



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



**FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**Evaluación del rendimiento de grano de 09 híbridos
comerciales de maíz amarillo (*Zea mays* L.), en el
Distrito La Capilla, Cutervo, Región Cajamarca.**

TESIS

**Para optar el título profesional de:
INGENIERA AGRÓNOMA**

PRESENTADO POR

**Sarela Julca Borja
Rosa Miriam Cieza Carranza**

ASESOR

M.Sc. José Avercio Neciosup Gallardo

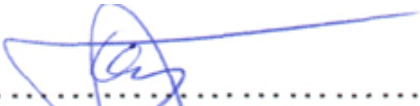
**Lambayeque - Perú
2022**

**Evaluación del rendimiento de grano de 09 híbridos comerciales
de maíz amarillo (*Zea mays* L.), en el Distrito La Capilla, Cutervo,
Región Cajamarca**

Presentada a la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo,
para optar el Título Profesional de:

INGENIERA AGRÓNOMA

APROBADO POR:



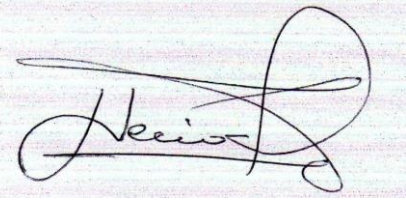
Dr. Américo Celada Becerra
Presidente del Jurado



Dr. Ricardo Chavarry Flores
Secretario del Jurado



Ing. Neptalí Peña Orrego
Vocal del Jurado



M.Sc. José Avercio Neciosup Gallardo
Asesor

LAMBAYEQUE, 2022

DEDICATORIA

A **Dios**, el amigo fiel que nunca falla, el amigo incondicional que ilumina mi camino y me acompaña día a día. A él por permitirme concluir este proyecto de manera satisfactoria.

A **nuestros padres** por su permanente amor y apoyo, ejemplo de superación en base al trabajo y esfuerzo.

A **nuestros hermanos**, por su amor fraternal, paciencia, permanente apoyo y por permitirme compartir a su lado alegrías desbordantes y momentos de felicidad.

AGRADECIMIENTO

Nuestro más sincero agradecimiento al **M.Sc. José Avercio Neciosup Gallardo** docente de la Universidad Nacional “Pedro Ruíz Gallo”, por brindarme el asesoramiento correspondiente para concluir con éxito la redacción del presente trabajo de investigación a nivel de tesis.

Nuestro agradecimiento a los miembros del jurado: **Dr. Américo Celada Becerra, Dr. Ricardo Chavarry Flores, Ing. Neptalí Peña Orrego**, por sus aportes y recomendaciones en la redacción del informe final.

Infinito agradecimiento a los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, por brindarnos sus enseñanzas y compartir sus experiencias académicas.

INDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
II. Revisión de literatura	3
2.1. Origen del maíz	3
2.2. Taxonomía del maiz	4
2.3. Características botánicas	5
2.4. Etapas de crecimiento del maíz	6
2.5. Condiciones agrecologicas para el maiz	7
2.5.1. Temperatura	7
2.5.2. Requerimiento de suelos y agua	7
2.6. Maiz hibrido	8
2.7. Historia del desarrollo del maíz híbrido	9
2.8. Utilización de dobles haploides en el mejoramiento del maíz.	10
2.9. Antecedentes	11
2.10. Producción nacional	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1. Ubicación del trabajo experimental	14
3.2. Tipo de investigación	14
3.3. Hipótesis	14
3.4. Metodologia	14
3.4.1. Diseño de contrastación de hipótesis	14
3.4.2. Material genético	15
3.4.3. Diseño experimental	15
3.4.4. Análisis de las características físico-químico del suelo.	15
3.4.5. Registro de datos meteorológicos.	16
3.4.6. Manejo y conducción del trabajo.	17
3.5. Características registradas	18
3.5.1. Días al 50% de floración masculina	18
3.5.2. Días al 50% de floración femenina	18
3.5.3. Días a la madurez fisiológica	18
3.5.4. Altura de planta	18
3.5.5. Área foliar	19
3.5.6. Longitud de mazorca	19
3.5.7. Diámetro de mazorca	19
3.5.8. Número de hileras por mazorca	19
3.5.9. Número de granos por hilera	19
3.5.10. Materia seca total	19

3.5.11.	Índice de mazorca	19
3.5.12.	Rendimiento de grano	19
3.5.13.	Peso de 1000 granos	19
3.6.	Análisis estadístico	19
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
4.1.	Análisis de variancia de las características evaluadas	20
4.2.	Análisis de las características evaluadas	20
4.2.1.	Días al 50% de floración masculina	20
4.2.2.	Días al 50% de floración femenina	22
4.2.3.	Días a la madurez de cosecha	22
4.2.4.	Altura de planta	26
4.2.5.	Área foliar	26
4.2.6.	Longitud de mazorca	29
4.2.7.	Diámetro de mazorca	29
4.2.8.	Número de hileras por mazorca	29
4.2.9.	Número de granos por hilera	33
4.2.10.	Índice de mazorca	33
4.2.11.	Materia seca total	35
4.2.12.	Peso de 1000 granos	35
4.2.13.	Rendimiento de grano	39
4.3.	Análisis multivariado	39
4.3.1.	Análisis de clúster	39
4.4.2.	Análisis de componentes principales	41
V.	CONCLUSIONES	47
VI.	RECOMENDACIONES	48
VII.	REFERENCIAS	49
VII	ANEXO	54

INDICE DE TABLAS

		Página
Tabla 1	Características físico y químico del suelo experimental. Distrito “La Capilla”, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca.	16
Tabla 2	Tabla climática // datos históricos del tiempo Socota, Cutervo, Región Cajamarca, 2018.	18
Tabla 3	Cuadrados medios del análisis de variancia para las características evaluadas en nueve híbridos de maíz amarillo duro y un testigo local.	21
Tabla 4	Días al 50% de floración masculina de nueve híbridos comerciales de maíz amarillo duro.	23
Tabla 5	Días al 50% de floración femenina de nueve híbridos comerciales de maíz amarillo duro.	24
Tabla 6	Días a la madurez de cosecha de nueve híbridos comerciales de maíz amarillo duro.	25
Tabla 7	Altura de planta (m) de nueve híbridos comerciales de maíz amarillo duro.	27
Tabla 8	Area foliar (dm ²), de nueve híbridos comerciales de maíz amarillo.	28
Tabla 9	Longitud de mazorca (cm), de nueve híbridos comerciales de maíz amarillo duro.	30
Tabla 10	Diámetro de mazorca (cm) de nueve híbridos comerciales de maíz amarillo duro.	30
Tabla 11	Número de hileras por mazorca, de nueve híbridos comerciales de maíz amarillo duro.	36
Tabla 12	Número de granos por hilera de nueve híbridos comerciales de maíz amarillo duro.	34
Tabla 13	Índice de mazorca, de nueve híbridos comerciales de maíz amarillo duro.	32
Tabla 14	Materia seca total (t/ha), de nueve híbridos comerciales de maíz amarillo duro.	37
Tabla 15	Peso de 1000 granos (g) de nueve híbridos comerciales de maíz amarillo duro.	38

Tabla 16	Rendimiento de grano (kg/ha), de nueve híbridos comerciales de maíz amarillo duro.	40
Tabla 17	Historial de Conglomeración	42
Tabla 18	Matriz de correlaciones de las variables evaluadas en nueve híbridos comerciales y un testigo criollo local de maíz amarillo duro.	44
Tabla 19	Comunalidades	45
Tabla 20	Varianza total explicada	46
Tabla 21	Matriz de componente rotado	46

INDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Datos históricos del tiempo. Temperaturas máximas, mínimas y medias. Distrito de Socota, Cutervo, región Cajamarca.	18
Figura 2	Días al 50% de floración masculina	23
Figura 3	Días al 50% de floración femenina	24
Figura 4	Días a la madurez de cosecha	25
Figura 5	Altura de planta (m)	27
Figura 6	Area foliar (dm ²)	28
Figura 7	Longitud de mazorca (cm)	30
Figura 8	Diámetro de mazorca (cm)	31
Figura 9	Número de hileras por mazorca	32
Figura 10	Número de granos por hilera	34
Figura 11	Índice de mazorca	36
Figura 12	Materia seca total (t/ha)	37
Figura 13	Peso de 1000 granos (g)	38
Figura 14	Rendimiento de grano (kg/ha)	40
Figura 15	Dendrograma	43
Figura 16	Gráfico de sedimentación	46

Evaluación del rendimiento de grano de 09 híbridos comerciales de maíz amarillo (*Zea mays* L.), en el Distrito La Capilla, Cutervo, Región Cajamarca.

Resumen

El trabajo de investigación se realizó en el distrito La Capilla, provincia de Cutervo, región Cajamarca, de agosto a diciembre del 2018, geográficamente se ubica dentro de las coordenadas 06° 14' 43" de latitud sur, 78° 51' 28" de longitud oeste y altitud de 1,663 m.s.n.m. Los objetivos de la investigación fueron:

evaluar el rendimiento y determinar los componentes de rendimiento, características reproductivas y crecimiento de nueve híbridos comerciales de maíz amarillo duro. La preparación de terreno se realizó con yunta y las labores de manejo fueron propias para el cultivo de maíz amarillo duro en la zona norte del Perú. El suelo corresponde a la clase textural Franco Arcillo Arenoso reacción moderadamente ácida (pH = 5.56), sin problemas de sales (CE= 0.24 dS/m, materia orgánica alta (4.83 %), fósforo bajo (4.30 ppm) y potasio nivel medio (177 ppm), suelo adecuado para el crecimiento y desarrollo del maíz. La temperatura promedio durante la ejecución del experimento fue de 23.74, 10.99 y 17.35 °C respectivamente para la temperatura máxima, mínima y media. Las necesidades hídricas fueron cubiertas tanto con lluvias que caen en la zona como con riego por aspersión cuando hubo escases de lluvias. La investigación fue experimental aplicada, se empleó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones y diez tratamientos, se utilizó nueve híbridos comerciales y un testigo criollo local. El híbrido AGRI-340 registró el mayor rendimiento con 14 041.00 kg/ha, mostrando similitud estadística con los híbridos DK7508, DK 7500, DK 7088 y ATLAS 105, que obtuvieron rendimientos de 12 297.50, 11 916.67, 11 854.17 y 10 935.42 kg/ha, los híbridos SV 3243, AGRHICOL XB8010 y el testigo criollo local mostraron menor capacidad productiva al registrar rendimientos de 7541.67, 6241.67 y 3922.92 kg/ha respectivamente.

Palabras claves: *Evaluación, híbridos, maíz amarillo, rendimiento grano*

Evaluation of the grain yield of 09 commercial hybrids of yellow maize (*Zea mays* L.), in the La Capilla District, Cutervo, Cajamarca Region.

Abstract

The research work was carried out in the La Capilla district, Cutervo province, Cajamarca region, from August to December 2018, geographically it is located within the coordinates 06° 14' 43" of south latitude, 78 ° 51' 28" of West longitude and altitude of 1,663 meters above sea level. The objectives of the research were: to evaluate the yield and determine the components of yield, reproductive characteristics and growth of nine commercial hybrids of hard yellow corn. The land preparation was carried out with a team and the management tasks were typical for the cultivation of hard yellow corn in the northern part of Peru. The soil corresponds to the textural class Fo Ar Ao, moderately acidic reaction (pH = 5.56), without salt problems (EC = 0.24 dS/m, high organic matter (4.83%), low phosphorus (4.30 ppm) and low potassium (177 ppm), soil suitable for the growth and development of corn. The average temperature during the execution of the experiment was 23.74, 10.99 and 17.35 respectively for the maximum, minimum and average temperature. zone as with sprinkler irrigation when there was little rain. The research was applied experimental, the completely randomized block design (DBCA) was used with three repetitions and ten treatments, nine commercial hybrids and a local Creole control were used. AGRI-340 registered the highest yield with 14,041.00 kg / ha, showing statistical similarity the hybrids DK7508, DK 7500, DK 7088 and ATLAS 105, which obtained yields of 12,297.50, 11,916.67, 11,854.17 and 10,935. 42 kg / ha, the hybrids SV 3243, AGRHICOL XB8010 and the local creole control showed less productive capacity when registering yields of 7541.67, 6241.67 and 3922.92 kg / ha respectively.

Keywords: *Evaluation, hybrids, yellow corn, grain yield*

I. INTRODUCCIÓN

El Maíz Amarillo Duro tiene una contribución muy importante en el sector agropecuario y en la canasta familiar de la población de nuestro país, su producción esta destinada para atender la industria avícola, producción porcícola. Tiene una participación activa en la Cadena Agroalimentaria del país, la cual se inicia con la siembra y culmina en las cadenas e industria de carne de aves y cerdos respectivamente. (MINAG , 2012).

El Instituto de Investigación y Desarrollo de Comercio Exterior de la Cámara de Comercio de Lima, reporta al maíz amarillo duro como insumo principal fuertemente ligada a la producción de alimento balanceado para la avicultura y la ganadería; se reporta que el maíz amarillo duro ha tenido un crecimiento acumulado durante cinco años consecutivos de crecimiento. (La Republica, 2018).

En el Perú se producen 1.200.000 toneladas al año; destacando la región de Ica con 200.000 toneladas al año, seguido de las regiones de Áncash (200.000 t), Lima (150.000 t), La Libertad (130.000 t), y San Martín (120.000 t). Se reporta un área aproximada de siembra de 250.000 hectáreas dedicadas a este cultivo; pero el área de siembra sostenida es de 150.000 hectáreas, desde los años 90. La región San Martín cuenta con la mayor área de siembra (45.000 hectáreas), seguido de Loreto (37.000 ha), Ica (20.000 ha), Cajamarca (20.000 ha) y Áncash (17.000 ha) (Agraria.pe, 2020)

En estos últimos años, en la zona rural del distrito de Cutervo, se viene instalando áreas para la producción avícola, lo que indica que habrá demanda de este cereal para la alimentación de aves. El desarrollo de la actividad avícola, beneficiará al agricultor de la

zona, que podría optar por sembrar el maíz amarillo duro como una alternativa a sus ingresos económicos. Ante este escenario, será obligado promover la siembra de este cereal en los valles de Cutervo que presenten condiciones climáticas para su producción, adecuando paquetes tecnológicos. La introducción de híbridos comerciales puede contribuir a la producción, estimando la potencialidad productiva de los mismos en espacios de la provincia de Cutervo.

OBJETIVOS

- Evaluar el rendimiento de nueve híbridos comerciales de maíz amarillo duro, en el distrito “La Capilla”, Cutervo.
- Determinar los componentes de rendimiento y características reproductivas y de crecimiento de los nueve híbridos comerciales de maíz amarillo duro

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. ORIGEN DEL MAÍZ

El maíz probablemente tuvo su origen en Mesoamerica, a lo largo del acantilado occidental de México Central o del Sur a 500 km de la ciudad de México, entre los años 8000 y 600 AC. (Vigouroux, et al., 2009, citado por Acosta, 2009). Se sostiene que el ecosistema que dio lugar al maíz es el área ocupada por el género *Tripsacum*. Así mismo se sostiene, apoyándose en diferentes campos de investigación, que el maíz provino de una forma de maíz silvestre, o del teocintle silvestre, o de un antepasado desconocido nada relacionado con las especies mencionadas. Se aceptaba en los años 70, que el maíz doméstico tiene como ancestro al maíz silvestre; sin embargo surge otra teoría, en los años 80 sosteniendo que el Teocintle es el progenitor del maíz. No se tiene dilucidado aún el origen del maíz.

Otros planteamientos han considerado la Zona Andina como el centro secundario de diversidad genética, y en donde el maíz ha tenido una rápida evolución; México se considera como el centro primario, lugar donde se han encontrado 50 razas, convirtiéndose también en el centro de difusión de estas debido a que se encontraron siete razas homólogas en Guatemala, seis en Colombia, cinco en Perú y dos en Brasil; pero permaneciendo alrededor de 27 como variedades endémicas (Wilkes, 1988, citado por Acosta, 2009).

