21.91 por ciento.

4.2.18. Número de plantas por parcela

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), señala que no existe evidencia estadística para aceptar que el número de plantas por parcela es diferente dentro de cada factor, debido a que el efecto para el factor Potasio, factor Genotipo y la interacción de factores Potasio: Genotipo resultaron ser estadísticamente iguales (Tabla 31).

Tabla 31: Análisis de varianza para la variable número de plantas por parcela

Fuente de variación	GL	SC	CM	F _{cal}	F _{tab}	Signif
Bloques	3	12.3056	4.1019	1.5517	3.009	ns
Potasio	2	12.3889	6.1944	2.3433	3.043	ns
Genotipo	2	5.0556	2.5278	0.9562	3.043	ns
Potasio: Genotipo	4	4.4444	1.1111	0.4203	2.776	ns
Error	24	63.4444	2.6435			
Total	35	97.6389				

Códigos significativos: '****' 0.001, '***' 0.01, '**' 0.05, '.' 0.1

CV: 3.90%

Media: 41.69

La Figura 67 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable número de plantas por parcela (ANEXO VI). Indica que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, es decir, T3, T5, T6, T9, T4, T8, T2, T7 y T1 son estadísticamente iguales con promedios de 42.5, 42.5, 42.25, 42.25, 41.75, 41.75, 41.25, 41 y 40 plantas respectivamente.

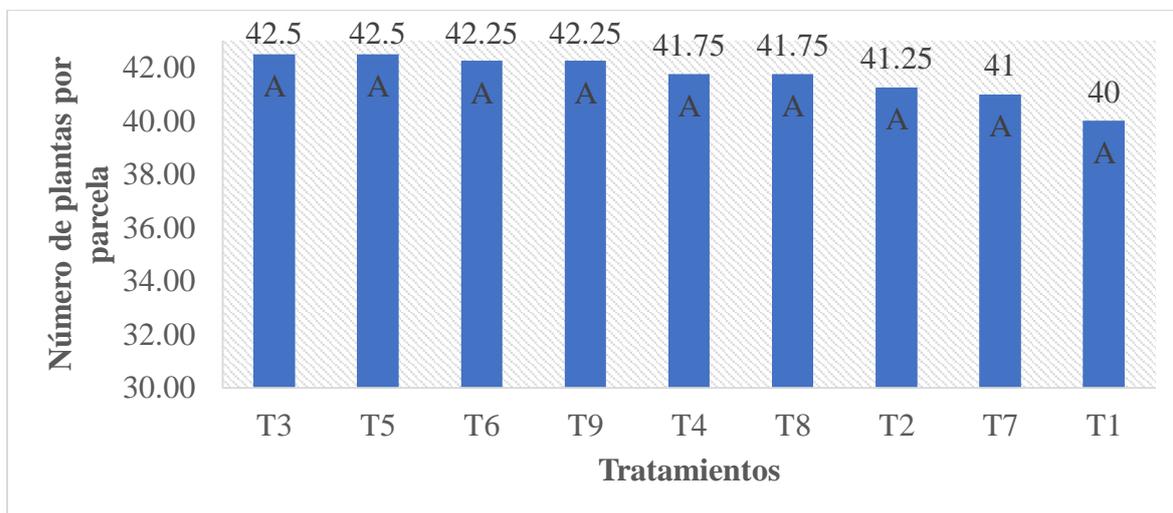


Figura 67: Efecto de los tratamientos sobre el número de plantas por parcela

La Figura 68 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable número de plantas por parcela. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados obtenidos por los niveles K120, K60 y K0 son estadísticamente iguales con promedios de 42.33, 41.83 y 40.92 plantas respectivamente.

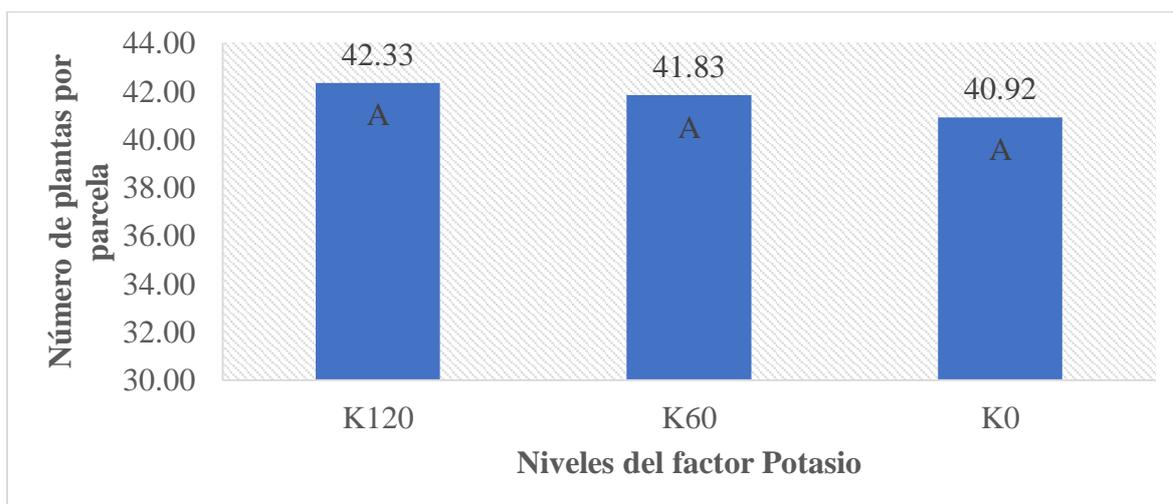


Figura 68: Efecto de la fertilización potásica sobre el número de plantas por parcela

La Figura 69 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable número de plantas por parcela. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre los genotipos, es decir, los resultados obtenidos por CML, Exp y Pool son estadísticamente iguales con promedios de 42.16, 41.67 y 41.25 plantas respectivamente.

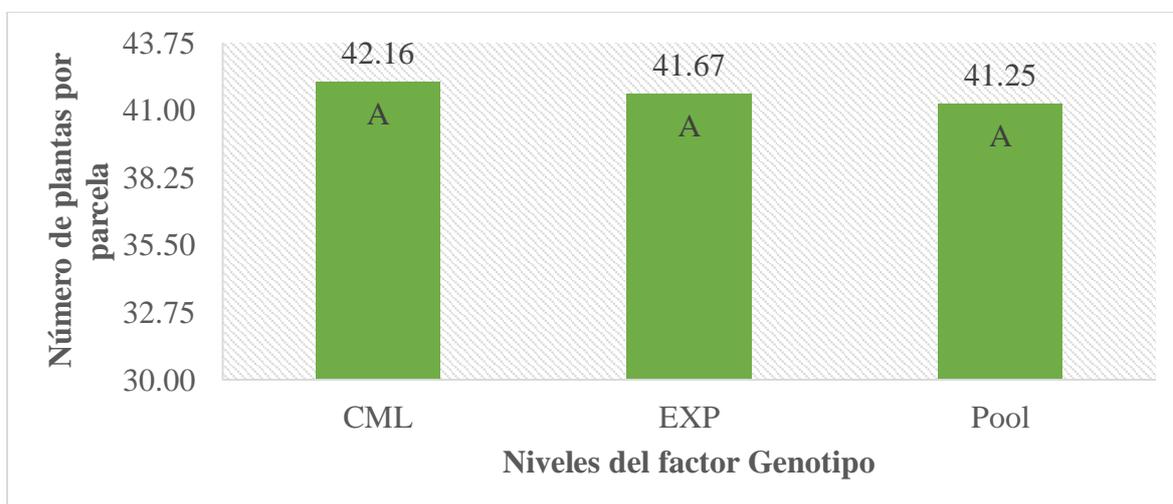


Figura 69: Efecto de los genotipos sobre el número de plantas por parcela

Los resultados de las variables componentes del rendimiento muestran que:

El número de mazorcas por planta según los resultados obtenidos son efecto del factor genético de cada híbrido, siendo indiferente a la dosis de fertilización potásica. Donde el híbrido doble (Exp-5) obtuvo un mayor número que el híbrido simple (CML-504 x CML-507) y la población (Pool 19). Se considera que estos valores son efecto de la combinación del genotipo más el ambiente.

Para las variables peso de mazorca a la cosecha (g), el porcentaje de desgrane (%) y el número de plantas por parcela no existió diferencia estadística significativa para ninguna fuente de variación. Tanto los niveles del factor potasio, como los niveles del factor genotipo dieron resultados similares dentro de cada variable. Esta información no es acorde a lo que halló Campos (2015), en su investigación sobre el efecto de distanciamientos de siembra y niveles de fertilización N-P-K en el rendimiento del maíz amarillo duro, donde concluyó que el incremento de la dosis de potasio disminuye el número de plantas a la cosecha. A partir de los resultados obtenidos en la investigación y lo que menciona el autor infero que el potasio no tiene efecto directamente sobre el número de plantas, existe otros factores como densidad, competencia por luz, interacción de elementos.

Por otro lado, la humedad de cosecha presenta alta diferencia significativa para bloques y para los niveles del factor genotipo. El híbrido doble (Exp-5), presentó una mayor humedad de cosecha, y la población (Pool 19) registró la menor humedad. Con respecto a este resultado, Cubas et al. (2008) menciona que la humedad de cosecha se da cuando los granos presentan de 20 a 25 por ciento de humedad. Sin embargo, concluyo que cada híbrido presenta una respuesta diferente a las interacciones con el medio, y por lo mismo una diferente humedad en su madurez fisiológica.

