



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Adaptación de cultivares híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en la Estación Experimental El Porvenir, distrito de Juan Guerra, departamento de San Martín

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

Carlos Alberto Pezo Sánchez

ASESOR:

Dr. Agustín Cerna Mendoza

CO-ASESOR:

Ing. Edinson Hidalgo Meléndez

Tarapoto - Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Adaptación de cultivares híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en la Estación Experimental El Porvenir, distrito de Juan Guerra, departamento de San Martín

AUTOR:

Carlos Alberto Pezo Sánchez

Sustentada y aprobada ante el honorable jurado el día 18 de marzo del 2019

.....
Dr. Carlos Rengifo Saavedra
Presidente

.....
Ing. Eybis José Flores García
Secretario

.....
Ing. María Emilia Ruíz Sánchez
Miembro

.....
Dr. Agustín Cerna Mendoza
Asesor

Declaratoria de Autenticidad

Carlos Alberto Pezo Sánchez, egresado de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de AGRONOMÍA de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con DNI N° 47204163, con la tesis titulada: **Adaptación de cultivares híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en la Estación Experimental El Porvenir, distrito de Juan Guerra, departamento de San Martín.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), **falsificación** (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 18 de marzo del 2019



Carlos Alberto Pezo Sánchez

DNI N° 47204163

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	PEZO SÁNCHEZ CARLOS ALBERTO	
Código de alumno :	101121	Teléfono: 985388831
Correo electrónico :	agropozo@gmail.com	DNI: 47204163

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	CIENCIAS AGRARIAS
Escuela Profesional de:	AGRONOMÍA

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título :	ADAPTACIÓN DE CULTIVARES HÍBRIDOS DE MAÍZ AMARILLO DURO (Zea mays L.) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL EL PORVENIR, DISTRITO DE JUAN GUERRA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN.
Año de publicación:	2019

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.



Firma del Autor

8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

25 / 02 / 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología
e Innovación de Acceso Abierto - UNSM.
Ing. Grecia Vanessa Fachin Ruíz
Responsable

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

Dedico con absoluto y genuino amor que se merecen porque es justo, esta tesis de investigación, a mis padres, porque ambos sumaron esfuerzos para que esta oportunidad se materialice con logros después de cinco años de esfuerzos.

A mi hermano, quien, con su pequeño deseo de salir adelante en su innato talento y mis deseos de brindarle el apoyo necesario, fueron mi total motivación.

Agradecimiento

Dios siempre estará en primer lugar, sea cual sea el motivo para nombrarlo. Y hoy está en este orden jerárquico de mi agradecimiento por todas las bendiciones que he recibido durante mi formación superior y por lo que seguiré recibiendo por el resto de mis días.

Mis padres, Alberto Pezo, Rosanita Sánchez, se encargaron de darme la educación que tanto anhelaba sumando esfuerzos, sin tener como alternativa el cesar, impulsándome con consejos tras consejos para direccionarme a un camino próspero, luchando inquebrantablemente para que este anhelo, que un día fue, hoy se demuestre que es una realidad y, por todo esto y otras muchas cosas más se merecen más que un mero agradecimiento.

A mi hermano Paul Pezo, que, con su inocente compañía en mi proceso de formación superior, se convirtió en un motivo más para seguir escalando los peldaños del éxito.

A toda mi familia paterna y materna, que enumerarlos obtuviéramos una larga lista; a ellos también toda mi gratitud por ese apoyo incondicional que me brindaron directa e indirectamente.

Al ingeniero Edinson Hidalgo, especialista del cultivo de maíz, por brindarme su vasto conocimiento como co-asesor de la investigación, razón por la cual pude concluir con éxito.

A todos mis amigos, que sus nombres mantendré en reserva y quedará en mi esa conciencia de su gran apoyo.

Índice general

	Página
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Índice general.....	viii
Resumen	xiii
Abstract	xiv
Introducción.....	1
CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1. Concepto de adaptabilidad	3
1.2. Fines del mejoramiento genético del maíz.....	3
1.3. Concepto de híbrido	3
1.4. Teoría del maíz híbrido	4
1.4.1. Historia del maíz híbrido	5
1.4.2. Híbridos y poblaciones parentales	5
1.4.3. Líneas autofecundadas.....	6
1.4.4. Cruzas simples	6
1.4.5. Vigor híbrido o heterosis	7
1.4.6. Técnica de cruzamiento	7
1.5. Características de los híbridos testigos (Dekalb 7088, Pioneer 30f35).....	8
1.5.1. Dekalb 7088.....	8
1.5.2. Pioneer 30f35.....	9
1.6. Estudios realizados en diferentes localidades de la región san martín de los híbridos investigados.....	9
1.7. Investigaciones relacionadas a la evaluación de híbridos	10
1.8. Genotipo y medio ambiente	11
1.9. Características morfo-fisiológicos que afectan el rendimiento del maíz	12
1.10. Características Edafo – Climáticas.....	15
1.10.1. Temperatura	15
1.10.2. Humedad	16
1.10.3. Suelo.....	16
1.10.4. Necesidad de agua.....	16
1.10.5. Efectos de la luz y fotoperiodo	17

1.10.6. Necesidades nutricionales	17
1.11. Principales plagas y enfermedades del cultivo de maíz	18
1.11.1. Principales plagas del cultivo de maíz	18
1.11.2. Principales enfermedades del cultivo de maíz	19
CAPÍTULO II: MATERIAL Y MÉTODOS	20
2.1. Materiales	20
2.1.1. Material biológico.....	20
2.1.2. Fertilizantes.....	20
2.1.3. Materiales de gabinete	20
2.2. Metodología	20
2.2.1. Ubicación del campo experimental	20
2.2.2. Descripción de las condiciones geográficas	20
2.2.3. Diseño de investigación.....	21
2.3. Tratamiento de estudio	21
2.4. Datos meteorológicos.....	21
2.5. Características del campo experimental.....	21
2.6. Técnica de recolección de datos.....	22
2.7. Variables A Evaluadas	25
2.7.1. Días al 50% de la floración masculina	25
2.7.2. Días al 50% de la floración femenina.....	26
2.7.3. Altura de planta.....	26
2.7.4. Número de hojas por planta.....	26
2.7.5. Área foliar.....	26
2.7.6. Altura de mazorca.....	26
2.7.7. Número de plantas cosechadas	26
2.7.8. Número totales de mazorcas cosechadas	27
2.7.9. Rendimiento (Tm/Ha).....	27
2.7.10. Análisis económico (Beneficios/costo).....	27
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
3.1. Resultados	28
3.1.1. 50% De la floración masculina y femenina.	28
3.1.2. Altura de planta.	30
3.1.3. Número de hojas por planta.	31

3.1.4. Área foliar.	32
3.1.5. Altura de mazorca.	33
3.1.6. Número de plantas cosechadas.	34
3.1.7. Número de mazorcas cosechadas.	35
3.1.8. Rendimiento.	36
3.1.9. Análisis estadístico de correlación altura de planta respecto al rendimiento.	37
3.1.10. Análisis estadístico de correlación de número de hojas respecto al rendimiento.	37
3.1.11. Análisis estadístico de correlación del área foliar respecto al rendimiento.	38
3.1.12. Análisis económico (B/C).	39
3.2. Discusión.	40
3.2.1. Días al 50% de la floración masculina y femenina.	40
3.2.2. Altura de planta.	40
3.2.3. Número de hojas por planta.	41
3.2.4. Área foliar.	41
3.2.5. Altura de mazorca.	42
3.2.6. Número de plantas cosechadas.	42
3.2.7. Número de mazorcas cosechadas.	43
3.2.8. Rendimiento (Tm/Ha).	43
3.2.8. Análisis económico.	44
CONCLUSIONES	45
RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXOS	52

Índice de tablas

	Página
Tabla 1: Tratamientos en estudio	21
Tabla 2: Resumen de resultados del análisis físico y químico de suelo del Campo experimental	23
Tabla 3: Análisis de varianza para flor masculina (días), de 08 híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir Juan Guerra	28
Tabla 4: Análisis de varianza para flor femenina (días), de 08 híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir Juan Guerra	28
Tabla 5: Análisis de varianza para altura de planta de 08 híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir Juan Guerra	30
Tabla 6: Análisis de varianza para número de hojas por planta de 08 híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir Juan Guerra	31
Tabla 7: Análisis de varianza para área foliar de 08 híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir Juan Guerra	32
Tabla 8: Análisis de varianza para altura de mazorca de 08 híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir Juan Guerra.....	33
Tabla 9: Análisis de varianza para plantas cosechadas de 08 híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir Juan Guerra.....	34
Tabla 10: Análisis de varianza para número de mazorcas cosechadas de 08 híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir Juan Guerra	35
Tabla 11: Análisis de varianza para rendimiento de 08 híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir Juan Guerra.....	36
Tabla 12: Análisis económico de los 08 híbridos experimentales en la E. E. A. El Porvenir Juan Guerra.....	39

Índice de gráficos

	Página
Gráfico 1: Prueba de Duncan para el 50% de la floración masculina y femenina	29
Gráfico 2: Prueba de Duncan para altura de planta	30
Gráfico 3: Prueba de Duncan para número de hojas por planta	31
Gráfico 4: Prueba de Duncan para área foliar.	32
Gráfico 5: Prueba de Duncan para altura de mazorca	33
Gráfico 6: Prueba de Duncan para número de plantas cosechadas	34
Gráfico 7: Prueba de Duncan para número de mazorcas cosechadas.....	35
Gráfico 8: Prueba de Duncan para rendimiento	36
Gráfico 9: Diagrama de correlación del rendimiento con altura de planta.....	37
Gráfico 10: Diagrama de correlación del rendimiento con número de hojas	37
Gráfico 11: Diagrama de correlación del rendimiento con el área foliar	38

Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó durante el periodo de septiembre del 2015 - enero del 2016 en el la E.E.A “El Porvenir”, en el Distrito de Juan Guerra, provincia de San Martín (Latitud sur 06°35'28" Longitud Oeste con 76°18'47" y altitud de 230 m. s. n. m.). Se tuvo como objetivo identificar nuevos híbridos de mejor adaptabilidad con características superiores en producción y calidad de grano con relación a los híbridos que se vienen sembrando (Dekalb-7088, Pioneer-30F35) y determinar la relación B/C). Para ello se empleó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 8 tratamientos (SA-345; SA-282; SA-336; SA-501; SA-333; TF-222; DEKALB-7088; PIONER-30F75) y 4 repeticiones. Se evaluaron los principales factores del rendimiento. El distanciamiento de siembra fue de 0,80 * 0,40 m. con una densidad de 20 000 plantas por hectárea. El suelo experimental fue de tipo franco arcilloso, de reacción ligeramente ácido (pH: 6,76), con contenido de materia orgánica medio, (3,66%). El abonamiento se hizo empleando la dosis de 200-150-100 kg de N-P₂O₅-K₂O/ha como exigencia del cultivo para obtener un rendimiento de 10 toneladas. Según la exigencia del cultivo para obtener la productividad propuesta y el resultado del análisis de suelo, la aplicación total de N es de 402 kg/ha, 359 kg/ha de P₂O₅ y 422 kg/ha de K₂O, aplicando el 50% de nitrógeno, juntamente con todo el fósforo y potasio a 10 días después de la siembra y el % del nitrógeno restante a 35 días. Se obtuvo mayor rendimiento de grano (al 14% de humedad) con el híbrido SA-336 (9,92 tn/ha) y el análisis económico (relación B/C), mostró también buen potencial de rendimiento y es económicamente rentable (mayor de 50%). Los parámetros que contribuyeron a obtener excelentes rendimientos son: altura de planta, área foliar y número de hojas por plantas, todos ellos con una línea de tendencia positiva respecto al rendimiento. Estos resultados fueron determinados por el análisis de correlación lineal. De tal forma se concluye que el híbrido SA-336 es un cultivar híbrido promisorio para las condiciones climáticas de la región San Martín.

Palabras claves: Híbrido, adaptación, producción, densidad, rentabilidad, sincronización.

Abstract

The present research work was conducted during the period September 2015 - January 2016 at the E.E.A "El Porvenir", in the District of Juan Guerra, province of San Martín (South latitude 06°35'28" West longitude 76°18'47" and altitude 230 m. a. s. n. m. m.). The objective was to identify new hybrids of improved adaptability with superior characteristics in grain yield and quality in relation to the hybrids being cultivated (Dekalb-7088, Pioneer-30F35) and to determine the B/C ratio. A Completely Randomized Block Design (CSBD) with 8 treatments (SA-345; SA-282; SA-336; SA-501; SA-333; TF-222; DEKALB-7088; PIONER-30F75) and 4 replicates was used. The main yield factors were evaluated. The sowing spacing was 0.80 * 0.40 m. with a density of 20,000 plants per hectare. The experimental soil was clay loam, slightly acidic (pH: 6.76), with a medium organic matter content (3.66%). Fertilization was made using the dose of 200-150-100 kg of N-P₂O₅-K₂O/ha as required by the crop to obtain a yield of 10 tons. According to the crop requirement to obtain the proposed productivity and the result of the soil analysis, the total N application is 402 kg/ha, 359 kg/ha of P₂O₅ and 422 kg/ha of K₂O, applying 50% of nitrogen, together with all the phosphorus and potassium at 10 days after sowing and the remaining % of nitrogen at 35 days. Higher grain yield (at 14% moisture) was obtained with the SA-336 hybrid (9.92 tn/ha) and the economic analysis (B/C ratio) also showed good yield potential and is economically profitable (greater than 50%). The parameters that contributed to excellent yields are: plant height, leaf area and number of leaves per plant, all of them with a positive trend line in relation to yield. These results were determined by linear correlation analysis. Thus, it is concluded that hybrid SA-336 is a promising hybrid cultivar for the climatic conditions of the San Martín region.

Key words: Hybrid, adaptation, production, density, profitability, synchronization.



Introducción

El maíz es una de las plantas más adaptables a diversas condiciones ambientales relacionadas al clima y suelo, y se cultiva en casi todo el mundo desde el nivel del mar hasta altitudes sobre los 3 500 m.s.n.m. En el Perú se cultiva en la costa, sierra y selva, siendo en la región San Martín, junto con el arroz, el cultivo más importante. Su uso principalmente es para alimento, sea doméstico, para animales y fermentado para varios productos industriales, debido a su alto valor nutritivo en lo que respecta a grasa, hierro y contenido de fibra. A pesar de la alta demanda y sus bondades nutricionales, en los últimos años en la Región de San Martín viene disminuyendo el área cultivada, manteniéndose casi constante los niveles y los promedios de rendimiento. A nivel nacional, en el año 2014, se sembró 271 085 has., obteniendo productividad total de 1 227 562 tn. En la región San Martín se sembró 57 233 hectáreas lo que representa el 21,11 % del área total cosechada, obteniendo productividad de 125 267 tn y rendimiento promedio de 2,2 (tn/ha), con precio de chacra de S/. 0,71/kg., siendo esto considerado como una agricultura de subsistencia (MINAGRI, 2015).