Existen otros planteamientos en cuanto al origen del maíz, como los modelos de evolución vertical del maíz moderna a partir de maíz silvestre, cambios progresivos de teocintle a maíz, separación durante el proceso evolutivo del teocintle y maíz a partir de un ancestro común, la hibridación del teocintle con una gramínea desconocida. (Wilkes, 1988; citado por Acosta, 2009)

2.2. TAXONOMÍA DEL MAÍZ

El maíz puede clasificarse desde un punto de vista taxonómico, commercial, estructural, especial y en teniendo en cuenta su calidad (Cabrerizo, 2012, citado por Aguacho Abarca, 2014).

a. Botánica

Reino	:	Vegetal
Subreino	:	Embriobionta
División	:	Angiospermae
Clase	:	Monocotyledoneae
Orden	:	Poales
Familia	:	Poaceae
Género	:	Zea
Especie	:	Mays

Nombre científico: *Zea mays* L.

b. Estructural

Se clasifica de acuerdo a las características del endospermo, dando lugar a varias razas o grupos, como *Zea mays indentata* o maíz dentado, conocido como maíz duro, caracterizado por tener endospermo corneo y harinoso; el maíz con endospermo cristalino que pertenece a *Zea mays indurata*; *Zea mays amilaceo*, caracterizado por tener endospermo harinoso, es comun en la zona andina de América del sur; *Zea mays saccharata*, que tiene granos con alto contenido de azúcar; *Zea mays everta*, es una forma extrema de maíz cristalino, conocido como maíz reventón; *Zea mays tunicata*, se caracteriza por tener el grano encerrado en una vaina o tunica; se utiliza como fuente de germoplasma en los programas de fitomejoramiento. (Cabrerizo, 2006, citado por Guacho Abarca, 2014)

c. Comercial

La clasificación del maíz por colores es una formalidad commercial, tenemos el maíz blanco que presenta un valor menor o igual a 5% de maíces amarillos; el maíz amarillo, de granos amarillos o con un trozo rojizo y que tenga un valor menor o igual al 6% de maíces de otro color; el maíz mezclado, es el maíz blanco que contenga entre 5,1 a 10 % de maíces amarillos, así como el maíz amarillo que presenta un valor entre 5,1 a 10% de maíces blancos; y el maíz negro, que presenta un valor menor o igual a 5% de maíces blancos o amarillos, siendo superior al 10% de maíces oscuros.(Grupo Semillas, 2012, mencionado por Guacho Abarca, 2014).

2.3. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

La planta del maíz presenta un sistema de raíz fibroso y caulinar con escasos macollos. Su inflorescencia femenina (mazorca), se forma a partir de las yemas laterales en las axilas de las hojas superiores del tallo, está cubierta por hojas. La mazorca de maíz presenta forma cilíndrica con un eje o raquis central en el cual se insertan las espiguillas de a pares, dando lugar a las hileras; las espiguillas presentan dos flores pistiladas solo una de ellas es fértil. La parte superior del tallo, presenta la inflorescencia masculina, llamada también panícula que tiene ramas laterales en las cuales se forman las anteras y se produce el polen; puede tomar una tonalidad amarillenta o verdosa, según el color de las glumas y anteras. Los nudos del tallo nacen las hojas en forma alternada, de forma lanceolada y acuminadas; los entrenudos se encuentran cubiertos por una vaina, de igual manera las yemas florales. (Paliwal, 2001 b; ECOCROP, 2007; Kato, 2009; Clayton, 2006; Tapia y Fries, 2007, citados por Sanchez Ortega, 2014).

CIBIOGEM, (2019). La planta del maíz es una planta anual, tiene un tallo simple, robusto y erecto, de fácil desarrollo sin ramificaciones, puede alcanzar hasta 4 metros de altura; es una planta monoica, con flores masculina y femenina en la misma planta pero ubicadas en diferente espacio. Su inflorescencia masculina es una panícula que se ubica en la parte superior del tallo, de coloración amarilla, produce de 20 a 25 millones de grano de polen. La inflorescencia femenina se forma en unas estructuras llamadas espádices que se forman en las yemas laterales de las hojas superiores y se disponen en forma lateral; presenta entre 800 a 1000 granos. Las hojas se alternan en el tallo, son lanceoladas, paralelinervias, largas de buen tamaño, sus extremos son cortantes; se abrazan al tallo. Las raíces son fasciculadas, su función es anclar el tallo de la planta; presenta, en algunos casos, nudos de las raíces secundarias o adventicias.

2.4. ETAPAS DE CRECIMIENTO DEL MAÍZ

Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM), (2019), señala, que para poder identificar las distintas etapas de crecimiento de maíz, los investigadores han estructurado una guía, esto permite la normalización de las definiciones. No todas las plantas en una población alcanzan al mismo tiempo la expresión de una etapa en particular; los investigadores estiman que cuando el 50% de las plantas de una población expresan una característica se puede decir que se ha alcanzado la etapa específica. Esto ayuda para que los investigadores se refieran a los problemas que puedan ocurrir en etapas específicas, así mismo confrontar la fenología del maíz en tratamientos experimentales y ambientes diferentes. Los investigadores dividen el crecimiento en etapa vegetativa y etapa reproductiva, las mismas que se agrupan en cuatro períodos: Crecimiento de las plántulas (etapas VE y V1), Crecimiento vegetativo (etapas V2,

V3... Vn), Floración y la fecundación (etapas VT, R0, y R1), y Llenado de grano y la madurez (etapas R2 a R6)

2.5. CONDICIONES AGRECOLOGICAS PARA EL MAIZ

2.5.1. Temperatura

El desarrollo del maíz dependerá directamente de la temperatura, mientras no sufra modificación fisiológica por efecto de temperaturas con valores muy bajos o muy altos. Se reporta que climas con alta radiación solar y temperaturas elevadas, sin que sean extremas, con una prolongada estación de crecimiento y con temperaturas diurnas entre 20 y 28° C, son condiciones favorables para la obtención de altos rendimientos. (Santibáñez y Fuenzalida, 1992, citados en Eyhérbide et al, 2012).

2.5.2. Requerimiento de Suelos y Agua

MINAG (s/f). El maíz se adapta mejor a suelos con pH entre 6 y 7, que sean profundos, con buen drenaje y ricos en materia orgánica; la etapa reproductiva, es el periodo más crítico, dependiendo de las condiciones en la que se desarrolle, tendrá lugar el cuajado y la producción; se recomienda en esta etapa riegos que mantengan la humedad y ayude a una eficaz polinización, fecundación y cuajado. Para el engrosamiento y maduración de la mazorca se recomienda reducir la cantidad de agua aplicada. Se estima que el maíz requiere para su crecimiento y desarrollo una dosis de 5,600 m³ /ha de agua por gravedad y de 3,500 m³/ha por goteo

Flores, (2020), indica que utilizando cultivares adecuados y aplicando las técnicas apropiadas se puede obtener buena producción, en una amplia variedad de suelos, dada su capacidad de adaptación. Señala que los suelos más apropiados para el maíz, son los francos o de textura media, retentivos de humedad, profundos, de buen drenaje; con un pH entre 5.5 y

7.8, fuera de estos límites puede disminuir o aumentar la disponibilidad de elementos que pueden causar carencia o toxicidad. Con un pH menor de 5.5 provoca problemas de toxicidad por aluminio y manganeso, y la carencia de fósforo y magnesio; con un pH superior a 8, se presenta carencia de hierro, manganeso y zinc.

El maíz utiliza 350 lt. de agua para fabricar 1 kg. de materia seca, por ello es una de las plantas que mejor aprovecha el agua; y obtiene los máximos rendimientos cuando se satisface toda su demanda evapotranspirativa. La falta de agua durante 14 días, en el período crítico de sensibilidad a la sequía que está entre los 20 días antes de la floración masculina y 20 días después de la polinización, puede causar pérdidas equivalente a 60% de su producción. Las aportaciones de agua deben ser iguales o 1,1 veces superiores a la evaporación terrestre del cultivo. Las necesidades de agua del maíz, según el lugar o zonas representan entre 6.500 a 8.500 m³/ha. El riego puede suponer más del 20% de los gastos variables del cultivo. (López, 1991, citado en Charralla, 2019).

2.6. MAIZ HIBRIDO

MacRobert, *et al* (2015), En el maíz, existen varios tipos de híbridos: simple, triple, doble e híbrido mestizo; cada cual con una configuración parental diferente. Las líneas endogámicas que se obtienen por autofecundaciones repetidas en ciertas poblaciones de maíz, son los componentes básicos de un híbrido de maíz; todas las plantas de una línea endogámica son genéticamente iguales, pero la configuración genética de cada línea es diferente, una de otra; las plantas de éstas son pequeñas, menos vigorosas, y de menor rendimiento que las plantas de una población de polinización libre, debido al fenómeno llamado “depresión endogámica”. Cuando se cruzan dos líneas endogámicas no emparentadas el resultado es una población de plantas con una configuración genética homogénea y

uniforme, y con mayor rendimiento o vigor superior que los progenitores, por efecto de fenómeno llamado vigor híbrido; este producto es de mucha utilidad para los agricultores

2.7. HISTORIA DEL DESARROLLO DEL MAÍZ HÍBRIDO

Muchas variedades de maíz se originaron por hibridación varietal, sea por polinización controlada o polinización abierta; las nuevas variedades, aún, se desarrollan por cruces de poblaciones de polinización abierta en los campos de los agricultores. Beal en 1880, desarrolló este tipo de híbridos sembrando dos variedades en surcos adyacentes; las plantas de la variedad que actuaba como progenitor femenino fueron despanojadas, mientras las plantas de la otra variedad actuaba como polinizador masculino, teniendo como resultado una población más rendidora que las variedades progenitoras; sin embargo estos híbridos no tuvieron aceptación entre los agricultores, porque las ganancias en rendimiento fueron modestos. (Lonnquist y Gardner, 1961; Moll, Salhuana y Robinson, 1962; citados en Paliwal, 2001).

Shull (1908, 1909) e East (1908), sugirieron inicialmente el esquema de híbridos de cruces simples, a partir del cruzamiento de dos líneas endocriadas por el método de la línea pura, pero no fue comercialmente exitoso a causa de las dificultades encontradas y el alto costo de la producción de las cruces simples. El cruce de dos híbridos simples sugerido por Jones (1918) para obtención de híbridos dobles, fue una realidad comercial. (Hallauer y Miranda, 1988, citados en Paliwal, 2001). Sin embargo, el mejoramiento de maíz a partir de líneas puras, fue la investigación innovadora realizada por Shull (1908, 1909) que dio las bases para una exitosa investigación y desarrollo de los híbridos. Estos resultados, son avalados por los fitomejoradores de maíz en los Estados Unidos de América y en otros países, por cerca de 90 años de investigación.

Paliwal, (2001) comenta que técnicamente un híbrido exitoso es la primera generación - F₁ - de un cruzamiento entre dos genotipos claramente diferentes. En todos los programas de mejoramiento comúnmente se producen muchos tipos de híbrido para combinar diferentes caracteres de los distintos genotipos. El híbrido F₁ es utilizado para la producción comercial; por lo tanto en el mejoramiento del maíz, para que el cultivo y la producción sean económicamente viables, el híbrido debe mostrar un buen vigor híbrido u alto grado de heterosis.

El mejoramiento genético por hibridación tiene como base la heterosis. Falconer y Mackay (1996). La heterosis se calcula como la diferencia entre el valor fenotípico de la F₁ y el valor del progenitor medio o el del progenitor superior y se expresa en porcentaje del progenitor medio o del progenitor superior (Escorcía-Gutiérrez, *et al*, 2010). Lo opuesto a la heterosis es la depresión endogámica, y fue observado por primera vez en 1871 por Darwin. La depresión endogámica de un híbrido se obtiene como la diferencia en rendimiento entre la F₁ y la F₂ y se expresa en porcentaje de la F₁. La depresión endogámica de la F₁ de cruza simples también es explicable en términos de la ACG de las líneas y de la ACE de las cruza.

2.8. UTILIZACIÓN DE DOBLES HAPLOIDES EN EL MEJORAMIENTO DEL MAÍZ.

“Un doble haploide (DH) es un genotipo que se forma cuando las células (n) de un haploide experimentan un proceso espontáneo o inducido artificialmente, de duplicación cromosómica” (Prasanna, 2013).

La tecnología DH posibilita obtener líneas homocigotas en dos o tres generaciones acortando el proceso de mejoramiento de forma considerable, mientras que aplicando el

proceso convencional desarrollando líneas endogámicas se necesita para ello de 6 a 8 generaciones para obtener líneas con un 99% de homocigosis (Forster y Thomas, 2005; Geiger y Gordillo, 2009; Chang y Coe, 2009, citados en Prasanna, 2013). Los fundamentos de la inducción de haploides in vivo asistida por inductores de haploidía se establecieron cuando Coe (1959), describió “una línea de maíz con alta frecuencia de haploidía” de 2.3%, a la cual denominó “Stock 6”. “Este material genético sirvió como base de una serie de inductores con tasas de inducción más elevadas (HIR = número de granos con embriones haploides divididos entre todos los granos incluidos en el estudio) que fueron desarrollados gracias a los esfuerzos subsecuentes de genetistas de maíz en todo el mundo”.

2.9. ANTECEDENTES

Chávez (2002) en su trabajo evaluación de cuatro híbrido y una variedad con labranza mínima, concluye : Existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos en estudio bajo este sistema de siembra, para rendimiento en grano y peso de 100 semillas, destacando el tratamiento T 4 (híbrido XB-80 1 O) con los más altos valores, con 32.035 g y 9.214 t.ha⁻¹, respectivamente, superando significativamente a los demás tratamientos en estudio; a excepción del tratamiento T3 (híbrido AG612) cuyo rendimiento en grano fue 8.786 t.ha⁻¹.

Espíritu (2018), en su ensayo de adaptabilidad con seis cultivares de híbridos de maíz amarillo en la provincia de Tocache, concluye que el híbrido Atlas 105 registró el mayor rendimiento de grano con 10075.41 kg. ha⁻¹, superando a los cultivares híbridos restantes; en virtud a su mayor peso de 1000 semillas con 360 gramos, mayor peso de granos por mazorca (165.81 g), y con 37.29 granos por hilera, sin embargo presentó menor altura de planta (1,84 m) y menor altura de mazorca (0,93m). Atlas 105, por el rendimiento de grano

alcanzado, se consider dentro del ensayo como el cultivar con mejor adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de la Provincia de Tocache

Witting Köhel (2018), en su trabajo con doce híbridos, concluye que nueve híbridos estuvieron por encima del promedio, en el rango de 5,23 hasta 6,39 t/ha en rendimiento de grano; en el índice de mazorca cuatro híbridos fueron superiores al resto de los híbridos incluyendo los testigos con rangos que van de 1,04 a 1,16 mazorcas por planta; en el peso de 200 granos, de los doce híbridos sólo tres fueron superiores al resto incluyendo a los testigos, con valores de 78,33 a 84,33 gramos.

Fernández, (2019), evaluó el rendimiento de tres variedades de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) bajo tres densidades de siembra en el centro poblado Ñunya Jalca, distrito de Bagua Grande, concluyendo que el DEKALB 7508 con una densidad de siembra de 0.60 x 0.25m, fue el que obtuvo el mayor rendimiento (14.50 t/ha), además presentó características agronómicas superiores respecto a los otros tratamientos. El Marginal 28 T con una densidad de siembra de 0.60 x 0.25m obtuvo un rendimiento de 12.28 t/ha y la variedad local con una densidad de siembra de 0.60 x 0.25m, obtuvo un rendimiento de (8.34 t/ha).

Charalla, (2019), en su trabajo de tesis, aprecia en el rendimiento que el híbridos con el mejor comportamiento en el rendimiento en grano fue el híbrido DK-1596 con 10.12 t/ha y la variedad Marginal 28 Tropical presenta un menor rendimiento con 8.05 t/ha.

Escorcía-Gutiérrez, *et al*, (2010), evaluaron en tres localidades las generaciones F1, F2 y F3 de las 45 cruza simples posibles entre 10 líneas de maíz (*Zea mays* L.) con nueve o más autofecundaciones. Las líneas fueron derivadas en forma aleatoria del compuesto varietal 'Xolache' de la raza Chalqueño; estimaron los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) de las líneas y los efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) de las cruza y con estos estimadores se construyó la estructura genética de las cruza ($X_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij}$); la

misma que sirvió para explicar el potencial de rendimiento, la heterosis y la depresión endogámica de cada cruza. De acuerdo a sus resultados concluyeron y recomendaron que en los programas de mejoramiento genético de maíz por hibridación, debieran tener una base de líneas de alta ACG y alto rendimiento, en cuyas cruzas simples sería posible identificar las de mayor heterosis.

2.10. PRODUCCIÓN NACIONAL

Alcántara y Quispe (2017) Señalan que la importación de maíz amarillo duro suple el déficit de la producción interna peruana de este producto, en el año 2014 el incremento de las importaciones fue de un 19.2% con respecto al año 2013, en el 2015 incremento un 14.9% con respecto al año anterior, para el 2016 el incremento de las importaciones fue de 13.8% y en el primer trimestre del 2017 tiene un crecimiento de un 9.6%, según (Minagri). Estados Unidos es el principal proveedor de maíz amarillo duro en el país, ya que se importa el 98% de la demanda total seguido por Argentina con un 2% restante.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

El trabajo de investigación se realizó en el distrito “La Capilla”, provincia de Cutervo, región Cajamarca, ubicada en el norte del Perú, a $06^{\circ} 14' 43''$ de latitud sur; y una longitud oeste de $78^{\circ} 51' 28''$; con una altitud de 1663 m.s.n.m. instalándose en el mes de agosto del 2018.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Es un trabajo de investigación aplicada

3.3. HIPÓTESIS

Los híbridos comerciales evaluados tienen un rendimiento de grano similar al registrado por el Testigo Criollo Local, pero superior a los que se registran en los valles de la Costa Norte

3.4. METODOLOGIA

3.4.1. Diseño de contrastación de hipótesis

H_0 = Los híbridos comerciales y la variedad Criolla Local de maíz amarillo tienen rendimientos de grano similares, y superiores que los rendimientos que se obtienen en condiciones de la Costa Norte.

