



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



**Adaptabilidad de seis cultivares híbridos de maíz amarillo duro
(*Zea mays*) comparada con la variedad marginal 28 – T en la provincia
de Tocache, departamento San Martín**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

Bach. María Tarcila Espíritu Morales

ASESOR:

Ing. Eybis José Flores García

**Tarapoto – Perú
2018**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Adaptabilidad de seis cultivares híbridos de maíz amarillo duro
(*Zea mays*) comparada con la variedad marginal 28 – T en la provincia
de Tocache, departamento San Martín**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

Bach. María Tarcila Espíritu Morales

Sustentado y Aprobado ante el honorable jurado el día 30 de Octubre de 2018

A blue ink signature consisting of several overlapping loops and lines.

.....
Ing. M. Sc. Cesar E. CHAPPA SANTA MARÍA
Presidente

A blue ink signature with a large loop and a vertical stroke.

.....
Ing. M. Sc. Segundo Darío MALDONADO VÁSQUEZ
Secretario

A blue ink signature with a large loop and a vertical stroke.

.....
Ing. M. Sc. Tedy CASTILLO DÍAZ
Vocal

A blue ink signature with a large loop and a vertical stroke.

.....
Ing. Eybis José FLORES GARCÍA
Asesor

Declaración de Autenticidad

Yo, María Tarcila Espiritu Morales, egresado(a) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de AGRONOMÍA, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, identificado con DNI N° 47506058, Domiciliada en: Jr. Leoncio Prado y Alfonso Ugarte Cdra. 1 - Tocache, San Martín, con la tesis titulada: “Adaptabilidad de seis cultivares híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays*) comparada con la variedad marginal 28 – T en la provincia de Tocache, departamento San Martín”.

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 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, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 30 de Octubre del 2018



María Tarcila Espiritu Morales

DNI N° 47506058



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: <i>Espínola Norales María Tarala</i>	
Código de alumno : <i>091347</i>	Teléfono: <i>967417932</i>
Correo electrónico : <i>maritar_cajamarca@hotmail.com</i>	DNI: <i>47506058</i>

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

2. Datos Académicos

Facultad de: <i>Ciencias Agrarias</i>
Escuela Profesional de: <i>Agronomía</i>

3. Tipo de trabajo de investigación

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

4. Datos de trabajo de investigación

Título: <i>"Adaptabilidad de seis cultivares híbridos de maíz amarillo duro (Zea mays) comparada con la variedad marginal 28-T en la provincia de Tocache, departamento de San Martín"</i>
Año de publicación: <i>2018</i>

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 indiquen 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 Nacional de Trabajos de Investigaciones 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 la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM-T.

Fecha de recepción del documento:

05 / 3 / 2019



Firma del Responsable de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM-T.

***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

A Dios:

Por guiar mi camino y a mis queridos padres por el apoyo Incondicional del desarrollo de esta tesis.

A mis docentes:

Que me brindaron sus enseñanzas que siempre están fortaleciendo para llegar a los objetivos y metas.

Agradecimiento

Agradezco a Dios infinitamente por guiarme en el transcurso de mi vida académica y mi agradecimiento a mis amistades que de una u otra manera contribuyeron a hacer realidad esta presente Tesis:

- Al Ing. Eybis José Flores García por asesorar mi proyecto de tesis.
- Al Ing. Edison Hidalgo Meléndez, Especialista del Programa Maíz-Arroz INIA “El Porvenir” Juan Guerra – San Martín, por su colaboración para realizar la presente tesis como Co-Asesor.
- Al Ing. Dr. Jaime Alvarado por brindarme su apoyo con información sobre adaptabilidad para fortalecer mi presente tesis.
- A mis amigos de Universidad y compañeros de trabajo: Vílchez Adam, Angelita Granados.
- Al Ing. Juvenal Murrieta Salas, División Semillas – Zona Selva Norte FARMEX, por su apoyo con información brindada para fortalecer la presente tesis.

Índice general

	Página
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1. Antecedentes de la Investigación.....	3
1.2. Maíz híbrido.....	6
1.3. Descripción de la variedad marginal 28 - T.....	9
1.4. Descripción de los híbridos de maíz amarillo duro en estudio	11
1.5. Aspectos fisiológicos... ..	14
1.6. Características agronómicas del cultivo	21
1.7. Adaptabilidad y estabilidad de híbridos de maíz amarillo duro	26
1.8. Características cualitativas.....	28
1.9. Diccionario biológico	32
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	35
2.1. Tipo y nivel de investigación.....	35
2.2. Diseño de la investigación	35
2.3. Población y muestra.....	35
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	36
2.6. Ubicación y descripción del campo experimental.....	38
2.7. Historia del campo experimental.....	38
2.8. Condiciones edafoclimáticas.....	38
2.9. Conducción del experimento.....	39
2.10. Indicadores evaluadas.....	42
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
3.1. Resultados	44
3.2. Discusiones	57

CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXOS	76

Lista de tablas

	Página
Tabla 1: Tratamiento de estudio.....	36
Tabla 2: Randomización de los tratamientos de estudio.....	36
Tabla 3: Análisis de varianza del experimento.....	36
Tabla 4: Datos climáticos obtenidos de SENAMHI, Estación CO-Tananta, Tocache (noviembre de 2017 a marzo de 2018).....	38
Tabla 5: Análisis físico y químico del suelo.....	39
Tabla 6: Aplicación de los fertilizantes	41
Tabla 7: ANVA para los días al 50% de la floracion masculina (datos transformados \sqrt{x}).....	45
Tabla 8: ANVA para la altura de la planta (m).....	46
Tabla 9: ANVA para la altura de la mazorca (m).....	47
Tabla 10: ANVA para el peso de la mazorca (g).....	48
Tabla 11: ANVA peso de granos (g) por una mazorca.....	49
Tabla 12: ANVA para el diámetro (cm) de la mazorca.....	50
Tabla 13: ANVA para la longitud de la mazorca (cm).....	51
Tabla 14: ANVA para el número de hileras por mazorca.....	52
Tabla 15: ANVA para el número de granos por hilera.....	53
Tabla 16: ANVA para el número de granos por mazorca (datos transformados \sqrt{x}).....	54
Tabla 17: ANVA para el peso de 1000 granos.....	55
Tabla 18: ANVA para el rendimiento de maíz en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	56

Resumen

El maíz es uno de los cultivos de importancia para la alimentación para los animales que proveen carne y para la alimentación humana al nivel nacional y mundial; en algunas provincias de la región San Martín se desconoce su potencial de rendimiento y la adaptabilidad. La investigación tuvo como objetivo evaluar la adaptabilidad de seis cultivares híbridos de maíz amarillo duro “(*Zea mays*) comparado con la variedad Marginal 28_Tropical, bajo las condiciones edafoclimáticas del distrito de Tocache. Se llevó cabo en Veintenjebe en el Distrito y provincia de Tocache del noviembre de 2017 a marzo del 2018, en suelo franco arcillo arenoso con pH 4,8, Temperaturas de media con 25,46%, precipitación 286,20 mm mensual, fue desarrollado bajo el diseño de Bloque Completamente al Azar. El híbrido Atlas 105 con menor altura de planta (1,84 m), menor altura de mazorca (0,93m), mayor peso granos por mazorca (165,81 g), mayor granos número por hilera (37,29); mayor peso de 1000 semillas (360 gramos) y el mayor rendimiento (10 075,41 kg.ha⁻¹), superando a todos los tratamientos y por lo tanto mostró la mejor adaptabilidad; en segundo lugar los siguen los híbridos DK 7508 e INIA 624 con rendimiento de 8247,67 y 7 921,03 Kg/ha; todos los híbridos tuvieron floración precoz porque la aparición del 50% de la floración masculina fluctuó en intervalo de 2,18 días de diferencia que la variedad Marginal 28 – T.

Palabras Clave: Adaptabilidad, cultivares, híbridos, maíz, variedad.

Abstract

Maize is one of the crops of importance for the feeding of animals that provide meat, as well as for human nutrition on a national and world level; in some provinces of the San Martín region their yield potential and adaptability are unknown. The objective of the research was to evaluate the adaptability of six hybrid cultivars of hard yellow corn "(Zea mays) compared to the variety Marginal 28_Tropical, under the edaphoclimatic conditions of the district of Tocache. It was carried out in Veintenjebe in the District and province of Tocache from November 2017 to March 2018, in sandy clay loam soil with pH 4.8, Average temperatures with 25.46%, precipitation 286.20 mm per month, was developed under the design of Completely Random Block. The Atlas 105 hybrid with lower plant height (1.84 m), lower ear height (0.93 m), greater grains weight per ear (165.81 g), higher kernels number per row (37.29); greater weight of 1000 seeds (360 grams) and the highest yield (10 075.41 kg.ha-1), surpassing all treatments and therefore showed the best adaptability; followed by the DK 7508 and INIA 624 hybrids with yields of 8247.67 and 7 921.03 Kg / ha; all the hybrids had early flowering because the appearance of 50% of the male flowering fluctuated in an interval of 2.18 days apart than the Marginal variety 28 - T.

Keywords: Adaptability, cultivars, hybrids, corn, variety.



INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos más valiosos de la seguridad alimentaria mundial, junto a los cultivos del arroz y el trigo y son considerados como las tres gramíneas más cultivadas en el mundo. La producción mundial de maíz del año pasado fue de 1025,6 millones de toneladas en 180 millones de hectáreas (ha) y el promedio mundial es de 5,69 t/ha (FIRA, 2016). Los países con mayor producción en toneladas en el año 2016, fueron Estados Unidos 384 777 890, China 231 673 946, Brasil 64 143 414, Argentina 39 792 854, México 28 792 854, Ucrania 28 074 610, India 28 260 000, Rusia 15 309 813 y Canadá 12 369 551; Los países con mayor superficie cosechada en el mundo durante año 2016 fueron china con 20,7% del total, los siguen Estados Unidos con 18,7%, Brasil con 8,0%, India con 5,4% y México con 4,0 % (FAO, 2018). En el Perú en el último mes del año 2017, totalizó 108 739 (INEI, 2017)

En la región San Martín, el cultivo de maíz tiene relevancia fundamental, debido a que forma parte de la cadena alimenticia como en la avicultura y agroindustrial, la cual es más importante en términos de la actividad económica y social para el país (Hidalgo, 2008), se siembran aproximadamente 44,581 hectáreas de maíz amarillo duro al año, obteniéndose rendimientos productivos entre 1,8 a 2 toneladas por hectárea, con una producción de 92,383 toneladas (<http://agraria.pe/noticias/san-martin-produce-92382-toneladas-de-maiz-amarillo-duro-por-16122>).

Sin embargo, el uso de la variedad de maíz, Marginal 28 - Tropical, debido a su deterioro genético, tiene muchos inconvenientes para la obtención de una buena producción. Más aún con la inherencia del cambio climático; el hábitat y el nicho ecológico del cultivo, ha variado significativamente trayendo como consecuencia la disminución del rendimiento.

Ante esta problemática fue necesario plantear alternativas de soluciones, y se ha especificado realizar la ocurrencia que está sucediendo con la introducción de híbridos en la costa y sierra del Perú, en la cual los rendimientos de los híbridos se han incrementado notablemente. Según esta alternativa, se ha planteado como objetivo general: evaluar la adaptabilidad de seis cultivares híbridos de maíz amarillo duro (*Zea maíz* L.) comparada

con la variedad Marginal 28 Tropical, bajo las condiciones edafoclimáticas del distrito de Tocache.

Los objetivos específicos del trabajo de investigación fueron evaluar las características agronómicas y fenológicas de seis híbridos de maíz amarillo duro (*Zea maíz L.*) en las condiciones edafoclimáticas del distrito de Tocache departamento San Martín considerando a la variedad marginal 28_T. Determinar el rendimiento de seis híbridos de maíz amarillo duro (*Zea maíz L.*) comparado con la variedad control 28-T.

La hipótesis planteada es que al menos uno de los seis híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays*), se adapte favorablemente a las condiciones edafoclimáticas del distrito de Tocache en comparación con la variedad Marginal 28 - Tropical. La adaptabilidad preliminar, servirá de base para seguir investigando a los híbridos, hay muchas estrategias que deben incorporar según las condiciones climáticas, en su estructura de su genética; para que en un determinado tiempo la sumatoria de esas adaptabilidades se congruente en una adaptación para fomentar y promocionar el cultivo entre los productores maiceros de esta parte de la región San Martín.

En resumen, la adaptabilidad que se busca con los híbridos en estudio va a estar relacionado al planteamiento que hizo Gordon *et al.*, (2006), quién hace referencia a la capacidad de los genotipos de aprovechar ventajosamente los estímulos del ambiente.

La estructura del trabajo de investigación comprende la revisión bibliográfica, materiales y métodos, resultados y discusiones.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Antecedentes de la investigación

La mayoría de los caracteres de importancia en el maíz son de naturaleza cuantitativa y están controlados por gran número de genes, los cuales pueden actuar en el medio ambiente (Maya, 1995).

Los caracteres están regulados por uno o pocos genes y generalmente son modificados por el medio ambiente, el aspecto cualitativo se refiere a los atributos que describen al carácter como el color, la forma, la presencia o ausencia de un determinado carácter; estos atributos o cualidades presentan variaciones discontinúas que no son medibles; por lo general, no está influenciado por el medio ambiente y una vez establecida la característica del control genético de las diferencias observadas es posible hacer con mucha exactitud predicciones acerca de las manifestaciones del carácter mismo en las generaciones sucesivas (Marini *et al.*, 1993).

En la variable del número de días al 50% de la floración masculina y femenina, los híbridos Pioneer 30F35 y DOW 8480 se comportaron como las precoces con 57.75 días a la floración masculina y 56.0 a 55,25 días a floración femenina. La sincronización entre las inflorescencias de los híbridos fue en rangos de 1 a 2 días considerados dentro de una característica normal y favorable para obtener una mayor producción de grano.

En la variable del acame de plantas por raíz y tallo, todos los híbridos presentaron características genotípicas de resistencia al acame o tumbado a excepción de la variedad Marginal 28 – Tropical, que presentó cierto número de plantas acamadas por raíz.

Los híbridos DOW 2B 688 y el DOW 8480 destacaron como buenos y de mayor rendimiento, mientras que los híbridos Pioneer 3041 y Pioneer 30K73 presentaron regular aspecto de planta.

El intervalo entre la antesis y la aparición de los estigmas aumenta bajo la mayoría de las condiciones limitantes, incluyendo sequía y densidad alta. Se ha abogado por la selección por intervalo reducido entre antesis y aparición de los estigmas bajo condiciones de presión de densidad, como una manera de lograr un comportamiento mejor bajo condiciones limitantes de humedad (Fischer *et al.*, 1984)

La adaptación y eficiencia de híbridos de maíz amarillo duro en la EEA. EL Porvenir, en la primera campaña 2007, en la evaluación de 8 híbridos, sobresalieron con rendimientos altos el NB7324 con 8,022 kg.ha⁻¹, las mismas evaluaciones se realizaron en Picota, sobresaliendo también el NB 7324 con 7,645 kg.ha⁻¹ (Hidalgo, 2008). Mientras que la adaptación de 4 híbridos de maíz amarillo duro introducidos del Brasil al Huallaga Central (Buenos Aires) se obtuvo los siguientes rendimientos: BRS 1010 con 8,86 t.ha⁻¹; NK STAR con 7.20 t.ha⁻¹; MASTER con 7.93 t.ha⁻¹; BRS 1001 con 8.33 t.ha⁻¹; AG 5572 con 8.02 t.ha⁻¹; BRS 3151 con 8.51 t.ha⁻¹; XB 8010 con 8.22 t.ha⁻¹; C-701 con 8.24 t.ha⁻¹; BRS 2223 con 7.68 t.ha⁻¹ (Torres, 2004).

Huanambal (2004), evaluó la adaptación de 14 variedades de maíz tropical de madurez precoz e intermedio de grano amarillento introducidos en la Estación Experimental “El Porvenir” – Juan Guerra – San Martín, obteniendo los siguientes rendimientos: ACROSS SO 031 con 3,74 t.ha⁻¹; CUYUTA SO 031 con 3,9 t.ha⁻¹; AGUAFRIA SO 031 con 3,528 t.ha⁻¹; PHRAPHTTABAT SO 031 con 4,135 t.ha⁻¹; COTAXTLA SO 031 con 4,0 t.ha⁻¹; SUWAN SO 031 9531(Re) con 3,575 t.ha⁻¹; CRAVINHOS SO031 9531 con 3,771 t.ha⁻¹; TAKFA SS 9531 con 3,263 t.ha⁻¹; S99 TEY-26 HAXN con 3,807 t.ha⁻¹; S99 TEY-46 HAXB con 3,430 t.ha⁻¹; S99 TEY - 16 HAXB con 3,263 t.ha⁻¹; S99 TEY-4AB con 3,975 t.ha⁻¹; S99 TEY-GH<<SYN>> (2) 3,451 t.ha⁻¹; S99 TEY-BNSEQ con 3,326 t.ha⁻¹; Marginal 28 – T (Testigo) 3,767 t.ha⁻¹; INIA 602 (Testigo) con 2,806 t.ha⁻¹.

Tello (2002), evaluó la adaptación y madurez precoz de maíces híbridos tropicales, sobresaliendo el híbrido CMS 981016 con rendimiento de 6 968 kg.ha⁻¹; mientras que las evaluaciones de rendimiento de híbridos comerciales de maíz

amarillo duro conducidos bajo riego en el distrito de Buenos Aires- Picota sobresalió el híbrido AG – 612 con rendimiento de 6 848 kg.ha⁻¹ (Escudero, 2000).

Hidalgo (2000), realizó un ensayo en la campaña 2000 para evaluar 59 cruzas de híbridos simples generados en 1999 en la Estación Experimental “El Porvenir” y 13 variedades CIMMYT, con tres testigos (Marginal 28 – T, PIMTE – INIA, PIMSE) y 45 líneas de la población 22, 24, 27, 28 y 36. Sobresaliendo los híbridos simples CML 286 x PLE 76 Y PLE 91 x CML 296, con rendimientos de 7,92 y 7,5 t.ha⁻¹. Para el caso de la evaluación de variedades introducidas sobresalieron el ACROSS, ALGARROBAL y EGIDO con rendimientos de 6,11; 5,94 y 5,83 t.ha⁻¹, variedades que por textura y color de grano son aceptables para las condiciones y necesidades del productor y consumidor de la zona, la variedad Marginal 28 – T, como testigo se comportó similarmente a las variedades con rendimiento de 5,99 t.ha⁻¹.