El problema principal de los bajos rendimientos en el cultivo del maíz amarillo duro, se debe a la escasa existencia de material genético resistentes a las condiciones climatológicas adversas, resistentes o tolerantes al ataque de plagas y enfermedades, a la baja fertilidad del suelo, manejo agronómico inadecuado por parte de los agricultores, además del limitado conocimiento por parte de ellos respecto a las tecnologías modernas para reducir el impacto de estas condiciones, de tal forma que determinan el rendimiento solo por fuerzas mayores y buscan un aumento de la productividad a través del aumento del área en vez de la producción por unidad de área.

La importancia de esta investigación consistió en encontrar el híbrido que mejor se adapte a las condiciones ambientales del lugar o campo experimental y que la productividad no esté afectada por condiciones adversas como el ataque de plagas y enfermedades, sequías y otros, asegurando, así, su rentabilidad. De tal forma que el híbrido que cuenta con estas condiciones sea considerado un cultivar híbrido promisorio en la región San Martín.

Existe una gran diversidad de semillas híbridas que pueden ser sembradas en las condiciones ambientales de la Región San Martín, sin embargo, la productividad se ve afectado por estrés hídrico, el ataque de plagas y enfermedades y otros factores que no permiten tener un alto rendimiento que justifique la rentabilidad. Por tanto, esta investigación tiene como objetivo general buscar la adaptación de cultivares híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en la Estación Experimental el Porvenir, distrito de Juan Guerra, departamento de San Martín y, como objetivo específico, evaluar algunas de las características morfológicas de la planta, evaluar el rendimiento de los cultivares híbridos de maíz amarillo duro, evaluar las característica morfo-fisiológicas que incidieron en el rendimiento de los híbridos de maíz amarillo duro evaluados, suscitando una hipótesis que al menos uno de los tratamientos puestos en investigación se adapten en la región San Martín.

Los resultados obtenidos son evaluaciones previas que servirán para promocionar información preliminar acerca de los híbridos evaluados que buscan entrar al mercado para el beneficio del agricultor en la región de San Martín.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Concepto de adaptación

Es la capacidad que tienen los seres vivos para acomodarse al ambiente en que viven y a los cambios que este sufre, por lo que existe un conjunto de caracteres de un organismo que le ayudan a sobrevivir y reproducirse en un hábitat particular (Diccionario Ilustrado de la Botánica Everest, 1984).

1.2. Fines del mejoramiento genético del maíz

Company (1984), informó que desde el inicio de la utilización de los híbridos comerciales han surgido nuevos problemas del cultivo y nuevos procedimientos de aprovechamiento, orientados a la investigación en el campo de la mejora genética para obtener variedades de híbridos de altos rendimientos.

Entre las metas prioritarias actualmente en la mejora del maíz podemos considerar lo siguiente:

- Mejor utilización de los principios nutritivos especialmente del nitrógeno por la planta.
- Variedades más precoces para su introducción en zonas marginales por la reducción del período “libre de heladas”.
- Variedades resistentes al acame y de mayor eficiencia fotosintética.
- Resistencia a plagas y enfermedades.

1.3. Concepto de híbrido

En términos sencillos, un híbrido de maíz resulta cuando una planta de maíz fecunda a otra que genéticamente no está emparentada con la primera. La planta que produce la semilla se denomina progenitora hembra o de semilla, en tanto que la planta que proporciona el polen para fecundar a la hembra se denomina progenitor macho o de polen. En otras palabras, una planta hembra es cruzada con una planta

macho a fin de producir semilla híbrida. Esta semilla posee una configuración genética única, resultado de ambos progenitores, y produce una planta con ciertas características. Los fitomejoradores generan los progenitores hembra y macho de cada híbrido con el fin de crear progenies con ciertas características, como una madurez específica, resistencia a enfermedades, cierto color de grano, calidad de procesamiento, etc., (CIMMYT, 2015)

Diccionario Ilustrado de la Botánica Everest (1984), alude que un híbrido es una planta que resulta de la fecundación cruzada de dos especies diferentes, variedades, subespecies, cepas, etcétera.

Rimache (2008), indica que el maíz híbrido procede de una semilla obtenida de un cruzamiento controlado de líneas seleccionadas por su alta capacidad productiva. Las semillas resultantes dan origen a plantas que demuestran un gran vigor híbrido, que se traduce en mayor rendimiento por hectárea que pueden ser superiores en 20 a 30% a los visualmente obtenidos con las semillas de variedades comunes.

1.4. Teoría del maíz híbrido

Márquez (1988) señala que la autofecundación simplemente sirve para purificar las estirpes y que un campo de maíz bien regulado es una masa de híbridos muy complejos. Así tenemos: $ABCDEFGHIJ \times abcdefghij = AaBbCcDdEeFfGgHhIiJj$. Para este caso no interesa si son dominantes o recesivos, lo que interesa es señalar que la planta del caso es su genotipo, la combinación de ambos gametos (heterocigotos), para siete loci, esto indica que cualquier planta de una población homogénea heterocigóticas de plantas híbridas.

Los componentes básicos de los híbridos de maíz son las líneas endogámicas. Éstas son el resultado de la autopolinización repetida de ciertas poblaciones de maíz con el fin de producir plantas que tienen una configuración genética fija y uniforme. En consecuencia, todas las plantas de una línea endogámica específica son idénticas, pero la configuración genética de cada línea endogámica es diferente de la de las otras líneas endogámicas. Debido a que el maíz normalmente se poliniza de forma

cruzada, las líneas endogámicas generalmente son más pequeñas, menos vigorosas y menos rendidoras que las plantas de maíz de polinización libre, debido a un fenómeno denominado “depresión endogámica”. Sin embargo, cuando dos líneas endogámicas no emparentadas son cruzadas para formar un híbrido, la semilla que resulta produce plantas de renovado vigor y con rendimiento significativamente mayor que el de cualquiera de los dos progenitores. Esto se conoce como “vigor híbrido”, el cual rebustece a los híbridos y hace que éstos sean útiles para los agricultores, (CIMMYT, 2015).

1.4.1. Historia del maíz híbrido

La hibridación varietal por medio de la polinización controlada o de la polinización abierta fue el origen para el desarrollo de muchas variedades de maíz; aún hoy en día, las nuevas variedades evolucionan en los campos de los agricultores generadas por cruces derivadas de la polinización abierta. El uso intencional de la hibridación para el desarrollo de híbridos fue iniciado por Beal en 1880: sembró dos variedades en surcos adyacentes, una de las cuales fue elegida como progenitor femenino y por lo tanto, fue despajonada, mientras que la otra variedad sirvió como polinizadora masculina; este híbrido entre variedades rindió más que las variedades parentales de polinización abierta (FAO, 2001).

Poehlman (1969), señaló que en 1909 se inició una nueva era en el mejoramiento del maíz, cuando el Dr. Shull inició un nuevo método para la producción de semilla híbrida y estableció un plan consistente en:

- Autofecundar para obtener líneas puras.
- Cruzar líneas puras (autofecundadas), para producir líneas híbridas de producción uniforme.

1.4.2. Híbridos y poblaciones parentales

Poehlman (1969), menciona que se entiende como el aprovechamiento de la generación F1 proveniente del cruzamiento entre las poblaciones P1 y P2 (poblaciones parentales), los mismos que pueden ser dos poblaciones cualesquiera de la misma especie y por lo tanto pueden tener la estructura genotípica adecuada que se requieren en su utilización comercial de la generación F1 o bien para su

aprovechamiento como paso inicial o intermedio en la realización de algún otro método genotípico. Las poblaciones pueden ser por lo tanto líneas endogámicas, variedades de polinización libre, variedades sintéticas o también población F1.

La producción híbridos involucra:

- La obtención de líneas autofecundadas por autopolinización controlada.
- La determinación de cuál de las líneas autofecundadas puede combinarse en cruzas productivas.

1.4.3. Líneas Autofecundadas

Poehlman (1969), señala que se producen mediante autofecundación y selección hasta que se obtiene plantas aparentemente homocigotas. Esto requiere de cinco o siete generaciones debidas a que el maíz sufre la fecundación cruzada, por tal motivo, deben controlarse la polinización en cada generación con la finalidad de obtener líneas puras.

Una vez que se ha obtenido una línea autofecundada, se puede conservar ya sea mediante su autofecundación o por cruzas parentales. El propósito de las autofecundaciones es fijar caracteres convenientes en una condición homocigótica con el objeto de que las líneas se puedan conservar sin que sufran cambios genéticos.

1.4.4. Cruzas simples

Marquez (1988), manifiesta que en una crusa simple es la descendencia híbrida de las líneas autofecundadas debido a que las líneas autofecundadas que se utilizan en una crusa simple son probablemente homocigotos. Las plantas de la crusa simple son heterocigóticas para todos los pares de genes en que difieren las dos líneas autofecundadas. Una crusa simple superior recupera el vigor y la productividad que se perdió durante el proceso de autofecundación y será más vigorosa y productiva que la variedad progenitora original de polinización libre de la que se obtuvieron líneas autofecundadas.

1.4.5. Vigor híbrido o heterosis

Vallejo y Espitia (2006) señalan que el término fue utilizado principalmente por Shull en 1914 para describir el vigor híbrido manifestado en generaciones heterocigotas, derivadas del cruzamiento entre individuos genotípicamente diferentes. En otras palabras, heterosis sería la expresión genética de los efectos benéficos de la hibridación. En general, el efecto principal esperado está relacionado con un aumento significativo de la productividad. Sin embargo, un gran número de caracteres agronómicamente importantes son, también, mejorados a través de la heterosis.

La heterosis o vigor híbrido, es un fenómeno que ocurre cuando el híbrido supera a sus progenitores en características fenológicas de crecimiento y rendimiento, esto resulta de la interacción de varios factores independientes aportados por los progenitores que participan en la formación de dicho híbrido. El mejoramiento de plantas alógamas, como el maíz (*Zea mays* L.) enfatiza la síntesis de híbridos donde se capitaliza al máximo la heterosis (Ramírez *et al.*, 2007). Las acciones genéticas aditivas, de dominancia, sobredominancia, epistasis; así como las interacciones genético-ambiental, contribuyen a la existencia de heterosis, que a su vez se basa en el cruzamiento de germoplasma con acervos genéticos y origen geográficos distintos (De La Cruz *et al.*, 2003; Ramírez *et al.*, 2007)

Marquez (1988) señala que el vigor híbrido puede manifestarse en muchas formas, por ejemplo, el maíz híbrido puede tener mazorcas más grandes, más hileras de granos por mazorca, mayor número de nudos por la planta, o un mayor rendimiento de grano que las líneas autofecundadas que lo componen.

1.4.6. Técnica de Cruzamiento

CIMMYT (2015), afirma que resulta relativamente práctico hacer una cruce entre dos plantas debido a que los órganos masculino y femenino del maíz están separados. En un campo de producción de semilla híbrida, el progenitor macho y hembra son sembrados siguiendo un diseño de surcos consecutivos, y normalmente el número de plantas o surcos femeninos es de tres a seis veces mayor que el número de plantas o surcos masculinos. La flor masculina (la espiga) de la planta

hembra es retirada (desespigada) antes de la producción de polen, a fin de que el polen que llegue a la flor femenina (la mazorca) de las plantas hembra provenga únicamente de las espigas de las plantas macho. Es necesario desespigar las hembras a fin de que su polen no polinice los estigmas femeninos. Cuando esto llega a ocurrir (un proceso conocido como “autofecundación femenina”), el resultado es una pérdida significativa de la calidad de la semilla que se genera, y eso se aprecia claramente en el cultivo que se produce al sembrar esa semilla. Por tanto, la autofecundación femenina debe evitarse por todos los medios.

Con base en esta descripción preliminar de la producción de semilla de maíz híbrido, es claro que existen muchos factores clave que determinan el éxito y la calidad de la producción de semilla híbrida, incluyendo los siguientes:

- La identidad, pureza y conservación de la identidad de los progenitores hembra y macho.
- La proporción de surcos hembra a surcos macho, en el campo de producción de semilla.
- Programar el momento en que se siembran las plantas de la hembra y del macho.
- Eliminación oportuna de las espigas de las plantas hembra antes de que produzcan polen y antes de la emisión de estigmas.
- Sincronizar el momento en que emergen los estigmas de las hembras con la producción de polen de los machos.
- Evitar que los estigmas de la hembra se contaminen con polen, especialmente el de otras hembras, de machos atípicos o de plantas foráneas.
- Evitar las mezclas de semilla entre y dentro de las plantas masculinas y femeninas.

1.5. Características de los híbridos testigos (DEKALB 7088, PIONEER 30F35)

1.5.1. DEKALB 7088

DEKALB (2015), menciona que constituye un híbrido con gran adaptación a condiciones ambientales, alta productividad, y tolerante a enfermedades. Las características agronómicas son:

- Ciclo vegetativo : Intermedio

- Días de floración : 60 – 65
- Días a la cosecha : 145 – 150 días
- Altura de planta (centímetros) : 220 -230
- Altura de mazorca (centímetros) : 115
- Cobertura de mazorca : Buena
- Resistencia a acame : Excelente

1.5.2. PIONEER 30F35

PIONNER (2018), nos indica que es un híbrido simple, con excelente potencial de rendimiento y elevada capacidad de respuesta a prácticas de manejo como altos niveles de fertilización e incremento de la población de planta dentro de los límites sugeridos por el híbrido. Periodo vegetativo de 135 a 155 días aproximadamente en siembra de verano y de 145 a 175 días aproximadamente en siembra de invierno. Sus características son:

- Posición de las hojas : Semi erecta
- Floración femenina : 61 a 87 días
- Altura de planta : 250 – 270 cm
- Inserción de mazorca : 120 a 130 cm
- Resistencia a acame : Excelente
- Tipo de grano : Semi duro
- Potencial en rendimiento : Excelente

1.6. Estudios realizados en diferentes localidades de la región San Martín de los híbridos investigados

El especialista en cultivo de maíz de la Estación Experimental Agraria el Porvenir – INIA Ing. Edinson Hidalgo (información verbal), menciona que los seis híbridos nuevos puestos en investigación también fueron probados en el año 2014 y 2015 en la localidad de Carhuapoma y Nuevo Lima de la Provincia de Bellavista y en la Estación Experimental Agraria el Porvenir, distrito de Juan Guerra, provincia de San Martín, tanto en campaña chica como en campaña grande. Estos datos no fueron publicados. Los resultados en estas tres localidades también fueron prósperos superando a los híbridos testigos comerciales (DK-7088 y Pioneer-30F35). Las evaluaciones mostraron que para el 50% de la floración masculina los

tratamientos T1 (SA-345) y T5 (SA-501) se comportaron como los más precoces en la mayoría de las localidades (51 días promedio). Así mismo, estos híbridos también fueron los más precoces para el 50% de la floración femenina (53 días promedio). Para el parámetro de altura de la planta en la localidad de Carhuapoma, Provincia de Bellavista, en la segunda campaña del 2014 el tratamiento con mayor altura de planta y mayor altura de inserción de mazorca fue el T1 (SA-345) y T6 (SA-333) con 199,00 cm y 116,50 cm promedio. Del mismo modo en la Estación Experimental Agraria El Porvenir en la primera campaña del 2015 el mismo tratamiento (T1: SA-345 y T6: SA-333) fue el que tuvo mayor altura de planta y mayor altura de inserción de mazorca con 200,5 cm y 109 cm promedios. Referente al parámetro rendimiento, en todas las localidades mencionadas líneas arriba, los tratamientos T4 (SA-336) y el T1 (SA-345), son los que obtuvieron mayor rendimiento. En la localidad de Carhuapoma, Provincia de Bellavista, en la segunda campaña del 2014 y en la Estación Experimental Agraria El Porvenir en la primera campaña del 2015 el tratamiento T1 (SA-345) es el que obtuvo mayor rendimiento con un total promedio de 8,37 y 8,30 (tn/ha). Sin embargo, en la localidad de Nuevo Lima, Provincia de Bellavista, en la primera campaña del 2015, el tratamiento T4 (SA-336) obtuvo mayor rendimiento con un total promedio de 8,97 (TM/ha).