H_a = Los híbridos comerciales de maíz amarillo tienen rendimientos diferentes y superiores a la variedad Criolla Local y superior al rendimiento de grano obtenido bajo condiciones de la Costa Norte.

3.4.2. Material genético

Se utilizaron nueve híbridos comerciales y un testigo de maíz amarillo duro

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| 1. ATLAS 105 | 6. DK 7088 |
| 2. DK 7508 | 7. DK 7500 |
| 3. AGRI 340 | 8. INIA 619 |
| 4. SV 3243 | 9. SUPERMAIZ - 1 |
| 5. AGRHICOL XB 8010 | 10. CRIOLLO (Testigo) |

3.4.3. Diseño experimental

Se aplicó el Diseño Experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres repeticiones.

3.4.4. Análisis de las características físico-químico del suelo.

Se tomaron tres muestras simples en cada repetición, las cuales se mezclaron para formar una muestra compuesta, en la cual se determinó las características físico – químico del suelo. Para la determinación de las características se utilizaron los siguientes métodos de análisis:

- M.O. (%) : Método Walkley-Black.
- P (disponible) : Método Olsen Modificado.
- K (disponible) : Método de Olsen.
- C.E. (mmhos/cm⁻¹) : Conductímetro (Extracto de saturación).
- Textura : Método de Bouyoucos.
- pH : Potenciómetro (Extracto de saturación).

La determinación y el análisis se realizó en el laboratorio de suelos de la empresa

ASERAGR. El suelo presentó una textura Franco Arcillo Arenoso; con un pH ácido neutro, sin problemas de sales, con un contenido alto de materia orgánica, alto contenido de nitrógeno, muy bajo de fósforo, contenido medio de potasio, y contenido óptimo de calcáreo (Sin problemas de carbonatos). Su valor de CIC equivalente a 25.60 Meq/100 g, indica que trata de un suelo fértil. Las condiciones de suelo son adecuadas para el desarrollo del cultivo de maíz (Tabla 1).

Tabla 1

Características físico y químico del suelo experimental. Distrito “La Capilla”, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca.

Clase Textural	pH	C.E mhos/cm	M.O. (%)	P ppm	K ppm	Calcarea (%)	CIC (Meq/100g)
Fr Ar Ao	5.56	0.24	4.83	4.30	177	0.00	25.60

Laboratorio ASERAGR, Chiclayo.

3.4.5. Registro de datos meteorológicos.

El lugar distrito Santo Domingo de La Capilla, provincia de Cutervo, región Cajamarca, según la clasificación climática de Köppen es Cwb, que implica un clima templado subhúmedo, también llamado clima tropical de altitud; es un clima de influencia monzónica, es decir, de verano lluvioso e invierno seco, que se encuentra en latitudes subtropicales y subecuatoriales. En la mayoría de los casos se presenta como un clima de montaña o de altitud. (DB City.com, 2018).

Se consideró datos climatológicos de Súcota, teniendo en cuenta que en el distrito de La Capilla no existe Estación Climatológica. El distrito La Capilla está distanciado a 47.8 km del Distrito de Súcota. Se ha considerado, por lo antes expuesto, datos climatológicos históricos del distrito de Súcota (Climate-Data.Org. (2019), pudiéndose observar que las

condiciones climáticas son adecuadas para que el cultivo de maíz pueda crecer y desarrollarse normalmente (Tabla 2, Figura 1). El cultivo de maíz amarillo duro, tiene exigencias de temperaturas entre 25 a 30°C; para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32°C, por lo tanto, teniendo en cuenta los datos históricos, las temperaturas son las adecuadas para el crecimiento y desarrollo del maíz.

3.4.6. Manejo y conducción del trabajo.

El terreno se preparó con yunta en forma cruzada, posteriormente se realizó la limpieza de terreno, desterronamiento y luego el surcado a cordel a una distancia entre surco de 0.80 m. La semilla fue tratada con Carboxin/Captan para evitar el ataque de microorganismos del suelo, y con Acephate a razón de 5 gramos por kilo de semilla, para evitar el ataque de gusano de tierra. Previo a la siembra se realizó el trazado del campo de acuerdo al diseño experimental al que se adecuó el trabajo. Para la siembra se colocó tres semillas por golpe a un distanciamiento de 0.50 m. Se consideró cuatro surcos por tratamiento, con una longitud de 5.00 m. Las malezas fueron controladas durante los primeros 40 días con aplicaciones del herbicida Nicosulfuron, específico para el cultivo de maíz. Las plagas como *Spodoptera frugiperda* comúnmente llamado cogollero, fue controlado con aplicaciones de Chlorantraniliprole. Las necesidades hídricas del cultivo fueron cubiertas con riego por aspersión, complementadas con las lluvias que naturalmente caen en el lugar en forma esporádica durante los meses en que se condujo el trabajo. Referente a la fertilización, se aplicó urea como fuente nitrogenada, fosfato diamónico como fuente fosforada, y sulfato de potasio como fuente potásica.

Tabla 2

Tabla climática // datos históricos del tiempo Socota, Cutervo, Región Cajamarca, 2018.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Temp. media (°C)	17.9	17.9	17.6	17.7	17.2	16.8	16.3	16.6	17.1	17.5	17.8	17.8
Temp. min. (°C)	12	12.1	11.9	11.8	10.5	9.8	9.7	9.8	10.7	11.3	11.2	11.1
Temp. máx. (°C)	23.9	23.7	23.4	23.6	23.9	23.8	23	23.4	23.5	23.8	24.4	24.5

Fuente: [CLIMATE-DATA.ORG](https://es.climate-data.org/americas-del-sur/peru/cajamarca/socota-718402/). (2019). <https://es.climate-data.org/americas-del-sur/peru/cajamarca/socota-718402/>

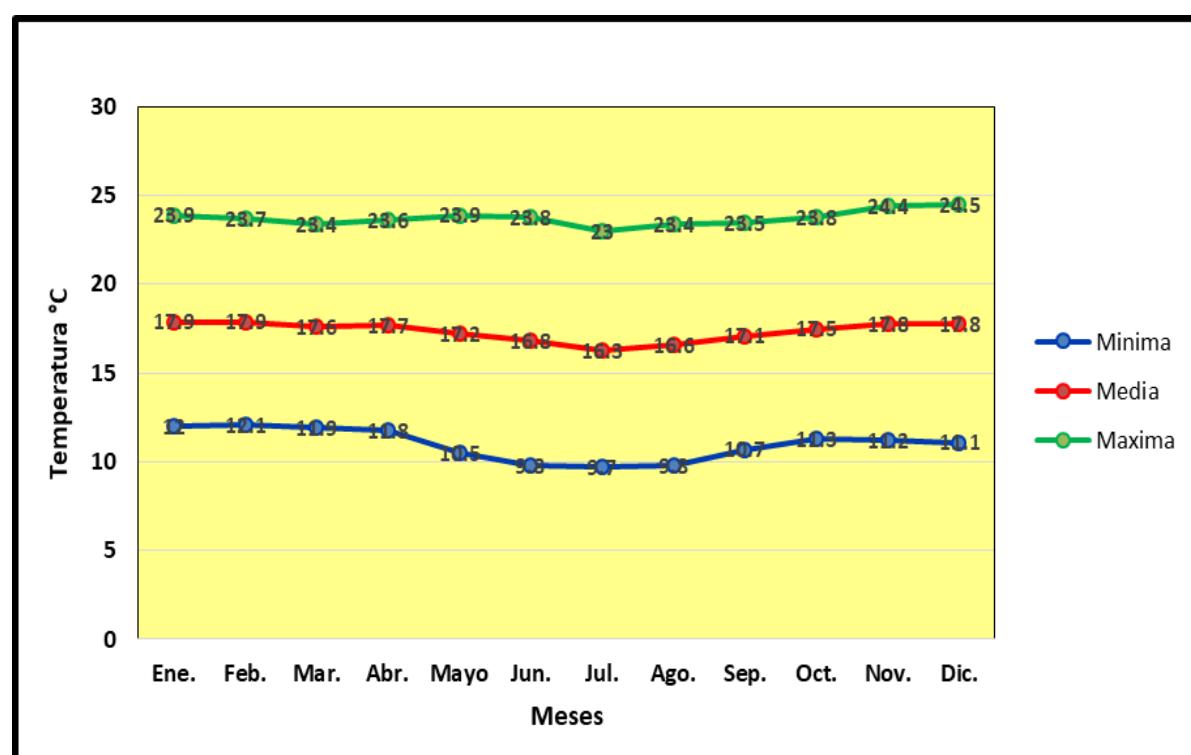


Figura 1: Datos históricos del tiempo. Temperaturas máximas, mínimas y medias. Distrito de Socota, Cutervo, región Cajamarca.

3.5. CARACTERÍSTICAS REGISTRADAS

- 3.5.1. Días al 50% de floración masculina
- 3.5.2. Días al 50% de floración femenina
- 3.5.3. Días a la madurez fisiológica
- 3.5.4. Altura de planta

- 3.5.5. Área foliar
- 3.5.6. Longitud de mazorca
- 3.5.7. Diámetro de mazorca
- 3.5.8. Número de hileras por mazorca
- 3.5.9. Número de granos por hilera
- 3.5.10. Materia seca total
- 3.5.11. Índice de mazorca

Se aplicó la siguiente relación:

$$IM = \text{Peso de mazorca} / \text{Peso de grano de mazorca}$$

- 3.5.12. Rendimiento de grano
- 3.5.13. Peso de 1000 granos

3.6. ANALISIS ESTADISTICO

Para el análisis de varianza se utilizó el modelo de bloques al azar:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = es la observación de la i-ésima genotipo en el j-ésimo bloque

μ = es la media general del experimento

α_i = es el efecto asociado de la i-ésimo genotipo

β_j = es el efecto asociado al j-ésimo bloque

ε_{ij} = variación aleatoria asociada a la parcela de la i-ésimo genotipo en j-ésimo bloque

Se realizó el análisis de variancia para cada característica. Para la comparación de medias de los genotipos, se utilizó la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de 5%. También se aplicó el análisis multivariado.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANALISIS DE VARIANCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS EVALUADAS

En la tabla 06 se presenta los resultados de analisis de variancia, pudiendose observar que para la Fuente de variación Repetición, la mayor parte de características mostraron no significancia, con excepción de madurez de cosecha, y peso de grano por mazorca que mostraron significación estadística. En cuanto a la Fuente de variación Híbridos todas características mostraron significación y alta significación estadística, lo que implica rechazar la hipótesis nula, aplicar la prueba discriminatoria de Tukey para detectar las diferencias entre los promedios obtenidos por los híbridos en evaluación. Los coeficientes de variación obtenidos, se encuentran dentro del rango permitidos, oscilando los mismos entre 1.37 y 13.85%, perteneciente estos valores a las características madurez de cosecha y área foliar. (Tabla 3).

4.2. ANALISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS EVALUADAS

4.2.1. Días al 50% de floración masculina

Los valores promedios difirieron estadísticamente, la variedad Criollo Local que actuó como testigo, necesitó del mayor número de días para lograr el incio de la floración masculina, necesitando para de 75.67 días, seguido por DK 7088, que requirió de 71.67 días; ambos se mostraron superiores al resto de los materiales genéticos evaluados, cuyos valores fluctuaron entre 64.33 y 57.00 días, correspondiendo estos a los híbridos AGRHICOL-XB8010 y AGRI-340, este último se comportó como el más precoz para alcanzar el inicio de la reproducción masculina. (Tabla 4, Figura 2). Coronado (2015), en su trabajo sobre dos

épocas realizado en el Centro Poblado de Yatún, Cutervo, con híbridos de maíz amarillo duro registra la necesidad de un mayor número de días para iniciar la floración masculina, tanto en una como en otra época; así tenemos que en la época julio-diciembre los materiales registran necesidades diarias que oscilaron entre 96.00 y 87.66 días que correspondieron a los híbridos DK-7088 e INIA-619; este comportamiento podría deberse a las temperaturas, que se registran en este lugar son menores que las que se presentan en nuestro trabajo. Campos, (2018), en su trabajo de épocas de siembra en la Costa, registra, necesidades diarias para lograr la floración masculina, similares en algunos casos, como los registrados en nuestro trabajo; así tenemos que los DK 7500 y DK7508, necesitaron de 79.67 y 79.00 días.

Tabla 3

Cuadrados medios del análisis de variancia para las características evaluadas en nueve híbridos de maíz amarillo duro y un testigo local.

Característica	Repetición	Híbridos	Error	C.V.
gl	2	9	18	(%)
Días 50% floración femenina	2.70 n.s	123.00 **	2.63	2.32
Días 50% floración masculina	1.63 n.s	108.77 **	3.26	2.85
Días madurez cosecha	9.73 *	134.11 **	4.70	1.37
Altura de planta	0.0018 n.s	0.34 **	0.0021	1.67
Área foliar	211.73 n.s	1423.30 **	147.93	13.85
Diámetro de mazorca	0.03 n.s	0.36 **	0.01	1.92
N° de granos por hilera	0.13 n.s	18.73 **	0.95	2.69
N° de hileras / mazorca	0.27 n.s	35.22 **	0.39	3.85
Longitud de mazorca	0.55 n.s	5.73 **	0.18	2.47
Índice de mazorca	0.0006 n.s	0.01 **	0.0012	4.38
Peso de grano/mazorca	2565.67 **	759.90 *	282.65	7.30
Materia seca total	2.33 n.s	56.57 **	2.23	4.53
Peso de 1000 granos	27.03 n.s	4759.10 **	67.11	1.95
Rendimiento de grano	745126.14 n.s	29413074.88**	687199.79	8.47

*: Significativo ** : Altamente Significativo n.s : no significativo, con niveles de probabilidad de 0.05 y 0.0

4.2.2. Días al 50% de floración femenina

Los valores promedios registrados para esta característica, difirieron estadísticamente. La variedad local Criollo que actuó como testigo necesitó del mayor número de días para alcanzar el 50% de flor femenina, con 83.67 días, seguido de los híbridos DK 7088, AGRHICOL-XB 8010 e INI-619 que necesitaron de 78.33, 73.33 y 72.67 días, mostrándose superior estadísticamente a los materiales restantes. Los híbridos AGRI-340, ATLAS-105 y DK-7508 se comportaron como los más precoces, necesitando de 65.33, 65.00 y 63.67 días. (Tabla 5, Figura 3). Coronado (2015), registra un mayor número de días para alcanzar la floración femenina en las necesidades de los híbridos que evaluó en el Centro Poblado de Yatún, Cutervo, como es el caso del DK 7088 e INIA-619 que necesitaron de 96.33 y 96.00 días, en la segunda época que se instaló en el mes de junio; sin embargo Pérez-Vásquez (2017), que realizan un trabajo con híbridos de maíz amarillo, instalando en el mes de octubre del 2014, registran para los híbridos en mención necesidades diarias para la floración femenina similares a los registrados en nuestro trabajo. Estos contrastes en los resultados, probablemente se debe a las temperaturas variables que se registran en diferentes épocas en el Centro Poblado de Yatún.

4.2.3. Días a la madurez de cosecha

Los valores promedios obtenidos por los materiales híbridos difirieron estadísticamente, donde el testigo Criollo Local registró el mayor número de días necesarios para alcanzar la madurez de cosecha, con 172.67 días, mostrándose superior estadísticamente a los genotipos restantes; los híbridos DK 7500, SV 3243 y DK 7088 registraron las menores necesidades diarias para alcanzar la madurez de cosecha, necesitando de 152.67, 151.33 y 151.33 días, comportándose como los más precoces respectivamente (Tabla 6, Figura 4).

Tabla 4

Días al 50% de floración masculina de nueve híbridos comerciales y un testigo criollo local de maíz amarillo duro.