4.2.19. Rendimiento en grano (Kg/ha)

Según los resultados del análisis de varianza (ANVA), indica que existe evidencia estadística para aceptar que al menos el rendimiento en grano de un genotipo es diferente al de otro u otros genotipos, dado que la significación estadística para los niveles del factor Genotipo resultó ser altamente significativo. Del mismo modo, señala que hay diferencias altamente significativas entre bloques. Además, muestra que el efecto del factor Potasio y la interacción de ambos factores, Potasio: Genotipo, resultaron ser estadísticamente iguales (Tabla 32).

Tabla 32: Análisis de varianza para la variable rendimiento en grano (kg/ha)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F	Signif
Bloques	3	50340064	16780021	14.518	1.34E-05	***
Potasio	2	524106	262053	0.227	0.798826	ns
Genotipo	2	30632976	15316488	13.252	1.33E-04	***
Potasio: Genotipo	4	3645380	911345	0.788	0.544032	ns
Error	24	27739301	1155804			
Total	35	112881827				

Códigos significativos: '****' 0.001, '***' 0.01, '**' 0.05, '.' 0.1 CV: 10.02% Media: 10 733.850

La Figura 70 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de cada tratamiento sobre la variable rendimiento en grano (ANEXO VI). Indica que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Asimismo, señala que T7 alcanzó el mayor promedio con un rendimiento de 12 728.700 kg, siendo estadísticamente similar con T8, T9 y T3 con rendimientos de 11 648.850, 11 568.250 y 10 679.230 kg respectivamente. además, señala que T7 es estadísticamente diferente a T2, T1, T6, T5 y T4

debido a que estos tratamientos registraron los menores promedios con rendimientos de 10 367.380, 10 269.100, 10 045.580, 9 703.380 y 9 594.180 kg, en ese mismo orden.

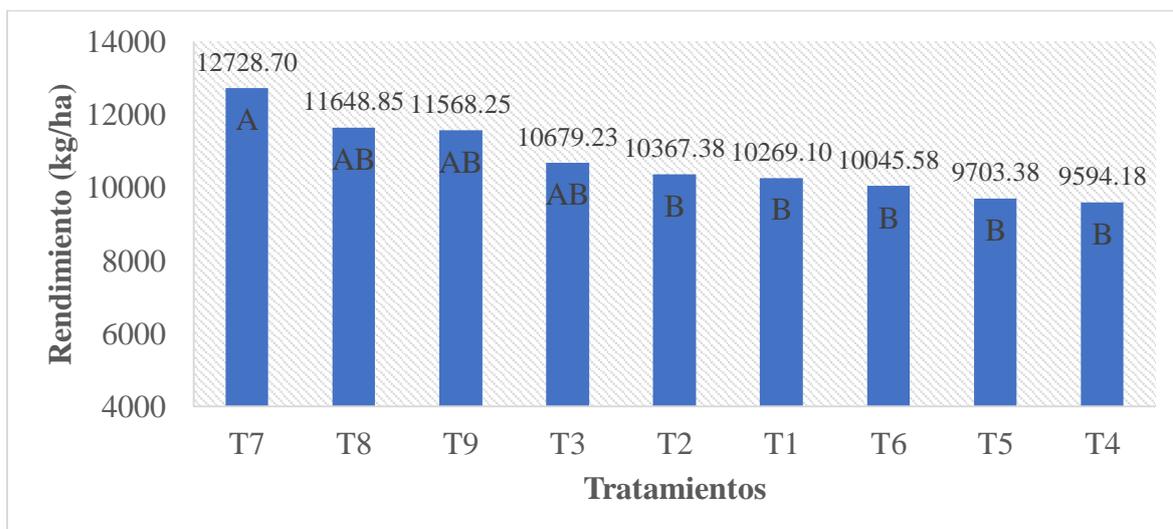


Figura 70: Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento en grano (kg/ha)

La Figura 71 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Potasio para la variable rendimiento en grano. Indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización potásica, es decir, los resultados obtenidos por los niveles K0, K120 y K60 son estadísticamente iguales con promedios de 10 863.990, 10 764.350 y 10 573.200 (kg) respectivamente.

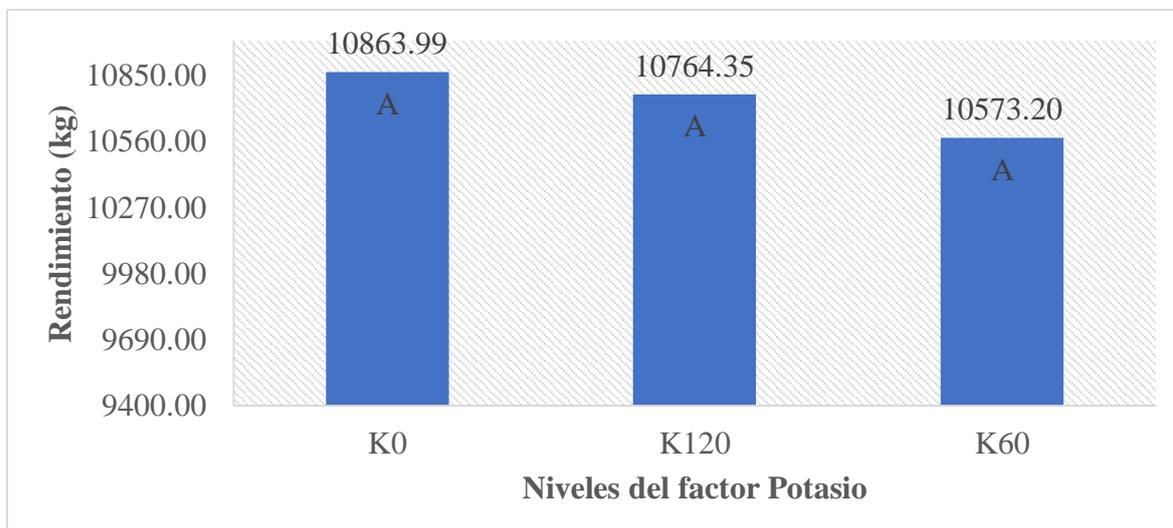


Figura 71: Efecto de la fertilización potásica sobre el rendimiento en grano (kg/ha)

La Figura 72 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de los niveles del factor Genotipo para la variable rendimiento en grano. Indica que existe diferencia estadística significativa entre los genotipos. Asimismo, señala que el nivel Exp alcanzó el mayor rendimiento con un promedio de 11 981.930 (kg) y es estadísticamente diferente a

los niveles Pool y CML que obtuvieron medias de 10 438.570 y 9 781.040 (kg), siendo estadísticamente iguales estos últimos genotipos.

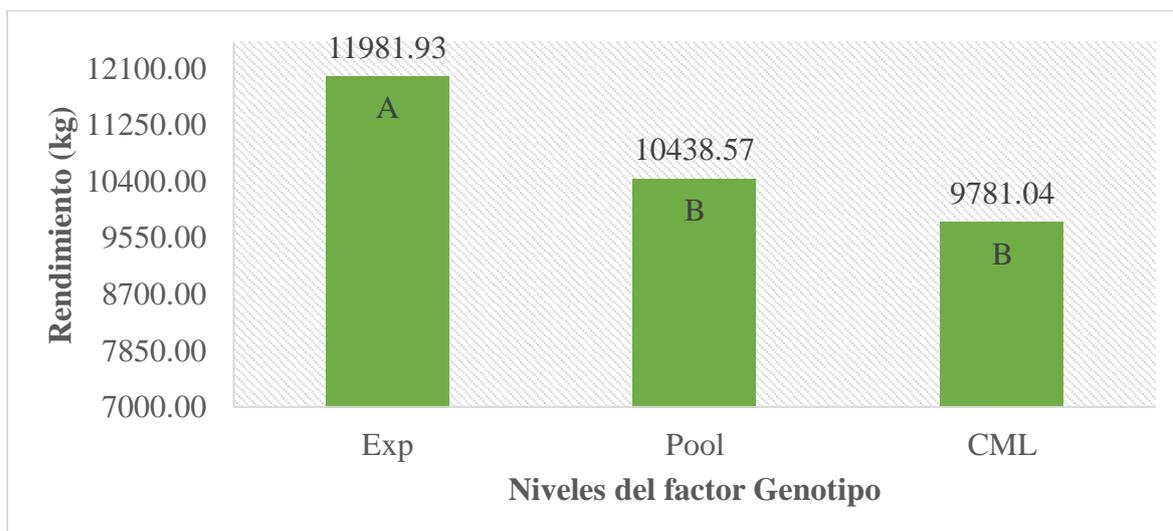


Figura 72: Efecto de los genotipos sobre el rendimiento en grano (kg/ha)

El factor Potasio no presentó efecto significativo para el rendimiento en grano, en la prueba de comparación de medias para los niveles de este factor, los resultados fueron estadísticamente iguales. Esto no es acorde con lo que halló Díaz (2017), pues, en su investigación de la influencia de tres fuentes potásicas aplicadas en dos épocas, concluyó que la aplicación de fertilizantes en forma fraccionada en comparación con una aplicación total, le brinda mejores rendimientos. Asimismo, Mikkelsen & Camberato (1995), señalan que una adecuada fertilización de este elemento es esencial para la eficiente utilización de otros elementos. Conuerdo totalmente con estos dos últimos autores, pues el potasio cataliza las reacciones permitiendo un mejor aprovechamiento de otros elementos, así como el nitrógeno. Sin embargo, en cuanto al rendimiento de grano, la aplicación de potasio no permitió aumentar el rendimiento, en comparación con el testigo sin aplicación, esto posiblemente se debe a que la concentración inicial de este elemento en el suelo fue alto, tal como se observa en los resultados del análisis del suelo; resultados similares fueron reportados por Luchsinger (1999), quien determinó que no hubo respuesta en el rendimiento a dosis de potasio sin considerar una variación en la dosis de nitrógeno, además, Gross (1981), agrega que en un estudio realizado sobre el efecto de la fertilización NPK en el rendimiento de maíz, no se encontraron efectos en el rendimiento ni en sus componentes para la aplicación de potasio y fosforo, sin embargo, el nitrógeno si afectó significativamente.