1.7. Investigaciones relacionadas a la evaluación de híbridos

Hidalgo (1993), reportó que en la Estación Experimental “El Porvenir”, se evaluaron híbridos convencionales, el rendimiento promedio de granos entre las cruzas fué 2,77 tn/ha, mientras que el de las líneas parentales solo alcanzó 0,52 tn/ha, la heterosis promedio del ensayo fue de 432,7 %, la cruza simple (PIMPLE6 x PIMPLE7) y (PIMPLE6 x PIMPLE8), con 5,45 tn/ha, esto fueron las de más alto rendimiento y a su vez presentaron la mejor habilidad de combinación general.

Echevarria (1996), señala que en la Estación Experimental Agraria El Porvenir se evaluó híbridos convencionales simples tropicales. El análisis de varianza para el rendimiento promedio del experimento fue de 1,38 tn/ha; del testigo (PIMPLES), fue de 0,65 tn/ha y el coeficiente de variación= 43,43 %. Esta última dependiendo

de la elevada variabilidad en el número de plantas establecidas en cada parcela o tratamiento.

Celis (1996), menciona que en la Estación Experimental Agraria Vista Florida de la ciudad de Lambayeque las evaluaciones de híbridos convencionales, simples tropicales, el 80% de las cruzas simples tuvieron rendimientos mayores al testigo (PITE1), que rindió 2,24 tn/ha de grano. La cruzada más rendidora fue entre el PIMPLE85 x PIMPLE83 con 9,44 tn/ha.

1.8. Genotipo y medio ambiente

La función productiva de los cultivos o la expresión fenotípica tiene tres componentes: el genotipo (G), el ambiente (A) y la interacción genotipo por ambiente (GxA): $F=G+A+G \times A$ de los cuales el primero se deriva de procesos selectivos practicados por agricultores y mejoradores, así como de actividades de combinación de características presentes en diferentes poblaciones (Lobo et al., 2002). El ambiente se describe como el conjunto de condiciones o circunstancias externas que rodean a todos los seres vivos y que afectan directamente su desarrollo y evolución; está determinado por una serie de condiciones variables para diferentes años en un mismo lugar y para diferentes lugares en un mismo año. El ambiente origina variaciones entre los individuos, aun cuando estos sean genéticamente iguales (Chávez, 2001). La Interacción Genotipo por Ambiente (GxA) se la puede definir como el comportamiento relativo diferencial que muestran los genotipos cuando se les somete a diferentes ambientes; o expresado, en otros términos, es la incapacidad de un genotipo para responder similarmente cuando se siembra en varios ambientes. La Interacción Genotipo por Ambiente (IGA) surge cuando una variación ambiental tiene distinto efecto sobre genotipos diferentes, es decir, la interacción resulta de la respuesta diferencial de los genotipos a la variación ambiental. En otras palabras, se dice que existe IGA cuando no se puede asociar una desviación producida por un ambiente específico a una variable dada sin tener en cuenta el genotipo sobre el cual, aquella actúa (Romagosa y Fox, 1993). La Interacción Genotipo por Ambiente IGA es un aspecto a tener en cuenta en los programas de mejoramiento ya que la estabilidad

de rendimiento de un genotipo en particular depende de su respuesta a diversos factores adversos en etapas críticas del desarrollo de la planta (Crossa et al., 1998; Márquez, 1991). La Interacción Genotipo por Ambiente IGA es el factor que más interviene en la identificación de genotipos específicos para ambientes específicos (Snedecor y Cochocran, 1980).

Bajo estos conceptos, Finlay y Wilkinson (1963), establecen que la variedad ideal es aquella que, teniendo una adaptabilidad general, presenta un potencial de máximo rendimiento en el ambiente más favorable y máxima estabilidad fenotípica. De igual forma un genotipo que cumpla con estos parámetros puede ser evaluado como una nueva variedad potencial para ser entregada a los agricultores o como material parental (Laing, 1978).

Arbizu (1974), señala que el medio ambiente resulta ser un factor muy importante de influencia en el comportamiento del cultivo del maíz, como en el de cualquier otro, de manera tal que es insuficiente el experimento en una localidad y solamente durante un año para proceder a recomendar en forma positiva la variedad probada; antes se necesita recurrir a ensayos sucesivos en diferentes campañas y en varias localidades a fin de evaluar de manera más cercana a lo ideal, la variedad de mejor comportamiento.

1.9. Características Morfo-fisiológicos que afectan el rendimiento del maíz

El maíz presenta características fisiológicas extremadamente favorables en lo que se refiere a la eficiencia de conversión de CO₂ de la atmósfera, en compuestos orgánicos como los carbohidratos. Este proceso, que se realiza a través de la fotosíntesis, se refiere a la bioconversión de la energía solar en biomasa. En maíz, la gran eficiencia de transformación de la energía luminosa en energías química, se debe al proceso fotosintético llamado "C4", en el cual, el CO₂ es fijado en compuestos de cuatro carbonos. Estos carbohidratos son continuamente almacenados en las células de la vaina vascular de las hojas y posteriormente redistribuidos. Además, en las diferencias anatómicas y bioquímicas que existen entre las plantas que presentan fotosíntesis de "C3" y "C4", existen también

modificadores fisiológicos, principalmente lo que se refiere al proceso de fotorrespiración. Las plantas de fotosíntesis “C3” pierden del 20 a 50% del carbono fijado debido a la fotorrespiración, en tanto que las de fotosíntesis “C4” no muestran liberación medible de CO₂ en condiciones de luz. Como consecuencia de la economía del carbono asociada al proceso de fotorrespiración, la fotosíntesis de las plantas “C4” como el maíz, es de entre 50-70 miligramos de CO₂ por decímetro cuadrado de hoja, mientras que la “C3” fijan CO₂ a tasas menores, entre 15-35 mg CO₂/dm²h (Magalhaes y Da Silva, 1987).

1.9.1. Caracteres vegetativos

- **Área foliar**

El área foliar determina la disponibilidad de carbohidratos para cumplir las funciones de mantenimiento de la planta, para su propio crecimiento y para el llenado de grano. La Tasa de Asimilación Neta (TAN) (que se define como el aumento neto en peso seco por unidad de tiempo y por unidad de área foliar) es directamente proporcional al índice de área Foliar (IAF), (definido como el área de hoja por superficie del terreno), hasta valores de 2,7, pero declina rápidamente a valores superiores (Hoyt y Bradfield, 1962). La posición de las hojas en la planta determina su contribución a la TAN. La producción de materia seca por metro cuadrado de hoja, desde la fecundación de grano hasta madurez fisiológica, es mayor en las hojas superiores que en las inferiores. Cerca del 50% de los carbohidratos acumulados en el grano de maíz son producidos por las hojas del tercio superior de la planta, el 30% por las del tercio medio, y el restante 20% por las hojas ubicadas en la parte basal (Allison y Watson, 1966, cit. por Magalhanes y Da Silva, 1987). Los componentes del rendimiento más afectados por la remoción del área foliar son el número y peso de los granos (Egharevba *et al.*, 1976). El rendimiento de grano/ha está altamente correlacionado con la producción por unidad de área foliar y por unidad de energía interceptada.

- **Altura de planta**

La importancia de medir la altura de la planta se debe a que es un parámetro que determina el grado de desarrollo del área foliar y el tamaño final de la planta. En algunos casos el mayor tamaño de una planta es más importante que la duración del

período de llenado de grano en la determinación del rendimiento (Tovery Brown, 1976). El rendimiento potencial del grano en anthesis está en función del crecimiento previo de la planta por lo que las plantas que se desarrollan con menos competencia tienen rendimientos potenciales más altos.

1.9.2. Caracteres reproductivos

- **Días a la floración**

Cuando lo importante en la determinación del rendimiento es el periodo de llenado de grano, la floración temprana aumenta el rendimiento a través de un aumento en el número de días disponibles para el llenado de grano. Contrariamente, cuando el determinante del rendimiento es el tamaño de la planta, una anticipación en la floración provoca una reducción en el rendimiento debido a la menor duración de los estadios vegetativos previo a la floración (Tovery y Brown, 1976).

- **Prolificidad**

Los cultivares prolíficos tienen mayor rendimiento que los uni-espigados en altas densidades. Además, ese rendimiento es más estable en los distintos ambientes (Kuhn y Stucker, 1976) debido a que el desarrollo de la espiga principal está menos inhibido por condiciones ambientales adversas que en los cultivares uni-espigados. En condiciones normales o no limitantes éstos últimos tenderán a producir más. (Ritchie et al, 1986).

- **Periodo de llenado de grano**

Si la estación es favorable, la duración del periodo de llenado de grano es de aproximadamente 55 días, con diferencias varietales que van desde 53 a 61 días. Una parte de la variación en rendimiento de los genotipos de maíz es atribuible directamente a la diferencia en el periodo de llenado de grano efectivo. La selección recurrente para incrementar el rendimiento aumenta indirectamente el periodo de llenado de grano (Fakorede *et al*, 1978, cit. por Crosbie y Mock 1981).

- **Sincronización**

La aparición de la floración masculina inicia aproximadamente 2-3 días antes de la emergencia de barbas, tiempo durante el cual la planta de maíz ha alcanzado su altura final y comienza la liberación del polen. El tiempo entre la aparición de la flor masculina y femenina puede variar considerablemente en función del cultivar y de las condiciones ambientales (Ritchie *et al*, 1986). En condiciones de campo, en cada planta la panoja libera el polen antes de que las barbas hayan emergido de la espiga, pero continúa liberándolo varios días después de que las barbas estén listas para ser polinizadas (en total una semana o más) (Kiesselbach, 1980). Generalmente se necesitan entre 2 y 3 días para que todas las barbas de una espiga queden expuestas y sean polinizadas. Así pues, el que haya una pobre producción se asocia más con el momento de la disseminación del polen en relación al surgimiento de los estigmas (es decir, que los estigmas surjan después de la disseminación del polen) que, con la cantidad producida del polen, a lo que se lo denomina sincronización de la floración masculina con la floración femenina y esto está comprendido en un rango de 1 a 3 días (INTAGRI, 2016).

Jungen (1988), señala que es una planta dotada de una amplia respuesta a las oportunidades que ofrece el medio ambiente, esto lo convierte en el cereal más eficaz como productor de grano.

1.10. Características edafo – climáticas

1.10.1. Temperatura

Manrique (1994), informa que las variedades más productivas se adaptan mejor a climas templados o cálidos con suficiente humedad desde la siembra hasta el final de la floración. La temperatura para el desarrollo del cultivo es de 13°C y 30°C, temperaturas que se encuentran en la mayoría de las áreas de cultivo de maíz. Además menciona que durante el período de siembra y germinación la temperatura y humedad juegan un papel importante activando el proceso metabólico del embrión en la semilla, iniciándose la multiplicación celular.

La FAO (2012), indica que el maíz requiere una temperatura que está entre 15 y 30 °C; menciona, además, que el maíz puede soportar temperaturas mínimas de

8 °C y a partir de los 30 °C pueden aparecer problemas de mala absorción de nutrientes minerales y agua. Se menciona además que la temperatura ideal para el desarrollo de la mazorca está entre los 20 a 32 °C.

El Manual de Agricultura (2001), menciona que el maíz requiere de un porcentaje de humedad que está entre 80 –90%, una pluviosidad que va desde los 700 a 1300 mm.

Los requerimientos térmicos según el ciclo fenológico del maíz son: en el periodo de germinación el maíz requiere de una temperatura mínima de 10 °C, óptima de 20-25 °C y máxima de 40°C, en el periodo de crecimiento el maíz requiere de una temperatura mínima de 15°C, óptima de 20-30°C y máxima de 40°C, en el periodo de floración el maíz requiere de una temperatura mínima de 20°C, óptima de 21-30 °C y máxima de 30°C; (Manual Agropecuario, 2001).

1.10.2. Humedad

Torres (2004), comunica que las condiciones favorables de humedad del suelo acortan también el intervalo del tiempo de la siembra a espigación: ya que, en el crecimiento del maíz durante el periodo negativo, desde el brote hasta la espigación está relacionado tanto con la temperatura como la humedad del suelo. El periodo de formación de las espigas y aparición de barbas es particularmente crítico, la espigación procede normalmente la aparición de barbas de 4 a 10 días. En condiciones difíciles tales como la escasez de humedad, fertilidad inadecuada o intensidad de luz reducida debido a la densidad de siembra.

1.10.3. Suelo

Manrique (1994), alude que el maíz tolera suelos ligeros y pesados, pero prefiere suelos francos (aluviales), bien drenados con un pH de 5.5 a 6.5., fertilidad media.

1.10.4. Necesidad de agua

Manrique (1994), afirma que el maíz es cultivado en regiones cuya precipitación varía de 300 a 500 mm, siendo la cantidad de agua consumida por la planta de maíz durante su ciclo completo entre 600 a 700 mm, la falta de agua asociada a la

producción de granos es importante en 3 etapas de desarrollo de la planta: floración, fecundación y llenado de grano.

Hidalgo (2005), menciona que el requerimiento de agua en la fase de emergencia es de 25 mm., en la fase de desarrollo vegetativo es de 115 mm., en la fase de prefloración es de 115 mm., en la fase de floración es de 70 mm., en la fase de llenado de grano 170 mm., en la fase de maduración fisiológica es de 0 mm.

1.10.5. Efectos de la luz y fotoperiodo

Manrique (1994), menciona que el maíz es la planta cultivada de más alto nivel de respuesta a los efectos de la luz, la falta o reducción de luz inciden sobre su crecimiento y producción, una disminución de un 90 % de la intensidad luminosa produce la máxima reducción en el rendimiento en grano, si se produce en la fase de polinización. El maíz es un cultivo de días cortos así tenemos que fotoperíodos entre 11 a 15 horas de luz retrasan la floración y maduración del grano.

Las variedades de maíz cultivadas actualmente crecen bien entre los límites latitudinales 58° paralelo norte y 40° paralelo sur.

1.10.6. Necesidades Nutricionales

Biblioteca de la Agricultura (1998), menciona que las extracciones medias del cultivo de maíz para los principales macro elementos N-P-K por tonelada métrica son: 25 kg de N, 11 kg de P₂O₅ y 23 kg de K₂O. Por cada 1000 kg de producción esperada, se pueden dar, como orientativas, las siguientes cantidades de abono: 30 kg de N, 15 kg de P₂O₅, 25 kg de K₂O. Por lo que se refiere al Nitrógeno, cabe decir que éste es absorbido por el maíz desde justo antes de la floración hasta 25 ó 30 días después de la misma. Es entonces cuando las necesidades en este macroelemento son máximas. El Nitrógeno debe aplicarse unos diez o quince días antes de la floración, lo que garantiza la cantidad suficiente de proteínas en el grano y un nivel de producción correcto. Como abonado de fondo, deben aportarse todas las unidades nutritivas de Fósforo y Potasio y una tercera parte de las de Nitrógeno. Posteriormente, se aplicarán en cobertera los dos tercios restantes; uno en el

momento del aclareo y otro un mes después. El período de máxima necesidad de Fósforo coincide en la planta con las máximas necesidades de Nitrógeno.