HIBRIDOS	PROMEDIOS	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
Criollo Local (T)	75.67	A
DK 7088	71.67	A
AGRHICOL XB8010	64.33	B
INIA-619	64.00	B
DK 7500	62.00	B C
Supermaiz-1	61.33	B C
SV 3243	61.00	B C
ATLAS 105	59.33	B C
DK 7508	57.33	C
AGRI 340	57.00	C
DMS	5.28	

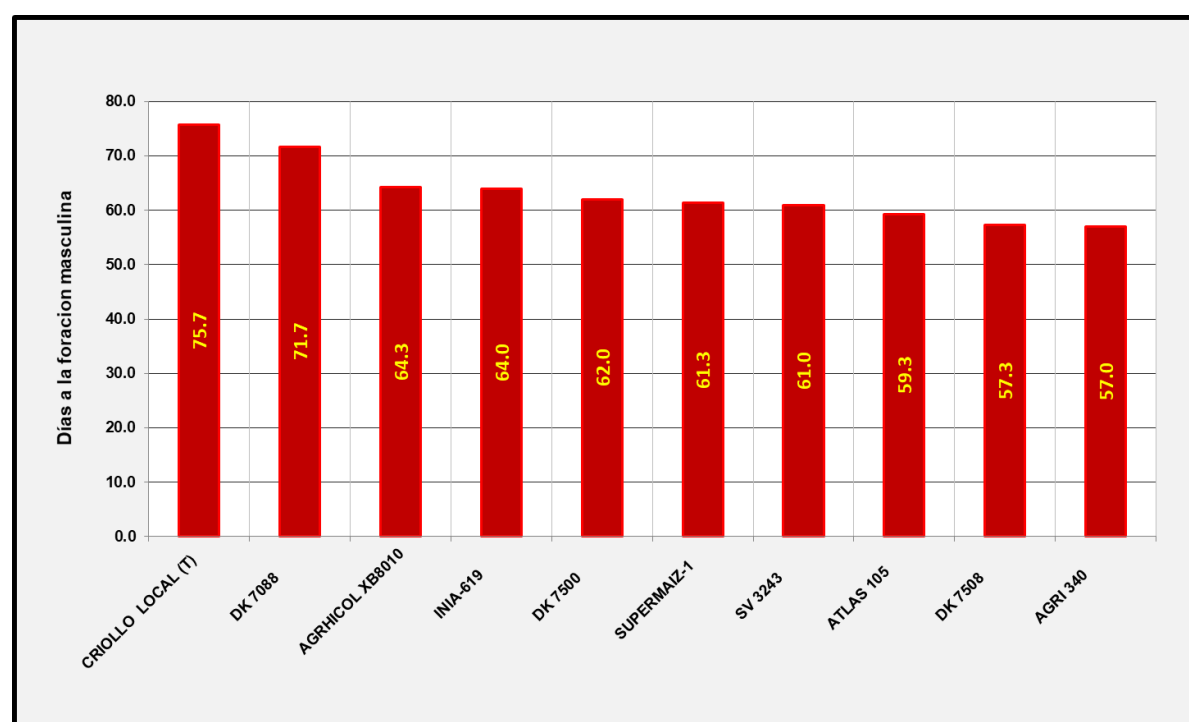


Figura 2. *Días al 50% de floración masculina*

Tabla 5

Días al 50% de floración femenina de nueve híbridos comerciales y un testigo criollo local de maíz amarillo duro.

HIBRIDOS	PROMEDIOS	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
Criollo local (T)	83.67	A
DK 7088	78.33	B
AGRHICOL XB8010	73.33	C
INIA-619	72.67	C
DK 7500	68.33	D
Supermaiz-1	67.67	D
SV 3243	67.00	D E
AGRI 340	65.33	D E
ATLAS 105	65.00	D E
DK 7508	63.67	E
DMS	3.911	

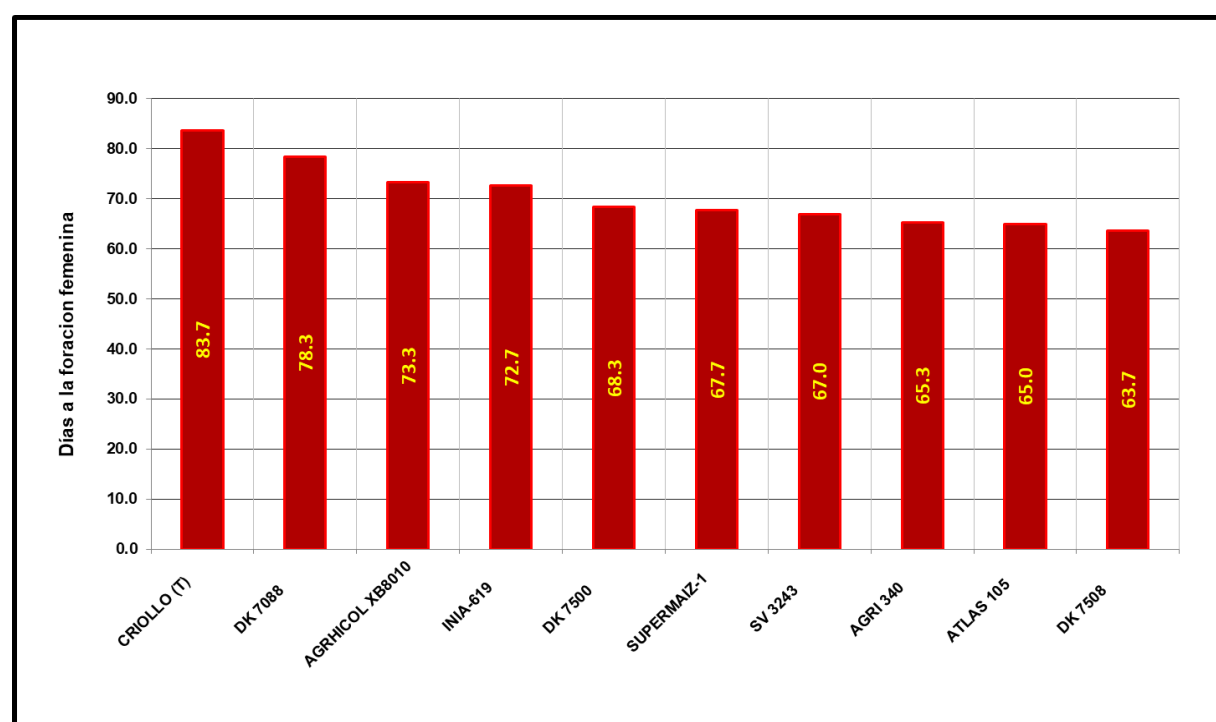


Figura 3: *Días al 50% de floración femenina*

Tabla 6

Días a la madurez de cosecha de nueve híbridos comerciales y un tesigo criollo local de maíz amarillo duro.

HIBRIDOS	PROMEDIOS	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
Criollo local (T)	172.67	A
AGRHICOL XB8010	163.67	B
Supermaiz-1	160.00	B C
AGRI 340	159.33	B C D
DK 7508	157.33	B C D E
INIA-619	154.67	C D E
ATLAS 105	153.33	D E
DK 7500	152.67	E
SV 3243	151.33	E
DK 7088	151.33	E
DMS	6.344	

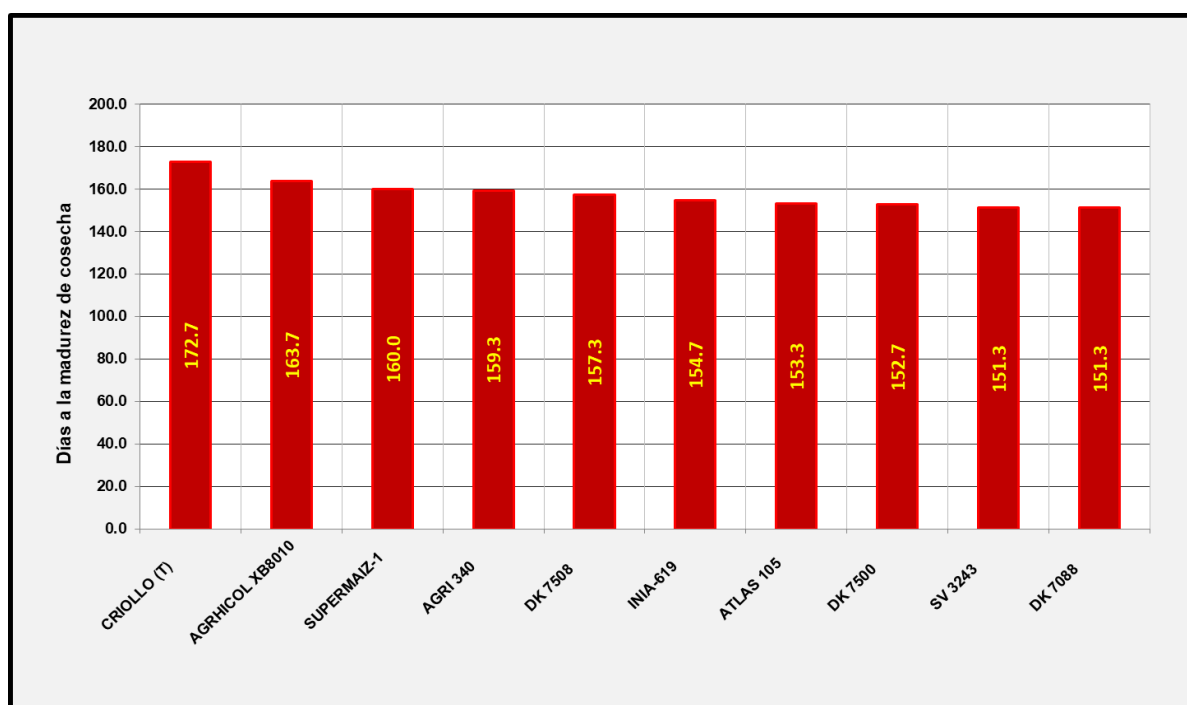


Figura 4: *Días a la madurez de cosecha*

Pérez y Vásquez (2017), en un trabajo realizado en el Centro Poblado de Yatún, Cutervo, con maíces híbridos, reportan resultados con necesidades diarias para alcanzar la madurez de cosecha, mayores que los obtenidos en nuestro trabajo; por ejemplo el DK7088 e INIA 619, necesitaron de 163.66 y 164.66 días; posiblemente debido a la condiciones climáticas, éstas en la localidad de “La Capilla” son más calidas.

4.2.4. Altura de planta

La prueba de Tukey detectó diferencias estadísticas entre los valores promedio obtenidos por los híbridos. El testigo Criollo Local, registró la mayor altura con 3.61 m, mostrándose superior a los materiales genéticos restantes, que registraron valores que variaron entre 2.86 y 2.44 m, correspondiendo estos valores a los híbridos DK 7500 e INIA 619. El híbrido INIA 619, conjuntamente con los híbridos SV 3243, DK 7508 y AGRI 340 registraron las menores altura de plantas (Tabla 7, Figura 5). Generalmente la expresión de esta característica, es de carácter genético; la variedad Criollo Local que comúnmente cultiva el agricultor de este distrito, tiene como característica su buen tamaño de planta, superando los 3.5. metros de altura.

4.2.5. Área foliar

La variedad CRIOLLO LOCAL, que actuó como testigo, registró la mayor formación de área foliar con 137.94 dm², con superioridad estadística sobre todos los híbridos evaluados. Los híbridos DK 7088, AGRHICOL XB8010 y DK 7500 formaron la menor cantidad de área foliar, con 78.41, 72.39 y 64.13 dm². (Tabla 8, Figura 6). La variedad Criollo Local, por su buen tamaño y buenas cantidad de hojas, sería muy útil como forraje.

Tabla 7

Altura de planta (m) de nueve híbridos comerciales y un testigo ciollo local de maíz amarillo duro.

HIBRIDOS	PROMEDIOS	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
Criollo local (T)	3.61	A
DK 7500	2.86	B
DK 7088	2.82	B C
Supermaiz-1	2.76	B C D
AGRHICOL XB8010	2.69	C D
ATLAS 105	2.63	D E
SV 3243	2.55	E F
DK 7508	2.52	E F
AGRI 340	2.51	E F
INIA-619	2.44	F
DMS	0.134	

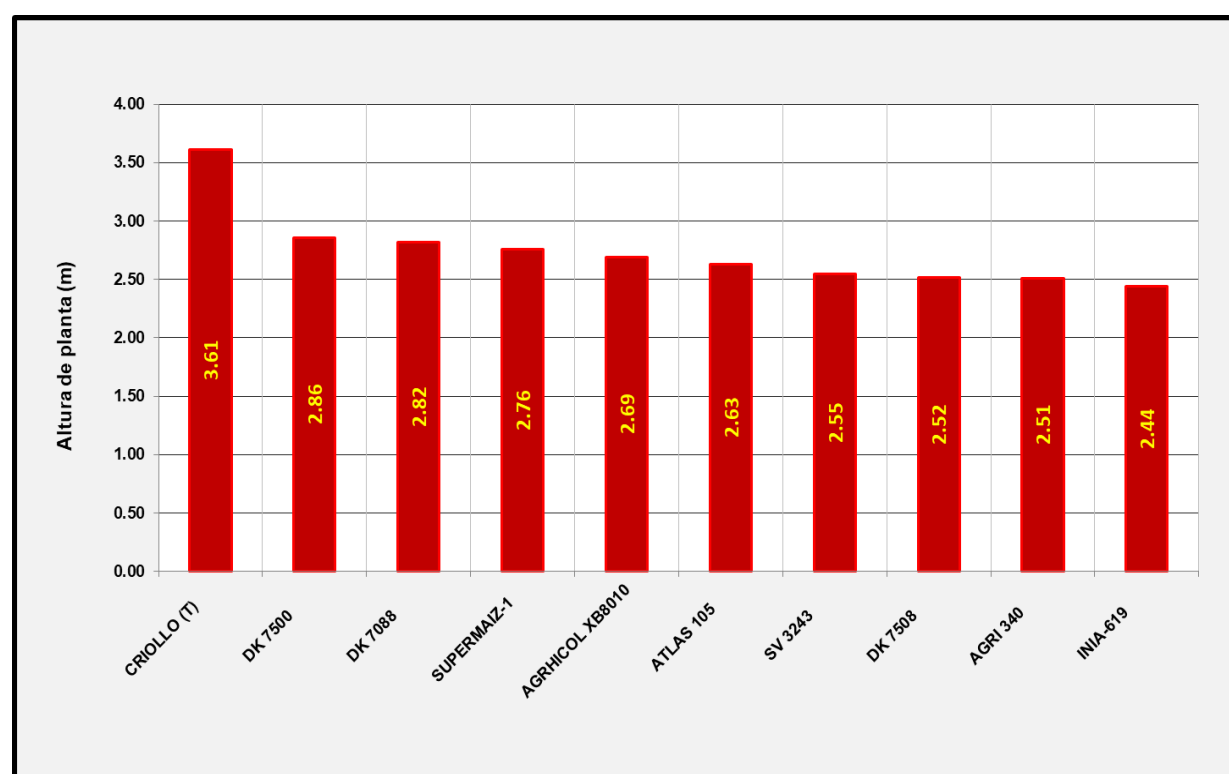


Figura 5: *Altura de planta (m)*

Tabla 8

Area foliar (dm²), de nueve híbridos comerciales y un testigo criollo local de maíz amarillo duro.