Yzarra *et al.*,(2010), evaluaron seis híbridos de maíz amarillo duro y su relación con el efecto del clima en la producción y productividad del maíz amarillo duro en la costa central del Perú, reportando que existió una relación lineal entre la acumulación de la materia seca total del maíz y la radiación fotosintéticamente activa para los 06 híbridos en estudio, a mayor duración del ciclo del cultivo de maíz, mayor es la cantidad de radiación interceptada durante su crecimiento; este proceso se vincula directamente con la producción de la biomasa total, aunque no necesariamente con un mayor rendimiento en grano, así mismo, los híbridos de ciclo tardío registraron mayor eficiencia de producción de materia seca total por unidad de agua evapotraspirada, así como los valores más elevados de índice de área foliar; sin embargo, se deduce que la mayor eficiencia de estos cultivares se centró en la producción de follaje y de otras partes de la planta y en menor proporción para la producción de granos.

La selección de genotipos que interaccionen lo menos posible con el ambiente, ha sido uno de los principales objetivos en los programas de mejoramiento genético tanto de las instituciones estatales como de las empresas que se dedican a la venta de germoplasma; la evaluación de genotipos a través de distintos ambientes, principalmente en ambientes contrastantes, es una de las

prácticas más usuales para la recomendación de nuevos materiales a los productores de una región o zona específica; mientras la Interacción Genotipo-Ambiente (IGA) ocurre cuando hay respuestas diferentes de los genotipos en relación con la variación del ambiente, esta interacción merece gran importancia en la evaluación de híbridos desarrollados para diferentes circunstancias de producción, es necesario integrar los conceptos de adaptabilidad y estabilidad para definir el comportamiento de genotipos evaluados a través de ambientes contrastantes; la adaptabilidad se refiere a la capacidad de los genotipos de aprovechar ventajosamente los estímulos del ambiente, en cuanto que la estabilidad se refiere a la capacidad de los genotipos de mostrar un comportamiento altamente previsible en función del estímulo ambiental (Gordon *et al.*, 2006).

Allard y Hansche (1969); citados por Márquez (1991), definen a una variedad estable como una variedad con capacidad de amortiguamiento o flexibilidad para cambiar en actitud, que, para el caso de variedades agrícolas, significaría ajustar su rendimiento a las condiciones ambientales, es decir, variedades capaces de ajustar sus procesos vitales para mantener la productividad. Por otro lado, Simmonds (1962), citado por Márquez (1991), resalta que el término adaptabilidad se ha tomado como la capacidad para responder a la selección, lo cual implica la variabilidad genética. En estas condiciones una población genotípicamente heterogénea será adaptable a diferentes ambientes al estar sujeta a diferentes presiones de selección, manifestando su adaptación específica a un ambiente de acuerdo a la presión de selección de éste, mediante su respuesta cambiante a los diferentes ambientes, se medirá la adaptabilidad.

1.2 Maíz híbrido

Se puede obtener varias clases de híbridos, dependiendo del número y arreglo de las líneas puras paternas; los híbridos de maíz adaptados deben acompañarse por prácticas deseables de producción; además los nutrientes para las plantas son tan necesarios en algunos casos como el alimento para humanos y animales; estos híbridos deseables solamente podrán alcanzar su potencial total cuando se siembra en suelos provistos con cantidades balanceadas de nutrientes. Por medios genéticos, debe incorporarse en los híbridos la resistencia y la tolerancia de altas poblaciones,

al frío, al calor, a la sequía, a los insectos y a las enfermedades (Jugemheimer, 1998).

El mismo autor agrega, que el uso del maíz híbrido ha dado por resultado el desarrollo de una nueva tarea: La producción, procesamiento, venta y distribución de semilla híbrida. Los híbridos de maíz actuales entre líneas puras tienen una mayor potencialidad de rendimiento que las variedades de polinización libre, comunes o los sintéticos; los híbridos por su mayor eficiencia fisiológica, producen más granos que las variedades sintéticas si se usa los fertilizantes y las prácticas culturales modernas adecuadas.

Poelhman (1992), menciona que la consideración fundamental en la producción de maíz híbrido es la capacidad peculiar para producir rendimientos superiores y que haya sustituido en forma tan rápida a las variedades de polinización libre. La adaptación, al igual que el rendimiento es un objetivo complejo en la creación de maíces híbridos debido a que depende de muchas características de la planta.

Los factores que afectan a la adaptación son:

- Una maduración satisfactoria para el área de producción.
- La respuesta al grado de fertilidad del suelo.

La Fundación Chile (2011), reporta que el nitrógeno interviene en la formación de la clorofila, de las proteínas, de las vitaminas y de las fuentes de energía. Su deficiencia provoca un típico síntoma de secado “en V” de las hojas de nivel inferior a medio de las plantas. El fósforo no presenta movilidad en el suelo, por lo que debe realizarse una fertilización localizada con el total de la dosis a la siembra. Para facilitar su absorción por parte de las raíces, el fósforo debe aplicarse ubicándolo a 7 u 8 cm al lado de la hilera de siembra y 1 ó 2 cm por debajo de la semilla. El fósforo es indispensable para el crecimiento aéreo de la planta, el desarrollo de las raíces y el rendimiento en grano. Ante un déficit de fósforo las plantas de maíz muestran hojas de color verde oscuro, pero con bordes y puntas de color rojizo, y un sistema radical reducido. El potasio es muy importante para el vigor de las cañas y el buen crecimiento de la parte aérea del maíz. Un déficit de

potasio se manifiesta en una amarillez de los bordes de las hojas inferiores. Además, se produce un debilitamiento de las raíces y una fragilidad en la caña hacia la madurez.

La condición climática del lugar, la variedad, la preparación del suelo, la fertilidad del suelo, la siembra, el manejo de las malezas, la fertilización y el riego, son los principales factores que determinan el vigor de las plantas (Fundación Chile, 2011).

La Fundación Chile (2011), manifiesta que una distribución desuniforme de las plantas de maíz se traduce en una modificación en el tamaño y en la tasa de crecimiento de las plantas. Obtener una siembra con un espaciamiento parejo entre las plantas resulta muy importante para lograr plantas con un crecimiento parejo y optimizar así el rendimiento. Es importante considerar que la eficiencia de utilización de los recursos alcanza su máximo cuando la variabilidad de tamaño entre plantas es mínima. En este sentido, la ganancia de rendimiento de los individuos dominantes o de mayor crecimiento no compensa las pérdidas de las plantas que quedan más pequeñas.

Los componentes del rendimiento del maíz están determinados por las características biométricas de la mazorca (longitud y diámetro de la mazorca, número de hileras, número de granos por hilera, número de mazorcas por planta, peso de 1000 granos (Ferraris y Couretot, 2004).

Características deseables en plantas de maíz son principalmente, poca altura de planta, mayor precocidad y hojas superiores erectas (ángulo de inserción de hoja pequeño). En la costa peruana, por ejemplo, el sistema de producción requiere híbridos de maíces más precoces y de porte más bajo que puedan sembrarse en altas densidades (Chira y Sevilla, 2002).

1.3 Descripción de la variedad marginal 28 – T

1.3.1 Variedad Marginal 28 – T

a) Origen:

La variedad M 28-T es un compuesto que resulta de un cruzamiento inter e intra poblacional de los cultivares ACROSS 7728, FERKE 7928, LA MAQUINA 7928 provenientes del CIMMYT, mejorada y adaptada por el INIA a condiciones tropicales de selva y costa norte del Perú.

Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA (2008),

Características de la semilla

- Variedad: Marginal 28-Tropical
- Procedencia: Estación Experimental Agraria "El Provenir" INIA – Tarapoto.
- Total, utilizado por hectárea: 25 Kg.
- % Germinación comprobada: 90%.
- Forma: Plana, mediana y alargada (forma de diente).
- Color: Amarillo rojizo cristalino con ligera capa crema.
- Tamaño: 11.8 mm (11.5 – 12.0 mm).
- Peso de 100 granos comprobada: 35.16 gramos (34.2 – 36.8 g).

c) Plántula

- Vigor inicial: Intermedio.
- Color de la plántula: Verde claro

d) Planta

- Hábito de crecimiento: Erecto.
- Altura: 2.0 – 2.2 m.
- Forma de la hoja: Lanceolada.
- Color de hojas: Lámina verde, nervadura central verde claro.
- Color de tallo: Nudos y entrenudos verde claro.

e) Inflorescencia

- Color de los estigmas: Púrpura.
- Color de la panoja: Púrpura.
- Color de los estigmas: Púrpura.
- Color de la panoja: Púrpura.

f) Mazorca

- Altura de inserción: 1,0 –1.1 m.
- Forma: Cilíndrica y/o cónica
- Color de elote: Blanco

g) Densidad de siembra

- 62,500 Plantas.ha⁻¹.
- Distanciamiento: 0.8 m entre hileras x 0.4 m entre plantas.
- Número de semillas/golpe: 3.
- Después del desahije se deja 2 plantas/golpe.
- Profundidad de siembra: 4 cm.

h) Fertilización

- 1 tonelada de grano de maíz extrae del suelo: 25 Kg N – 6 Kg P – 15 Kg K.
- Eficiencia de N – P – K en el suelo: 85% – 22% – 90%, respectivamente.
- Según el análisis de suelo.
- Para semillero se recomienda una dosis de 200 – 150 – 200 Kg de NPK, respectivamente.
- Aplicando de manera fraccionada:
- Al momento de la siembra: 30% N – 100% P – 70% K.
- A los 20 días de la siembra: 35% N – 0% P – 30% K.
- A los 35 días de la siembra: 35% N – 0% P – 0% K.

i) Rendimiento

- 4,000 kg.ha⁻¹
- En grano = 30% en promedio.
- En semilla = 70% en promedio.