En el cultivo de maíz la época oportuna para aplicar los fertilizantes es al momento de la siembra, se puede también fertilizar después de la emergencia de las plántulas (10 a 15 días después de la siembra) con la mezcla de 30 o 50 % de la fuente de nitrógeno, todo el fósforo y potasio; el 70 o 50 % de nitrógeno restante se debe aplicar cuando la planta se encuentra en el estado de seis hojas (de 30 a 40 cm. de altura) (INIA, 1992).

1.11. Principales plagas y enfermedades del cultivo de maíz

1.11.1. Principales Plagas del cultivo de maíz

Guillermo A. *et al.* (2007), menciona que existen plagas de mayor importancia que ocasionan daños severos en el cultivo del maíz:

- ***Agrotis ipsilon* (trozador negro, tierrero)**

Es el trozador más importante de las plántulas de maíz dañando raíces, cortando el cuello de las plantas, alimentándose de tejidos tiernos realizando su mayor ataque en los primeros 15 días.

- ***Spodoptera frugiperda* (gusano cogollero del maíz)**

Ocasionan daño en estado larval alimentándose de las hojas y principalmente del cogollo del cultivo de maíz. Una infestación tardía del verticilio afecta las espigas y todas las partes de la mazorca.

- ***Conoderus sp.* (gusano alambre)**

Pueden iniciar su ataque desde el inicio de la siembra, dañando la semilla. Las áreas sin plántulas, las plántulas marchitas y con macollos, y el acame de las plantas más desarrolladas son las señales de los daños provocados por los gusanos de alambre, aunque estos síntomas también se asocian con otros insectos que viven en el suelo. Grandes poblaciones de gusanos de alambre pueden desarrollarse en potreros y en cultivos forrajeros y cerealícolas, lesionando la base de los tallos, cortando raíces y taladrando las raíces más

grandes de las plantas mayores (2). Las infestaciones intensas reducen el sistema radicular y provocan el acame de las plantas.

1.11.2. Principales enfermedades del cultivo del maíz

El Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA (2012) menciona que las enfermedades foliares comunes que se presentan en el cultivo son: la Roya (*Puccinia sorghi*) y el Tizón Tardío (*Helminthosporium maydis*), éstas dañan severamente las láminas foliares disminuyen el rendimiento porque los granos son de mala calidad. Control de Plagas y Enfermedades (2007), menciona que el Tizón es una de las plagas más comunes en las zonas tropicales húmedas del mundo.

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Materiales

2.1.1. Material biológico

Son las semillas de los seis híbridos puestos en investigación más dos híbridos testigos que ya se encuentran en el mercado. Los materiales biológicos se muestran en la tabla dos de tratamiento de estudio.

2.1.2. Fertilizantes

Los fertilizantes que utilizamos fueron urea (46% N) como fuente de nitrógeno, superfosfato triple de calcio (46% P_2O_5) como fuente de fósforo y cloruro de potasio (60% de K_2O) como fuente de potasio.

2.1.3. Materiales de gabinete

Balanza, regla, vernier, calculadora.

2.2. Metodología

2.2.1. Ubicación del campo experimental

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el campo de la “Estación Experimental Agraria “El Porvenir” – INIA, localizado en el km. 14,5 de la carretera Fernando Belaunde Terry en el distrito de Juan Guerra provincia de San Martín.

- Latitud sur : 06°35'28"
- Longitud oeste : 76°18'47"
- Altitud : 230 m.s.n.m.m

2.2.2. Descripción de las condiciones geográficas

El distrito de Juan Guerra está caracterizado por tener un grupo ecológico bosque seco y una zona agroecológica selva alta húmeda. La temperatura promedio es de aproximadamente de 27°C, la H°R de 85% y la precipitación anual es de 1

000 – 1 500 mm, concentrados en su gran mayoría entre los meses de noviembre a abril, siendo setiembre y octubre los meses más cálidos con 33° C y 37° C°.

2.2.3. Diseño de investigación

Se aplicó el diseño de bloque completamente al azar (DBCA), 08 tratamientos y 04 repeticiones. Los resultados de los tratamientos fueron sometidos al análisis de varianza (ANVA), determinando las significaciones estadísticas por la prueba de Duncan al nivel de 0,05 de probabilidad. Posterior al ANVA, se hizo un análisis estadístico de correlación de altura de planta, número de hojas por planta y área foliar respecto al rendimiento.

2.3. Tratamiento de estudio

Tabla 1.

Tratamientos en estudio

Tratamientos	Híbridos
T1	SA-345
T2	TF-222
T3	SA-282
T4	SA-336
T5	SA-501
T6	SA-333
T7	Dekalb-7088
T8	Pioneer-30F35

2.4. Datos meteorológicos

En el anexo C se muestra los datos meteorológicos correspondientes al periodo de septiembre a diciembre del 2015, obtenidos de la Estación el Porvenir del distrito de Juan Guerra.

2.5. Características del campo experimental.

a. Parcela experimental

- Longitud de surco : 6,0 m
- Distancia entre surco : 0,80 m
- Número de surco por parcela : 4

- Distancia entre plantas : 0,40 m
- Área total : 704 m²
- Área neta de la parcela : 19,2 m²

b. Bloques

- Número de bloques : 04
- Largo de bloques : 27,5 m
- Ancho de bloque : 25,6 m

c. Detalles de la parcela experimental

- Número de surcos/parcela : 4
- Número de semillas/golpe : 3
- Número de plantas/surco : 32 plantas
- Número total de plantas a evaluar/parcela : 128 plantas
- Número de plantas/bloque : 1024

2.6. Técnica de recolección de datos

2.6.1. Conducción del experimento

a) Preparación del terreno definitivo

Se realizó de manera mecanizada utilizando arado y rastra, para luego ser surcado.

b) Demarcación del terreno

La demarcación del área experimental se realizó cuadriculando el área mediante la técnica de 3-4-5 en cada punto del cuadrado. La demarcación de los bloques y tratamientos se realizó tomando en cuenta las áreas de cada una de estas.

c) Muestreo de suelos

Se tomó la muestra del suelo del área experimental para el análisis físico - químico a una profundidad de 20,00 cm. con el método del zig-zag, tomando 10 sub muestras para homogenizar y obtener un kilo gramo de muestra (suelo) representativa del campo, se secó bajo sombra para su posterior remisión al

laboratorio de la Estación Experimental Agraria El Porvenir, para su respectivo análisis.

Tabla 2.

Resumen de los resultados del análisis físico y químico del suelo del campo experimental.

Determinaciones		Dato	Interpretación
pH		7.32	Ligeramente alcalino
M.O (%)		3.03	Medio
C.E. (dS/m)		0,23	No hay problema de sales
Análisis Físico de la muestra	(%) Arena	49,24	
	(%) Limo	30,00	
	(%) Arcilla	20,76	
	Clase Textural		Franco
Elementos mayores disponibles	N (%)	0.137	Medio
	P (ppm)	14,00	Medio
	K (ppm)	521,00	Alto
Análisis Químico de Cationes Cambiables	Ca ⁺⁺ (meq/100 g)	35,82	Bajo
	Mg ⁺⁺ (meq/100 g)	2,520	Bajo
	K ⁺ (meq/100 g)	1,33	Bajo
	Na ⁺ (meq/100 g)	0,22	Muy Bajo
C.I.C. (meq/100 g)		39.89	

Fuente: Laboratorio de suelos de EEA. El porvenir 2015 - Juan Guerra.

En suelos de selva alta como en la zona de Juan Guerra presentan suelos con textura Franco-Arcilloso siendo estas como suelos pesados, además presentaron un pH ligeramente alcalino. En cuanto a la conductividad eléctrica no tenemos problemas de sales. Así mismo la Materia Orgánica se considera como Medio. El nitrógeno se considera como nivel medio, este elemento tiene mucha influencia en el desarrollo de la biomasa, el fósforo disponible se considera como medio y el potasio disponible como alto.

d) Siembra

La siembra se realizó utilizando el tacarpo a una profundidad de 5 cm, colocando 3 semillas por golpe, con distanciamiento de 0,8 m. entre surcos por

0,40 m. entre golpes, haciendo una cantidad de 64 hoyos por tratamiento (31 250 hoyos/ha) y 128 plantas (62 500 plantas/ha).

e) Desahije

Se efectuó a 20 días después de la siembra, cuando las plantas tuvieron una altura aproximada de 15 a 20 cm, dejando aquellas que muestran características adecuadas para su desarrollo, siendo un número de 2 plantas por golpe.

f) Control de malezas

Esta actividad se realizó con la aplicación post emergentes. Para la primera aplicación se realizó el 05/10/2015 utilizando nicosulfurón (post-emergente, sistémico, selectivo) con dosis de 150 ml / por mochila de 20 l. La aplicación se realizó a los 29 días después de la siembra cuando las plantas presentaban de 5 a 7 hojas verdaderas.

La segunda aplicación se realizó diez días después de la primera aplicación (15/10/2015), con sal de dimetilamina 2,4 D con una dosis de 80 cc / 20 l. para combatir la hoja ancha. Esta actividad fue complementada con controles en forma manual (deshierbo).

g) Control fitosanitario

Durante el ciclo del cultivo se presentaron esporádicamente las siguientes plagas y enfermedades:

➤ **Plagas**

Gusano Cogollero: (*Spodoptera frugiperda*); el control se hizo a base de producto químico Clorpirifos (200 cc/ha). Las aplicaciones se realizaron a los 15 y 35 días después de la siembra.

➤ **Enfermedades**

La incidencia de enfermedades fue baja presentándose únicamente la Roya común (*Puccinia sorghi*) en etapa de llenado de grano, no afectando la productividad del cultivo.

h) Fertilización

La fertilización fue ejecutada con la aplicación de urea (46% N) como fuente de nitrógeno, superfosfato triple (46% P_2O_5) y cloruro de potasio (60% de K_2O). Se utilizó una dosis de 250 – 110 – 230 kg de N- P_2O_5 - K_2O /ha como exigencia del cultivo para obtener un rendimiento de 10 toneladas. Según la exigencia del cultivo para obtener la productividad propuesta y el resultado del análisis de suelo, la aplicación total de N es de 402 kg/ha, 359 kg/ha de P_2O_5 y 422 kg/ha de K_2O . La primera aplicación de los fertilizantes se hizo a los diez días de la siembra cuando la planta tuvo 3 hojas (estadio V3) con 50% de nitrógeno y 100% de fósforo y potasio. La aplicación se hizo de forma manual con el uso de tacarpo haciendo hoyos de 5 cm de profundidad y una distancia de 10 cm de la planta. La segunda fertilización consistía en la aplicación del 50% restante del “N” a los 35 días de siembra y a una distancia de 20 cm de la planta.

i) Riego

Se aplicó tres riegos complementarios debido a las pocas precipitaciones que se presentaron tomando en cuenta las etapas que requiere mayor cantidad de agua el cultivo de maíz. Los riegos que se aplicaron fueron:

Primer riego : A los 16 días con un promedio de 170 mm/ha.

Segundo riego : A los 40 días con un promedio 170 mm/ha.

Tercer riego : A los 70 días con un promedio de 170 mm/ha.

j) Cosecha

Se efectuó a los 120 días después de la siembra cuando el cultivo alcanzó su máxima madurez fisiológica que se realizó en forma manual de los dos surcos centrales de cada parcela experimental.

2.7. Variables evaluadas

2.7.1. Días al 50% de la floración masculina

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la fecha en la cual se observa el 50% de inicio de la floración (emisión de polen) masculina.

2.7.2. Días al 50% de la floración femenina

Se registró el número de días transcurrido desde la siembra hasta la fecha en la cual se observa de floración (tienen estigmas de 2 – 3 cm).

2.7.3. Altura de planta

Se seleccionó al azar diez plantas del área neta experimental de cada tratamiento, midiendo la altura de cada planta (tallo) hasta el punto (nudo) donde comienza la hoja bandera (división de la espiga o panoja), y se evaluó la altura con la ayuda de una regla métrica.

2.7.4. Número de hojas por planta

Se seleccionó diez plantas al azar del área neta experimental de cada tratamiento para contar el número de hojas por plantas establecidas. Este parámetro fue evaluado a los 60 días de siembra, momento en que la planta llegó a su altura máxima.

2.7.5. Área foliar

Este parámetro fue evaluado a los 60 días de siembra, momento en que la planta llegó a su altura máxima y desarrollo foliar. Las mismas diez plantas seleccionadas en la evaluación del parámetro anterior, se utilizó para evaluar este parámetro. El área foliar se calculó con la fórmula que manda multiplicando su longitud por el ancho y por 0,75 en cm^2 ($L \times A \times 0.75$).

2.7.6. Altura de mazorca

De las mismas diez plantas seleccionadas al azar en el parámetro anterior se determinó la altura de la mazorca en centímetros con la ayuda de una regla métrica desde la base de la planta hasta el nudo donde comienza la mazorca más alta.

2.7.7. Número de plantas cosechadas

Se registró el número de plantas existentes de los dos surcos centrales en cada parcela al cosechar, sin importar que la planta tenga una mazorca, dos mazorcas o ninguna.

2.7.8. Número totales de mazorcas cosechadas

Se contabilizó el número total de mazorcas cosechadas de los dos surcos centrales de cada parcela experimental incluyendo mazorcas podridas y pequeñas.

2.7.9. Rendimiento (TM/ha)

Se cosechó las mazorcas de los dos surcos centrales (área neta) cada parcela experimental procediendo a pesar las mazorcas (peso de campo), determinado el peso en kg/ha. Luego se calculó el porcentaje de humedad tomando diez mazorcas de cada parcela experimental de las dos hileras centrales por cada tratamiento; estos fueron desgranados y mezclados para obtener una mezcla a granel. Posterior a esto se calculó el índice de grano que viene a ser el peso de la mazorca total entre el peso de grano, más la tusa o coronta de cada tratamiento. Dentro de este parámetro, se registró el número de plantas existentes en cada parcela al cosechar, sin importar que la planta tenga uno, dos o ninguna mazorca, teniendo en cuenta también el número total de mazorcas cosechadas de cada parcela experimental incluyendo mazorcas podridas o pequeñas. El rendimiento por hectárea se determinó por las siguientes fórmulas generales:

$$\mathbf{Rdt} \left(\frac{\mathbf{Tn}}{\mathbf{Ha}} \right) = \frac{\text{Peso de campo}}{\text{Área neta cosecha}} \times 10 \times \mathbf{FC} \times \text{Índice de desgrane}$$

$$\mathbf{FC} = \frac{100 - \text{Humedad de campo}}{100 - \text{Humedad comercial}}$$

$$\mathbf{Índice de desgrane} = \frac{\text{Peso de mazorca total}}{\text{Peso de grano}}$$

Rdt: Rendimiento

FC : Factor de corrección

2.7.10. Análisis económico (beneficios/costo).

A través del análisis económico se determinó los costos de producción, ingreso bruto, costo por kilo de grano, ingreso neto, relación beneficio-costo y porcentaje de rentabilidad de cada uno de los tratamientos.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. 50% de la floración masculina y femenina

Las tablas 3 y 4, así como el gráfico 1, muestran el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de Duncan para el 50% de la flor masculina y femenina.