Para el factor Genotipo, Exp-5, es decir el híbrido doble obtuvo el mayor rendimiento de grano en comparación con los dos genotipos, donde Pool 19 presentó un mejor rendimiento con una diferencia aproximada de 657 kg/ha en comparación con el híbrido simple CML, sin embargo, esta diferencia numérica entre estos híbridos no es significativo para la estadística. Estos resultados no son los esperados, pues, los híbridos simples presentan mejor potencial genético en rendimiento, sin embargo, el bajo rendimiento podemos atribuir a la falta de adaptación a condiciones de La Molina, ya que los progenitores del híbrido CML son líneas foráneas. Esta premisa va con los que obtuvo Tadeo et al., (2007), en un ensayo en los valles de México, donde la generación F₁ generó un rendimiento superior y estadísticamente diferente en comparación con la F₂. Igualmente, Eyherabide (2015), enfatiza en el uso de híbridos simples por su mayor potencial de rendimiento en ambientes favorables. Estas dos últimas palabras del anterior enunciado, toman fuerza para las investigaciones de rendimiento. De acorde a esto, Zamudio et al., (2015) en una investigación de rendimiento de híbridos simples, triples y dobles no obtuvo los rendimientos esperados para los híbridos simples, afirma el autor que es consecuencia de las condiciones desfavorables de suelo y clima siendo específicos para ello. Finalmente, manifiesta que el mayor rendimiento fue para el híbrido triple y doble. Apoyando este concepto Salhuana & Scheuch (2004), comprobaron que el promedio de rendimiento del maíz híbrido PM podría ser de 8.2 y 6.1 t/ha, resultados obtenidos en diferentes épocas descritas por el ambiente.

Finalmente enfatizando en mis resultados, Macrobert et al. (2015), mencionan que los híbridos dobles pueden adaptarse a un mayor rango de condiciones; mientras que un híbrido simple debe esperar una mayor especificidad con el ambiente. Un adecuado procedimiento de selección permite una mayor estabilidad y mejor potencial productivo, logrando mayor eficacia en determinados ambientes.

V. CONCLUSIONES

1. En cuanto a las características de la planta, no hubo diferencias estadísticas para altura de planta, altura de mazorca, total de hojas, hojas sobre la mazorca y diámetro de tallo, es decir, la aplicación de 0, 60 y 120 kg/ha de K_2O no produjo ningún efecto en estas variables. Mientras que, entre genotipos si hubo diferencias, en el cual, el híbrido doble Exp-5 fue el que superó estadísticamente a los otros dos genotipos en todas estas características.
2. En cuanto a caracteres de mazorca, la aplicación de 0, 60 y 120 kg/ha de K_2O no permitió detectar diferencias, para: peso, longitud, diámetro e hileras por mazorca; granos por hilera; espesor, ancho y longitud de 10 granos; peso y número de granos por mazorca; diámetro de coronta; peso de una semilla; peso de mazorcas y humedad de grano a la cosecha; porcentaje de desgrane; plantas por parcela y rendimiento de grano. Entre genotipos, si hubo diferencias: el Exp-5 superó en longitud de mazorca, granos por hilera y rendimiento de grano; el híbrido CML tuvo el mayor diámetro de mazorca, ancho y longitud de 10 granos; finalmente, la población Pool-19 presentó mayores hileras por mazorca y espesor de 10 granos.
3. El híbrido doble, Exp-5 obtuvo el mejor rendimiento de grano y alcanzó los 11 982 kg/ha y presentó alta diferencia significativa en comparación con la población Pool 19 y el híbrido simple CML-504 x CML-507, quienes obtuvieron 10 439 y 9 781 kg/ha, respectivamente. Los rendimientos de grano de los dos últimos genotipos fueron similares estadísticamente. Este resultado de rendimiento es efecto de la especificidad de los híbridos simples y la amplia adaptabilidad y plasticidad de respuesta del híbrido doble en ambientes desfavorables.
4. No se detectó interacción entre los niveles de ambos factores, es decir, la diferencia entre las respuestas de los genotipos de maíz es similar cuando se aplican 0, 60 y 120 kg/ha de K_2O , la mitad a la siembra y la diferencia al aporque, en La Molina.

VI. RECOMENDACIONES

- Seguir con la investigación de estos híbridos simples promisorios, buscando la época adecuada donde muestren su mejor potencial genético en rendimiento de grano para condiciones de La Molina.
- Realizar pruebas de comportamiento de estos híbridos en determinadas localidades y diferentes temporadas para determinar la interacción del genotipo y ambiente.
- Realizar investigaciones para evaluar la interacción de elemento, potasio – nitrógeno, potasio – fosforo, potasio – microelementos.
- Realizar ensayos que determinen el poder de extracción de cada órgano de estos híbridos utilizados y asociarlos con los rendimientos obtenidos.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Agrodataperú. (2015). Maíz amarillo duro Perú, importaciones en julio 2015. Recuperado de <http://www.agrodataperu.com/2015/08/maiz-amarillo-duro-peru-importación-julio-2015.html>
- Aldrich, R.S. (1974). Producción moderna del maíz. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- Allard, R.W. (1975). Principios de la mejora genética de las plantas. Segunda Edición. Ediciones Omega. Barcelona. España. 498pp.
- Álvarez, A. & Céspedes, E. (2001). Fitomejoramiento. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco, Perú.
- Alviz, L. (2015). Adaptabilidad de cuatro cultivares de maíz (*Zea mays* L.) con fines forrajero en condiciones del centro de producción y capacitación granja “La Perla” Chumbivilcas – Cusco (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 105p.
- Arca, B.M. (1964). Rendimientos obtenidos en maíces híbridos bajo diferentes densidades de siembra y dosis de abonamiento en la región de la costa peruana. Anales científicos de UNALM. Vol. II. Octubre, noviembre y diciembre 1964 #4. Lima - Perú.
- Arnon, I. (1972). Crop production in dry regions. Leonard Hill Books. London II.
- Asturias, M. A. (2004). Maíz de alimento sagrado a negocio del hambre. Acción ecológica, 105. Recuperado de http://www.rallt.org/PUBLICACIONES/maiz_alimento_sagrado.pdf
- Barber, S. (1988). Soil Nutrient Bioavailability: A Mechanistic approach. John Wiley and Sons. USA.
- Barcelo, C. J. (1995). Fisiología vegetal. Ediciones Pirámide S.A. Madrid. España.
- Barker, A. & Mills, E. (1980). NH₄ y NH₃. Nutrition of Horticultural Crops. Hort. Rev. Vol. 58: 356 – 365.

- Bear F. E. (1969). Los suelos en relación con el crecimiento de los cultivos. Omega S.A. Cassanova 220. Barcelona.
- Beingolea, L. (1993). Manual del maíz para la costa. Proyecto TTA. Perú 1993 - 1994.
- Bejarano, A. (2003). Descripción y prueba del híbrido simple de maíz amarillo FONAIAP 1. *Agronomía Tropical*, 53 (4): 501 - 506.
- Bidwell, R. S. (1993). Fisiología vegetal. AGT. Editor. S.A. México.
- Black, C. (1975). Relaciones suelo - planta. Tomo II. Editorial Hemisferio Sur. México.
- Caballero, C. A. (2019). Guía Técnica Cultivo de maíz. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Campos, Z. (2015). Efecto de distanciamientos de siembra y niveles de fertilización de N-P-K en el rendimiento del maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) híbrido pioneer 30f87 en Llaylla (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo.
- Castañeda, Z. (1987). Maíz, Crecimiento y desarrollo. *Revista de La Federación Odontológica Colombiana*, 36(159), 37–39.
- Chapman H. D. & Pratt. P. (1973). Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. Centro regional de ayuda técnica AID. Editorial Trillas, México.
- Chura, J., & Tejada, J. (2014). Comportamiento de híbridos de maíz amarillo duro en la localidad de La Molina, Perú. *Idesia*, 32(1), 113–118. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292014000100014>
- Cubas, W., Córdova, C., & Jara, W. (2008). Manejo agronómico del cultivo de maíz amarillo duro en selva baja. INIA. Estación Experimental Agraria San Roque - Iquitos, 1, 1–12
- Cubero, J. I. (2003). Introducción a la mejora genética vegetal. Segunda Edición. Ediciones Mundi - Prensa. 567pp.
- Davelouis J. C. (1965). Ensayos de fertilización con NPK en maíz híbrido PM 204 en los valles de Cañete y Virú (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.
- De la Cruz, J. (2016). Fraccionamiento de nitrógeno en dos densidades de siembra de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en la localidad de La Molina (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo). Recuperada de [Universidad Nacional Agraria La Molina].