(El porcentaje de grano y semilla varía dependiendo del desarrollo de la mazorca).

- Rendimiento esperado para una hectárea de semillero de maíz es.
- Una hectárea = 4,000 kg.
 - En grano = 1,000 kg.
 - En semilla = 3,000 kg.

1.4 Descripción de los híbridos de maíz amarillo duro en estudio

1.4.1 Híbrido 1

En el año 2014 el trabajo de investigación fue llevado a cabo en la E.E.A. El Porvenir – distrito de Juan Guerra, departamento de San Martín, con el objetivo de evaluar la adaptación de híbrido I. INIA saco dos líneas puras que son PIM Línea-29 que es la hembra y PIM Línea-26 que vendría a ser el macho. Tiene una producción de suelos 5,5 de pH, con rendimiento de 7 a 8 t·ha⁻¹ (Hidalgo, 2014).

1.4.2 INÍA 624 (Sintético 2)

En la campaña del 2012, de las 3 parcelas cosechadas sobresale el híbrido sintético 2 en todas las localidades de Carhuapoma y Bajo Juñao con rendimiento de 7,5 y 7,2 t·ha⁻¹, respectivamente, seguido de la variedad sintético 4 con 6,8 superado a la variedad Marginal 28 – Tropical, en 57% evaluadas, destacados en las localidades rendimientos promedios de 7490 y 7310 kg·ha⁻¹ como fuente de nitrógeno se empleó la urea, como fuente de fósforo el fosfato diamónico (INIA, 2013).

1.4.3 DK 7508

Farmex SA.: Semilla de maíz DK 7508

Híbrido de maíz amarillo de duro de última generación, con buen potencial de rendimiento y buena adaptabilidad a siembras de verano e invierno. Excelente tolerancia al complejo de mancha del asfalto y de buen peso de grano por mazorca. Potencial de rendimiento: 13000 a 16725 Kg·ha⁻¹.

Días a la cosecha: 120 a 160 días.

Floración: 60 a 80 días.

Número de hileras: 18.

Enfermedades: Muy tolerante.

Sanidad de mazorca: Excelente.

Color y calidad grano: Amarillo naranja y semicristalino.

(<http://farmex.com.pe/productos/semillas/maiz/maiz-dekalb-7508.html>)

1.4.4 INIA 617 (CHUSKA)

Maíz forrajero formado por 9 líneas de alto nivel de endogamia generadas por el programa nacional de innovación agraria en maíz.

Descripción del cultivar

Características morfológicas

Altura de la planta: 2,80 m

Altura de la mazorca: 1,20 m

Número de mazorcas/planta: 1,3

Relación grano/tusa: 83/17

Color de grano: amarillo naranja

Tipo de grano: semidentado

Características agronómicas

Ciclo vegetativo: semi-precoz,

Estabilidad de producción: excelente

Rendimiento potencial: 9.5 t.ha⁻¹.

Reacción al acame: tolerante.

Fuente: INIA, 2008.

http://www.inia.gob.pe/images/ProductosServicios/publicacion/Tripticos/TRIPTICOS_PDF_2010/09%20MAIZ%20FORRAJERO%20INIA%20617%20-%20CHUSKA.pdf.

1.4.5 ATLAS 105

(Interoc-Custer, 2013; <https://es.scribd.com/doc/266646506/Ficha-Tecnica-Semilla-ATLAS-105-Mar13>).

Características de la planta

Altura de Planta (mts.): 2.00 – 2.20

Altura de Mazorca (mts.): 1.00 – 1.10

Posición de las Hojas: Semi – Erectas

Resistencia a la Tumbada: Excelente

Enfermedades: Muy Tolerante

Virus: Tolerante

Características de la mazorca

Grano: Anaranjado

Tipo de grano: Corneo dentado

Número de hileras por mazorca: 14 – 16

Granos por Hilera: 30 – 38

Índice de Desgrane: 81 – 82 %

Potencial de Rendimiento: Alto

Densidad de siembra a la emergencia (pl/ha.): 72,000 – 78000

Densidad de cosecha (pl/ha.): 65,000 – 70,000

Adaptabilidad

Híbrido de maíz amarillo duro ATLAS 105; híbrido simple de origen tropical de avanzada genética con alto potencial de rendimiento especialmente indicado para una agricultura de alta tecnología; con amplia adaptación a todas las zonas maceras del Perú.

Arquitectura

Planta de porte medio y un vigor excelente, follaje verde, hojas anchas y semi-erectas. Raíces adventicias profundas que le confieren excelente anclaje de planta.

Tolerancia a enfermedades

Muy tolerantes a enfermedades tropicales comunes, en el Perú como Mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*, *Monographella maydis*, y *Coniothirium phyllachorae*) y Puntaloca o Mildiu veloso (*Sclerophthora macrospora*).

Densidad de siembra

Utilizar la densidad de siembra apropiada para el híbrido de 65 a 70 mil plantas a cosecha, en distanciamientos especiales de 0.8 m a 0.85 m entre surcos y 0.30 m a 0.35 m entre golpes dejando 2 semillas. (Interoc-Custer, 2013; <https://es.scribd.com/doc/266646506/Ficha-Tecnica-Semilla-ATLAS-105-Mar13>).

Agricomseeds (Agri 340) tolerancia de agricomseeds a extrema sequía: agri-340 listo para cosecha, propiedad agro naciente, Santa Cruz - Bolivia.

Tipo	:	Híbrido Simple Modificado
Ciclo	:	Normal
Época de siembra	:	Húmeda y seca
Altura de la planta	:	200 cm.
Altura de espiga	:	90 cm.
Color de las hojas	:	Verde
Color de grano	:	Anaranjado
Tipo de grano	:	Semiflnt
Sanidad de grano	:	Muy buena
Sanidad foliar	:	Muy buena
Resistencia del tallo	:	Muy buena
Siembra Planta.ha ⁻¹ a cosecha	:	45,000

1.5 Aspectos fisiológicos

1.5.1 Crecimiento y desarrollo

El crecimiento: es el proceso de aumento de peso y/o volumen asociado a la división celular y elongación celular.

El desarrollo: Cambios progresivos que reflejan estados sucesivos en el ciclo vital de un individuo. Es la ocurrencia sistemática de una secuencia de eventos genéticamente programados. Segovia (1999), menciona que el desarrollo de la planta se puede dividir en dos fases fenológicas:

En fase vegetativa (V): se desarrollan y diferencian distintos tejidos hasta que aparecen las estructuras florales, este ciclo acaba con la emisión de los estigmas.

La Fase de reproducción (R): se inicia con la polinización de las estructuras femeninas que se diferenciarán en espigas y granos.

Delgado (1992), afirma que el crecimiento está referido a los cambios que se producen en incremento, pudiendo ser evaluados en el tiempo cuantitativamente, como el tamaño, peso, área, volumen; en cambio el desarrollo en los cambios

cualitativos registrados en el ciclo o periodo de vida de las plantas, reportando el color, forma, hábito, vigor, succulencia; que llevan a eventos fenológicos como.

- Germinación o Nascencia
- Emergencia Elongación
- Pre-panojado
- Pre-espigado
- Floración masculina (panoja)
- Floración femenina (espiga)
- Polinización
- Fructificación
- Madurez fisiológica Madurez de cosecha.

a. Germinación

Manrique (1988), nos señala que la germinación del grano de maíz se inicia como resultado de procesos químicos complejos, fisiológicos y estructurales del embrión, estimulados por acción del agua y la temperatura. La radícula emerge a los dos o tres días de la siembra por el alargamiento de la coleoriza; la planta poco a poco empieza a alargarse y se inicia la formación de las hojas tiernas que emergen y forman el coleóptilo luego se desarrollan las tres raíces seminales del nudo escutelar que sirven para afianzar la plántula y tomar los nutrientes del suelo en sus primeros estadios de crecimiento.

También nos indica que el coleóptilo emerge entre los seis a diez días de la siembra en forma de un clavo puntiagudo y duro; a los quince o veinte días de la germinación, la plántula presenta cinco a seis hojas bien definidas y desarrolladas y un sistema radicular capaz de permitirle vivir sin depender de las reservas del grano.

López (1991), menciona que la emergencia es un proceso biológico y complejo, donde interviene la variedad de la semilla y sus propiedades germinativas, y factores ambientales; en donde se relacionan su naturaleza física, química y biológica. Luego de la inhibición de la semilla la elongación radicular es la primera manifestación morfológica de crecimiento de maíz;

mencionando que la emergencia es un término agronómico que designa la aparición fuera del suelo del epicótilo, después el desarrollo del coleótilo por alargamiento del mesocótilo y al final la aparición de las hojas; cuando la siembra es profunda el mesocótilo se alarga excesivamente, necesitando para ello gran parte de las reservas de la plántula, quedando débil al momento de la emergencia.

b. Desarrollo del sistema radicular

El sistema radicular se desarrolla rápidamente por lo que se experimenta una rápida absorción de N, P, K, Ca y Mg. Cuando la planta alcanza la altura de la rodilla de una persona, las raíces se han extendido hasta la mitad de entresurco y han penetrado hasta unos 46 cm de profundidad. Es una etapa crítica para el rendimiento, pues existe una mayor incidencia de plagas, enfermedades y de síntomas de deficiencia de nutrientes, especialmente fósforo, potasio y zinc (Ramírez, 2005).

Al sembrarse el maíz en el campo, la raíz primaria y las seminales son rápidamente suplantadas por otras que forman el sistema pedicular permanente. Estando también probablemente activas las raíces iniciales en todo el periodo vegetativo de la planta, cada uno da lugar a un anillo de raíces que forman el sistema radicular subterráneo.