Tabla 3.

Análisis de varianza para el promedio de días de la floración masculina, de 8 híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir Juan Guerra.

Fuente de variación	Flor masculina (días)				
	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	12,09	3	4,03	3,06	0,0505 *
Tratamiento	46,72	7	6,67	5,07	0,0017 **
Error	27,66	21	1,32		
TOTAL	86,47	31			

Significativo: *

Altamente significativo: **

$R^2 = 68\%$

CV = 2,15%

$\bar{X} = 53,28$

Tabla 4.

Análisis de varianza para para el promedio de días de la floración femenina, de 08 híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir Juan Guerra.

Fuente de variación	Flor femenina				
	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	12,34	3	4,11	3,47	0,0344 *
Tratamiento	35,47	7	5,07	4,27	0,0045**
Error	24,91	21	1,19		
Total	72,72	31			

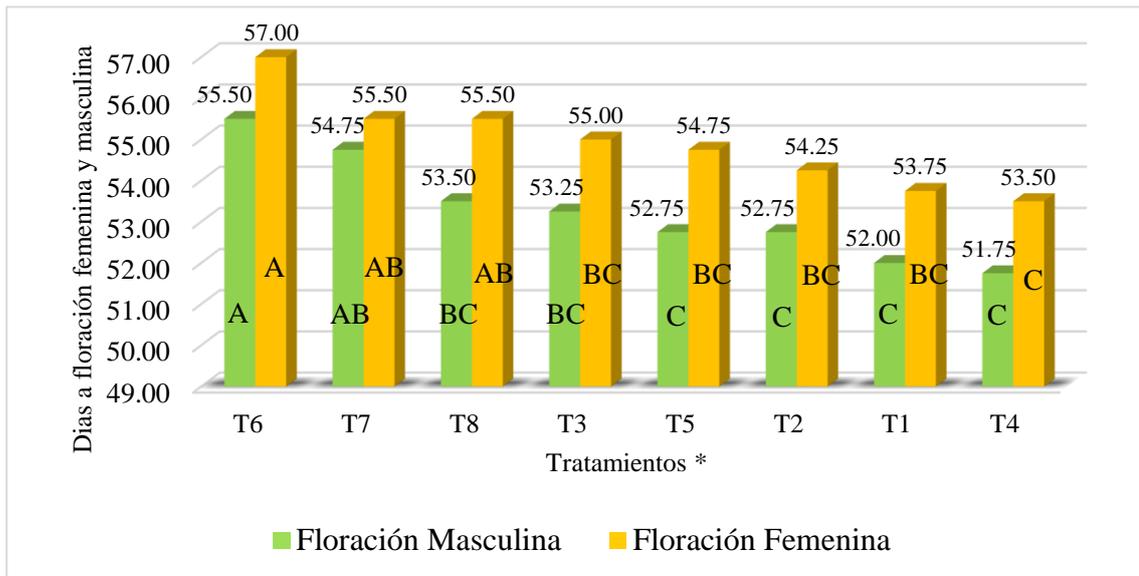
Significativo: *

Altamente significativo: **

$R^2 = 66\%$

CV = 1,98%

$\bar{X} = 54,91$



(*) T4: Tratamiento con menor días a la floración femenina y masculina. (T1: SA-345; T2: TF-222; T3: SA-282; T4: SA-336; T5: S-501; T6: SA-333; T7: DK-7088; T8: P-30F35)

Gráfico 1. Prueba de Duncan para el 50% de la floración femenina y masculina de ocho híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir, Juan Guerra.

3.1.2. Altura de Planta.

La tabla 5 muestra el análisis de varianza (ANVA) y el gráfico 2 la prueba de Duncan para altura de planta.

Tabla 5.

Análisis de varianza para altura de planta de 08 híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir Juan Guerra.

Fuente de variación	Altura de planta				
	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	95,59	3	31,86	0,18	0,9116 N.S.
Tratamiento	10098,72	7	1442,67	7,96	0,0001 **
Error	3808,16	21	181,34		
Total	14002,47	31			

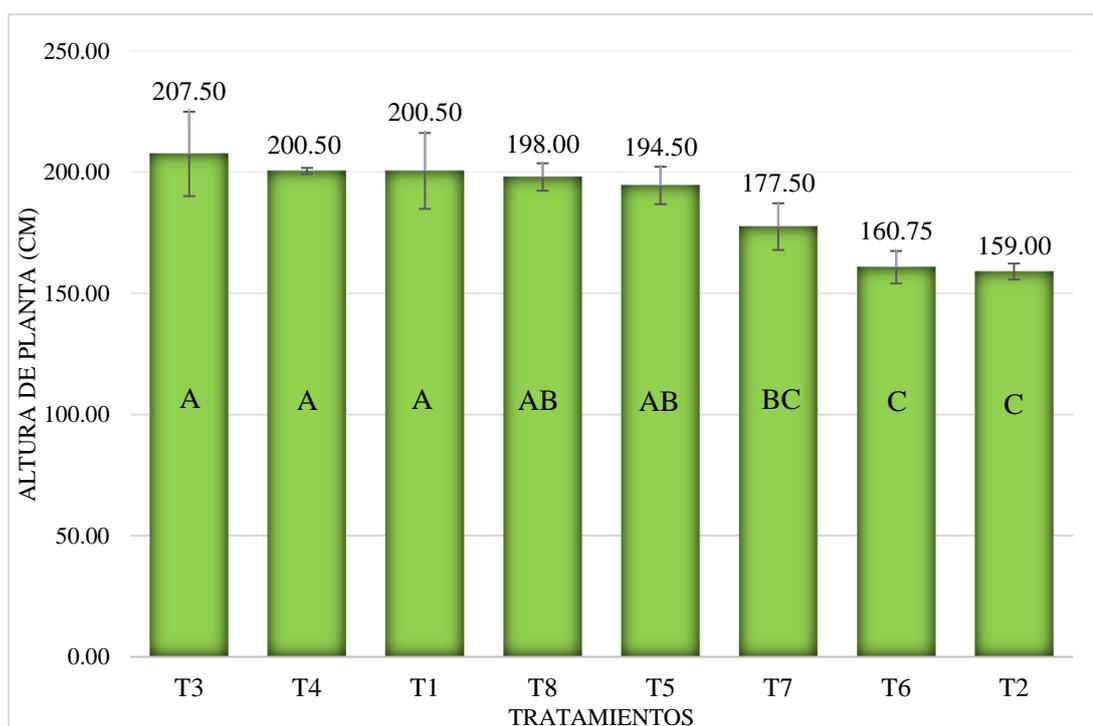
Significativo: *

Altamente significativo: **

R² = 73%

CV = 7,19%

\bar{X} = 187,28



(*) T3: Tratamiento con mayor altura de planta. (T1: SA-345; T2: TF-222; T3: SA-282; T4: SA-336; T5: S-501; T6: SA-333; T7: DK-7088; T8: P-30F35)

Gráfico 2. Prueba de Duncan para altura de planta de ocho híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir, Juan Guerra.

3.1.3. Número de hojas por planta

La tabla 6 muestra el análisis de varianza (ANVA) y el gráfico 3 la prueba de Duncan para altura de planta.

Tabla 6

Análisis de varianza para número de hojas por planta de 08 híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir Juan Guerra.

Fuente de variación	Altura de planta				
	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	1,32	3	0,44	1,74	0,1898 N.S.
Tratamiento	30,88	7	4,41	17,39	0,0001 **
Error	5,33	21	0,25		
Total	37,53	31			

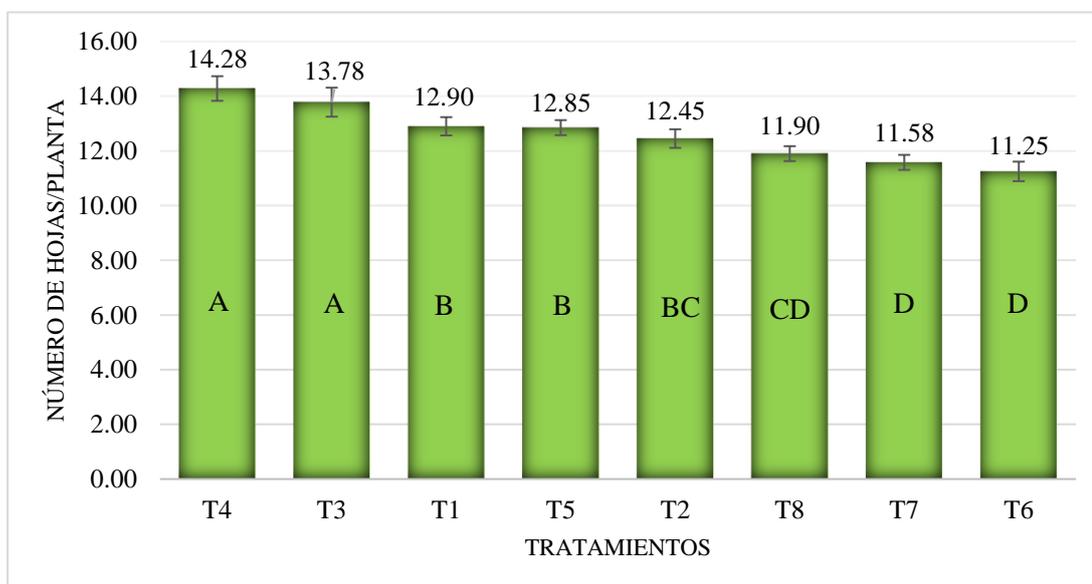
Significativo: *

Altamente significativo: **

R² = 86%

CV = 3,99%

\bar{X} = 12,62



(*) T4: Tratamiento con menor mayor número de hojas por planta. (T1: SA-345; T2: TF-222; T3: SA-282; T4: SA-336; T5: S-501; T6: SA-333; T7: DK-7088; T8: P-30F35)

Gráfico 3. Prueba de Duncan para número de hojas por planta de ocho híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir, Juan Guerra.

3.1.4. Área Foliar

La tabla 7 muestra el análisis de varianza (ANVA) y el gráfico 4 la prueba de Duncan para altura de planta.

Tabla 7.

Análisis de varianza para área foliar de 08 híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir Juan Guerra.

Fuente de variación	Altura de planta				
	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	2182,35	3	725,45	0,45	0,7219 N.S.
Tratamiento	318130,76	7	45447,25	27,94	0,0001 **
Error	34162,15	21	1626,77		
Total	354475,27	31			

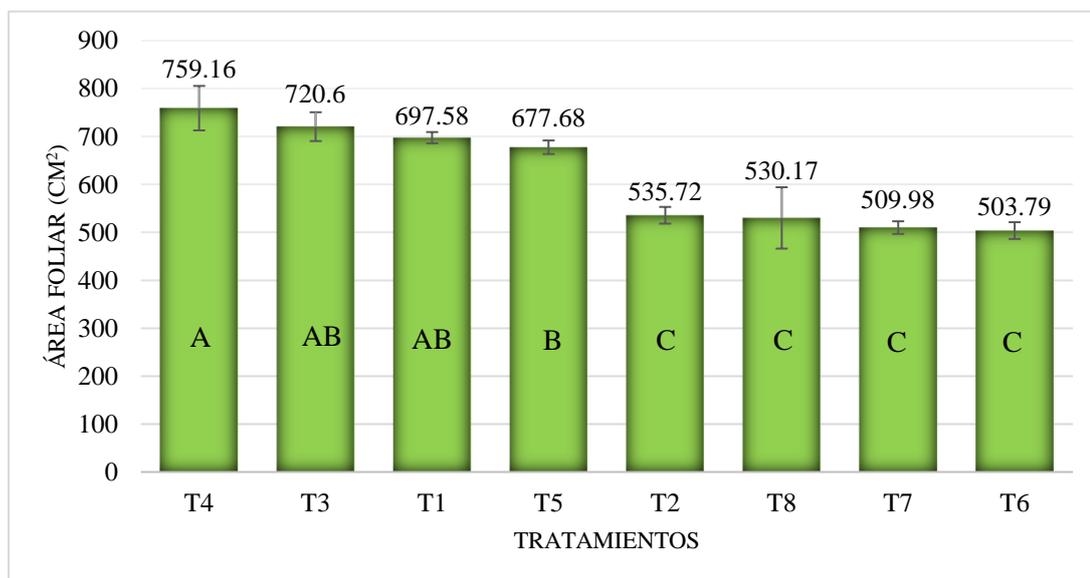
Significativo: *

Altamente significativo: **

R² = 90%

CV = 6,54%

\bar{X} = 616,84 cm²



(*) T4: Tratamiento con mayor área foliar. (T1: SA-345; T2: TF-222; T3: SA-282; T4: SA-336; T5: S-501; T6: SA-333; T7: DK-7088; T8: P-30F35)

Gráfico 4. Prueba de Duncan área foliar de los tratamientos de ocho híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir, Juan Guerra.

3.1.5. Altura de mazorca

La tabla 8 muestra el análisis de varianza (ANVA) y el gráfico 5 la prueba de Duncan para la altura de mazorca.

Tabla 8.

Análisis de varianza para altura de mazorca de 08 híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir Juan Guerra.

Fuente de variación	Altura de mazorca				
	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	646,5	3	215,50	1,71	0,1957 N.S.
Tratamiento	5697,5	7	813,93	6,46	0,0004 **
Error	2647,6	21	126,07		
Total	8991,5	31			

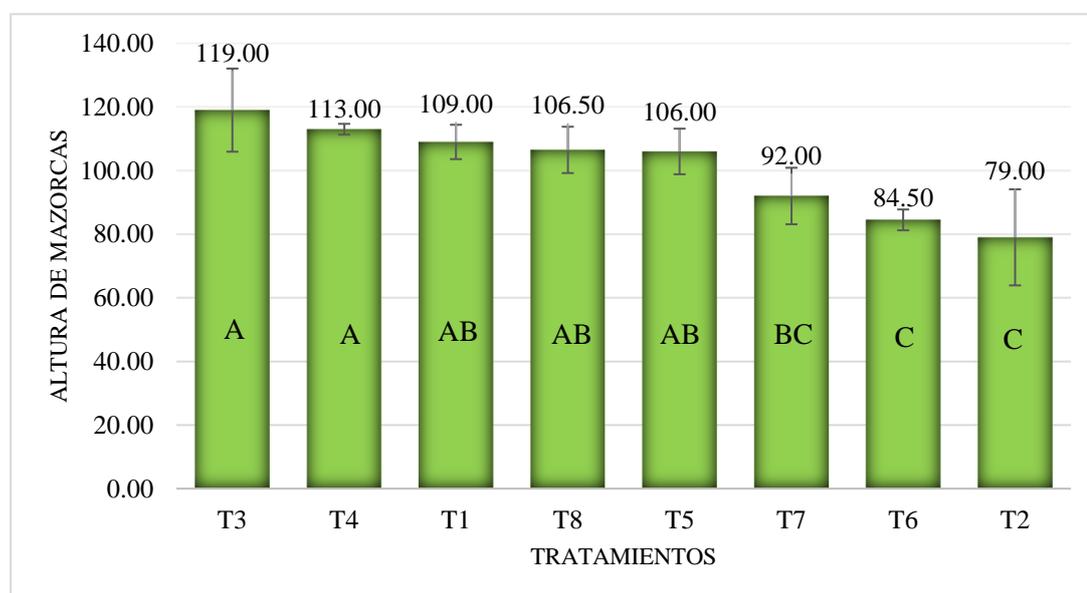
Significativo: *

Altamente significativo: **

R² = 71%

CV = 11,10%

\bar{X} = 101,13 cm



(*) T3: Tratamiento con mayor altura de mazorca. (T1: SA-345; T2: TF-222; T3: SA-282; T4: SA-336; T5: S-501; T6: SA-333; T7: DK-7088; T8: P-30F35)

Gráfico 5. Prueba de Duncan para altura de mazorca de ocho híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir, Juan Guerra.