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1961>

- Demolon, A. (1996). Crecimiento de los vegetales cultivados. Editorial Barcelona. España.
- Deras, H. (2012). El cultivo del maíz. Guía Técnica, El cultivo del maíz, 1, 40. Recuperado de <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>
- Díaz, H. (2017). Influencia de tres fuentes potásicas aplicadas en dos épocas sobre el rendimiento del maíz amarillo duro (*Zea mays*), Végueta – Huaura (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo). Universidad Católica Sedes Sapientiae.
- Dirección de Gestión de la Innovación Agraria. (2008). Costos de producción y rentabilidad del maíz amarillo duro. Ministerio de Agricultura, 20(1) Lima, Perú.
- Dirección General de Información Agraria. (2007). Estadística agraria mensual – diciembre. Ministerio de Agricultura; Lima. Perú.
- Dirección General de Promoción Agraria. (2003). Plan estratégico de la cadena productiva del maíz amarillo duro, avícola y porcícola. Ministerio de Agricultura; Lima, Perú. 108p
- Dirección General de Promoción Agraria. (2004). Maíz amarillo duro, avicultura y porcicultura. Boletín 1. octubre 2004. Ministerio de Agricultura; Lima, Perú. Recuperado de http://www.planeamientoygestion.com.pe/consultoria/images/stories/erramientas/documentos/maiz_amarillo_duro.pdf
- Domínguez, V. A. (1993). Tratado de fertilización y fertirrigación. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid - España.
- Espinosa, A., Tadeo, M., Sierra, M., Turrent, A., Valdivia, R., & Zamudio, B. (2008). Rendimiento de híbridos de maíz bajo diferentes combinaciones de semilla androesteril y fértil en México. *Agronomía Mesoamericana*, 20(2), 211. <https://doi.org/10.15517/am.v20i2.4938>
- Espíritu, M. (2017). Adaptabilidad de seis cultivares híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays*) comparada con la variedad marginal 28 - T en la provincia de Tocache, departamento San Martín (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto.
- Eyhérbide, G. (2015). Bases para el manejo del cultivo de maíz. *Revista Colombiana de*

Bioética, 6(1), 89. <https://doi.org/10.18270/rcb.v6i1.819>

- Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas de Colombia. (2010). El cultivo de maíz, historia e importancia (en línea). Recuperado de http://www.observatorioredsicta.info/sites/default/files/docpublicaciones/elcultivodel_maiz_historia_e_importancia.pdf
- Fuentes, J. (1990). El suelo y los fertilizantes. 5ta. Edición. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid - España.
- Fuentes, Y. J. (1989). El suelo y los fertilizantes. Tercera Edición. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid - España.
- Gross, A. y Domínguez, V. (1981). Guía práctica de la fertilización. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid - España.
- Grunenberg, F. H. (1959). Nutrición y fertilización del maíz. Boletín Verde N.º9, Publicado en Alemania por Verbeg sgeusschaft. MBH. Hannover, Alemania Pág. 48.
- Hallauer, A. R. y Miranda, J. B. (1988). Quantitative genetics in corn breeding. Second Edition. Ames, Iowa, USA, Iowa State University Press.
- Hernández, O. L. (2008). Variación estacional de la concentración de nutrientes minerales en cultivares de *Lolium perenne* L. In *In Vitro* (Vol. 3). Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/myaccess.library.utoronto.ca/pubmed/11720961>
- Hidalgo, E. (2002). Evaluación de diez variedades experimentales de maíz amarillo duro tropical (*Zea mays* L.) en condiciones de secano en la estación experimental “el porvenir” Bajo Mayo, San Martín (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria De La Selva. San Martín, Perú.
- Hidalgo, E. (2013). Manejo técnico del cultivo de maíz amarillo duro en la región San Martín. Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, 1, 24.
- Hidalgo, E. y Gálvez, M. (2000). Evaluación de híbridos simples y triples de maíz entre posibles grupos heterocigotos en la selva peruana. Primera Edición. Boletín Técnico N.º 1. Lima. Perú. 56pp.
- Hurtado, L. (1984). Determinación de las relaciones entre estados morfofisiológicos del cultivo de maíz vs. el estado energético del agua en el suelo (Tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

- Injante, P., & Joyo, G. (2010). Manejo integrado de maíz amarillo duro. *Agrobanco*, 1–42.
- Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación. *El maíz en Cuba. Cultivos Tropicales*, 30(2), 113–120.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2013 a). Producción nacional: agosto 2013. Informe técnico N.º10 – octubre 2013 (en línea). Recuperado de <http://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/01-produccion-nacional-agosto-2013.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2013 b). resultados definitivos. IV Censo nacional agropecuario 2012. (En línea). Recuperado de <http://sinia.minam.gob.pe/index.php?accion=verelemento&idelemento=Informacion=1378&verPor=&idTipoElemento=&idTipoFuente>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria, INIA. (2015). Producción de maíz en el Perú. Recuperado de <http://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-n039-2015-inei.pdf>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria, INIA. (2015). Tecnología en maíz. Recuperado de <http://www.inia.gob.pe/tecnologias/cultivos/132-cat-tecnologias/cultivos/395-tecnologias-en-maiz>
- Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. (2006). Maíz amarillo duro, híbrido triple. *INIA*, 11–12.
- Jenkins, M. T. (1978). Maize breeding during the development and early years of hybrid maize. In D. B. Walden, ed. *Maize breeding and genetics*, p. 13 - 28 pp. New York, NY, USA, J. Wiley and Sons.
- Jugenheimer, R. W. (1981). Maíz: variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Primera Edición. Editorial Limusa. México. 840pp.
- Lao, C. (2013). Fertilización en el cultivo del maíz amarillo duro. *Guía Técnica*, N.º3, c.30.
- León, W. (2016). Manejo de la fertilización de maíz (*Zea mays* L.) en el Valle Santa Catalina (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo). Universidad Privada Antenor Orrego. Recuperada de http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/2423/1/Re_Ing_Agr_Wilson.Leon_Manejodelafertilizacióndemaíz_Datos.Pdf

- Litsman, G. M. & Estrada, F. P. (1992). Mexican prize for the giant maize of Jala: Source of community pride and genetic resources conservation. *Diversity*, 8: 14 - 15.
- Luchsinger, A. (1999). Respuesta del maíz dulce a la fertilización nitrogenada. *Investigación Agrícola* 19: 9 - 18
- Macrobert, J., Setimela, P., Gethi, J., & Regasa, M. (2015). Manual de producción de semilla de maíz híbrido. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, 36. Recuperado de <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/16849/57179.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Malavolta, E. (1976). Manual de química agrícola, Nutricao de plantas e fertilidade do solo. Sao Paulo. Editora Agronómica Ceres.
- Marschner, H. (1993). Mineral Nutrition of Higher Plants. 8va. Edition New York - USA.
- Méndez, J. (2018). Fertilización cálcica y aplicación de humatos comerciales en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) híbrido PM-213; bajo goteo (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Mengel, K. y E. Kirby. (1978). Principles of Plant Nutrition. Editors: International Potash Institute. Worblamgen Bern Swizerland.
- Mikkeisen R., J. Camberato. (1995). Potassium, sulfur, lime and micronutrient fertilizers. In: Soil amendments and environmental quality. Ed. J. Rechcigl. University of Florida. Soil and water Science Department Research and Education Center, Ona, Florida. P. 110 - 131.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2015). Sector agrario. Cultivos de importancia nacional. Maíz (en línea). Recuperado de <http://www.minag.gob.pe/portal/sctoragrario/agricola/cultivos/cultivos-de-importancia-nacional/ma%C3%ADz/ma%C3%ADz31?start=2>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). Plan nacional de cultivos, campaña agrícola 2018 - 2019. Plan Nacional, 12–70. Recuperado de https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/rediagro/2019/exposiciones/dgpa-PNC.pdf%0Afile:///H:/libros,folleto.Herbáceos/maíz_amarillo_duro_producción_en_el_Perú.pdf

- Ministerio de Agricultura. (2012). Maíz amarillo duro: principales aspectos de la cadena agro - productiva. Primera edición. Lima, Perú. 31.
- Miracle, M.P. (1966). Maize in tropical Africa. Madison, WI, USA, The University of Wisconsin Press.
- Mullins, C. A., y Swingle, H. D. (1979). The effect of fertilization levels on asparagus production. Tennessee Farm and Home Science Progress Report, Crosville, 112: 33 - 40.
- Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos. (2013). Copelación de superficie nacional de campañas agrícolas en el Perú. Ministerio de Agricultura; Lima, Perú.
- Olazo, E. (2014). Efecto de tres niveles de fertilización en el rendimiento del maíz híbrido amarillo duro (*zea mays L.*) bajo un sistema de riego por goteo en suelo ácido de Pucallpa (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Ucayali. Ucayali, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/2305/000002149T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2014). Estadísticas. FAOSTAT - Producción de maíz (en línea). Recuperado de <http://faostatfaoorg/browse/Q/QC/S>
- Paliwal, R. L. (2001). El maíz en los trópicos. Mejoramiento y Producción. Colección FAO: Producción y protección vegetal N.º 28. Roma. 350.
- Paparotti, O. F. (2013). Fertilización del cultivo de maíz. Jornada de Fertilización En Cultivos y Pasturas, Entre Ríos, Argentina, 10–14. <https://doi.org/10.1109/MC.2015.62>
- Peña, J. (2011). Evaluación de la producción de chilote en el cultivo de Maíz (*Zea mays,L*) variedad HS-5G utilizando sustratos mejorados y determinación de los coeficientes “Kc”y “Ky”, bajo riego (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/2145/1/tnf01p397e.pdf%0Ahttp://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnh60s164e.pdf>
- Peñaherrera, D. (2011). Manejo integrado del cultivo de maíz de altura. INIAP (Estación Experimental Santa Catalina), 4, 55. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3302/1/iniapscpm190.pdf>