El sistema radicular seminal, alimenta a la planta hasta el estado de 5 a 6 hojas en complementariedad con las reservas de la semilla después pierden progresivamente su funcionalidad reemplazando las raíces permanentes las que aparecen con un ritmo relacionado con el desarrollo de las hojas y después de la floración existe el desarrollo de raíces de anclaje siendo la longitud total del sistema radicular máxima al comienzo de la formación del grano (Barrenechea, 2002).

Manrique (1988), nos señala que la plántula se nutre inicialmente de las sustancias almacenadas en el endospermo; a los quince días la plántula comienza a independizarse tomando sus nutrientes del suelo mediante su propio sistema radicular; en esta etapa, el carbono se convierte en el principal

elemento en la formación de biomasa de la planta. El crecimiento y desarrollo del embrión depende de la multiplicación celular en los puntos de crecimiento apical y radicular, este proceso está influenciado por la temperatura y humedad del suelo.

Alonso *et al.*, (1983), señala que conjuntamente con el desarrollo del sistema radicular se inicia el desarrollo de la yema terminal, es así que la yema terminal se encuentra a nivel de la superficie del suelo, donde se inicia el crecimiento del tallo por elongación de los entrenudos, que alcanza una máxima altura a la floración.

c. Desarrollo del sistema foliar

Las plántulas de maíz son viables sobre la superficie cuando tienen tres hojas si bien sus puntos de crecimiento están aún bajo tierra. En esta etapa la planta muestra un crecimiento vigoroso el cual se origina en un solo punto de crecimiento que es el meristemo apical; todas las partes del tallo del maíz, tanto vegetativas como reproductivas, se producen a partir de este meristemo (Ramírez, 2005).

Cuando la planta tiene seis hojas abiertas, el punto de crecimiento y el primordio de la espiga ya han sobrepasado la superficie del suelo. Los entrenudos comienzan a elongarse rápidamente y la planta pasa a través de un periodo de rápido crecimiento y elongación (Parsons, 1988).

Después de la emergencia, la primera hoja que se caracteriza por su extremidad redondeada se desarrolla y aparece la segunda y después la tercera, desplazándose rápidamente y alcanzado el estado de 3 - 4 hojas (que fueron las que se desarrollaron y alargaron desde el embrión), marcando una pausa en el desarrollo de la parte aérea, pasando del régimen heterótrofo al autótrofo, siendo un periodo crítico para el cultivo. Así mismo, señala que en las primeras hojas es esencial la temperatura del suelo por su influencia en el ápice vegetativo y el ritmo de aparición de hojas, luego aproximadamente a partir de la sexta hoja visible, el ápice vegetativo sufre la influencia de la temperatura del aire. Siendo la curva de aparición de hojas lineal entre 15 y 30°C,

justificándose para su determinación la suma de ambas temperaturas). El fotoperiodo no influye en el ritmo de aparición de hojas, pero si en el número de hojas, interaccionando con la temperatura. Existen diferencias genotípicas en la cadena de aparición de hojas siendo alta la heredabilidad de este carácter según (López, 1991).

Después de la aparición (con la emergencia de la planta) de las 4 o 6 hojas embrionarias, todas las hojas restantes se forman y despliegan en un tiempo variable, según las condiciones del medio ambiente.

Esta amplitud va de cuatro a cinco semanas y para que todas las hojas estén desplegadas y funcionales debe transcurrir entre diez a doce semanas. Las hojas nuevas se producen en un único punto de crecimiento, situado en el ápice del tallo y que en las primeras semanas está por debajo del nivel del suelo o muy cerca de la superficie; a medida que la planta crece y, hasta poco antes del surgimiento de la panoja aparecen las hojas nuevas que se han formado dentro de la planta durante el crecimiento vegetativo llegando así, desde las 5 hojas embrionarias a 15 o más hojas por planta según (Beingolea, 1985).

d. Floración y fecundación

En la aparición de estigmas Etapa R1 (estigmas visibles), un estrés ambiental en este momento causa una polinización pobre y un mal fijado de granos, especialmente el estrés hídrico, el cual tiende a desecar los estigmas y los granos de polen. El estrés en este estadio produce generalmente espigas con la punta sin granos (Inpofos, 2006).

La etapa de floración es la etapa considerada crítica, ya que en este período se definen los principales componentes del rendimiento. Además, la capacidad compensatoria del maíz es muy baja una vez pasada la floración. Si en este momento la radiación solar es pobre, puede que se produzca un aborto de óvulos en la punta de la espiga y a veces en los laterales. Ello se da como consecuencia de una importante competencia entre los futuros granos, ya que los que se polinizaron primero serán más grandes, convirtiéndose en destinos

prioritarios para la acumulación de foto asimilados. Los más relegados serán los ubicados en la porción apical de la espiga. Como conclusión; se puede decir que la floración es la etapa crítica y es en donde se determina la cantidad de granos m^2 . Ello refleja casi directamente el rendimiento, teniendo en cuenta por supuesto que en la etapa de llenado no ocurra ningún hecho que haga variar esa tendencia. Se debe tratar de que no ocurra ningún tipo de estrés, es decir de generar las mejores condiciones ambientales para que el genotipo sembrado exprese al máximo su potencial productivo (Inpofos, 2006).

e. Formación del grano

Después de la fecundación tiene lugar un periodo de letargo (aproximadamente dos semanas) antes del incremento lineal de la materia seca del grano, tiempo en el cual la mazorca alcanza rápidamente su desarrollo definitivo para luego producirse el desarrollo de los granos en tres etapas muy inmediatas:

- Estado lechoso grano con tamaño y forma definitiva de color amarillo pálido.
- Estado pastoso permanente el color amarillo pálido y se aplasta fácilmente, humedad 50-60%, el contenido de materia seca de la planta es de 25% con hojas verdes.
- Estado ceroso, aparente a la cera pasando de un estado pastoso duro a vítreo donde ya no se ralla con la uña aumenta el porcentaje de materia seca de la planta y las hojas inferiores se comienzan a secar (Urquiza, 1997).

El aborto de estas estructuras productivas puede ocurrir desde floración hasta los 20 días posteriores, cuando el cultivo está en estado de grano lechoso. A partir de entonces el grano permanecerá viable y no corre riesgos de abortar. A lo sumo, si las condiciones posteriores no son adecuadas se resentirá el peso de los granos.

Durante el llenado de granos las hojas producen los azúcares que llegan a los granos; y se sintetiza el almidón a partir de la sacarosa que viene de las hojas.

Si se tiene espigas pequeñas debido a un estrés en la floración, la capacidad de las hojas de producir sacarosa es mayor que las que requieren esos pocos granos, y de esta manera la sacarosa excedente se acumula en el tallo.

Por el contrario, en condiciones hídricas favorables en las primeras etapas de desarrollo del cultivo, se logra diferenciar gran cantidad de granos por espiga.

Si durante el llenado la disponibilidad hídrica es escasa la síntesis de azúcar no será suficiente para llenar todos los granos. En estas circunstancias el tallo actúa como otra fuente proveedora de energía. Si bien, ello compensa parcialmente la falta de foto asimilados necesarios para llenar los granos, tiene como consecuencia negativa un debilitamiento del tallo con los consiguientes problemas de vuelco y quebrado de tallo (Aapresid, 1999). Una fuerte helada temprana antes del estadio R6 (madurez fisiológica), puede interrumpir la acumulación de materia seca y adelantar prematuramente la formación de la capa negra. Esto también puede reducir el rendimiento, causado atrasos en las operaciones de cosecha debido a que el maíz dañado por helada tardará más en secarse (Inpofos, 2006).

1.5.2. Fotosíntesis

La fotosíntesis es el proceso por el cual se forma elementos orgánicos a partir de elementos inorgánicos, denominados fotosintatos que se acumulan en las hojas y tallos, formando la biomasa, después de la fecundación se inicia el traspaso de los fotosintatos de los demás órganos. También se afirma que el estado de aporque se presenta cuando las plantas han alcanzado 50 cm a 60 cm de altura; este estado se presenta a los 75 días después de la siembra, en climas fríos de la sierra (Manrique, 1988). El maíz pertenece al grupo de los cultivos C-4 referido al mecanismo para asimilar el CO₂ (en la fotosíntesis) altamente eficiente en la captación y transformación de energía, pasando por dos ciclos (Hatch-Slack y Calvin), lo cual hace que estas plantas sean mucho más eficientes y necesiten menos CO₂, la desventaja que representan estos cultivos es su susceptibilidad a las bajas

temperaturas; su elevado potencial de rendimiento está asociado con altos niveles de fotosíntesis alcanzando una tasa fotosintética máxima de 20-40 mg e CO₂/cm²/h.

1.5.3. Ciclo vegetativo

Manrique (1997), indica que a los 15 días la plántula comienza a independizarse, tomando sus nutrientes del suelo mediante su propio sistema radicular (inicialmente se nutrió de las sustancias almacenadas en el endospermo). Señalando que un cultivo de maíz desde su instalación en el campo hasta su madurez fisiológica (al estado de grano semi pastoso), pasa por cinco periodos:

- Periodo de siembra a germinación.
- Periodo de germinación a aporque.
- Periodo de aporque a floración.
- Periodo de floración a fecundación.
- Periodo de fecundación a madurez fisiológica.