HIBRIDOS	PROMEDIOS	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
Criollo local (T)	137.94	A
Supermaiz-1	98.96	B
INIA-619	98.79	B
SV 3243	92.48	B
DK 7508	86.37	B
AGRI 340	85.28	B
ATLAS 105	78.41	B
DK 7088	72.39	B
AGRHCOL XB8010	64.13	B
DK 7500	63.41	B
DMS	35.605	

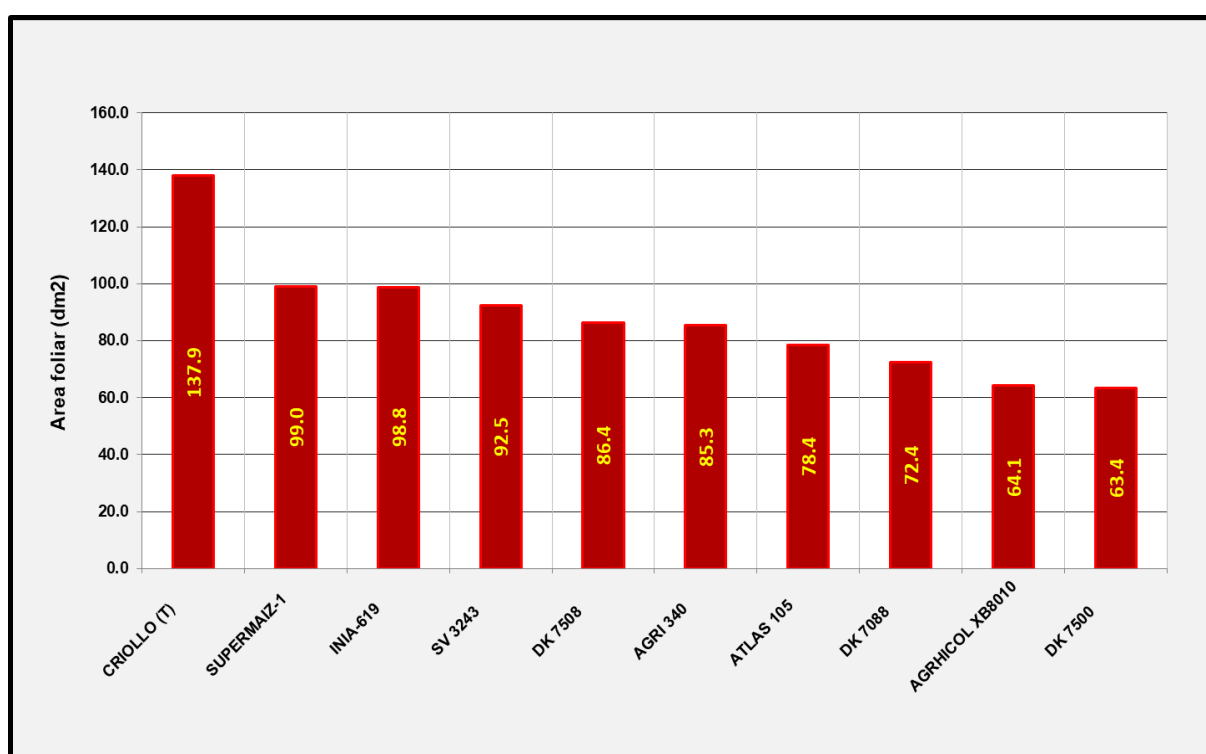


Figura 6: Area foliar (dm²)

4.2.6. Longitud de mazorca

Los valores promedio mostraron diferencias estadísticas, donde la variedad CRIOLLO LOCAL ue actuó como testigo, registró la mayor longitud de mazorca con 19.13 cm, seguido de los híbridos ATLAS 105, INIA-619, SUPERMAIZ-1 y AGRHICOL XB8010, pero superior a los valores resgistrados por los híbridos restantes. Los híbridos DK 7500, DK 7508, DK 7088, SV 3243 y AGRI-340 mostraron los menores valores de longitud de mazorca con 16.12, 16.06, 15.78, 15.66 y 15.32 cm, respectivamente. (Tabla 9, Figura 7).

4.2.7. Diámetro de mazorca

Se detectó que los valores promedio de esta característica obtenidos por los materiales genéticos difirieron estadísticamente. El híbrido AGRI-340 registró el mayor diámetro de mazorca con 6.27 cm, superando al resto de materiales, cuyos valores oscilaron entre 5.51 y 5.00 cm, correspondiendo estos a los híbridos ATLAS 105 e INIA-619. Los hibridos AGRHICOL XB8010 e INIA-619 y la variedad Criollo Local (Testigo), registraron los menores valores de diámetro de mazorca. (Tabla 10, Figura 8).

4.2.8. Número de hileras por mazorca

Los valores promedios obtenidos por los híbridos y la variedad Local, difirieron estadísticamente; el híbrido AGRI-340 registró el mayor número de hileras por mazorca, con 24.00 hileras, superando estadísticamente a los híbridos comerciales y a la variedad local. Los híbridos, DK 7500, DK 7508 y DK 7088 registraron un número intermedio de hileras por mazorca, con 18.25, 18.04 y 18.00, mientras que los híbridos AGRHICOL XB8010, ATLAS 105 y el Testigo CRIOLLO LOCAL registraron los menores valores de hileras por mazorca, con 13.67, 13.42 y 13.67, respectivamente. (Tabla 11, Figura 9). Esta característica,

Tabla 9

Longitud de mazorca (cm), de nueve híbridos comerciales y un testigo criollo local de maíz amarillo duro.

HÍBRIDOS	PROMEDIOS	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
Criollo local (T)	19.13	A
ATLAS 105	18.44	A B
INIA-619	18.13	A B
Supermaiz-1	18.06	A B
AGRHICOL XB8010	17.64	B
DK 7500	16.12	C
DK 7508	16.06	C
DK 7088	15.78	C
SV 3243	15.66	C
AGRI 340	15.32	C
DMS	1.229	

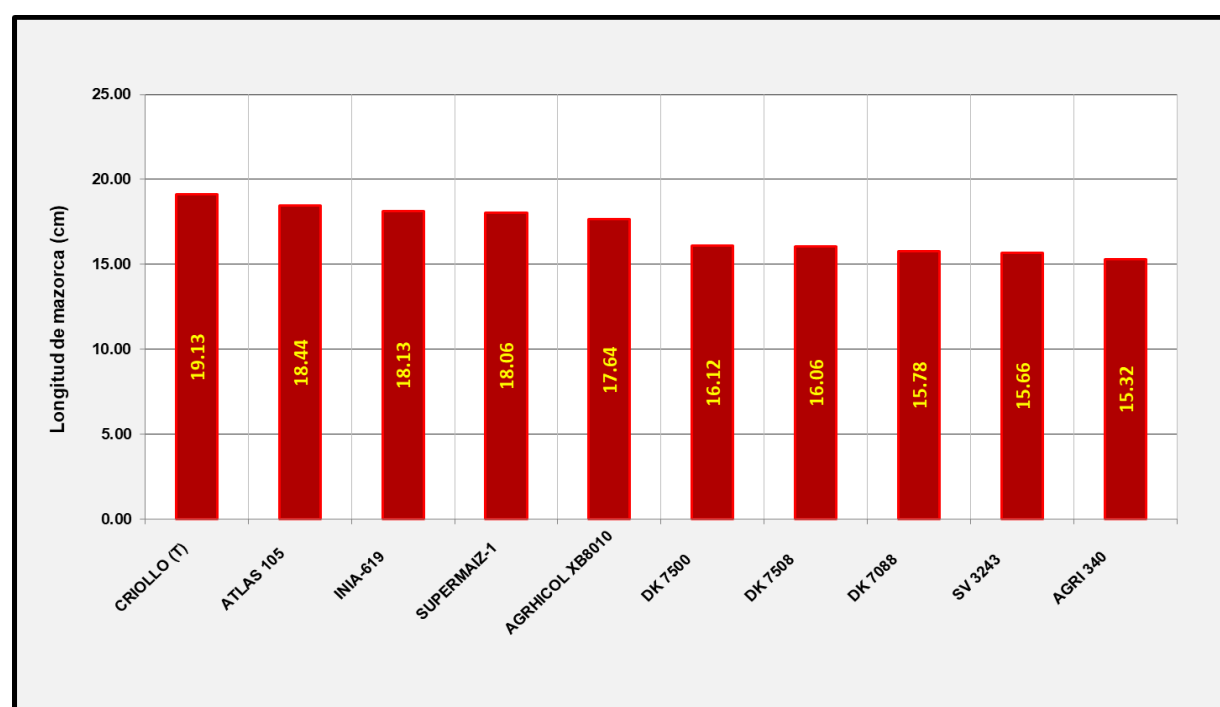


Figura 7: Longitud de mazorca (cm)

Tabla 10

Diámetro de mazorca (cm) de nueve híbridos comerciales y un testigo criollo local de maíz amarillo duro.

HIBRIDOS	PROMEDIOS	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
AGRI 340	6.27	A
ATLAS 105	5.51	B
DK 7500	5.48	B
SV 3243	5.40	B C
DK 7508	5.35	B C
Supermaiz-1	5.30	B C D
DK 7088	5.24	B C D
Criollo local (T)	5.22	B C D
AGRHICOL XB8010	5.12	C D
INIA-619	5.00	D
DMS	0.302	

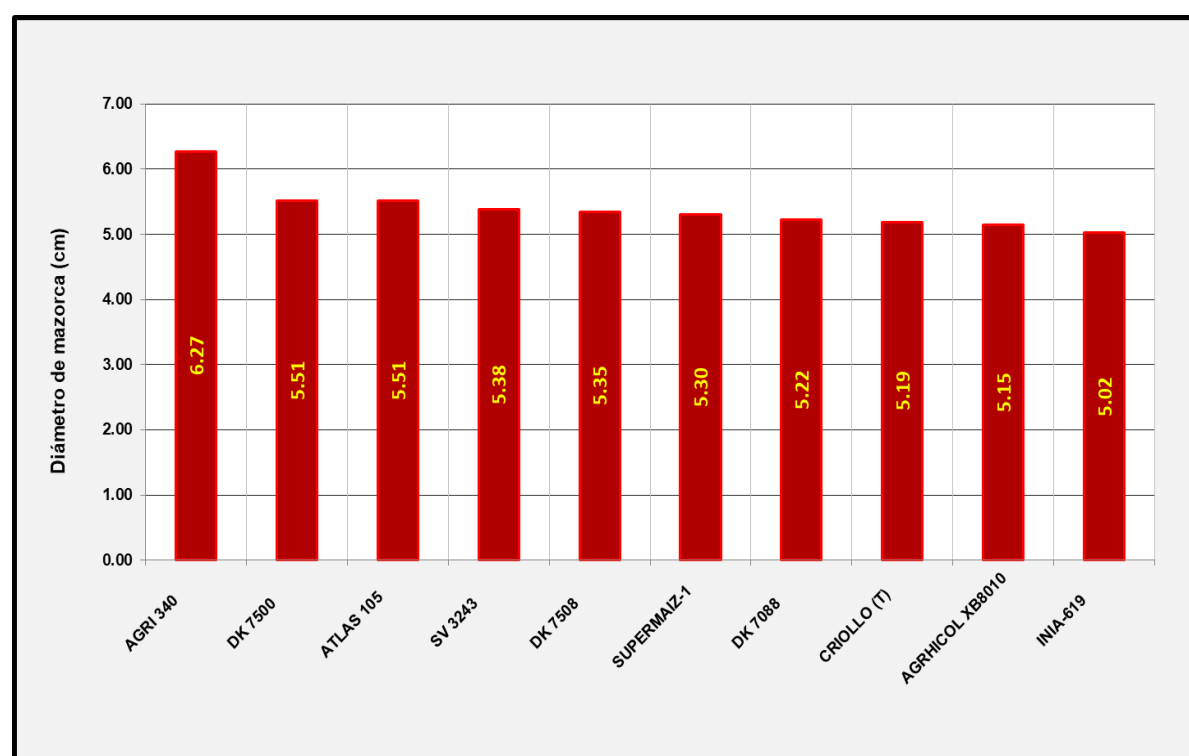


Figura 8: *Diámetro de mazorca (cm)*

Tabla 11

Número de hileras por mazorca, de nueve híbridos comerciales y un testigo criollo local de maíz amarillo duro.

HIBRIDOS	PROMEDIOS	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
AGRI 340	24.00	A
DK 7500	18.25	B
DK 7508	18.04	B
DK 7088	18.00	B
SV 3243	14.34	C
Supermaiz-1	14.21	C
INIA-619	13.75	C
Criollo local (T)	13.67	C
AGRHICOL XB8010	13.67	C
ATLAS 105	13.42	C
DMS	1.817	

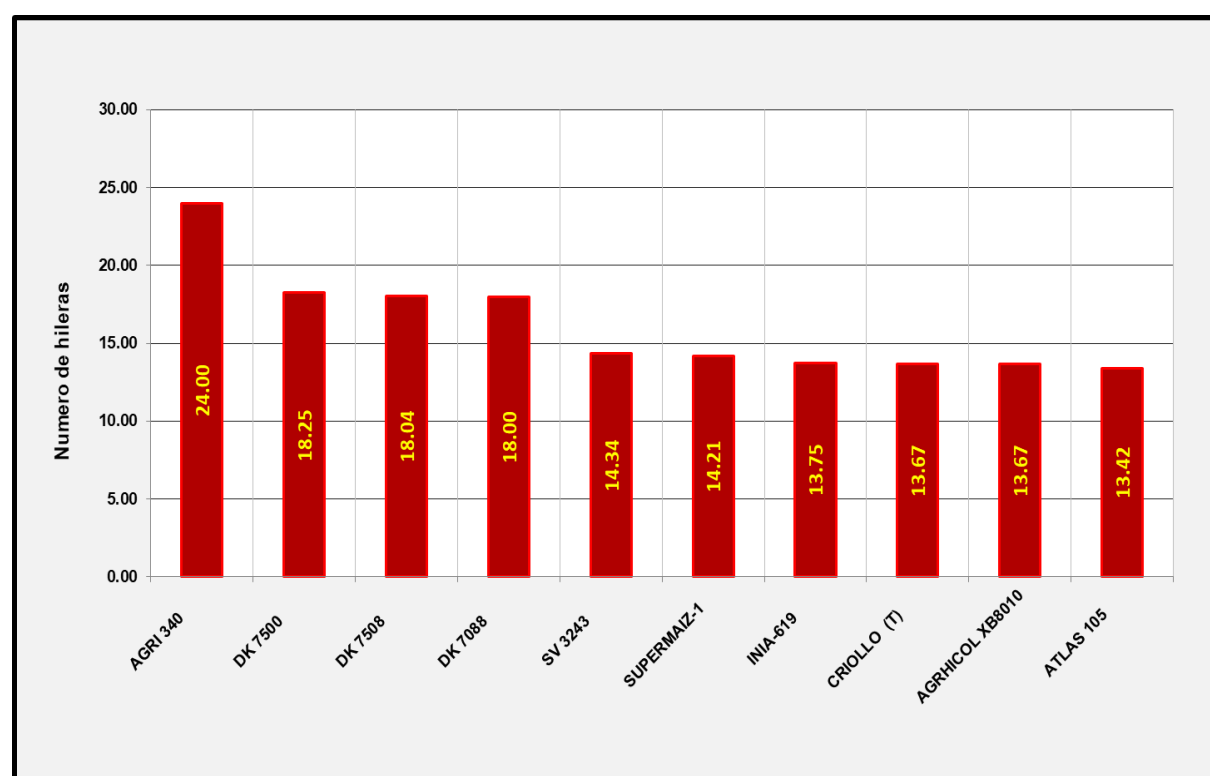


Figura 9: Número de hileras por mazorca

contribuyó para que los híbridos como AGRI-340, DK 7500, DK 7508 y DK 7088 presentaran los mayores rendimientos en el presente trabajo, como lo veremos más adelante. Resultados similares obtiene Perez – Vasquez (2017), cuando realizaron su trabajo con maíces amarillos bajo condiciones de temporal y de riego, en condiciones similares a la nuestra, donde los híbridos DK-7088 e INIA-619 registraron 17.00 y 13.00 hileras. Esto demuestra que es un carácter de mayor valor genético y menos afectado ambientalmente.

4.2.9. Número de granos por hilera

Los valores promedio obtenidos por los híbridos y la variedad Local, variaron estadísticamente, siendo el híbrido ATLAS 105 el que registró el mayor número de granos por hilera con 40.00, mostrándose similar estadísticamente con AGRHICOL XB8010, DK-7508 y SUPERMAÍZ-1, pero superior a los materiales restantes. Los híbridos SV 3243 y AGRI-3490 registraron los menores valores promedio, con 34.15 y 30.99 granos por hilera. (Tabla 12, Figura 10). Cabe señalar que dicha característica posiblemente contribuyó para que el híbrido ATLAS-105, obtuviera uno de los mayores rendimientos dentro del material evaluado en este trabajo. Pérez – Vásquez (2017), obtuvieron resultados similares para el caso de los híbridos DK 7088 y AGRHICOL XB8010, en condiciones climáticas similares en la que se condujo el presente trabajo.

4.2.10. Índice de mazorca

Los valores de esta característica, obtenida por los híbridos y la variedad local que actuó como testigo, mostraron diferencias estadísticas; los híbridos DK 7508, DK 7088, ATLAS-105 e INIA-619 expresaron los mayores índices de mazorca con 0.85, 0.83, 0.82, 0.82 y 0.82, similares estadísticamente al testigo Criollo Local, AGRI-340, SV 3243 y

Tabla 12

Número de granos por hilera de nueve híbridos comerciales y un testigo criollo local de maíz amarillo duro.