- Pérez, D. (1991). Fisiología Vegetal: Nutrición Inorgánica. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Ediciones Joan E. I. R. L. Cusco - Perú.
- Pizarro, C. F. (1990). Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF), goteo, microaspersión exudación. Segunda Edición. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid - España.
- Poehlman, J. M. y Sleper, D. A. (2003). Mejoramiento genético de las cosechas. Segunda Edición. Noriega Editores. México. 497 pp.
- Primo, Y. E. y J. M. Carrasco. (1983). Química Agrícola I, Suelos y fertilizantes. Ediciones Alambra. España.
- Resh, H. (1997). Cultivos hidropónicos. Nuevas Técnicas de Producción. 4ta. Edición. Madrid - España. Editorial Mundi - Prensa.
- Salhuana, W. & Scheuch, F. (2004). Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz (PCIM): Logros y perspectivas. 50^a Aniversario Editorial Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 478pp 204-251. Recuperado de https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/50301000/Races_of_Maize/Diversidad_y_razas_de_maíz_en_Peru.pdf
- Sánchez, H. (2004). Manual tecnológico del maíz amarillo duro y de buenas prácticas agrícolas para el valle de Huaura, Departamento de Lima. Juan Chávez y Freddy Rojas Editores. Lima, Perú. 139 pp.
- Sánchez, H. y Nakhodo, J. (1990). Colaboración internacional: Densidad de siembra y potencial de rendimiento de poblaciones foráneas de maíz amarillo duro en la selva peruana. Programa Cooperativo de Investigación en Maíz. Editorial Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 18 pp.
- Scheuch, F. (1989). Producción y manejo de líneas e híbridos. IICA - BID-PROCIANDINO. XIII Curso corto. Mejoramiento genético del maíz. Edición PROCIANDINO. Quito, Ecuador. 180 pp.
- Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. (2009). Regla para la calificación de semilla de Maíz (*Zea Mays* L.). Regla Para La Calificación de Semilla de Maíz (*Zea Mays* L.), 8. Recuperado de <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/normatividad/vigente/SAGARPA/Maiz.pdf>
- Segovia, V. y Alfaro, Y. (2009). Formación, evaluación y descripción del híbrido simple de

- maíz (*Zea mays* L.) amarillo, INIA 21. Revista UDO Agrícola. 9 (3): 499 - 508
- Serratos, J. (2009). El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. Greenpeace México, 36(2), 1–18. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.estger.2016.06.006>
- Sevilla, R. (2000). Perspectivas del cultivo de maíz en el Perú. Autoabastecimiento del maíz amarillo duro. Revista Agroenfoque. 15 (111): 5 - 12.
- Sevilla, R. (2008). El cultivo del maíz en el Perú. STC-CGIAR, 31. Recuperado de http://www.psi.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/biblioteca_exposiciones_cultivo_del_maízZ.pdf
- Sevilla, R. y Holle, M. (2004). Recursos genéticos vegetales. Primera Edición. Edición Luis León Asociados S.R.L. Perú. 530 pp.
- Sevilla, R. y Nakahodo, J. (1986). Curso de actualización profesional. Materia: Fitomejoramiento General. Convenio INIPA. Arequipa y Chiclayo.
- Shalhevet y Zwerman. (1962). Nitrogen response of corn under variable condition of drainage. A lysimeter study. Soil Science 93 (2): pág. 172 - 182.
- Shull, G. H. (1949). A pure - line method in corn breeding. American Association, 5: 51 - 59.
- Sprague, G. F. (1965). Corn and Corn improvement. Academia Press. I. N. C. publishers. New York, N. Y. pág. 293 - 313.
- Tadeo, M., Zaragoza, J., Espinosa, A., Turrent, A., Zamudio, B., Virgen, J., Mora, Y., & Valdivia, R. (2007). Productividad de la generación F1 y F2 de híbridos de maíz (*Zea Mays* L.) de valles altos de México. Agrociencia, 1, 0–3.
- The Global Biodiversity Information Facility. (2013). GBIF Backbone Taxonomy. Available in <http://www.gbif.org/species/5290052>
- Thompson, L. M. y F. R. Troeh. (1980). Los suelos y su fertilidad. Cuarta Edición. Editorial Reverté S. A. Barcelona, España.
- Torres, J. (2015). Efecto de la aplicación de cinco niveles de fósforo en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) Var. Marginal 28 - T. En Yurimaguas (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Yurimaguas, Perú.

Vadell, M. (1953). El cultivo del maíz híbrido. Hojas divulgativas, 13-53 H, 1–12.

Zamudio, G. B., Espinosa, C. A., Tadeo, R. M., Encastín, D. J. J., Nelson, M. J., Félix, R. A., Cárdenas, M. A. L., & Turrent, F. A. (2015). Producción de híbridos y variedades de maíz para grano en siembra a doble hilera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(7), 1491–1505.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Resumen climatológico diario de los meses de agosto a noviembre del 2018

Figura de agosto

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for AUG. 2018

NAME: Huerto Unalm CITY: La Molina STATE: Lima
 ELEV: 238 m LAT: 12° 06' 00" S LONG: 76° 54' 00" W

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (m/s)

DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH	TIME	DOM DIR
1	16.9	20.2	2:40p	15.1	4:10a	1.7	0.3	0.0	1.5	13.9	9:35a	ENE
2	16.8	19.9	3:15p	15.1	5:35a	1.6	0.2	0.0	2.1	13.9	11:10a	SW
3	15.4	17.1	12:10p	14.6	4:05a	2.7	0.0	0.0	0.8	10.7	4:20p	SW
4	15.7	18.1	4:20p	14.7	4:35a	2.4	0.0	0.0	2.0	15.2	1:10p	SSW
5	15.9	19.5	1:50p	14.6	5:55a	2.3	0.0	0.0	1.7	16.1	2:50p	SW
6	14.8	15.6	9:00a	14.2	5:30a	1.1	0.0	0.0	0.2	5.8	5:00a	SW
7												
8												
9												
10												
11	15.6	17.6	1:45p	14.7	8:35p	1.2	0.0	0.0	1.4	14.8	2:05p	SSW
12	15.6	18.0	2:15p	14.0	4:40a	2.5	0.0	0.0	1.8	12.5	2:45p	SW
13	15.8	18.3	3:10p	14.9	6:05a	2.4	0.0	0.0	2.3	16.1	12:30p	SW
14	15.8	18.2	1:30p	14.2	6:00a	2.3	0.0	0.0	1.1	13.4	3:40p	SSW
15	17.1	21.7	3:10p	13.5	11:40p	1.8	0.6	0.0	0.9	16.1	1:15p	WSW
16	17.1	21.2	2:20p	13.9	12:05a	1.5	0.5	0.0	1.2	15.2	12:05p	WSW
17	17.1	21.2	12:35p	15.3	2:35a	1.6	0.4	0.0	1.5	15.2	1:25p	ENE
18	16.1	18.3	2:05p	14.9	7:40a	2.1	0.0	0.0	1.7	13.9	2:40p	SW
19	15.6	19.4	2:20p	13.1	11:05p	2.6	0.1	0.2	0.8	14.8	2:35p	WNW
20	16.8	21.8	2:45p	13.4	2:05a	2.1	0.7	0.0	1.0	12.1	12:35p	WSW
21	15.7	19.1	1:45p	13.1	1:50a	2.5	0.0	0.0	1.2	18.3	2:00p	SW
22	16.2	19.5	11:50a	14.0	5:30a	2.1	0.1	0.0	2.5	21.0	1:30p	SW
23	15.3	18.0	12:15p	14.1	5:40a	2.8	0.0	0.0	1.6	17.0	1:05p	SSW
24	16.0	18.5	2:15p	14.2	5:30a	2.2	0.0	0.0	1.5	15.2	3:55p	SSW
25	16.6	20.4	2:10p	14.7	5:50a	1.8	0.2	0.0	1.4	16.5	2:30p	SW
26	16.1	18.9	4:20p	15.1	7:35a	2.1	0.0	0.0	1.4	13.9	11:30a	SW
27	16.7	21.4	2:15p	14.4	6:15a	1.9	0.4	0.0	0.9	14.3	2:40p	E
28	16.2	18.6	12:50p	14.8	7:40a	2.0	0.0	0.0	1.8	17.9	1:15p	W
29	16.0	18.4	2:15p	14.9	5:00a	2.1	0.0	0.0	2.2	18.3	2:45p	SW
30	17.0	20.8	12:40p	14.9	5:25a	1.6	0.4	0.0	1.9	19.2	1:40p	SW
31	15.9	17.6	10:00a	14.8	5:30a	2.2	0.0	0.0	2.8	17.4	1:30p	SW

	16.1	21.8	20	13.1	19	55.2	4.0	0.2	1.5	21.0	22	SW

Max >= 32.0: 0
 Max <= 0.0: 0
 Min <= 0.0: 0
 Min <= -18.0: 0
 Max Rain: 0.20 ON 19/08/18
 Days of Rain: 1 (> .2 mm) 0 (> 2 mm) 0 (> 20 mm)
 Heat Base: 18.3 Cool Base: 18.3 Method: Integration

Continuación...