3.1.6. Número de plantas cosechadas

La tabla 9 muestra el análisis de varianza (ANVA) y el gráfico 6 la prueba de Duncan para el número de plantas cosechadas.

Tabla 9.

Análisis de varianza para plantas cosechadas de 08 híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir Juan Guerra.

Fuente de variación	Plantas cosechadas				
	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	139713250,73	7	46571083,58	3,15	0,0466 *
Tratamiento	256538337,40	3	36648333,91	2,48	0,0509 *
Error	310897861,33	21	15,52		
Total	707149449,46	31			

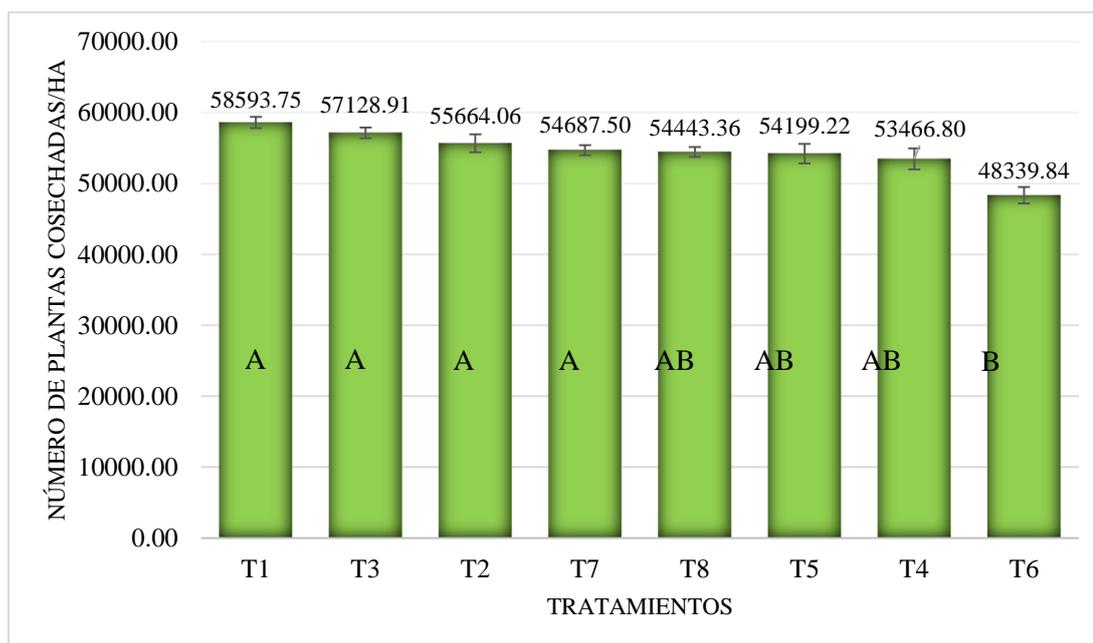
Significativo: *

Altamente significativo: **

R² = 56%

CV = 7,05%

\bar{X} = 54565,43



(*) T1: Tratamiento con mayor número de plantas cosechadas. (T1: SA-345; T2: TF-222; T3: SA-282; T4: SA-336; T5: S-501; T6: SA-333; T7: DK-7088; T8: P-30F35)

Gráfico 6. Prueba de Duncan para número de plantas cosechadas de ocho híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir, Juan Guerra.

3.1.7. Número de mazorcas cosechadas

La tabla 10 muestra el análisis de varianza (ANVA) y el gráfico 7 la prueba de Duncan para el número de mazorcas cosechadas.

Tabla 10.

Análisis de varianza para número de mazorcas cosechadas de 06 híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir Juan Guerra.

Fuente de variación	Número de mazorcas cosechadas				
	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	212520328,75	3	70840109,58	3,30	0,0405 *
Tratamiento	947684332,96	7	135383476,14	6,30	0,0005 **
Error	451475398,18	21	21498828,48		
Total	1611680059,89	31			

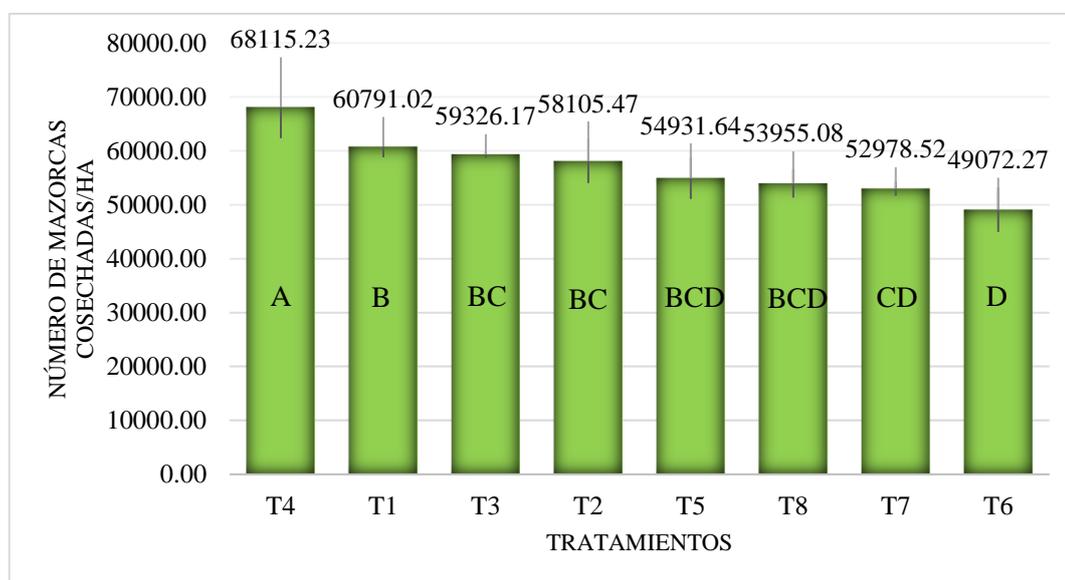
Significativo: *

Altamente significativo: **

R² = 72%

CV = 8,11%

\bar{X} = 57159,425



(*) T4: Tratamiento con mayor número de mazorcas cosechadas. (T1: SA-345; T2: TF-222; T3: SA-282; T4: SA-336; T5: S-501; T6: SA-333; T7: DK-7088; T8: P-30F35)

Gráfico 7. Prueba de Duncan para número de mazorcas cosechadas de ocho híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir, Juan Guerra.

3.1.8. Rendimiento

La tabla 11 muestra el análisis de varianza (ANVA) y el gráfico 8 la prueba de Duncan para el rendimiento.

Tabla 11.

Análisis de varianza para rendimiento de 06 híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir Juan Guerra.

Fuente de variación	Rendimiento				
	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	5,44	3	1,81	4,85	0,0102 *
Tratamiento	29,1	7	4,16	11,12	<0,0001 **
Error	7,85	21	0,37		
Total	42,39	31			

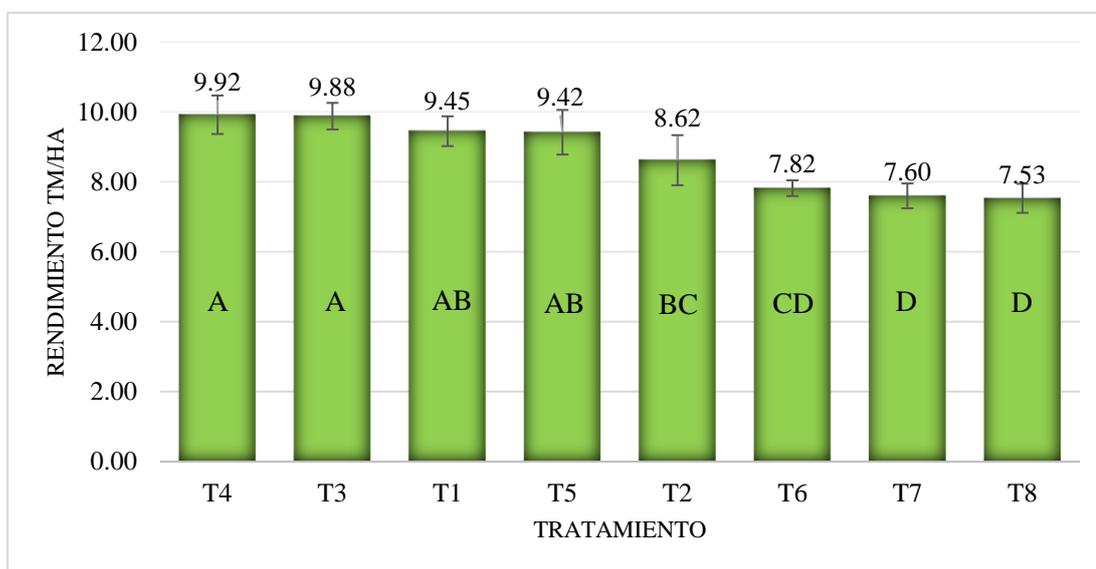
Significativo: *

Altamente significativo: **

$R^2 = 81\%$

CV = 6,97%

$\bar{X} = 8,78$



(*) T4: Tratamiento con mayor rendimiento. (T1: SA-345; T2: TF-222; T3: SA-282; T4: SA-336; T5: S-501; T6: SA-333; T7: DK-7088; T8: P-30F35)

Gráfico 8. Prueba de Duncan para rendimiento de ocho híbridos de maíz amarillo duro en la E. E. A. El Porvenir, Juan Guerra.

3.1.9. Análisis estadístico de correlación altura de planta respecto al rendimiento

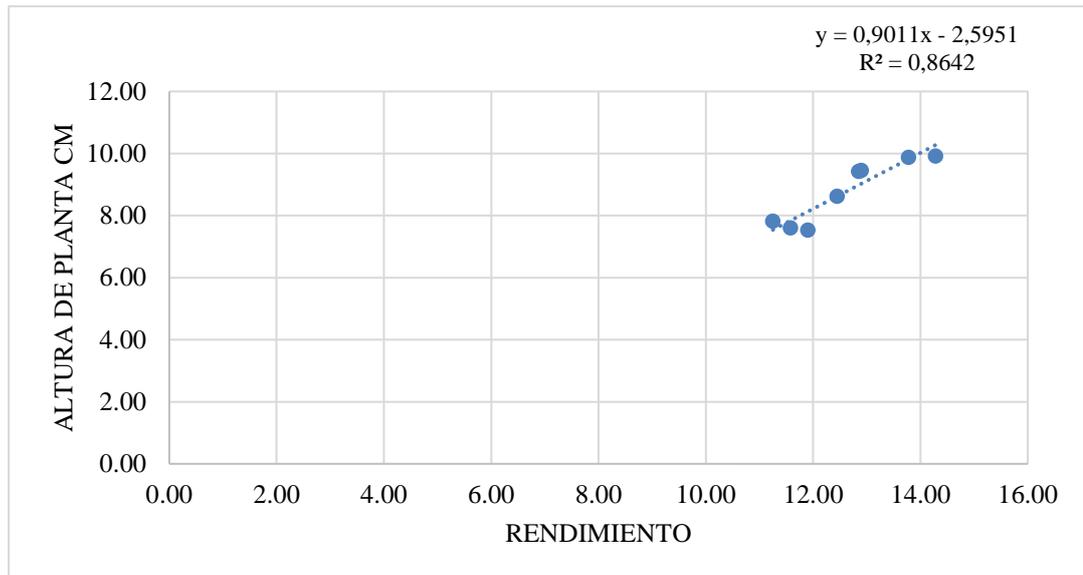


Gráfico 9. Diagrama de correlación del rendimiento con altura de planta

$\rho = 0,93$ (Relación fuerte)

3.1.10. Análisis estadístico de correlación de número de hojas respecto al rendimiento

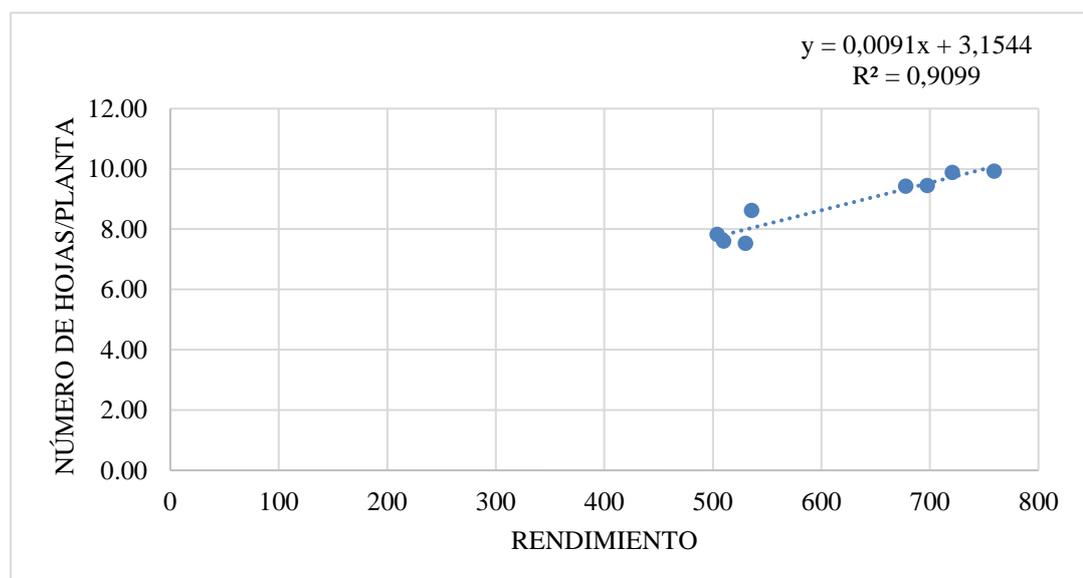


Gráfico 10. Diagrama de correlación del rendimiento con número de hojas

$\rho = 0,95$ (Relación fuerte)

3.1.11. Análisis estadístico de correlación del área foliar respecto al rendimiento

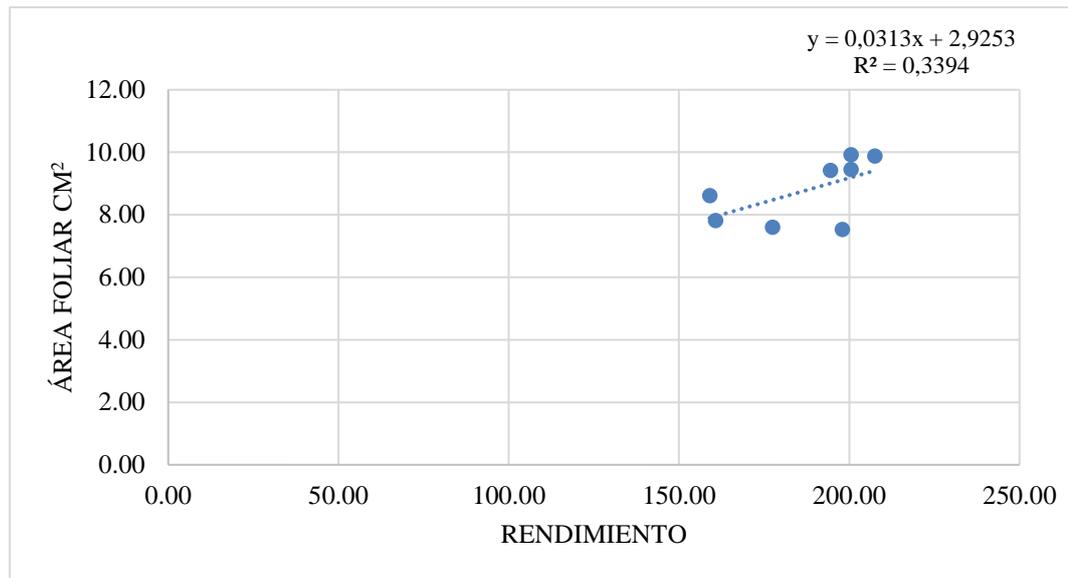


Gráfico 11. Diagrama de correlación del rendimiento con el área foliar.