HIBRIDOS	PROMEDIOS	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
ATLAS 105	40.00	A
AGRHICOL XB8010	37.34	A B
DK 7508	37.21	A B
Supermaiz-1	36.75	A B
Criollo local (T)	36.27	B
DK 7500	36.11	B
DK 7088	35.96	B
INIA-619	34.93	B
SV 3243	34.15	B C
AGRI 340	30.99	C
DMS	3.836	

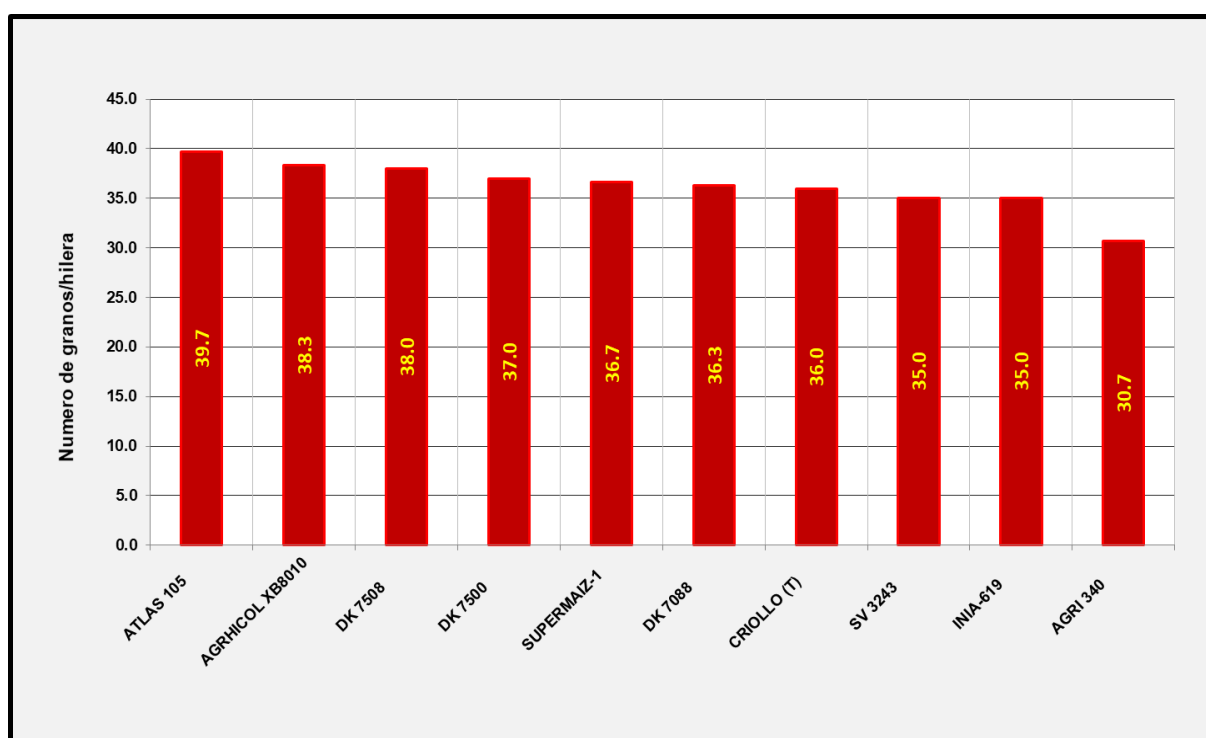


Figura 10. Número de granos por hilera

SUPERMAIZ-1, pero superiores al híbrido AGRHICOL XB8010, que registró el menor valor de índice de mazorca, indicando que es menos eficiente para la formación y llenado de grano en una mazorca, que los híbridos antes señalados. (Tabla 13, Figura 11).

4.2.11. Materia seca total

El testigo Criollo Local, registró la mayor producción de materia seca total con 38.92 t/ha, mostrando similitud estadística con los híbridos INIA-619 y AGRHICOL XB8010 que acumularon 37.92 y 37.25 t/ha de materia seca; sin embargo se mostró superior al resto de materiales, siendo los híbridos DK-7500, DK-7508 y DK-7088, los que acumularon menores cantidades de materia seca total, equivalentes a 30.08, 27.64 y 25.79 t/ha. (Tabla 14, Figura 12). Pérez – Vásquez (2017), registraron valores superiores en la producción de materia seca total, a los nuestros, en su trabajo con maíces amarillos en el Centro Poblado de Yatun, Cutervo. Esto podría sustentarse por las condiciones climáticas que se reportan en Yatún, que son menos calidas.

4.2.12. Peso de 1000 granos

Los valores promedio obtenidos por los materiales híbridos y la variedad CRIOLLA LOCAL variaron estadísticamente, siendo el mayor valor registrado por el híbrido DK 7500, con 473.33 gramos, el mismo que mostró similitud estadística con la variedad CRIOLLO LOCAL que registró 450.00 gramos, pero superior los híbridos restantes. Los híbridos AGRHICOL XB8010, AGRI-340 e INIA-619 registraron los menores pesos de 1000 granos con 393.00, 368.00 y 345.67 gramos, respectivamente. (Tabla 15, Figura 13). Coronado (2015), registró resultados similares, en su trabajo con maíces amarillo duro en el Centro Poblado de Yatún, Cutervo, con los híbridos DK-7088 e INIA-619.

Tabla 13

Índice de mazorca, de nueve híbridos comerciales y un testigo criollo local de maíz amarillo duro.

HIBRIDOS	PROMEDIOS	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
DK 7500	0.85	A
DK 7088	0.83	A
DK 7508	0.82	A
ATLAS 105	0.82	A
INIA-619	0.82	A
Criollo local (T)	0.80	A B
AGRI 340	0.79	A B
SV 3243	0.77	A B
Supermaiz-1	0.77	A B
AGRHCOL XB8010	0.70	B
DMS	0.102	

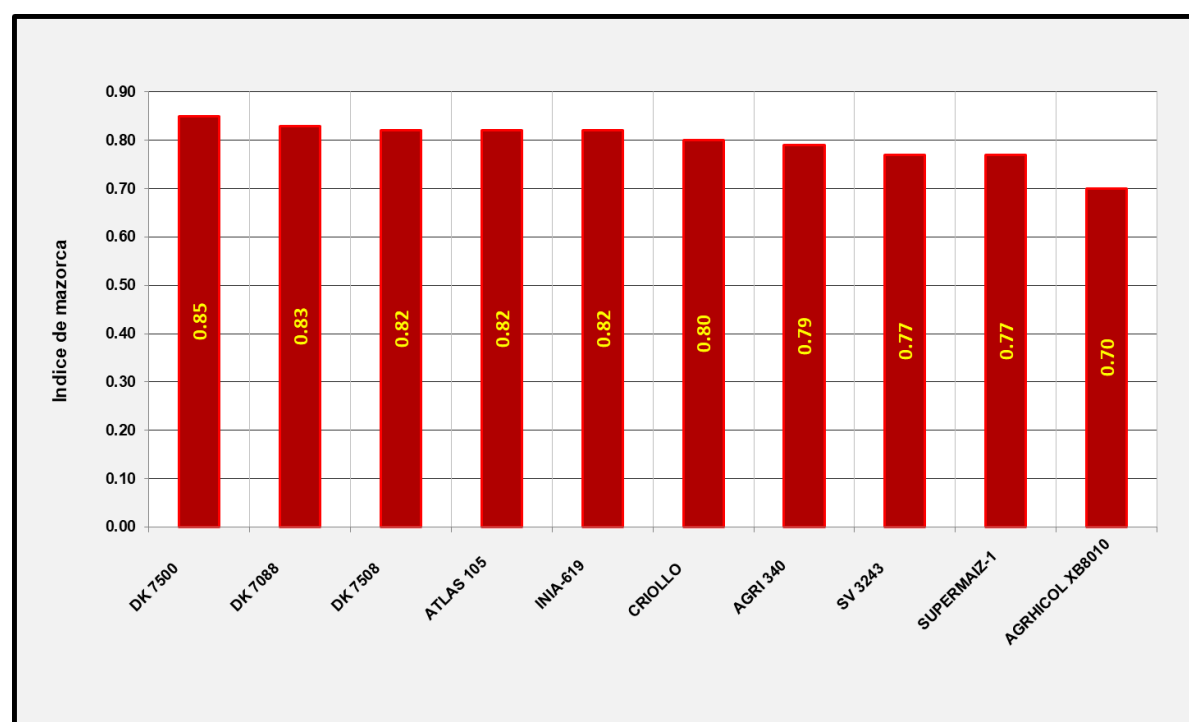


Figura 11: *Índice de mazorca*

Tabla 14

Materia seca total (t/ha), de nueve híbridos comerciales y un testigo criollo local de maíz amarillo duro.

HIBRIDOS	PROMEDIOS	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
Criollo local (T)	38.92	A
INIA-619	37.92	A B
AGRHCOL XB8010	37.25	A B C
SV 3243	33.67	B C D
AGRI 340	33.33	C D
ATLAS 105	33.33	C D
Supermaiz-1	31.39	D E
DK 7500	30.08	D E F
DK 7508	27.64	E F
DK 7088	25.79	F
DMS	4.37	

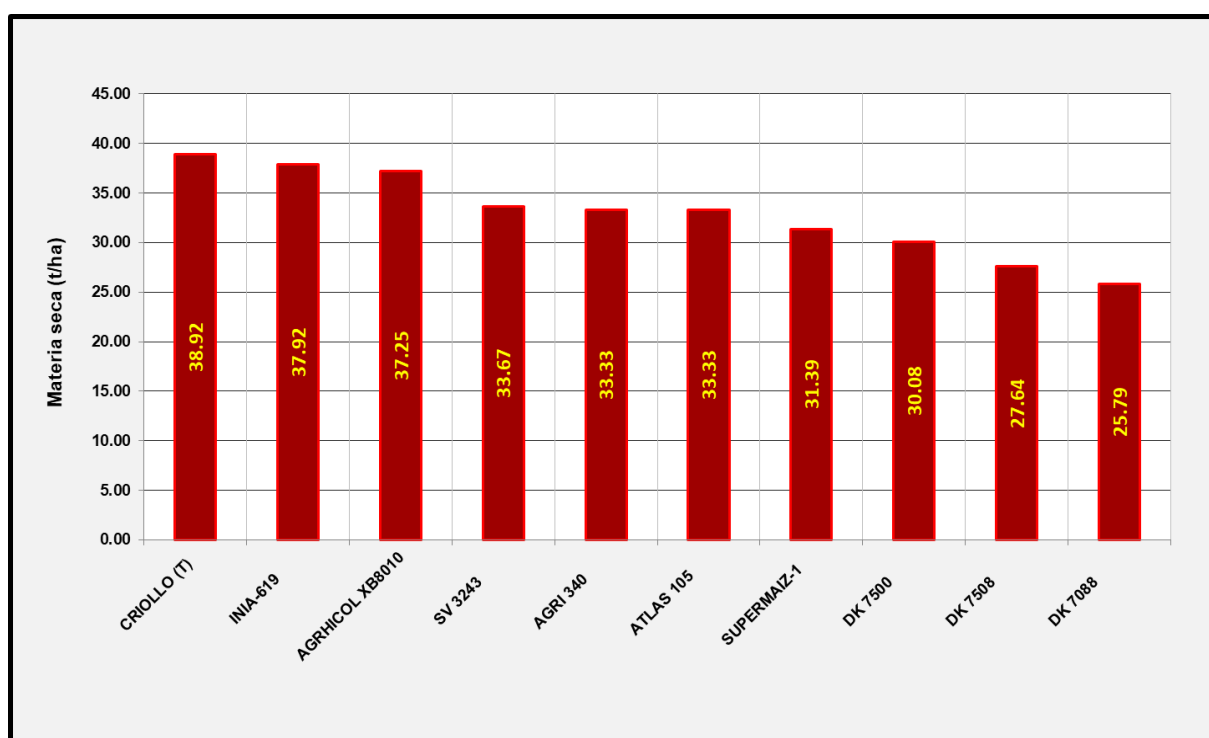


Figura 12: *Materia seca total (t/ha)*

Tabla 15

Peso de 1000 granos (g) de nueve híbridos comerciales y un testigo criollo local de maíz amarillo duro.

HÍBRIDOS	PROMEDIOS	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
DK 7500	473.33	A
Criollo local (T)	450.00	A B
DK 7088	447.67	B
ATLAS 105	443.33	B C
SV 3243	434.33	B C D
DK 7508	423.00	C D
Supermaiz-1	412.33	D E
AGRHICOL XB8010	393.00	E
AGRI 340	368.00	F
INIA-619	345.67	F
DMS	23.98	

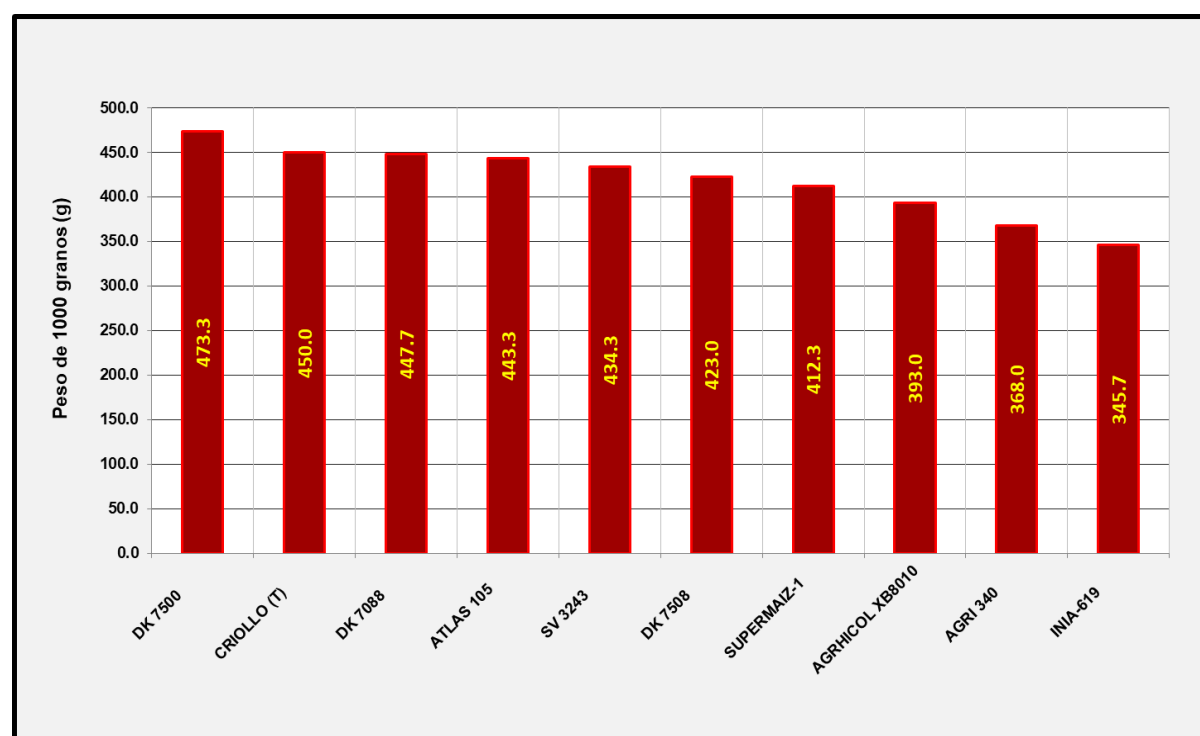


Figura 13. *Peso de 1000 granos (g)*

4.2.13. Rendimiento de grano

Se detectó diferencias estadísticas al aplicar la prueba discriminatoria de Tukey. El híbrido AGRI-340 registró el mayor rendimiento con 14041.00 kg/ha, mostrando similitud estadística con los híbridos DK7508, DK 7500, DK 7088 y ATLAS 105, que obtuvieron rendimientos de 12297.50, 11916.67, 11854.17 y 10935.42 kg/ha; sin embargo fue superior a los materiales restantes. Los híbridos SV 3243, AGRHICOL XB8010 y el testigo Criollo Local mostraron menor capacidad productiva al registrar rendimientos equivalentes a 7541.67, 6241.67 y 3922.92 kg/ha. (Tabla 16, Figura 14).

Nuestros resultados de rendimiento son superiores a los obtenidos en condiciones climáticas semejantes, por Coronado (2015) con maíces amarillos en dos épocas de siembra, que registró rendimientos promedio de 5128.6 y 5238.1 kg/ha para DK 7088 e INIA-619; mientras que Pérez – Vasquez (2017), en su trabajo con maíces amarillo bajo lluvia de temporal, registran para los mismos híbridos, rendimientos promedio de 5575.4 y 7817.5 kg/ha. Por otro lado Campos (2018), en su trabajo realizado en la Costa registra también, rendimientos de grano inferiores a lo nuestros, como es el caso de DK-7088, DK-7500, DK-7508, INIA-619 y AGRHICOL XB8010, que obtuvieron 10054.22, 8986.07, 8065.77, 7399.76, 7145.48 kg/ha respectivamente.

4.3. ANALISIS MULTIVARIADO

4.3.1. Analisis de clúster

El historial de conglomeración (Tabla 17) se puede explicar a través del análisis de Cluster (Figura 15). Los materiales genéticos se agruparon en 4 grupos, un grupo conformado aisladamente por el híbrido AGRI-340 que expresó la mayor capacidad productiva con 14041 Kg/ha; otro grupo conformado por los híbridos DK-7508, DK-7088, DK-7500, ATLAS 105

Tabla 16

Rendimiento de grano (kg/ha), de nueve híbridos comerciales y un testigo criollo local de maíz amarillo duro.