Figura de septiembre

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for SEP. 2018

NAME: Huerto Unalm CITY: La Molina STATE: Lima
 ELEV: 238 m LAT: 12° 06' 00" S LONG: 76° 54' 00" W

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (m/s)

DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH	TIME	DOM DIR
1	16.6	22.1	1:20p	14.2	4:45a	2.1	0.4	0.0	2.9	18.8	3:20p	SW
2	16.5	20.7	2:45p	13.6	10:55p	1.9	0.2	0.0	1.0	13.4	1:05p	SW
3	17.2	20.9	1:00p	15.1	5:55a	1.4	0.4	0.0	1.5	18.8	2:10p	WSW
4	16.8	19.7	12:45p	13.7	11:55p	1.2	0.1	0.0	1.2	15.6	1:35p	WSW
5	17.1	21.8	3:00p	13.7	12:05a	1.6	0.6	0.0	1.6	18.3	4:05p	ENE
6	14.2	20.2	4:00p	12.8	2:55a	1.2	0.0	0.0	0.1	8.0	4:10p	ENE
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18	16.8	18.9	12:45p	15.6	12:00m	0.8	0.0	0.0	1.9	15.6	1:30p	SW
19	15.4	16.8	1:10p	14.4	6:00a	2.7	0.0	0.0	1.2	12.5	10:50a	SW
20	15.7	17.7	2:50p	14.1	5:30a	2.5	0.0	0.2	0.8	12.1	12:55p	SW
21	16.8	21.5	2:25p	14.1	11:30p	1.7	0.4	0.0	0.9	12.1	3:30p	SSW
22	17.7	22.4	2:10p	14.2	12:05a	1.4	0.9	0.0	1.0	13.9	10:55a	SSW
23	16.1	19.7	4:05p	14.9	6:20a	1.3	0.0	0.0	0.4	7.6	2:25a	WSW
24	17.0	20.8	12:45p	14.9	6:00a	1.4	0.3	0.0	0.9	15.2	1:20p	WSW
25	15.6	19.4	4:30p	14.3	11:25p	1.6	0.0	0.0	0.2	7.2	2:05a	SW
26	17.3	21.3	3:25p	14.8	12:05a	1.4	0.5	0.0	1.2	14.3	1:10p	WSW
27	16.3	21.2	4:10p	14.6	2:05a	1.3	0.1	0.0	0.7	12.1	4:15p	NE
28	17.1	21.4	1:10p	15.4	5:30a	1.7	0.5	0.0	1.3	15.2	2:05p	WSW
29	18.1	22.6	1:50p	15.6	5:35a	1.1	0.9	0.0	1.0	13.0	12:10p	WSW
30	18.1	22.9	1:10p	14.7	12:00m	1.2	1.1	0.0	1.0	13.0	3:45p	WSW
	16.7	22.9	30	12.8	6	29.6	6.4	0.2	1.1	18.8	1	SW

Max >= 32.0: 0
 Max <= 0.0: 0
 Min <= 0.0: 0
 Min <= -18.0: 0
 Max Rain: 0.20 ON 20/09/18
 Days of Rain: 1 (> .2 mm) 0 (> 2 mm) 0 (> 20 mm)
 Heat Base: 18.3 Cool Base: 18.3 Method: Integration

Continuación...

Figura de octubre

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for OCT. 2018

NAME: Huerto Unalm CITY: La Molina STATE: Lima
 ELEV: 238 m LAT: 12° 06' 00" S LONG: 76° 54' 00" W

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (m/s)

DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH	TIME	DOM DIR
1	16.8	20.9	1:20p	14.1	12:00m	1.8	0.3	0.0	1.0	14.8	4:05p	WSW
2	17.8	23.2	12:20p	13.2	3:35a	1.7	1.2	0.0	1.1	13.4	1:25p	SSW
3	18.4	25.8	1:25p	15.7	5:30a	0.9	1.0	0.0	0.9	12.5	3:10p	WSW
4	19.1	23.6	1:35p	15.8	4:10a	0.7	1.5	0.0	1.1	12.5	10:45a	SW
5	18.3	21.9	1:40p	16.3	5:55a	0.6	0.6	0.0	0.9	12.5	10:55a	SW
6	17.7	22.3	2:25p	16.3	4:50a	1.0	0.4	0.0	1.3	13.4	3:25p	SW
7	17.7	20.4	3:40p	16.4	4:50a	0.8	0.2	0.4	0.8	13.4	12:30p	SW
8	19.3	23.9	1:40p	16.7	6:00a	0.3	1.2	0.0	1.6	15.6	1:30p	SW
9	19.4	24.0	1:10p	16.9	8:25p	0.4	1.5	0.0	2.0	18.3	1:25p	SW
10	19.0	24.1	3:30p	16.7	11:35p	0.5	1.1	0.0	1.7	17.0	12:10p	SW
11	17.6	20.2	1:55p	16.8	8:50p	0.9	0.2	0.0	3.8	20.1	2:55p	SW
12	17.6	20.8	12:25p	16.4	11:15p	0.9	0.3	0.0	4.0	18.3	12:45p	SSW
13	17.7	20.9	2:30p	15.9	5:45a	0.9	0.5	0.0	3.1	14.3	1:55p	SSW
14	17.3	19.2	11:15a	16.3	2:15a	0.9	0.1	0.0	0.6	12.1	12:25p	SW
15	17.3	20.2	12:15p	15.6	11:25p	1.1	0.2	0.0	0.8	15.2	2:45p	SSW
16	18.2	22.1	2:10p	15.6	11:10p	0.9	0.8	0.0	1.5	19.7	1:20p	SSW
17	18.0	21.4	2:55p	16.3	6:10a	0.7	0.5	0.0	2.3	18.3	1:45p	SW
18	18.2	23.0	2:55p	15.1	9:45p	1.0	0.9	0.0	1.5	16.1	3:20p	SW
19	16.9	21.2	11:30a	15.1	2:20a	0.9	0.2	0.0	0.9	16.1	11:50a	ENE
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												

	18.0	25.8	3	13.2	2	17.0	12.7	0.4	1.6	20.1	11	SW

Max >= 32.0: 0
 Max <= 0.0: 0
 Min <= 0.0: 0
 Min <= -18.0: 0

Max Rain: 0.41 ON 07/10/18

Days of Rain: 1 (> .2 mm) 0 (> 2 mm) 0 (> 20 mm)

Heat Base: 18.3 Cool Base: 18.3 Method: Integration

Continuación...

Figura de noviembre

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for NOV. 2018

NAME: Huerto Unalm CITY: La Molina STATE: Lima
 ELEV: 238 m LAT: 12° 06' 00" S LONG: 76° 54' 00" W

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (m/s)

DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH	TIME	DOM DIR
1												
2												
3												
4												
5												
6	19.0	19.9	6:20p	18.8	10:35p	0.0	0.2	0.0	0.5	6.7	9:30p	SW
7	20.1	25.1	12:20p	17.3	4:30a	0.2	1.9	0.0	1.3	13.4	12:40p	SW
8	19.1	23.4	12:30p	17.3	6:40a	0.2	1.0	0.0	2.1	18.8	2:15p	SSW
9	20.1	25.3	1:25p	17.4	12:35a	0.2	1.9	0.0	1.7	18.8	2:05p	SW
10	19.4	23.8	2:50p	16.5	2:25a	0.3	1.4	0.0	1.7	20.1	11:35a	SW
11	19.4	23.9	12:25p	17.4	6:20a	0.2	1.3	0.0	1.6	17.4	1:00p	SW
12	19.7	23.3	10:15a	15.8	5:50a	0.5	1.9	0.0	1.6	20.1	12:50p	SW
13	19.9	23.9	12:50p	16.9	1:05a	0.2	1.7	0.0	1.5	18.3	12:05p	SW
14	19.6	24.7	2:40p	16.8	6:00a	0.3	1.6	0.2	1.0	14.3	2:00p	SW
15	19.4	21.6	1:00p	17.4	5:25a	0.1	0.9	0.0	1.7	16.5	1:30p	WSW
16												
17												
18	19.1	23.8	11:15a	15.1	11:40p	0.5	1.0	0.0	1.6	21.0	10:30a	SW
19	19.4	24.4	1:15p	14.5	2:15a	0.7	1.7	0.0	1.1	17.0	3:45p	SW
20	19.8	24.6	2:35p	16.6	1:20a	0.5	2.0	0.0	0.9	14.3	1:55p	W
21	19.3	24.3	1:40p	16.9	12:05a	0.3	1.3	0.0	2.2	17.4	2:10p	SW
22	19.3	24.8	2:35p	17.1	6:25a	0.3	1.4	0.0	1.6	17.4	4:25p	SSW
23	19.3	23.6	2:15p	15.9	11:55p	0.5	1.5	0.0	1.5	21.9	1:20p	SW
24	19.1	24.0	1:10p	15.3	2:25a	0.6	1.4	0.0	1.2	16.5	2:15p	SW
25	19.8	24.6	1:15p	17.2	6:10a	0.2	1.7	0.0	1.7	13.9	11:50a	SW
26	19.7	24.4	2:20p	17.8	5:35a	0.1	1.4	0.0	2.5	17.0	2:40p	SW
27	20.8	26.1	1:35p	16.5	12:00m	0.1	2.6	0.0	1.8	20.6	3:05p	SW
28	19.9	25.1	1:25p	15.4	1:15a	0.5	2.1	0.0	2.3	20.6	1:35p	SW
29	19.7	24.3	2:05p	14.1	5:45a	0.8	2.2	0.0	2.5	24.6	12:20p	SW
30	20.5	24.6	2:30p	17.3	12:05a	0.0	1.6	0.0	2.0	18.8	4:05p	SW