1.5.4. Precocidad

Es la característica de una variedad que al igual de condiciones cumple su ciclo en un menor lapso de tiempo que otra. Esta característica puede existir en cualquier fase fenológica, no constituyendo de ningún modo un valor absoluto o fijo, puesto que, si bien en una localidad una variedad es precoz, en otra puede ser tardía. De este modo cuando se refiere a precocidad es conveniente especificar las variedades, la localidad, la fecha de siembra, en los cultivos perennes es suficiente indicar las dos primeras condiciones. En el fenómeno de la precocidad intervienen principalmente el fotoperiodo y las fechas de siembra (Ladrón de Guevara, 2005).

1.6 Características agronómicas del cultivo

Es maíz es una de las plantas más eficientes en la transformación de los elementos minerales del suelo en sustancias de reserva, en forma de carbohidratos, proteínas, aceites, en un tiempo relativamente corto. Como consecuencia es muy exigente en suelos, agua, temperaturas, fertilizantes y buenas labores en el manejo del cultivo.

En la conducción de cualquier cultivo de maíz se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones.

1.6.1 Condiciones climáticas

Díaz del Pino (1954), menciona que el cultivo de maíz se produce en todos los climas pues es una de las plantas que mayor poder de adaptación tiene y se da desde unos metros sobre el nivel del mar hasta cerca de los 3000 msnm en nuestro país. Dentro del clima se deben considerar los factores favorables y desfavorables para el cultivo de maíz, entre los cuales se tiene: la temperatura, la luz y la humedad. Dentro de los desfavorables cabe mencionar el granizo, las heladas, el viento.

La temperatura, la pluviometría y la humedad del aire se hallan relacionadas entre sí en cualquier lugar. El grado de humedad del aire aumenta con la lluvia y con la falta relativa de insolación consiguiente. Esto provoca un descenso de la temperatura en el aire y en el suelo. La coincidencia de estos factores sobre todo al final del ciclo, contribuyen a retardar la madurez del grano; por otra parte, un exceso de humedad puede también propiciar la aparición, extinción y agravamiento de enfermedades criptogámicas (Llanos, 1984).

La radiación solar, las temperaturas diurnas y la humedad atmosférica son factores más importantes de los que depende la eficiencia del aporte de agua de riego o de lluvia. En cultivo de secano la precipitación registrada durante el ciclo vegetativo no es, por tanto, suficiente para juzgar sobre el rendimiento de la cosecha (Llanos, 1984).

En muchas regiones, la falta de lluvia y las altas temperaturas constituyen los factores más importantes que limitan el cultivo y rendimiento de maíz (Llanos, 1984).

a. Longitud del día

El maíz es una de las plantas que mayor cantidad de luz solar aprovecha en el proceso de formación de almidón por lo que señala que su periodo coincide con los días más luminosos y que el crecimiento y desarrollo de maíz depende no solo de la intensidad de la luz que es un factor determinante en el desarrollo del proceso de la fotosíntesis, sino también, del tiempo que se encuentra bajo la acción del sol durante el día, el fotoperiodo crítico no es bien definido, por

eso, esta planta florece temprano con días cortos y tardíamente con días largos; de acuerdo con las experiencias, el maíz crece y produce mejor con días relativamente largos de 11 horas de luz (Alonso y López, 1983).

Según Llanos (1984), la luz y la heliofanía son indispensables para la vida de las plantas, pues a ellas se debe la formación de la clorofila y la actividad de la misma, es decir la fijación del anhídrido carbónico del aire y la consiguiente asimilación del carbono y el desprendimiento del oxígeno. Fuera de la luz cesa la asimilación del carbono y, por lo tanto, la formación de materia orgánica.

b. Temperatura

El maíz crece rápido y tiene buen rendimiento a temperaturas entre 20°C a 30°C y con un suministro abundante de agua; en la noche el maíz necesita un ambiente fresco y no demasiado húmedo. El maíz para la producción de grano necesita un periodo de aproximadamente 120 días libre de heladas; el maíz elegido debe madurar en un promedio de dos semanas antes de la primera helada. Para su crecimiento requiere pleno sol; en cuanto a la floración el maíz es una planta de días cortos, los mayores rendimientos se obtienen con 11 a 14 horas luz por día, o cuando el maíz florece tardíamente. La cantidad óptima de lluvias es de 550 mm, la máxima de 1000 mm, las variedades precoces necesitan menos agua que las tardías (Parson, 1997).

Manrique (1988), señala que cultivares de alta producción requieren de climas templados a cálidos, con suficiente humedad desde la siembra al final de floración. La temperatura óptima para todo el periodo vegetativo es de 15 a 30 °C.

La formación de los fotosintatos en las hojas es el resultado de una reacción química, la cual puede ser acelerada o retardada con la temperatura, originando una mayor o menor formación de la biomasa y materia seca total al final del ciclo vital de la planta (Manrique, 1997).

c. Humedad del suelo/ agua

Agua Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer, se requiere menos cantidad de agua, pero hay que mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere (Bidwell, 1994). La cantidad total de la lluvia caída durante el periodo vegetativo y, más aun, su distribución a lo largo del mismo, son fundamentales para el crecimiento y el rendimiento en grano de maíz (Llanos, 1984).

La semilla con la humedad del suelo, se hidrata, activa su metabolismo y los cambios bioquímicos se inician. Resultado de ello, la radícula sale en tres o cuatro días, luego la plúmula y comienza la formación de hojas en el coleóptilo, cuyo contacto con la luz inicia el crecimiento de unas seis o siete hojas en 16 a 20 días. En esta fase se debe inspeccionar el cultivo para detectar la presencia de insectos e iniciar su control (Salazar, 1990).

Para que haya buen rendimiento de maíz, es indispensable que exista en el suelo cierto grado de humedad, que satisfaga la exigencia de la planta. Hay dos épocas en que el maíz necesita más agua: cuando está en su primera fase de crecimiento y cuando está en el tiempo de la floración y fructificación. Cuando el agua escasea en el período de crecimiento, la planta toma un color cenizo, las hojas tienden a enrollarse hacia su nervadura central, como disminuyendo la superficie de transpiración, el crecimiento se detiene, estimulándose la floración, como una lucha de la planta a perpetuar la especie dentro de estas condiciones desfavorables (Llanos, 1984).

El rendimiento en cultivo de secano, en aéreas de pluviometría escasa durante el período de crecimiento, depende principalmente de la cantidad de agua aportada por las precipitaciones de invierno y almacenada en el suelo hasta la profundidad explorada de las raíces (Díaz del Pino, 1954).

El maíz, aparentemente, resiste mejor la sequía al principio de ciclo vegetativo que al final. Las plantas jóvenes se recuperan mejor de los efectos de la falta de agua que las más viejas (Llanos, 1984).

1.6.2 Condiciones edáficas

Los terrenos dedicados al cultivo del maíz deben ser fértiles, de alto contenido de materia orgánica (2.5 a 4 %), pH alrededor de 7, planos y de buen drenaje, con el fin de evitar empozamientos de agua y permite una buen aireación y uso de maquinaria agrícola. La preparación del suelo debe iniciarse en el momento adecuado de la siembra (Manrique, 1988).

El maíz se desarrolla de mejor manera en suelos de textura intermedia, bien drenados, aireados, profundos y fértiles, que contengan abundante materia orgánica. La preparación del terreno se realiza con el objeto de que cuando se distribuyan las semillas, puedan estar en contacto con la tierra húmeda, tenga suficiente agua y aire para poder germinar como cualquier otro cultivo, en el maíz se realiza la preparación de terrenos unos tres meses antes de la siembra a una profundidad de 20 a 30 cm. Y superficial en terrenos con pendiente (Bustinza, 1990).

La labranza se realiza cuando el suelo está en capacidad de campo, con yunta o tractor a una profundidad de 20 a 30 cm, luego se procede al rastrado para romper los terrones con una rastra de disco. El sistema radicular del maíz profundiza hasta un metro de, encontrándose que la mayor parte de difusión abarca un área comprendida de 30 cm y esta es la zona que debe presentar las condiciones física que permitan un mayor aprovechamiento de os elementos nutritivos de la planta (Fopex, 1984).

La presencia de rastrojos sobre la superficie del suelo trae como consecuencia que el suelo no se caliente fácilmente, debido a que los rayos solares no inciden directamente sobre el suelo, y además este posee más humedad. Considerar que el agua posee un calor específico elevado comparado con el resto de los líquidos. Por otro lado, durante la noche la cobertura evita la emisión de calor desde el suelo hacia el aire, haciendo que las variaciones de la temperatura del suelo sean menores, comparado con un suelo sin cobertura y menos húmedo (Aapresid, 1999).

1.7 Adaptabilidad y estabilidad de híbridos de maíz amarillo duro

La hibridación del maíz es considerada un método genotécnico que tiene como objetivo principal, el aprovechamiento de la generación F1 (híbrido F1) que es el resultado de la cruce de dos progenitores con cualquiera estructura genética, éstos pueden ser variedades de polinización libre, variedades sintéticas, familias y líneas parcial y tolerante y totalmente endogámicas (Quemé y Fuentes, 1992). Un híbrido de tres líneas se forma cruzando un híbrido simple con una línea pura, los que por sus características de producción y adaptación ocupan un lugar intermedio entre un híbrido simple y un doble, ello conduce a aprovechar mejor la complementación de genes aditivos, que se manifiestan en la heterosis, lo que permite generar cultivares con estabilidad de rendimiento y que amortigüen mejor los efectos negativos ocasionados por el ambiente (Espinoza *et al.*, 2002).