HIBRIDOS	PROMEDIOS	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
AGRI 340	14041.00	A
DK 7508	12297.50	A B
DK 7500	11916.67	A B C
DK 7088	11854.17	A B C
ATLAS 105	10935.42	A B C D
INIA-619	10412.67	B C D
Supermaiz-1	8664.58	C D E
SV 3243	7541.67	D E
AGRHICOL XB8010	6241.67	E F
Criollo local (T)	3922.92	F
DMS	3577.54	

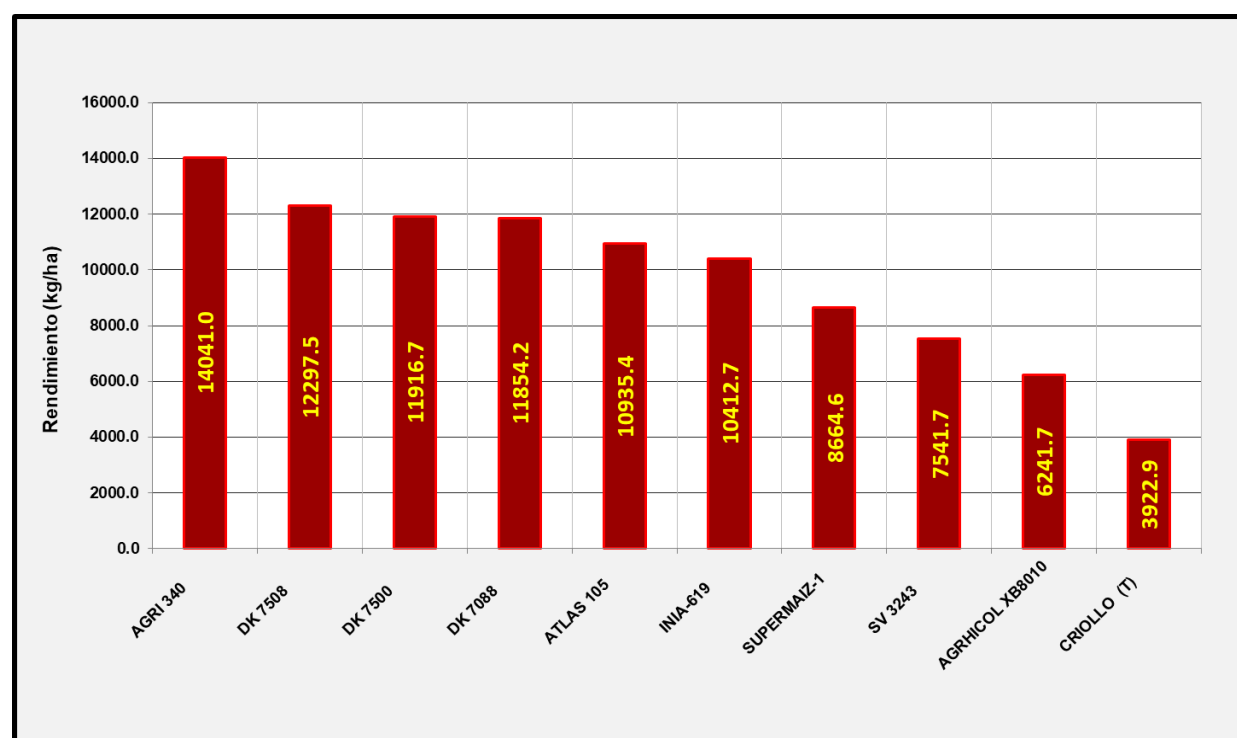


Figura 14: Rendimiento de grano (kg/ha)

e INIA-619 que obtuvieron rendimientos similares, pero menores al AGRI-340; otro grupo conformado por SUPERMAÍZ-1, SV-3243 y AGRHICOL-XB8010 que presentaron bajos rendimientos de grano; y el ultimo grupo constituido por el testigo local que registró el menor rendimiento de grano con 3922.92 kg/ha. Todos estos grupos, se conformaron en función de la capacidad productiva de los materiales híbridos.

4.4.2. Analisis de componentes principales

La matriz de correlaciones (Tabla 18) muestra que el rendimiento de grano tuvo una correlación media directa con el diámetro de mazorca (0.557) e índice de mazorca (0.548), mientras que con el número de hilreas por mazorca la correlación se presentó fuerte y directa (0.740). Por otro lado, se detectó que las características diámetro de mazorca e hileras por mazorca expresaron una fuerte correlación directa (0.807). Los resultados indican que el número de hileras por mazorca, fue el componente más influyente sobre el rendimiento de grano.

En la tabla 19, Todas las características fueron importantes, teniendo en cuenta que las comunalidades nos permite determinar, en base a valores superiores 0.4, que características son las más importantes. Sobresalieron en ese sentido la altura de planta, el rendimiento de grano, materia seca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, floración masculina y floración femenina.

En tabla 20, se presenta la varianza total explicada, que nos permite determinar que componente explica mejor lo que esta pasando en el problema, en nuestro caso se determina que es el componente C1. Tenemos un total de tres componentes, que nos permite explicar el 78.21% de la varianza total. En la figura de sedimentación, indica que el componente C1,

conforma el mejor equipo constituido por varias características; pero sumado a ello los dos componentes C2 y C3.

En la Tabla 21, en la matriz de componentes, se aprecia que el componente C1 tiene la mayor correlación positiva con las variables altura de planta, área foliar, floración masculina y madurez de cosecha; por otro lado el componente C2, tiene correlación positiva con longitud de mazorca y número de granos por hilera; mientras que el componente C3 presenta correlación positiva con peso de 1000 granos e índice de mazorca.

Tabla 17

Historial de Conglomeración

Etapa	Clúster combinado		Coeficientes	Primera aparición del clúster de		Etapa siguiente
				etapa		
	Clúster 1	Clúster 2		Clúster 1	Clúster 2	
1	5	6	4847,333	0	0	2
2	5	7	172991,413	1	0	5
3	3	8	283324,565	0	0	5
4	9	10	1261562,559	0	0	6
5	3	5	1932069,336	3	2	7
6	1	9	3782451,681	0	4	8
7	2	3	7034637,832	0	5	9
8	1	4	13657086,957	6	0	9
9	1	2	32698481,757	8	7	0

Figura 15: Dendrograma

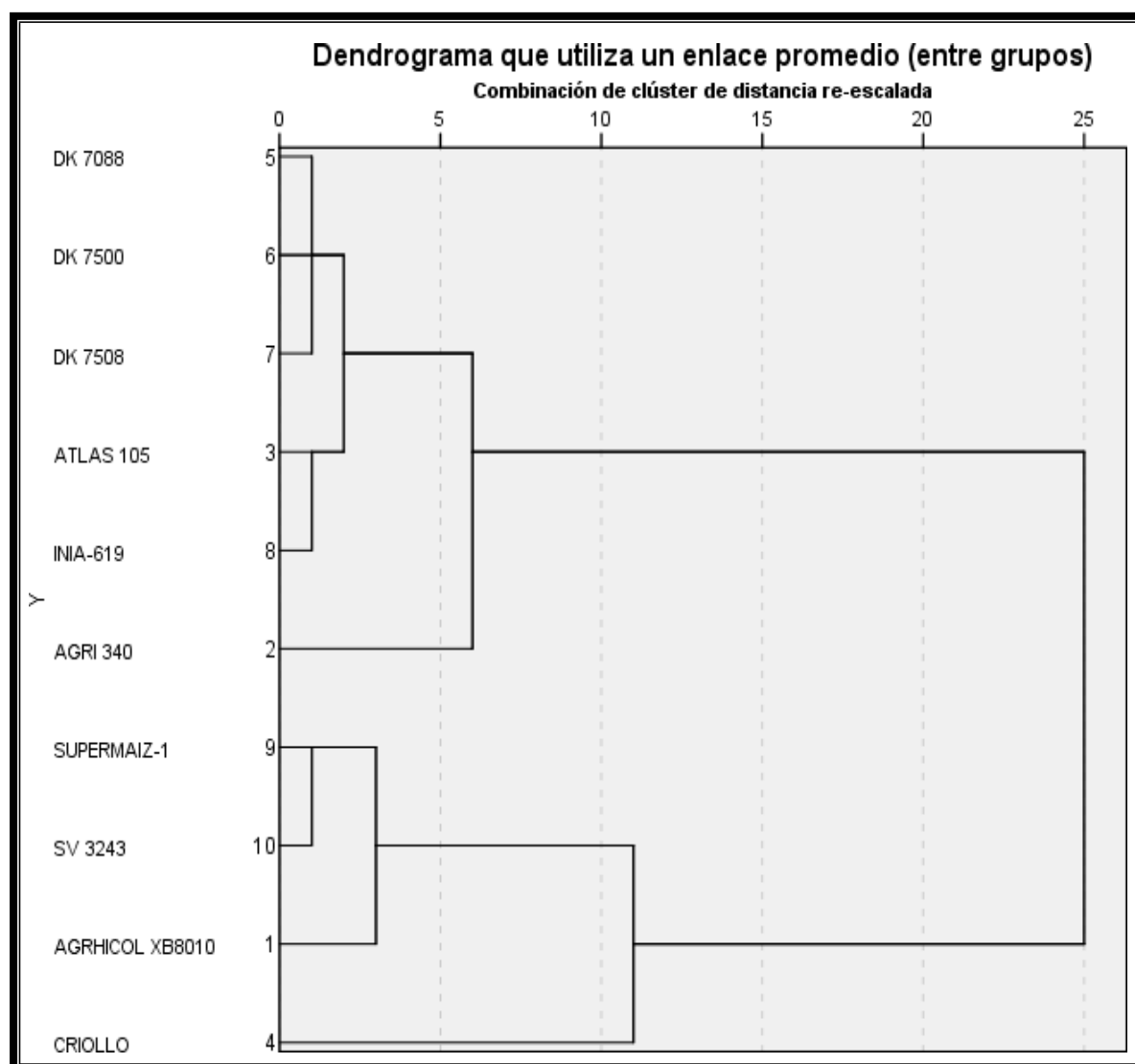


Tabla 18

Matriz de correlaciones de las variables evaluadas en nueve híbridos comerciales y un testigo criollo local de maíz amarillo duro.

		Altura	Área foliar	Mat. seca	Long. maz.	Hileras/ maz	Rdto. grano	N°gran/ hilera	Peso 1000 g	Diam mzca.	Flor mascul.	Flor femen.	Mad. cosech	Indice mzca.
Correlación	Altura	1,000	,585	,261	,478	-,246	-,627	,186	,531	-,219	,804	,805	,688	,070
	Área foliar	,585	1,000	,495	,524	-,296	-,546	-,129	-,065	-,152	,453	,427	,633	,044
	Mat. seca T.	,261	,495	1,000	,640	-,471	-,647	-,079	-,425	-,186	,233	,241	,584	-,439
	Long. mazorca	,478	,524	,640	1,000	-,756	-,628	,567	-,053	-,522	,403	,398	,563	-,167
	Hileras/mazorca	-,246	-,296	-,471	-,756	1,000	,740	-,654	-,117	,807	-,345	-,319	-,174	,299
	Rdto. grano	-,627	-,546	-,647	-,628	,740	1,000	-,261	-,149	,557	-,591	-,587	-,648	,548
	N°gran/hilera	,186	-,129	-,079	,567	-,654	-,261	1,000	,453	-,555	,116	,102	,017	,035
	Peso 1000 granos	,531	-,065	-,425	-,053	-,117	-,149	,453	1,000	-,087	,303	,276	-,095	,368
	Diam mazorca	-,219	-,152	-,186	-,522	,807	,557	-,555	-,087	1,000	-,512	-,507	-,082	,136
	Flor masculina	,804	,453	,233	,403	-,345	-,591	,116	,303	-,512	1,000	,997	,447	,023
	Flor femenina	,805	,427	,241	,398	-,319	-,587	,102	,276	-,507	,997	1,000	,479	-,009
	Mad. cosecha	,688	,633	,584	,563	-,174	-,648	,017	-,095	-,082	,447	,479	1,000	-,403
	Indice mazorca	,070	,044	-,439	-,167	,299	,548	,035	,368	,136	,023	-,009	-,403	1,000

Tabla 19*Comunalidades*

	Inicial	Extracción
Altura	1,000	,937
Área Foliar	1,000	,622
Mat. Seca T.	1,000	,808
Long. Maz.	1,000	,756
Hileras/maz	1,000	,939
Rdto. Grano	1,000	,853
N°gran/hil.	1,000	,818
Peso 1000 g	1,000	,740
Diam mzca.	1,000	,731
Flor mascul.	1,000	,834
Flor femen.	1,000	,820
Mad. Cosech	1,000	,765
Indice Mzca.	1,000	,544

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Tabla 20*Varianza total explicada*

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción			Sumas de cargas al cuadrado de la rotación		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	5,730	44,075	44,075	5,730	44,075	44,075	4,287	32,977	32,977
2	2,353	18,096	62,172	2,353	18,096	62,172	3,244	24,957	57,934
3	2,085	16,039	78,211	2,085	16,039	78,211	2,636	20,277	78,211
4	,978	7,522	85,733						
5	,881	6,774	92,507						
6	,474	3,649	96,156						
7	,335	2,580	98,736						
8	,127	,973	99,710						
9	,038	,290	100,000						
10	2,913E-16	2,241E-15	100,000						
11	1,844E-16	1,419E-15	100,000						
12	1,378E-17	1,060E-16	100,000						
13	-3,576E-16	-2,751E-15	100,000						

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Figura 16: Grafico de sedimentación

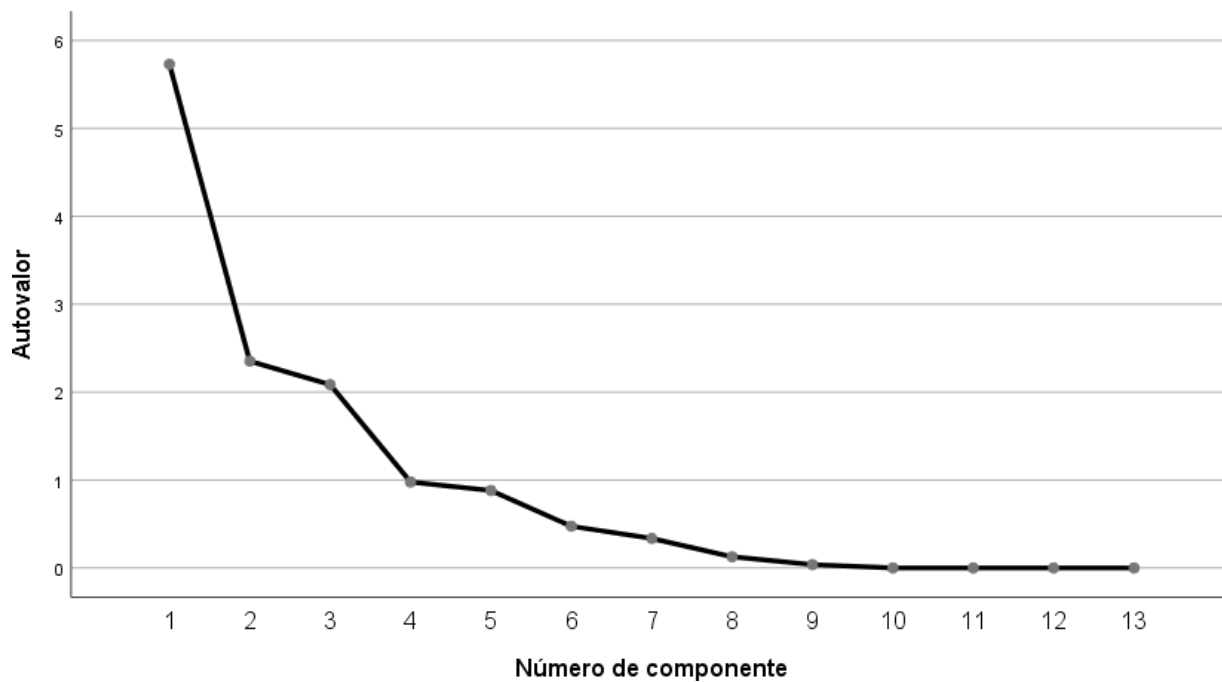


Tabla 21
Matriz de componente rotado

	Componente		
	1	2	3
Altura	,946	,151	,142
Área Foliar	,713	-,016	-,338
Mat. Seca T.	,358	,173	-,806
Long. Maz.	,425	,645	-,399
Hileras/maz	-,179	-,912	,273
Rdto. Grano	-,623	-,524	,437
Nºgran/hil.	-,048	,869	,244
Peso 1000 g	,304	,273	,757
Diam mzca.	-,209	-,828	,033
Flor mascul.	,866	,255	,137
Flor femen.	,867	,237	,115
Mad. Cosech	,718	,003	-,500
Indice Mzca.	,039	-,178	,715

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 5 iteraciones.