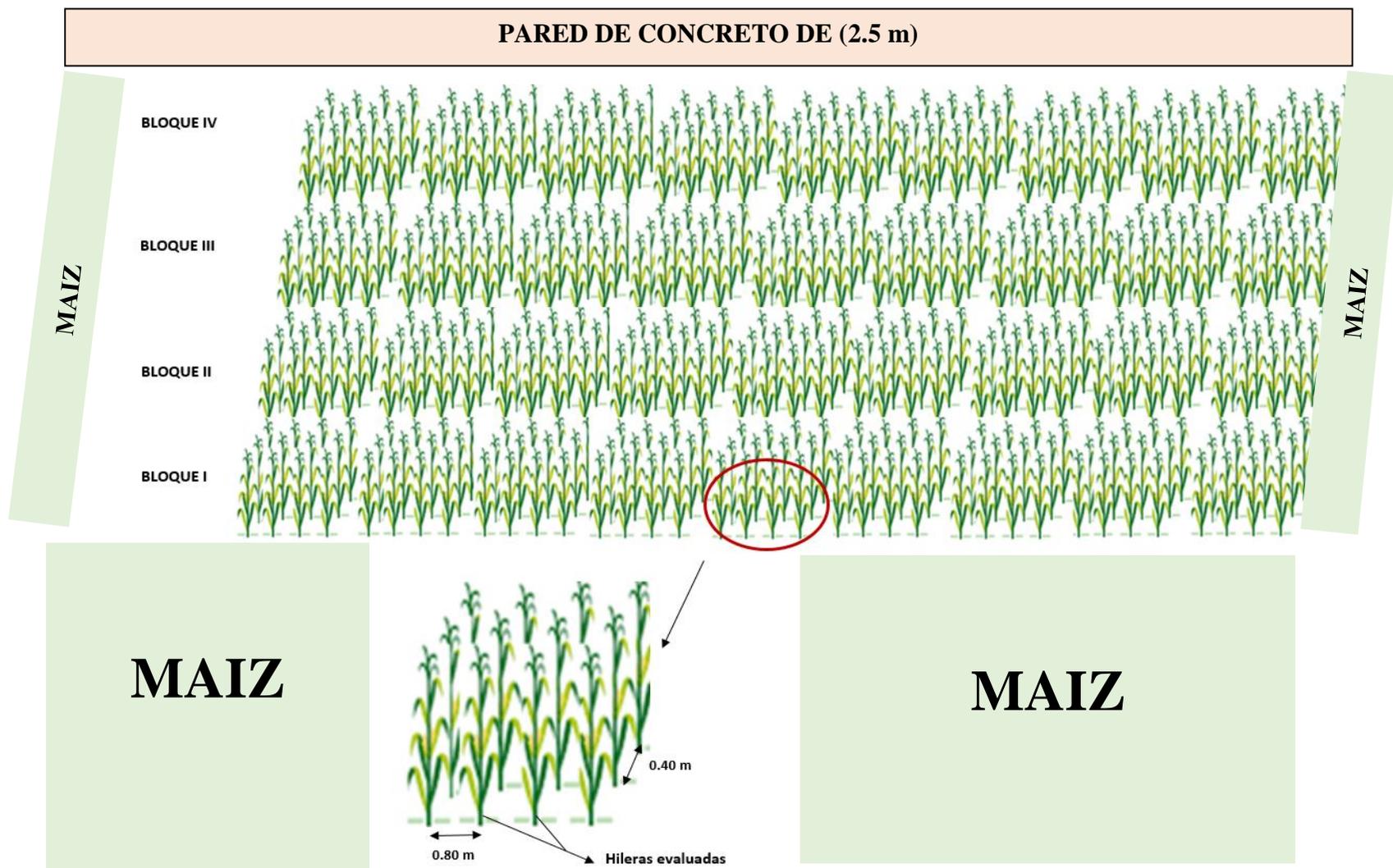
	19.6	26.1	27	14.1	29	7.4	35.7	0.2	1.6	24.6	29	SW

Max >= 32.0: 0
 Max <= 0.0: 0
 Min <= 0.0: 0
 Min <= -18.0: 0
 Max Rain: 0.20 ON 14/11/18
 Days of Rain: 1 (> .2 mm) 0 (> 2 mm) 0 (> 20 mm)
 Heat Base: 18.3 Cool Base: 18.3 Method: Integration

Anexo 2: Cronograma de la conducción del experimento

Fecha	Labores de campo
Preparación de terreno	
13/08/18	Riego
17/08/18	Arado y surcado
18/08/18	Demarcación del terreno
Pre-emergencia	
24/08/18	Siembra
25/08/18	Aplicación de Atrazina 50 ml/mochila
Desarrollo vegetativo	
30/08/18	Riego
07/09/18	Primera fertilización
14/09/18	Riego
15/09/18	Deshierbo manual
17/09/18	Aplicación de Metamidofos 60ml/mochila
20/09/18	Desahije y aplicación de Granolate 8kg/ha
26/09/18	Riego
08/10/18	Segunda fertilización y aporque
Desarrollo reproductivo	
11/10/18	Riego
29/10/18	Riego
09/11/18	Riego
20/11/18	Riego
Senescencia	
02/01/19	Evaluación de campo
04/01/19	Evaluación de campo
12/01/19	Cosecha
Recopilación y procesamiento de datos	
21/01/19 al 04/02/19	Evaluación de gabinete
11/02/19	Procesamiento de datos

Anexo 3: Croquis del área total experimental



Anexo 4: Análisis estadístico para las variables del crecimiento del maíz

Altura de planta (m)

Prueba de comparación de medias (SNK)		
Efectos de interacción	Medias	SNK
K120 : Exp	3,068	a
K0 : Exp	3,038	a
K60 : Exp	3,010	a
K0 : Pool	2,495	b
K60 : Pool	2,448	b
K60 : CML	2,378	b
K0 : CML	2,370	b
K120 : CML	2,358	b
K120 : Pool	2,328	b
Efecto Potasio	Medias	SNK
K0	2,634	a
K60	2,612	a
K120	2,584	a
Efecto Genotipo	Medias	SNK
Exp	3,038	a
Pool	2,423	b
CML	2,368	b

Altura de mazorca (m)

Prueba de comparación de medias (SNK)		
Efectos de interacción	Medias	SNK
K0 : Exp	2,028	a
K120 : Exp	2,015	a
K60 : Exp	1,990	a
K0 : Pool	1,478	b
K60 : Pool	1,408	bc
K120 : Pool	1,340	c
K60 : CML	1,338	c
K120 : CML	1,288	c
K0 : CML	1,283	c
Efecto Potasio	Medias	SNK
K0	1,596	a
K60	1,578	a
K120	1,548	a
Efecto Genotipo	Medias	SNK
Exp	2,011	a
Pool	1,408	b
CML	1,303	c

Continuación...

Número de hojas por planta

Prueba de comparación de medias (SNK)		
Efectos de interacción	Medias	SNK
K120 : Exp	15,175	a
K0 : Exp	15,125	a
K60 : Exp	14,725	a
K60 : CML	12,800	b
K0 : Pool	12,775	b
K0 : CML	12,750	b
K120 : CML	12,750	b
K120 : Pool	12,450	b
K60 : Pool	12,400	b
Efecto Potasio	Medias	SNK
K0	13,550	a
K120	13,458	a
K60	13,308	a
Efecto Genotipo	Medias	SNK
Exp	15,008	a
CML	12,767	b
Pool	12,542	b

Número de hojas sobre la mazorca

Prueba de comparación de medias (SNK)		
Efectos de interacción	Medias	SNK
K120 : Exp	5,925	a
K0 : Exp	5,900	a
K0 : CML	5,725	a
K60 : Exp	5,725	a
K60 : CML	5,650	a
K120 : CML	5,600	a
K120 : Pool	5,600	a
K0 : Pool	5,575	a
K60 : Pool	5,450	a
Efecto Potasio	Medias	SNK
K0	5,733	a
K120	5,708	a
K60	5,608	a
Efecto Genotipo	Medias	SNK
Exp	5,850	a
CML	5,658	b
Pool	5,541	b

Continuación...

Diámetro de tallo (cm)

Prueba de comparación de medias (SNK)		
Efectos de interacción	Medias	SNK
K0 : Exp	2,860	a
K120 : Exp	2,713	ab
K60 : Exp	2,615	b
K0 : Pool	2,400	c
K60 : Pool	2,348	c
K120 : Pool	2,288	c
K60 : CML	2,260	c
K0 : CML	2,230	c
K120 : CML	2,230	c
Efecto Potasio	Medias	SNK
K0	2,497	a
K120	2,410	a
K60	2,408	a
Efecto Genotipo	Medias	SNK
Exp	2,729	a
Pool	2,345	b
CML	2,240	b

Anexo 5: Análisis estadístico para caracteres de mazorca

Peso de una mazorca (g)

Prueba de comparación de medias (SNK)		
Efectos de interacción	Medias	SNK
K60 : Pool	275,500	a
K0 : Pool	258,475	a
K120 : CML	257,625	a
K60 : CML	252,050	a
K60 : Exp	250,425	a
K0 : Exp	249,050	a
K120 : Pool	247,325	a
K0 : CML	243,950	a
K120 : Exp	239,325	a
Efecto Potasio	Medias	SNK
K60	259,325	a
K0	250,492	a
K120	248,092	a
Efecto Genotipo	Medias	SNK
Pool	31,442	a
CML	28,867	a
Exp	26,775	a

Longitud de mazorca (cm)

Prueba de comparación de medias (SNK)		
Efectos de interacción	Medias	SNK
K60 : Exp	20,375	a
K120 : Exp	19,850	ab
K0 : Exp	19,750	abc
K60 : Pool	19,475	abcd
K0 : Pool	18,725	bcd
K120 : Pool	18,650	bcd
K60 : CML	18,325	bcd
K0 : CML	18,250	cd
K120 : CML	18,025	d
Efecto Potasio	Medias	SNK
K60	19,392	a
K0	18,908	a
K120	18,842	a
Efecto Genotipo	Medias	SNK
Exp	19,992	a
Pool	18,950	b
CML	18,200	c

Continuación...

Diámetro de mazorca (cm)

Prueba de comparación de medias (SNK)		
Efectos de interacción	Medias	SNK
K120 : CML	5,325	a
K0 : CML	5,275	ab
K60 : CML	5,250	ab
K60 : Pool	5,175	ab
K0 : Pool	5,150	ab
K120 : Pool	5,125	ab
K120 : Exp	5,075	ab
K0 : Exp	5,050	b
K60 : Exp	5,050	b
Efecto Potasio	Medias	SNK
K120	5,175	a
K0	5,158	a
K60	5,158	a
Efecto Genotipo	Medias	SNK
CML	5,283	a
Pool	5,150	b
Exp	5,058	b

Número de hileras por mazorca

Prueba de comparación de medias (SNK)		
Efectos de interacción	Medias	SNK
K120 : Pool	14,650	a
K60 : Pool	14,200	ab
K60 : Exp	14,100	ab
K0 : Pool	14,050	ab
K0 : CML	13,900	ab
K120 : CML	13,800	ab
K60 : CML	13,700	ab
K120 : Exp	13,550	b
K0 : Exp	13,400	b
Efecto Potasio	Medias	SNK
K60	14,000	a
K120	14,000	a
K0	13,783	a
Efecto Genotipo	Medias	SNK
Pool	14,300	a
CML	13,800	b
Exp	13,683	b

Continuación...