$\rho = 0,58$ (Relación moderada)

3.1.12. Análisis Económico (B/C).

Tabla 12.

Análisis económico de los 08 híbridos experimentales en la Estación Experimental Agraria El Porvenir, Juan Guerra.

Clave	Híbrido	Precio/Kilo (S/.)	Productividad (Kg/ha)	Costo total de producción (CTP) S/.	B. Bruto	B. Neto	Relación B/C	Rentabilidad (%)
T1	SA345	0,90	9445,8	5373,90	8501,22	3127,32	1,58	58,19
T2	TF222	0,90	8615,5	5373,90	7753,95	2380,05	1,44	44,29
T3	SA282	0,90	9876,3	5373,90	8888,67	3514,77	1,65	65,40
T4	SA336	0,90	9922,3	5373,90	8930,07	3556,17	1,66	66,17
T5	SA501	0,90	9421,8	5373,90	8479,62	3105,72	1,58	57,79
T6	SA333	0,90	7819,5	5373,90	7030,55	1663,65	1,31	30,96
T7	DK-7088	0,90	7599,5	5373,90	6839,55	1465,65	1,27	27,27
T8	Pioneer-30F35	0,90	7526,5	5373,90	6773,85	1399,95	1,26	26,05

3.2. Discusión

3.2.1. Días al 50% de la floración masculina y femenina.

El número de días para el 50% de la floración masculina ocurrió desde los 52 a 56 días, mientras para el 50% de la floración femenina ocurrió a los 54 a 57 días comportándose como el más precoz el híbrido T4 (SA-336) tanto para floración masculina y femenina (gráfico 1). Este periodo de floración es parecido a lo encontrado por Hidalgo (2015) en los mismos híbridos en otras localidades (Carhuapoma y Nuevo Lima de la Provincia de Bellavista y en la Estación Experimental Agraria el Porvenir, distrito de Juan Guerra, provincia de San Martín en la segunda campaña del 2014 y primera campaña del 2015) de 51 días promedio para el 50% de la floración masculina y 53 días promedio para el 50% de la floración femenina. Así mismo se observa en la prueba de DUNCAN (gráfico 1) una adecuada sincronización entre la floración masculina y femenina con una diferencia de uno a dos días aproximadamente, rango adecuado para asegurar la polinización porque se necesitan de 2 y 3 días para que todos los estigmas de una espiga queden expuestos (Ritchie *et al*, 1986). Esta sincronización es considerada de gran importancia porque la productividad se asocia con el momento de la diseminación del polen en relación al surgimiento con los estigmas (INTAGRI, 2016).

3.2.2. Altura de planta

La prueba de DUNCAN (gráfico 2), muestra que los tratamientos, T3 (S-282), T4 (SA-336), T1 (SA-345), T8 (P-30F35), son los que tuvieron mayor altura con promedios de 207,50 cm; 200,50 cm; 200,50 cm; 198,00 cm; 194,50 cm. Similar resultado encontró Hidalgo (2015) en investigaciones no publicadas en la localidad de Carhuapoma, Provincia de Bellavista, en segunda campaña del 2014 y en la E.E.A. El Porvenir, en la primera campaña del 2015, el tratamiento con mayor altura fue el T1 (SA-345) con 199,00 cm; y 200,5 cm promedio.

La importancia de medir la altura de la planta se debe a que es un parámetro que determina el grado de desarrollo del área foliar y el tamaño final de la planta. En algunos casos el mayor tamaño de una planta es más importante que la duración del período de llenado de grano en la determinación del rendimiento (Tobery

Brown, 1976), ya que el área foliar determina la disponibilidad de carbohidratos para cumplir las funciones de mantenimiento de la planta, para su propio crecimiento y para el llenado de grano (Hoyt y Bradfield, 1962). Cerca del 50% de los carbohidratos acumulados en el grano de maíz son producidas por las hojas del tercio superior de la planta, el 30% por del tercio medio y el restante 20% por las hojas ubicadas en la parte basal (Allison y Watson, 1966, cit. por Magalhães y Da Silva, 1987). Las diferencias significativas que existieron en los diferentes híbridos están en función al tipo de planta (porte alto o bajo) y a las condiciones ambientales específicamente como temperaturas, altitud, horas sol y a la fertilidad del suelo, siendo en periodos más húmedos y temperaturas menores, las plantas se comportan más altas.

3.2.3. Número de hojas por planta

La prueba de DUNCAN (gráfico 3), nos muestra que el número de hojas varía desde 11 a 14 hojas promedio por planta, siendo los tratamientos T4 y T3 los que presentaron mayor cantidad de hojas, ambos con 14 hojas. La importancia de medir este parámetro es que el número de hojas totales de la planta es un carácter morfofisiológico de suma importancia que afecta el rendimiento del maíz, porque a través de ello se mejora la eficiencia de conversión del CO₂ de la atmósfera, en compuestos orgánicos como los carbohidratos tal como lo menciona (Alberto Fassio *et al*, 1998).

3.2.4. Área foliar

La prueba de DUNCAN (gráfico 4), nos muestra que los tratamientos T4, T3, T1, T5 son los que presentaron mayor área foliar con 759,16 cm²; 720,6 cm²; 697,58 cm²; 677,78 cm² superando a los híbridos testigos. Este resultado se debe a que estos mismos tratamientos tuvieron mayor número de hojas por plantas. De tal forma que este parámetro determina la disponibilidad de carbohidratos para cumplir las funciones de mantenimiento de la planta, para su propio crecimiento y para el llenado de grano (Hoyt y Bradfield, 1962). Siendo así que cerca del 50% de los carbohidratos acumulados en el grano de maíz son producidos por las hojas del tercio superior de la planta, el 30% por las del tercio medio y el restante 20% por

las hojas ubicadas en la parte basal tal como lo menciones (Allison y Watson, 1966, cit. por Magalhanes y Da Silva, 1987).

3.2.5. Altura de inserción de mazorca

Las significaciones estadísticas determinadas por la prueba de DUNCAN (gráfico 5), indican que la altura de inserción de mazorca varió de 79,00 cm (T2: TF-222) a 119,00 cm (T3: SA-282) siendo este último tratamiento el híbrido con mayor altura de inserción. Estos mismos híbridos probados en otras localidades por Hidalgo (2015), en datos no publicados, nos menciona que en la localidad de Carhuapoma, Provincia de Bellavista, en la segunda campaña del 2014, los resultados variaron de 84,50 cm (SA-333) a 116,50 cm (SA-345) notando que no existen muchas diferencias referentes a los resultados obtenidos en esta investigación. Respecto a estos resultados, García y Villa Nova (1995) mencionan que el crecimiento y desarrollo de las plantas dependen de su constitución genética, además de las condiciones de suelo y del clima en donde se ha establecido el cultivo.

3.2.6. Número de plantas cosechadas

El Análisis de Varianza (tabla 9), nos indica que existen diferencias significativas en bloques y tratamientos, aduciendo que difieren entre sí los promedios de los tratamientos evaluados. Mientras que las significaciones estadísticas que fueron determinados por la prueba de DUNCAN (gráfico 6), se observó que el tratamiento T1 (SA-345) presenta la mayor cantidad de plantas cosechadas con un total de 58 594, a su vez no muestra diferencia significativa con los tratamientos T3 (SA-282), T2 (TF-222), T7 (Dekalb-7088), T8 (Pioneer-30F35), T5 (SA-501) y T4 (SA-336) plantas cosechadas. De tal forma, Arbizu (1974), señala que el medio ambiente resulta ser un factor muy importante de influencia en el comportamiento en el cultivo del maíz. La cantidad de plantas cosechadas se debe, principalmente como objetivo de estudio, a su respuesta de adaptabilidad y al manejo agronómico. No se logró cosechar todas las plantas estipuladas por motivos de marchites o destrucción por factores externos al inicio del desarrollo de la planta.

3.2.7. Número de mazorcas cosechadas

Las significaciones estadísticas que fueron determinados por la prueba de DUNCAN de número de mazorcas cosechadas, que se muestran en el gráfico 7, nos indica que los tratamientos T4, T1, T3 y T2 fueron los que se comportaron mejor respecto a este parámetro, siendo el T4 el que tuvo mayor número de mazorcas cosechadas debido a que algunas plantas presentaron dos mazorcas. Y los tratamientos restantes (T1, T3 y T2) solo se lograron cosechar una mazorca por planta, razón por la cual terminaron siendo superados. Las diferencias que existen en los resultados de los tratamientos se deben a la desemejanza de las características genéticas de cada híbrido y las condiciones ambientales bajo el cual se realiza el experimento. Aldrich (1974), menciona que un híbrido no se comporta de la misma manera en todas las circunstancias.

3.2.8. Rendimiento (TM/ha)

Los resultados obtenidos que fueron determinados por la prueba de DUNCAN (gráfico 8), nos indica que los tratamientos T4 (SA-336) y T3 (SA-282) con 9,92 tn/ha y 9,88 tn/ha tienen mayor rendimiento que los demás tratamientos. Similar resultado encontró Hidalgo (2015) en datos no publicados, siendo los mismos tratamientos T4 (SA-336), T3 (SA-282) y T1 (SA-345) los que reportaron mayor rendimiento superando las nueve tn/ha en otras localidades. En la localidad de Carhuapoma, Provincia de Bellavista, en la primera campaña del 2015, el tratamiento T4 (SA-336) es el que obtuvo mayor rendimiento con un total promedio de 9,74 (tn/ha) y, los tratamientos T3 (SA-282) y T1 (SA-345) obtuvieron 9,50 (tn/ha) y 8,42 (tn/ha). Alberto Fassio *et al.* (1998), menciona que existen características morfo-fisiológicas que afectan el rendimiento de maíz como: área foliar, duración del área foliar, altura de planta, prolificidad, periodo de llenado de grano. Siendo estos dos híbridos con mayor rendimiento los que tuvieron también mayor altura de planta, mayor área foliar y mayor número de hojas por planta (T4: 200,50 cm, 759,16 cm², 14,28; T3: 207,50 cm 720,6 cm², 13,78). Los diagramas de correlación lineal, (gráfico 9, 10 y 11) nos muestran la relación directa que tuvieron los parámetros como altura de planta, número de hojas y área foliar respecto al rendimiento, con una línea de tendencia positiva y un

coeficiente de correlación con 0,93 (relación fuerte); 0,95 (relación fuerte) y 0,58 (relación moderada).

La estabilidad de rendimiento de un genotipo en particular depende de su respuesta a diversos factores adversos en etapas críticas del desarrollo de la planta (Crossa et al., 1998; Márquez, 1991). Por otro lado, Finlay y Wilkinson (1963) afirman que la variedad ideal es aquella que, teniendo una adaptabilidad general, presenta un potencial de máximo rendimiento en el ambiente más favorable y máxima estabilidad fenotípica.

Podemos inferir que el número de plantas no es relevante para el rendimiento ya que los tratamientos con menor número de plantas obtuvieron mayor productividad.

3.2.9. Análisis económico (B/C)

Habiéndose llevado igual manejo agronómico para todos los tratamientos nuevos puestos en investigación incluido los testigos, el costo total estimado de producción es semejante para todos los híbridos con un total de S/. 5373,90/ha. (Tabla 12 de análisis económico). Todos los tratamientos presentan un cociente de relación beneficio/costo (B/C) mayor a uno, dato que determina que además de recuperar la inversión y haber cubierto la tasa de rendimiento se obtuvo una ganancia extra. Los tratamientos con mayor cociente de la relación beneficio/costo (B/C) fueron el T4 (2,29), T3 (2,28), T1 (2,18), T5 (2,18), todos ellos con una relación $B/C > 2$ de tal forma que justifica una rentabilidad mayor al 50%.

CONCLUSIONES

1. Los híbridos probados con mayor rendimiento en la E. E. A. El Porvenir del distrito de Juan Guerra, en la región San Martín fueron el T4 con 9,92 tn/ha; el T3 con 9,88 tn/ha. Los altos rendimientos que tuvieron los híbridos que superan las nueve toneladas se debe a que los factores morfo-fisiológicos como altura de planta, número de hojas y área foliar, ayudaron a tener una mejor respuesta por la correlación positiva mostrada. Pudiendo recomendar la siembra en la región San Martín bajo las condiciones evaluadas.
2. El T4 (SA-336) presentó un mayor número de mazorca cosechadas (70), seguidamente el T1 (SA-345) con un total promedio de 63 mazorcas. Esto se debe a la adaptabilidad de los híbridos a las condiciones ambientales donde fueron puestos en investigación. Por otro lado, el tratamiento con mayor número de mazorcas cosechadas, se debe a que los factores morfo-fisiológicos como altura de planta, número de hojas y área foliar, ayudaron a tener una mejor respuesta en base a este parámetro, tal como lo menciona la bibliografía.
3. Los parámetros de altura de planta, número de hojas y área foliar fueron los que incidieron directamente en el rendimiento de los híbridos investigados mostrando una correlación positiva en el análisis de correlación lineal, siendo el T3 con 207,50 cm que presentó mayor altura de plantas y el T4 con 14,28 hojas por planta y 759,16 cm² de área foliar respectivamente, siendo este tratamiento el que mostró mayor adaptabilidad con un rendimiento de 9,92 tn/ha.
4. Los resultados del parámetro al 50% de la floración masculina y femenina, registran una pertinente sincronización en los seis híbridos nuevos puestos en estudios con un rango de 1 a 2 días, que son considerados dentro los rangos de días adecuados para realizar la polinización; puesto que la floración se muestra como un periodo crítico para la determinación del rendimiento a través del momento de la diseminación del polen en relación al surgimiento de los estigmas.