La selección de plantas con características agronómicas adecuadas en poblaciones de polinización libre, la autofecundación de plantas durante varias generaciones para desarrollar líneas homocigóticas y el cruzamiento de líneas seleccionadas son algunos criterios de importancia en la producción de semilla híbrida de maíz (Bolaños, 1993). El mismo autor determinó las bases fisiológicas del progreso genético de los cultivares de maíz y encontró que los híbridos rindieron consistentemente de 1.0 a 1.5 t.ha⁻¹, más que las variedades de polinización libre a través de los ambientes evaluados, lo que se atribuye a una mayor eficiencia en el llenado de granos, mejor índice de cosecha, mayor peso promedio de mazorcas y mejor aprovechamiento de la radiación solar.

El rendimiento en cultivo de secano, en aéreas de pluviometría escasa durante el período de crecimiento, depende principalmente de la cantidad de agua aportada por las precipitaciones de invierno y almacenada en el suelo hasta la profundidad explorada de las raíces (Díaz del Pino, 1954). El maíz, aparentemente, resiste mejor la sequía al principio de ciclo vegetativo que al final. Las plantas jóvenes se recuperan mejor de los efectos de la falta de agua que las más viejas (Llanos, 1984).

1.7.1 Factores bióticos y abióticos

Entre los principales factores que afectan la producción de maíz se destacan el achaparramiento, pudrición de mazorcas, precipitaciones escasas e irregulares, uso de variedades criollas, manejo agronómico deficiente y falta de crédito (Ortega, 2001); además los factores bióticos y abióticos que influyen en el rendimiento son incontrolables. Por ello es importante realizar pruebas de campo en ambientes contrastantes para determinar la consistencia y estabilidad de su comportamiento y la interacción genotipo-ambiente; el mejoramiento para resistencia a factores biótico y abióticos adversos ha dado como resultados el desarrollo de híbridos más estables, adaptados a la mayoría de condiciones de producción (Urbina, 1991),

1.7.2 Interacción genotipo ambiente

La interacción genotipo ambiente es el comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete a diferentes medios ambientes (Márquez, 1976). Con frecuencia los fitomejoradores enfrentan un problema de gran magnitud cuando seleccionan en presencia del fenómeno de interacción genotipo ambiente. Para evitar esta interferencia se han diseñado modelo de estabilidad que contribuyen a disminuir el riesgo de realizar estimaciones empíricas imperfectas (Urbina, 1993).

Espinoza *et al.*, (2002), explican que la variabilidad ambiental acentuada por diferentes factores bióticos y abióticos (Clima, humedad, tipo de suelo, vientos, manejo agronómico del cultivo), es la razón principal para utilizar metodología de evaluación que permitan determinar el grado de interacción genotipo ambiente y conocer la respuesta diferencial de los cultivares a través de los ambientes de prueba.

1.7.3 Rendimiento y estabilidad

El principal objetivo en el mejoramiento de maíz es la estabilidad del rendimiento o la respuesta consistente a condiciones óptimas y sub óptimas, por lo que una evaluación real del comportamiento de cultivares adaptados a ambientes favorables y desfavorables, debe involucrar localidades cuya magnitud de la incidencia de factores bióticos y abióticos contribuya a reducir la producción. La aplicación de modelos donde se estiman parámetros de estabilidad que identifica el

comportamiento de los cultivares a través de diversos ambientes, contribuyen a la selección apropiada de los genotipos (Córdova, 1991).

Un genotipo es considerado estable si presenta buenos rendimientos en comparación con el potencial existente en cada ambiente del ensayo (Crossa *et al.*, 1988). Estos mismos autores indican que si la estabilidad es demostrada para un amplio rango de ambientes se dice que el genotipo tiene una adaptación amplia y por el contrario, si la estabilidad se manifiesta frente a un limitado rango de ambientes, se dice que el genotipo tiene adaptación específica.

1.8 Características cuantitativas

1.8.1 Características cuantitativas

a. Altura de planta

La variable altura de planta está influenciada por condiciones ambientales. Como temperatura ambiental, humedad, calidad de luz (Cuadra, 1988). Tienen importancia económica sobre todo en los maíces tropicales en donde el acamado es el principal problema (Ortiz y Espinoza, 1990), además de ser un patrón para utilizar determinada maquinaria en las labores de cosecha.

En los cultivos el carácter altura de planta, es de gran importancia agronómica y tiene influencia en el rendimiento. En el cultivo de maíz, la altura de planta tiene alta variación en el grado de competencia que ejercen las malezas sobre el cultivo, en dependencia de la etapa de crecimiento, desarrollo y cobertura en que se encuentre (Andrade, 1996).

b. Diámetro del tallo

El diámetro del tallo es una característica de suma importancia en el cultivo del maíz, el que se puede ver afectada por las altas densidades de siembra y la competencia por luz, lo que provoca una elongación de los tallos y entrenudos más largos, plantas más altas y reducción del grosor de los tallos favoreciendo al acame de las plantas (Alvarado y Centeno, 1994). Gonzáles y Roque (1993), señalan que esta variable tiene importancia agronómica debido a que un grosor

apropiado tiene mayor resistencia a la planta contra factores ambientales como el viento.

c. Área foliar

Generalmente se piensa que una mayor área foliar contribuye a un aumento del rendimiento al incrementar los niveles de la fotosíntesis (CIMMYT, 1998). Marini *et al.*, (1993) no concuerdan con esta hipótesis ya que la gran altura de la planta y la abundancia de sus hojas y por ende un área foliar exuberante han sido problemas históricos del maíz tropical por que se presentan una relación de grano con el resto de la planta relativamente baja (Maya, 1995), Se dice que una mayor área foliar, contribuye a un aumento del rendimiento al incrementarse los niveles de la fotosíntesis (Reyes, 1990).

d. Precocidad a inicio de floración

Morales (1998), plantea que este descriptor se registra cuando se presentan las primeras inflorescencias masculinas (panoja) en cada accesión. Todas las accesiones estudiadas iniciaron su floración entre 42 y 48 días. Es de hacer notar que, aunque ciertas accesiones presentaron sus antesis en la panoja a los 42 días no se puede catalogar como precoz. Benavides y Marini (1990), evaluó otros materiales criollos encontrando rangos de variación entre 41 y 59 días de inicio a floración en condiciones similares.

1.8.2 Variables de crecimiento y desarrollo

El tamaño o peso en la conformación de la materia seca es la que se denomina crecimiento, en cambio el desarrollo, son los procesos de diferenciación o cambios estructurales y fisiológicos conformados por una serie de eventos positivos según Camacho y Bonilla (1999).

a. Altura de la mazorca principal

La altura de la inserción de la mazorca está en dependencia directa de la altura de la planta; y es el factor íntimamente relacionado con el crecimiento (Celis y Duarte, 1996), ya que los cultivares con mazorcas ubicadas a la altura media de la planta, tendrán los mejores rendimientos. Reyes (1990). Considera que la

hoja superior y las centrales son las principales contribuyentes de carbohidratos de la mazorca y llenado de granos.

b. Número de mazorcas por planta

Cada planta tiene de una a tres, según variedades y condiciones ambientales (Parson, 1990).

c. Diámetro de mazorca

Está relacionado directamente con la longitud de la mazorca y es un buen parámetro para medir el rendimiento. El diámetro de la mazorca al igual que su longitud está determinado por factores genéticos y ambientales. Si los factores ambientales son adversos afectará el tamaño de la mazorca en formación, y por consiguiente se obtendrán menores diámetros de mazorcas que al final repercute en bajos rendimientos (Saldaña y Calero, 1991).

El diámetro de la mazorca es uno de los componentes de mayor importancia en el rendimiento del maíz y está condicionado por las condiciones ambientales (clima y suelo), y disponibilidad de nutrientes. La máxima longitud de la mazorca está relacionada con el diámetro y está en dependencia de la humedad del suelo, nitrógeno y radiación solar (Adetilaye et al., 1984). En numerosos ensayos de fertilización se ha observado que el tamaño promedio de la mazorca aumenta cuando se aplica nitrógeno (Berger, 1985).

d. Peso de la mazorca

Esta variable es de suma importancia, debido a que está relacionada al rendimiento de la cosecha (Loáisiga, 1990). Por otra parte, Bolaños *et al.*, (1985), aseguran que las altas densidades reducen el peso promedio de la mazorca.

e. Número de granos por mazorca

Según Virgen (1991) se ve afectada por un gran número de factores genéticos; además de ser influenciada por factores ambientales, demuestra la capacidad de trasladar nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo, al grano, en la etapa reproductiva.

f. Número de hileras por mazorca

Contreras (1994), Alvarado y Centeno (1994), afirman que la fisiología del maíz está determinada en gran medida por el factor genético, pero que el diámetro de la mazorca puede aumentar relativamente con la fertilización, no así en el número de hilera por mazorca.

g. Longitud de la mazorca

Rodríguez y Solís (1997), lograron determinar que esta variable está correlacionada con el diámetro de la mazorca y el peso del elote.