Número de granos por dos hileras

Prueba de comparación de medias (SNK)		
Efectos de interacción	Medias	SNK
K60 : Exp	75,050	a
K0 : Exp	72,750	ab
K120 : Exp	72,550	ab
K120 : CML	71,600	ab
K60 : Pool	71,200	ab
K60 : CML	70,675	ab
K0 : CML	69,950	b
K120 : Pool	69,600	b
K0 : Pool	69,025	b
Efecto Potasio	Medias	SNK
K60	72,308	a
K120	71,250	a
K0	70,575	a
Efecto Genotipo	Medias	SNK
Exp	73,450	a
CML	70,742	b
Pool	69,942	b

Espesor de 10 semillas (cm)

Prueba de comparación de medias (SNK)		
Efectos de interacción	Medias	SNK
K0 : Pool	4,900	a
K120 : Pool	4,850	ab
K60 : Pool	4,825	ab
K0 : Exp	4,800	ab
K60 : Exp	4,775	ab
K120 : Exp	4,775	ab
K0 : CML	4,500	abc
K60 : CML	4,400	bc
K120 : CML	4,325	c
Efecto Potasio	Medias	SNK
K0	4,733	a
K60	4,667	a
K120	4,650	a
Efecto Genotipo	Medias	SNK
Pool	4,858	a
Exp	4,783	a
CML	4,408	b

Continuación...

Ancho de 10 semillas (cm)

Prueba de comparación de medias (SNK)		
Efectos de interacción	Medias	SNK
K60 : CML	10,525	a
K120 : CML	10,500	a
K120 : Exp	10,425	a
K0 : CML	10,400	a
K0 : Exp	10,375	a
K60 : Pool	10,275	ab
K0 : Pool	10,175	ab
K60 : Exp	10,175	ab
K120 : Pool	9,825	b
Efecto Potasio	Medias	SNK
K60	10,325	a
K0	10,317	a
K120	10,250	a
Efecto Genotipo	Medias	SNK
CML	10,475	a
Exp	10,325	a
Pool	10,092	b

Longitud de 10 semillas (cm)

Prueba de comparación de medias (SNK)		
Efectos de interacción	Medias	SNK
K120 : CML	13,550	a
K0 : CML	13,350	ab
K60 : CML	13,300	ab
K0 : Pool	13,000	bc
K60 : Pool	12,925	bcd
K120 : Pool	12,900	bcd
K0 : Exp	12,525	cd
K120 : Exp	12,475	cd
K60 : Exp	12,400	d
Efecto Potasio	Medias	SNK
K120	12,975	a
K0	12,958	a
K60	12,875	a
Efecto Genotipo	Medias	SNK
CML	13,400	a
Pool	12,942	b
Exp	12,467	c

Continuación...

Peso de semillas por mazorca (g)

Prueba de comparación de medias (SNK)		
Efectos de interacción	Medias	SNK
K60 : Pool	207,650	a
K0 : Pool	198,100	a
K120 : CML	197,650	a
K60 : CML	192,975	a
K120 : Pool	191,875	a
K60 : Exp	188,950	a
K0 : Exp	187,900	a
K0 : CML	186,350	a
K120 : Exp	180,475	a
Efecto Potasio	Medias	SNK
K60	196,525	a
K0	190,783	a
K120	190,000	a
Efecto Genotipo	Medias	SNK
Pool	199,208	a
CML	192,325	a
Exp	185,775	a

Peso de una coronta (g)

Prueba de comparación de medias (SNK)		
Efectos de interacción	Medias	SNK
K60 : Pool	67,050	a
K0 : Exp	62,475	a
K60 : Exp	61,925	a
K0 : Pool	60,500	a
K60 : CML	59,575	a
K120 : CML	59,450	a
K120 : Exp	58,450	a
K0 : CML	57,775	a
K120 : Pool	56,000	a
Efecto Potasio	Medias	SNK
K60	62,850	a
K0	60,250	a
K120	57,967	a
Efecto Genotipo	Medias	SNK
Pool	61,183	a
Exp	60,950	a
CML	58,933	a

Continuación...

Numero de semillas por mazorca

Prueba de comparación de medias (SNK)		
Efectos de interacción	Medias	SNK
K60 : Exp	492,850	a
K60 : Pool	490,550	a
K120 : Pool	490,075	a
K120 : Exp	474,250	a
K0 : CML	473,425	a
K60 : CML	471,175	a
K0 : Pool	469,125	a
K120 : CML	469,025	a
K0 : Exp	465,850	a
Efecto Potasio	Medias	SNK
K60	484,858	a
K120	477,783	a
K0	469,467	a
Efecto Genotipo	Medias	SNK
Pool	483,250	a
Exp	477,650	a
CML	471,208	a

Diámetro de coronta (cm)

Prueba de comparación de medias (SNK)		
Efectos de interacción	Medias	SNK
K0 : Exp	3,050	a
K60 : Exp	3,025	a
K60 : Pool	3,025	a
K120 : Exp	3,025	a
K60 : CML	3,000	a
K120 : CML	3,000	a
K0 : Pool	2,975	a
K0 : CML	2,950	a
K120 : Pool	2,925	a
Efecto Potasio	Medias	SNK
K60	3,017	a
K0	2,992	a
K120	2,983	a
Efecto Genotipo	Medias	SNK
Exp	3,033	a
CML	2,983	a
Pool	2,975	a

Peso de una semilla (g)

Prueba de comparación de medias (SNK)		
Efectos de interacción	Medias	SNK
K0 : Pool	0,425	a
K60 : CML	0,425	a
K60 : Pool	0,425	a
K120 : CML	0,425	a
K0 : Exp	0,400	a
K0 : CML	0,400	a
K60 : Exp	0,400	a
K120 : Exp	0,400	a
K120 : Pool	0,400	a
Efecto Potasio	Medias	SNK
K60	0,417	a
K0	0,408	a
K120	0,408	a
Efecto Genotipo	Medias	SNK
CML	0,417	a
Pool	0,417	a
Exp	0,400	a

Anexo 6: Análisis estadístico para componentes del rendimiento

Número de mazorcas por planta

Prueba de comparación de medias (SNK)		
Efectos de interacción	Medias	SNK
K0 : Exp	1,475	a
K120 : Exp	1,250	ab
K0 : Pool	1,200	ab
K60 : Exp	1,200	ab
K60 : Pool	1,175	ab
K60 : CML	1,125	b
K0 : CML	1,100	b
K120 : CML	1,075	b
K120 : Pool	1,050	b
Efecto Potasio	Medias	SNK
K0	1,258	a
K60	1,167	a
K120	1,125	a
Efecto Genotipo	Medias	SNK
Exp	1,308	a
Pool	1,142	b
CML	1,100	b

Porcentaje de desgrane de una mazorca (%)

Prueba de comparación de medias (SNK)		
Efectos de interacción	Medias	SNK
K120 : Pool	77,525	a
K0 : Pool	76,775	a
K120 : CML	76,725	a
K60 : CML	76,575	a
K0 : CML	76,400	a
K0 : Exp	75,475	a
K60 : Exp	75,475	a
K120 : Exp	75,450	a
K60 : Pool	75,425	a
Efecto Potasio	Medias	SNK
K120	76,567	a
K0	76,217	a
K60	75,825	a
Efecto Genotipo	Medias	SNK
Pool	76,575	a
CML	76,567	a
Exp	75,467	ab

Continuación...

Humedad de cosecha (%)

Prueba de comparación de medias (SNK)		
Efectos de interacción	Medias	SNK
K120 : Exp	32,925	a
K60 : Exp	31,750	a
K0 : Exp	29,650	a
K0 : CML	29,150	a
K60 : CML	29,125	a
K120 : CML	28,325	a
K120 : Pool	28,275	a
K0 : Pool	26,025	a
K60 : Pool	26,025	a
Efecto Potasio	Medias	SNK
K120	29,842	a
K60	28,967	a
K0	28,275	a
Efecto Genotipo	Medias	SNK
Exp	31,442	a
CML	28,867	ab
Pool	26,775	b

Número de plantas por parcela

Prueba de comparación de medias (SNK)		
Efectos de interacción	Medias	SNK
K120 : Pool	42,500	a
K60 : CML	42,500	a
K120 : CML	42,250	a
K120 : Exp	42,250	a
K0 : CML	41,750	a
K60 : Exp	41,750	a
K60 : Pool	41,250	a
K0 : Exp	41,000	a
K0 : Pool	40,000	a
Efecto Potasio	Medias	SNK
K120	42,333	a
K60	41,833	a
K0	40,917	a
Efecto Genotipo	Medias	SNK
CML	42,160	a
EXP	41,667	a
Pool	41,250	a

Continuación...

Rendimiento en grano (Kg/ha)

Prueba de comparación de medias (SNK)		
Efectos de interacción	Medias	SNK
K0 : Exp	12 728,700	a
K60 : Exp	11 648,850	ab
K120 : Exp	11 568,250	ab
K120 : Pool	10 679,225	ab
K60 : Pool	10 367,375	b
K0 : Pool	10 269,100	b
K120 : CML	10 045,575	b
K60 : CML	9 703,375	b
K0 : CML	9 594,175	b
Efecto Potasio	Medias	SNK
K0	10 863,990	a
K120	10 764,350	a
K60	10 573,200	a
Efecto Genotipo	Medias	SNK
Exp	11 981,933	a
Pool	10 438,567	b
CML	9 781,042	b