5. Todos los tratamientos puestos en investigación aseguran una adecuada rentabilidad y un cociente de relación beneficio/costo (B/C) mayor a uno. Sin embargo, los tratamientos que presentaron un cociente de relación beneficio/costo (B/C) mayor a dos fueron los tratamientos T4, T3, T1 y T5, debiéndose esto a una alta productividad que superan las nueve toneladas.

RECOMENDACIONES

1. Considerar a los maíces híbridos SA-336 y al SA-282 como híbridos de maíz amarillo promisorios para las condiciones agroecológicas estudiadas.
2. Realizar trabajos de investigación en manejo agronómico tales como niveles de requerimientos de fertilización N, P, K, densidad de siembra, sistema de riego y un manejo integrado de plagas y enfermedades para permitir un mayor incremento en su productividad de los híbridos sobresalientes.
3. Realizar otras parcelas de adaptabilidad en híbridos experimentales superiores en diferentes condiciones ambientales para mejorar la producción y productividad del maíz amarillo duro en el ámbito de desarrollo de San Martín y la selva peruana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberto Fassio (1998). *MAIZ: Aspectos sobre fenología*. Pág. 06.
- Arbizu, J. (1974). *Estudio comparativo de rendimiento de rendimientos híbridos y variedades comerciales de maíz en el valle de Chancay zona baja*. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo: Pontificia Universidad católica del Perú. Lima - Perú. 98p.
- Biblioteca de la Agricultura, (1998). *Técnicas Agrícolas en Cultivos Extensivos*. Editorial Idea Books S. A. Barcelona - España. Pág. 474 - 476.
- Carbajal, H. L., (1983). *Informe Anual Programa de Investigación de Maíz, INIA El Porvenir Juan Guerra - Tarapoto - Perú*. Pág. 8.
- Celis, G. J. (1996). *Informe Anual, Evaluación de Variedad Experimentales, sector Agrario, Programa Nacional de Investigación en Maíz y arroz*. Cajamarca - Perú. Pág. 23 - 24.
- Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y de Trigo – CIMMYT (2015). *Manual de producción de semilla de maíz híbrido – México*. Pág. 11.
- Centro Nacional de Capacitación e Investigación para la Reforma Agraria - CENCIRA, (1980). *Curso de maíz amarillo duro*. Lambayeque - Perú. 105p.
- Chávez, J. (2001). *Interacción de genotipos conambientes. Recursos genéticos e melhoramento-plantas*. (Eds) Lourenço Nass, Afonso Celso Candelaria Valois. Fundação MT. P673-713.
- Company, LL. M. (1984). *El maíz su cultivo y aprovechamiento*. Edit. Mundi – Prensa S. A. Madrid – España. Pág. 41
- Crossa, J. Wescott, B. Gonzales, C. (1988). *Analysing yield stability of maize genotypes using a spatial model*. Theor. Appl Genet 75: 863-868.
- Crosbie, T. M.; Mock, J. J. (1981). *Changes in physiological traits associated with grain yield improvement in three maize breeding programs*. Crop Science 21 (2):255-259.
- Diccionario Ilustrado de la Botánico Everest (1984). Editorial Everest, S. A. Carretera León-La Coruña, km 5 – León. España. Pág. 141
- De la Cruz, L. L., et al., (2007). *Propuesta para formar híbridos de maíz combinando patrones heteróticos*. Revista Fitotecnia Mexicana, 30, 453-461.

- Dekalb. (2015). *DEKALB*. Obtenido de DEKALB: http://www.dekalb.com.mx/dekalbcms/index.php?option=com_content&view=article&id=73&Itemid=304
- Estación Experimental el Porvenir (1996). *Informe Anual Programa de Investigación en Maíz y Arroz*. INIA, Juan Guerra - Tarapoto - Perú. Pág. 10.
- Egharevba, P. N.; Harrocks, R. D.; Zuber, M. S. (1976). *Dry matter accumulation in maize response to defoliation*. *Agronomy Journal* 68(1):40- 43
- Finlay & Wilkinson. (1963). *The analysis of adaptation in a plant- breeding programme*. *aust j. agr. res.* 14: 742-754.
- Garcia, T. y Villa N. (1995). *Epocas de plantio de milho em funcao das deficiencias hidricas no Silva Díaz et al*. Características morfológicas y agronómicas de líneas de maíz amarillo en diferentes fechas de siembra *Revista UDO Agrícola* 9 (4): 743-755. 2009 755 solo em Cambara -PR. *Pesq. Agropec. Bras.* 30 (4): 505-514
- Guillermo A. et al. (2007). *Control de Plagas y Enfermedades*. Editorial Grupo Latino Editores – Bogotá. Pág. 431-432.
- Hidalgo, M. E. (2008). “*Evaluación de Adaptabilidad y Eficiencia de rendimiento de Híbridos de maíz amarillo duro*”.
- Hidalgo, M. E. (2005). *Informe Sobre Ensayo de Generación y Evaluación de Variedades y/o Híbridos con alto potencial de rendimientos adaptados a condiciones de selva y costa norte, EE. El Porvenir Tarapoto-Perú*.
- Hidalgo, M. E. (1993). *Informe Sobre Resultados de Parcelas de Comprobación en Maíz. E. E. “El Porvenir” Tarapoto – Perú*. Pág. 18.
- Hoyt, P.; Bradfield, R. (1962). *Effect of varying leaf área by partial defoliation and plant density on dry matter production in corn*. *Agronomy Journal* 54(6):523-525.
- INIPA (1984). *Programa Nacional de Maíz, Mejoramiento*. INIA. Lima – Perú.
- Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura - INTAGRI (2016). *Más sobre el Proceso de Polinización en el Maíz*.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (2012). *Manejo del Maíz Amiláceo INIA 618 - Blanco Quispicanchi*. Edición N°1 Cuzco. Pág. 21.
- Instituto Nacional de Investigación Agraria, Proyecto TTA. (1992). “*Siembra y Abonamiento de Maíz Amarillo Duro*”. Primera Edición – Lima – Perú. Pág. 16 – 19.

- Jungen Heimer, W. R. (1988). *Variedades Mejoradas. Métodos de Cultivo y Producción de Semillas*. Editorial Limusa S. A. - México D. F. - Pág. 506.
- Kiesselbach, T. A. (1948). *Endosperm type as a physiologic factor in corn yield*. Journal of America Society of Agronomy 40:21 6- 236.
- Kiesselbach, T. A. (1980). *The structure and reproduction of corn*. 93 p.
- Kuhn, W. E.; Stucker, R. E. (1976). *Effect of increasing morphological component expression on yield in corn*. Crop Science 16(2):270-274.
- Finlay, K. y Wilkinson, G. (1963). *El análisis de la adaptación en un programa de fitomejoramiento*. Aust. J. Agric. Res 14(1) P: 742-754.
- Laing, D. (1978). *Adaptabilidad y estabilidad en el comportamiento de plantas de frijol común*. Documento presentado en la reunión de discusión sobre viveros internacionales de rendimiento y adaptación de frijol. CIAT. 24p.
- Leon, J. (1987). *Botánica de los Cultivos Tropicales*. Editorial IICA. San José de Costa Rica. Pág. 12.
- Lobo, M. (1992). *Los recursos fitogenéticos: evolución, tipos y utilización*. En: Memorias Curso internacional sobre recursos fitogenéticos. 1(9). Universidad 96 Nacional de Colombia, ICETEX, IBPGRI, OEA, Universidad del Valle. Palmira, Colombia.
- Magalhaes, A.; Silva, W. J. (1987). *Determinantes genético-fisiológicos de produtividade do milho: melhoramiento y produçáo do milho*. Sao Paulo, Fundagáo Cargill. p. 425.
- Manrique, A. (1994). *El maíz en el Perú*. Concytec. Serie Tecnología Lima- Perú.
- Manual Agropecuario (2001). *“Cultivo de maíz”*. 3ra Edición. Editorial Idea Books. Barcelona-España. Pág. 471-476.
- Marquez, F. (1991). *Genotecnica vegetal. Métodos, teoría, resultados*. Tomo III. AGT editor S. A. México.
- Metcalpe, D. S. y Elkins, M. D. (1987). *Producción de cosechas*. Fundamentos y prácticas. Edit. LIMUSA. México D. F. Pág. 20.
- Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI (2 013). *Producción Agrícolas 2012*. Lima - Perú. Pág. 10 - 24.
- Ministerio de Agricultura y Riego – MINAGRI (2015). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera*. Pág. 40.
- Narro, L. L. (1993). *Avances y Logros*. Instituto Nacional de Investigación Agraria, Programa de Investigación en Maíz - PIM Cajamarca - Perú. Pág. 21 - 22.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO (2012). *Mejoramiento de Maíz con objetivos especiales*. Disponible en: www.fao.org/DOCREP/003/X7650S/x7650s21.com. Consultado el 20/08/2012.
- Paredes, Y. (2009). *Evaluación de adaptación de siete híbridos introducidos de maíz amarillo (Zea mays L.) en suelos del Bajo Mayo, región San Martín*.
- PIONNER 30F35 (30 de noviembre del 2018). <https://www.pioneer.com/web/site/peru/productos/maiz/30f35/>
- Poehlman M. I. (1969). *Mejoramiento Genético de las Cosechas*. Editorial LIMUSA, Weley S. A. - México D. F. Pág. 263.
- Ramírez, D. J. L., et al. (2007). *Propuesta para formar híbridos de maíz combinando patrones heteróticos*. Revista Fitotecnia Mexicana, 30, 453-461.
- Rimache, A. M. (2008). *Cultivo de maíz*. Empresa Edith Macro. Primera Edición. Pág. 25.
- Ritchie, S. W.; Hanway, J.J.; Benson, G. O. (1986). *How a corn plant develops*. Ames, Iowa State University. Special report no. 48. 21 p.
- Romagosa, I.; Fox. P. N. (1993). *Genotipo por Interacción y adaptación al entorno*. Pág. 373-390.
- Sánchez, C. M. (1975). *Fisiología del Cultivo de Maíz*. En Relación a la Producción. Programa Cooperativo de Investigación en Maíz. UNA. La Molina. Lima-Perú.
- Snedecor, G. N; Cochocran, W. G. (1980). *Statistical methods*. 7th ed. IOWA, State University Press. Ames, IA
- Toyery, A. F.; Brown, W. L. (1976). *Selection for early flowering in corn: seven late synthetics*. Crop Science 16(6):767-773.
- Vallejo C. F. y Espitia C. M. (2006). *Depresión en vigor por endogamia y heterosis para el rendimiento y sus componentes en zapallo (Cucurbita moschata) Duch. Ex Poir.*

ANEXO

A. DATOS PARA CALCULAR EL RENDIMIENTO

CLAVE	HÍBRIDOS EN ESTUDIO	PESO DE CAMPO (kg)	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	ÍNDICE DE GRANO
T1	SA345	9,45	17,4	100,2
T2	TF222	8,55	16,93	100
T3	SA282	9,83	17,1	101,5
T4	SA336	9,95	17,53	101
T5	SA501	9,35	17	101,6
T6	SA333	7,8	17,2	108,7
T7	DK-7088	7,6	17,58	94,3
T8	Pioneer- 30F35	7,6	18,1	89,8

B. ANÁLISIS DE COSTO DE PRODUCCIÓN ESTIMADO PARA HÍBRIDOS DE MAÍZ.

Actividad	Unidad de medida	Cantidad 01 has	Precio Unitario	Costo Total
1. Preparación de Terreno				
Arado	horas/maq	3	120,00	360,00
Rastra	horas/maq	1	120,00	120,00
Surcado	horas/maq	2	120,00	240,00
Análisis de suelo	Muestra	1	50,00	50,00
2. Labores culturales				
Aplicación de herbicidas	Jornales	4	30,00	120,00
Siembra	Jornales	8	30,00	240,00
Aplicación fertilizante (02 aplicaciones)	Jornales	4	30,00	120,00
Aplicación insecticida (02 aplicaciones)	Jornales	4	30,00	120,00
Riegos (04)	Jornales	8	30,00	240,00
3. Insumos				
Semilla	Bolsa	1	540,00	540,00
Herbicida Post-emergente	Litro	3	25,00	75,00
Insecticida (Absolute 60)	Litro	0.25	720,00	180,00
Adherente	Litro	1	17,00	17,00
Urea	Bolsa	8	70,00	560,00
Superfosfato triple	Bolsa	7	100,00	700,00
Cloruro de Potasio	Bolsa	9	70,00	630,00
Sacos de Polipropileno	Ciento	1	100,00	100,00
Rafia	Ovillo	1	8,00	8,00
4. Cosecha y Transporte				
Cosecha Manual	Jornales	8	30,00	240,00
Transporte	Ton	9,95	15,00	149,25
Desgrane	Ton	9,95	25,00	248,75
Secado	Jornales	2	30,00	60,00
Total, costos directos				5118,00
5. Imprevistos 5% CD				185,65
Costo total de producción				5373,90

**C. CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL EXPERIMENTO.
SEPTIEMBRE A DICIEMBRE DEL AÑO 2015.**

MESES	Temperatura Promedio C°			Precipitación Total (mm)	Humedad Relativa %
	Máxima	Media	Mínima		
Setiembre	36,3	28,4	21,4	41,0	73,7
Octubre	35,0	28,2	22,5	152,7	76,9
Noviembre	27,4	33,8	23	52,8	78,0
Diciembre	32,0	26,3	22,5	61,8	80,9
Total				308,3	77,4

FUENTE: SENAMHI 2015.

D. ANÁLISIS DE SUELO



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA “EL PORVENIR”
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO
ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN



SOLICITANTE	PNI MAÍZ
PROCEDENCIA	Juan Guerra
CULTIVO/EXPERIMENTO	Maíz

FECHA DE MUESTREO	
FECHA DE RECEPCIÓN	
FECHA DE REPORTE	

Código de la muestra			pH	C.E	CaCO ₃	M.O	N	P	K	ANÁLISIS MECÁNICO				D.a.p g/cm ³	CIC	CATIONES CAMBIABLES						∑ de bases	PSB
Lab.	Campo									dS/m	%					(ppm)		Ao	Lim	Arc	CLASE TEXTURAL		
MS 025-01	2015	M1	7.32	0,23	3.30	3,03	0,137	14,00	521	49,24	30,00	20,76	Fra.	1,4	39,89	35,89	2,52	1,33	0,22	0,00	0,00	39,9	100

METODOLOGÍA

TEXTURA
 pH
 CONDUC. ELÉCTRICA
 CARBONATOS
 FÓSFORO
 POTASIO
 MATERIA ORGÁNICA
 CALCIO Y MAGNESIO
 ALUMINIO

HIDRÓMETRO
 POTENCIÓMETRO SUSPENSIÓN SUELO-AGUA RELACIÓN 1:2,5
 CONDUCTÍMETRO SUSPENSIÓN SUELO-AGUA 1:2,5
 GASO - VOLUMÉTRICO
 OLSEN MODIFICADO EXTRACTE NaHCO₃ = 0,5M, pH 8,5
 ABSORCIÓN ATÓMICA EXTRACTE NaHCO₃ = 0,5M, pH 8,5
 WALKLEY BLACK
 ABSORCIÓN ATÓMICA EXTRACT. KCl 1N
 EXTRACT. KCl 1N

E. CROQUIS PARCELARIO