V. CONCLUSIONES

1. El híbrido AGRI-340 registró el mayor rendimiento con 14041.00 kg/ha, mostrando similitud estadística con los híbridos DK7508, DK 7500, DK 7088 y ATLAS 105, que obtuvieron rendimientos de 12297.50, 11916.67, 11854.17 y 10935.42 kg/ha. El testigo CRIOLLO LOCAL mostró menor capacidad productiva al registrar rendimientos de 3922.92 kg/ha.

2. El testigo CRIOLLO LOCAL se comportó como el más tardío necesitando de 172.67 días para alcanzar la madurez de cosecha; los híbridos DK 7500, SV 3243 y DK 7088, se comportaron como los más precoces, requiriendo de 152.67, 151.33 y 151.33 días.

3. El híbrido AGRI-340 destacó con el mayor número de hileras por mazorca, con 24.00 hileras. Los híbridos, DK 7500, DK 7508 y DK 7088 presentaron un número intermedio de hileras por mazora, con 18.25, 18.04 y 18.00, mientras que los híbridos AGRHICOL XB8010, ATLAS 105 y el Testigo CRIOLLO LOCAL registran los menores número de hileras por mazorca, con 13.67, 13.42 y 13.67, respectivamente.

4. El híbrido ATLAS 105 registró el mayor número de granos por hilera con 40.00, similar estadísticamente con AGRHICOL XB8010, DK-7508 y SUPERMAÍZ-1, pero superior a los materiales híbridos SV 3243 y AGRI-3490 que registraron los menores valores con 34.15 y 30.99 granos por hilera.

5. El híbrido DK 7500, registró el mayor peso de 1000 granos con 473.33 gramos, mostrando similitud estadística con la variedad CRIOLLO LOCAL que registró 450.00 gramos, pero superior a los híbridos AGRHICOL XB8010, AGRI-340 e INIA-619 que registraron pesos de 1000 granos con 393.00, 368.00 y 345.67 gramos, respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

1. Incentivar a los agricultores de la zona de La Capilla, Cutervo, para la siembra de híbridos de maíz amarillo duro, teniendo en cuenta los buenos resultados de rendimiento de grano obtenidos en el presente trabajo. En ese sentido, se puede atender en parte a la demanda de los avicultores existente en la zona.
2. Realizar trabajos con híbridos comerciales, teniendo en cuenta el tiempo y el espacio, en los valles de Cutervo, para recomendar los que mejor se adapten.

VII. REFERENCIAS

1. Acosta, R.I. 2009. El cultivo del maíz, su origen y clasificación. Cultivos Tropicales. cultrop v.30 n.2 La Habana abr.-jun. 2009. versión impresa ISSN 0258-5936. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362009000200016
2. Agraria.pe. (2020). *Perú aumenta cada vez más su producción de maíz amarillo duro, pero también importa una gran cantidad*. Obtenido de Agencia Agraria de Noticias: <https://agraria.pe/noticias/peru-aumenta-cada-vez-mas-su-produccion-de-maiz-amarillo-dur-22010>.
3. Alcántara Cuzco, J. R., & Quispe Urteaga, K. Y. (2018). Determinantes de la importación de maíz amarillo duro en el Perú, en los años 2007–2016. <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/699>
4. Prasanna, B. M., Chaikam, V., & Mahuku, G. (2013). Tecnología de dobles haploides en el mejoramiento de maíz: teoría y práctica. México, D.F.: CIMMYT. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=B.M.+Prasanna%2C+Vija+y+Chaikam+y+George+Mahuku+%28editores%29.+2013.+Tecnolog%C3%ADa+de+dobles+haploides+en+el+mejoramiento+de+ma%C3%ADz%3A&btnG=
5. Chávez Figueroa, J.C. 2002. Comportamiento de cinco híbridos y una variedad de maíz (*Zea mays* L.) bajo un sistema de labranza mínima en Tulumayo. Tesis para optar

el título de: Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María – Perú.

6. Charalla Tello, H. (2019). Caracterización agronómica y rendimiento de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en San Pedro-Santa Ana-La Convención. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/3825>
7. CIBIOGEM, 2019. *MAIZ*. Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados. Obtenido de CONACYT, México: <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/maiz>
8. DB City.com. (01 de 01 de 2018). *Santo Domingo de La Capilla*. Obtenido de [https://es.db-city.com/Per%C3%BA--Cajamarca--- Santo-Domingo-de-la-Capilla](https://es.db-city.com/Per%C3%BA--Cajamarca---Santo-Domingo-de-la-Capilla)
9. Escorcia-Gutiérrez, N., Molina-Galán, J. D., Castillo-González, F., & Mejía-Contreras, J. A. (2010). Rendimiento, heterosis y depresión endogámica de cruza simples de maíz. *Revista fitotecnia mexicana*, 33(3), 271-279. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v33n3/v33n3a12.pdf](https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v33n3/v33n3a12.pdf).
10. Espíritu Morales, M.T. 2018. 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 optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Facultad de ciencias agrarias escuela profesional de agronomía,

<http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3322/AGRONOMIA%20-%20Maria%20Tarcila%20Espiritu%20Morales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

11. Eyherabide, G. H., Totis de Zeljkovich, L. E., Cirilo, A., Andrade, F., Otegui, M., Maddonni, G. & Muñoz, R. (2012). Bases para el manejo del cultivo del maíz.
https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Eyh%C3%A9rabide+H.+G.+%28s%2Ff%29.+Bases+para+el+Manejo+del+Cultivo+de+Ma%C3%ADz+&btnG=
12. Flores, H. D. (2020). Guía técnica el cultivo de maíz. Obtenido de Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA:
<http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>
13. Fernandez Toro, A.Y. 2019. Evaluación del rendimiento de tres variedades de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) bajo tres densidades de siembra en el centro poblado Ñunya Jalca, distrito Bagua Grande – Amazonas, 2018. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma Universidad Nacional Toribio Todríguez de Mendoza de Amazonas, Perú.
14. Guacho Abarca, E.F. 2014. Caracterización agro-morfológica del maíz (*Zea mays* L.) de la localidad San José de Chazo. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Recursos

Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba – Ecuador.

15. La Republica. (06 de Agosto de 2018). La producción de maíz amarillo duro es insuficiente para la demanda nacional. Obtenido del Diario La Republica: <https://larepublica.pe/sociedad/1293379-produccion-nacional-maiz-amarillo-duro-insuficiente-demanda-nacional/>
16. MacRobert, J.F., P.S. Setimela, J. Gethi y M. Worku. 2014. Manual de producción de semilla de maíz híbrido. México, D.F.: CIMMYT. <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/16849/57179.pdf?sequence=1>
17. MINAG (s.f.). Condiciones agroclimáticas cultivo de maíz (MAD). https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/direccion_informacion_agraria/boletines_tecnicos/cultivo_maiz.pdf
18. MINAG . (Noviembre de 2012). *Maíz Amarillo Duro*. Obtenido de Principales Aspectos de la cadena agroproductiva: http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroeconomia/agroeconomia_maizamarillo2.pdf
19. Paliwal, R., Lafitte H., Violic A. y Marathée J. P. (2001). El Maíz en los Trópicos:Mejoramiento y producción. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: <http://www.fao.org/3/x7650s00.htm>

20. Sánchez Ortega, I, 2014. Maíz I. Reduca (Biología). Serie Botánica. 7 (2): 151-171, 2014. ISSN: 1989-3620 151. Departamento Biología Vegetal I (Fisiología Vegetal) Facultad de Biología. Universidad Complutense de Madrid.
<https://eprints.ucm.es/27974/1/MAIZ%20I.pdf>
21. Witting Köhel, D.A., 2018. Comportamiento de híbridos simples de líneas S2 de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), bajo labranza cero, Santa Rosa, Pozuzo. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela Profesional de Agronomía. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Oxapampa-Perú.
22. MINAGRI. (2019). *Commodities: Maiz Amarillo Duro*. Obtenido de Boletín de Publicación Trimestral • Abril - Junio, 2019:
http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/e-economia/e71/commodities_mad_jun19.pdf

VIII. ANEXO

ANALISIS DE VARIANCIA

Días al 50% de floración masculina

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	982.23	11	89.29	27.37	<0.0001
Repetición	3.27	2	1.63	0.50	0.6144
Híbridos	978.97	9	108.77	33.34	<0.0001
Error	58.73	18	3.26		
Total	1040.97	29			
C.V. (%)	2.85				

Días al 50% de floración femenina

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1131.37	11	102.85	57.61	<0.0001
Repetición	3.20	2	1.60	0.90	0.4255
Híbridos	1128.17	9	125.35	70.22	<0.0001
Error	32.13	18	1.79		
Total	1163.50	29			
C.V. (%)	1.90				

Días a la madurez de cosecha

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1226.43	11	111.49	23.74	<0.0001
Repetición	19.47	2	9.73	2.07	0.1549
Híbridos	1206.97	9	134.11	28.56	<0.0001
Error	84.53	18	4.70		
Total	1310.97	29			
C.V. (%)	1.37				

Altura de planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.04	11	0.28	131.76	<0.0001
Repetición	3.6E-03	2	1.8E-03	0.86	0.4397
Híbridos	3.03	9	0.34	160.84	<0.0001
Error	0.04	18	2.1E-03		
Total	3.08	29			
C.V.	1.67				

Área Foliar

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13233.13	11	1203.01	8.13	0.0001
Repetición	423.47	2	211.73	1.43	0.2649
Híbridos	12809.67	9	1423.30	9.62	<0.0001
Error	2662.74	18	147.93		
Total	15895.88	29			
C.V. (%)	13.85				

Longitud de mazorca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	52.66	11	4.79	27.12	<0.0001
Repetición	1.10	2	0.55	3.11	0.0690
Híbridos	51.56	9	5.73	32.46	<0.0001
Error	3.18	18	0.18		
Total	55.83	29			
C.V. (%)	2.47				

Diámetro de mazorca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.32	11	0.30	28.22	<0.0001
Repetición	0.06	2	0.03	2.64	0.0990
Híbridos	3.27	9	0.36	33.91	<0.0001
Error	0.19	18	0.01		
Total	3.51	29			
C.V. (%)	1.92				

Número de hileras por mazorca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	317.55	11	28.87	74.89	<0.0001
Repetición	0.54	2	0.27	0.70	0.5073
Híbridos	317.01	9	35.22	91.38	<0.0001
Error	6.94	18	0.39		
Total	324.49	29			
C.V. (%)	3.85				

Número de granos por hilera

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	150.26	11	13.66	7.82	0.0001
Repetición	1.64	2	0.82	0.47	0.6335
Híbridos	148.63	9	16.51	9.45	<0.0001
Error	31.45	18	1.75		
Total	181.71	29			
C.V. (%)	3.67				

Índice de mazorca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.05	11	4.3E-03	3.50	0.0092
Repetición	1.2E-03	2	6.0E-04	0.49	0.6183
Híbridos	0.05	9	0.01	4.16	0.0049
Error	0.02	18	1.2E-03		
Total	0.07	29			
C.V. (%)	4.38				

Peso grano por mazorca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11970.43	11	1088.22	3.85	0.0056
Repetición	5131.35	2	2565.67	9.08	0.0019
Híbridos	6839.08	9	759.90	2.69	0.0354
Error	5087.67	18	282.65		
Total	17058.10	29			
C.V. (%)	7.30				

Materia seca total

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	513.79	11	46.71	20.96	<0.0001
Repetición	4.66	2	2.33	1.04	0.3723
Híbridos	509.14	9	56.57	25.38	<0.0001
Error	40.12	18	2.23		
Total	553.91	29			
C.V. (%)	4.53				

Peso de 1000 granos

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	42885.93	11	3898.72	58.10	<0.0001
Repetición	54.07	2	27.03	0.40	0.6743
Híbridos	42831.87	9	4759.10	70.92	<0.0001
Error	1207.93	18	67.11		
Total	44093.87	29			
C.V. (%)	1.95				

Rendimiento de grano

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	265253380.42	11	24113943.67	16.15	<0.0001
Repetición	724983.11	2	362491.56	0.24	0.7870
Híbridos	264528397.31	9	29392044.15	19.68	<0.0001
Error	26881969.60	18	1493442.76		
Total	292135350.02	29			
C.V. (%)	12.49				

FOTOS







UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

A los dieciséis días del mes noviembre del año dos mil veinte, siendo las diecisiete horas, se reunieron de manera virtual mediante la Plataforma Google meet con enlace virtual meet.google.com/dqg-rxia-xad, los miembros del Jurado, dando inicio a la lectura del Decreto N° 041-2020-VIRTUAL-UI-FAG de fecha 05 de noviembre del 2020, mediante el cual autoriza la sustentación de la tesis, dicho jurado está conformado por los siguientes docentes:

DR. AMÉRICO CELADA BECERRA
Dr. RICARDO CHAVARRY FLORES
ING. NEPTALÍ PEÑA ORREGO
ING. M.Sc. JOSE AVERCIO NECIOSUP GALLARDO

Presidente
Secretario
Vocal
Patrocinador

Para evaluar y calificar el trabajo de Tesis Titulado: "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE GRANO DE 09 HÍBRIDOS COMERCIALES DE MAÍZ AMARILLO (Zea mays L.) EN EL DISTRITO "LA CAPILLA", CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA", presentado por las Bachilleres SARELA JULCA BORJA y ROSA MIRIAM CIEZA CARRANZA.

Después de escuchar la exposición y las respuestas a las preguntas formuladas por los Miembros del Jurado, se acordó calificar el trabajo como:

BUENO.

En consecuencia, los Bachilleres en referencia quedan aptos para recibir el Título Profesional de **INGENIERO AGRONOMO**, de conformidad con la Ley Universitaria, Estatuto y Reglamento de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Para constancia de ello firman:

Vº Bº DR. AMÉRICO CELADA BECERRA
Presidente

Vº Bº ING. NEPTALÍ PEÑA ORREGO
Vocal

Vº Bº Dr. RICARDO CHAVARRY FLORES
Secretario

Vº Bº ING. M.Sc. JOSE AVERCIO NECIOSUP GALLARDO
Patrocinador

OBSERVACIONES:



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Sarela Julca Borja
Título del ejercicio: Tesis Sarela Julca
Título de la entrega: TESIS SARELA JULCA BORJA - MIRIAM CIEZA CARRANZA
Nombre del archivo: TESIS_SARELA_JULCA_BORJA_-_MIRIAM_CIEZA_CARRANZA.doc
Tamaño del archivo: 1.47M
Total páginas: 68
Total de palabras: 11,780
Total de caracteres: 62,178
Fecha de entrega: 06-abr.-2023 05:32p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2057932822



**UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO**



FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Evaluación del rendimiento de grano de 09 híbridos
comerciales de maíz amarillo (Zea mays L.), en el
Distrito La Capilla, Cutervo, Región Cajamarca.

TESIS

Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR

Sarela Julca Borja
Rosa Miriam Cieza Carranza

ASESOR

M.Sc. José Avercio Neciosup Gallardo

Lambayeque - Perú
2020

José Avercio Neciosup Gallardo

TESIS SARELA JULCA BORJA - MIRIAM CIEZA CARRANZA

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.revistafitotecniamexicana.org Fuente de Internet	2%
2	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upagu.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	1library.co Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unprg.edu.pe:8080 Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas Trabajo del estudiante	1%

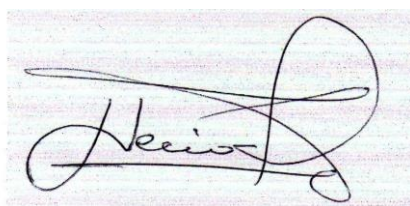
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

YO, M.S.c. José Avercio Neciosup Gallardo en condición de Asesor de la Tesis Titulada: **Evaluación del rendimiento de grano de 09 híbridos comerciales de maíz amarillo (*Zea mays* L.), en el Distrito La Capilla, Cutervo, Región Cajamarca**, presentado por las Bachilleres: **Sarela Julca Borja y Rosa Miriam Cieza Carranza** a efecto de optar por el Título Profesional de **INGENIERA AGRÓNOMA** habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de uso del sistema anti plagio considerando que el reporte del software TURNITIN dio un porcentaje de coincidencia de 19% de la tesis antes citada, y de acuerdo a los criterios de evaluación de originalidad **NO HA SIDO PLAGIADO NI CONTIENE DATOS FALSOS.**

En caso se demostrará lo contrario, asumimos responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiera lugar. Que puede conducir a la anulación del título o grado emitido como consecuencia de este informe.

Se emite la presente constancia para fines de proseguir con el trámite respectivo.

Lambayeque, 07 de Junio 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Neciosup', with a large, stylized loop at the end.

M.S.c. José Avercio Neciosup Gallardo
Asesor.