La longitud de la mazorca es uno de los componentes de mayor importancia en el rendimiento del maíz y está influenciada por las condiciones ambientales (clima y suelo y disponibilidad de nutrientes. La máxima longitud de la mazorca está en dependencia de la humedad del suelo, nitrógeno y radiación solar (Adetilaye *et al.*, 1984). En numerosos ensayos de fertilización se ha observado que el tamaño promedio de la mazorca aumenta cuando se aplica nitrógeno (Berger, 1985).

h. Peso de mil granos

Esta variable es de gran importancia debido a que está directamente relacionada al rendimiento de la cosecha (Loáisiga, 1990). El peso de 1000 granos permite calcular la cantidad que debe emplear en la siembra, además está relacionada al tamaño de los granos que frecuentemente determinan el vigor y la pureza varietal (Gómez y Minelli, 1990).

i. Rendimiento

Según Douglas (1988); citado por Virgen (1991) indica que la variabilidad genética será útil cuando eleve los límites de adaptabilidad sin reducir el rendimiento y la calidad de semilla. Para lograr una productividad óptima de un cultivo se necesita trabajar en condiciones agro ecológicas adecuadas para el crecimiento de las especies en cuestión, disponer de semilla de alto potencial de rendimiento, preparar bien el suelo, establecer y mantener la densidad de la población óptima, disponer de la humedad adecuada en el suelo, proveer a la planta los nutrientes que necesita y protegerla contra los daños que ocasionan

las malezas, insectos y otras plagas que hacen disminuir el rendimiento (Cordón y Gaitán, 1993).

1.9 Diccionario biológico

* **Híbrido**

Un híbrido es todo aquel organismo vivo vegetal o animal que proviene del cruce de dos organismos por la reproducción sexual de especies, razas o subespecies diferentes o de cualidades diferentes (<https://www.dimebeneficios.com/ejemplos-de-hibridos-vegetales/>).

* **Especie**

En taxonomía, (del latín *species*) es la unidad básica de la clasificación biológica. Una especie es el conjunto de organismos o poblaciones naturales capaces de entrecruzarse y de producir descendencia fértil, pero no pueden hacerlo (o al menos no lo hacen habitualmente) con los miembros de poblaciones pertenecientes a otras especies. En muchos casos, los individuos que se separan de la población original y quedan aislados del resto pueden alcanzar una diferenciación suficiente como para convertirse en una nueva especie; por lo tanto, el aislamiento reproductivo respecto de otras poblaciones es crucial. En definitiva, una especie es un grupo de organismos reproductivamente homogéneo, aunque muy cambiante a lo largo del tiempo y del espacio (<https://es.wikipedia.org/wspeciiki/Ee>).

* **Variedad**

Es un conjunto de plantas de un solo taxón botánico del rango más bajo conocido que, con independencia de si responde o no plenamente a las condiciones para la concesión de un derecho de obtentor, pueda definirse por la expresión de los caracteres resultantes de un cierto genotipo o de una cierta combinación de genotipos, o distinguirse de cualquier otro conjunto de plantas por la expresión de uno de dichos caracteres por lo menos, o puede considerarse como una unidad, habida cuenta de su aptitud a propagarse sin alteración (http://www.upov.int/about/es/upov_system.html#P67_2972).

* **Aclimatación (aclimatización)**

Cambios compensatorios en un organismo bajo múltiples desviaciones naturales del ambiente sea estacional o geográfico. También llamada adaptación fenotípica) (<http://www.ub.edu/HAPPOM/actividades/pdf/flv-compadap.pdf>).

* **Aclimatación**

Cambios compensatorios en un organismo como consecuencia de la exposición controlada a condiciones experimentales .P.ej.Laboratorio (<http://www.ub.edu/HAPPOM/actividades/pdf/flv-compadap.pdf>).

* **Pre-adaptación**

Se dice que una estructura o función es una preadaptación cuando su forma actual que le permite desarrollar su función original, también le permite asumir una nueva función. Es decir, surge para una función y termina utilizándose para otra (<http://www.ub.edu/HAPPOM/actividades/pdf/flv-compadap.pdf>).

* **Plasticidad fenotípica**

Capacidad del genoma de expresar diferentes fenotipos, según el entorno. Limitada por el genotipo. Evolutivamente el nivel de plasticidad puede variar como consecuencia de cambios en el genotipo (adaptabilidad) (<http://www.ub.edu/HAPPOM/actividades/pdf/flv-compadap.pdf>).

* **Adaptabilidad de las plantas**

La adaptabilidad implica una propiedad por el cual los órganos capacitados de una planta sobreviven y se reproducen en ambientes fluctuantes, por lo que es una habilidad genética que resulta de estabilizarlas interacciones genéticas con el ambiente, por medio de relaciones genéticas y fisiológicas de los organismos según la FAO 1975, citado por Perechú, (2009).

* **Adaptación**

En sentido evolutivo consiste en algún aspecto heredable del fenotipo de un individuo que incrementa su probabilidad de supervivencia y reproducción en el medio ambiente en el que habita (Griffiths *et al.*, 2002). Proceso por el que

un animal o un vegetal se acomodan al medio ambiente y a sus cambios (Diccionario de la lengua española, 2005, citado por Wordreference, 2014).

* **Genotipo**

El genotipo es la constitución hereditaria completa de un organismo, formada por todos los genes localizados en sus cromosomas, que son en los que se encuentra la información que dan al organismo sus características. Comprende por lo tanto todos los genes localizados en los cromosomas y los factores de herencia citoplasmática (<https://www.definicionabc.com/ciencia/genotipo.php>).

* **Fenotipo**

En un organismo, manifestación externa de un conjunto de caracteres hereditarios que dependen tanto de los genes como del ambiente (Diccionario RAE 2005, citado por Wordreference 2014).

* **Nicho ecológico**

Es la posición relacional o funcional de una especie o población en un ecosistema. Término abstracto difícil de definir (<https://geoinnova.org/blog-territorio/habitat-nicho-ecologico/>).

* **Hábitat**

Viene a ser el lugar donde vive un organismo. El hábitat de un organismo puede ser uno o más hábitats (<https://geoinnova.org/blog-territorio/habitat-nicho-ecologico/>).

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Tipo y nivel de investigación

Investigación tipo aplicada, nivel experimental.

2.2. Diseño de investigación

Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 7 tratamientos y 4 Bloques, en total 28 parcelas.

2.3. Población y muestra

2.3.1 Población

El estudio se tomó extensivo a una hectárea de producción de maíz, sembradas a 40 cm entre plantas y 80 cm entre hileras y 2 plantas por golpe, haciendo una población total 62 500 plantas/ha.

2.3.2 Muestra

Se realizó a través del método experimental con la variedad M-28, se trabajó con 7 tratamientos y 4 repeticiones para determinar la adaptabilidad del híbrido adecuado con una muestra de 980 plantas.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de la Observación:

Se utilizó técnicas como guías de observación, cuaderno de notas, cartillas de evaluación, toma fotográfica, etc., permitiéndonos relacionarnos directamente con los elementos que fueron materia del trabajo de investigación.

2.5. Técnica de procesamiento y análisis de datos

Los resultados de los tratamientos estudiados fueron sometidos al análisis de varianza (ANVA) a probabilidades de 5% y 1% pruebas de rangos múltiples de Duncan a una $P < 0,05$ para todas las variables y sub variables estudiadas. Tal como se observa en la tabla 1.

Tabla 1

Tratamientos de estudio

Tratamientos	Descripción
T ₀	MARGINAL 28 T (Control)
T ₁	HIBRIDO 1
T ₂	DK 7508
T ₃	CHUSKA
T ₄	INIA 624
T ₅	ATLAS 105
T ₆	AGRI 340

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 2

Randomización de los tratamientos de estudio

Tratamientos	Descripción	Randomización (Bloques)			
		I	II	III	IV
T ₀	MARGINAL 28 T (Control)	T ₀	T ₂	T ₁	T ₆
T ₁	HIBRIDO I	T ₁	T ₅	T ₆	T ₃
T ₂	DK 7508	T ₂	T ₄	T ₀	T ₁
T ₃	CHUSKA	T ₃	T ₁	T ₂	T ₄
T ₄	INIA 624	T ₄	T ₀	T ₅	T ₂
T ₅	ATLAS 105	T ₅	T ₆	T ₃	T ₀
T ₆	AGRI 340	T ₆	T ₃	T ₄	T ₅

Fuente: Elaboración propia, (2017)

Tabla 3

Análisis de varianza del experimento

FV	SC	GL	CM
Bloques	SCB	(r-1): 3	SCB/G.L
Tratamientos	SCT	(t-1): 6	SCT/G.L
Error experimenta	SCE	(r-1 (t-1): 18	SCE/G.L.
TOTAL	SCT		

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Modelo matemático: $Y_{ij} = \mu + B_i + T_j + \Sigma_{ij}$

Donde:

Y_{ij} : variable respuesta del i-ésimo block del j-ésimo tratamientos

μ : Media poblacional

B_i : Es el efecto verdadero del i-esimo block

T_j : Es el efecto verdadero del j-esimo tratamientos

Σ_{ij} : Es el error experimental

Características del campo experimental

Parcela experimental

- Largo : 4,80 m
- Ancho : 2,40 m
- Distancia entre surco : 0,80 m
- Número de surco por parcela : 5
- Distancia entre plantas : 0,40 m
- Área total : 322,56 m²
- Área neta de la parcela : 11,52 m²

Bloques

- Número de bloques : 4
- Largo de bloques : 33.6 m
- Ancho de bloque : 2,40 m

Unidad experimental

- Número de surcos por parcela : 5
- Número de plantas por surco : 7
- Número de semillas por golpe : 2
- Número de golpes / unidad experimental : 70 plantas
- Numero evaluadas/unidad experimental : 10 plantas

2.6 Ubicación y descripción del campo experimental

La investigación se llevó a cabo en el campo Agrícola de la Señora Elita Arteaga Aguirre, ubicado en el sector Bentenjeve, entrando al margen derecho en el distrito de Tocache, con una Latitud Sur de 08° 06' 54,86", Longitud Oeste de 76° 34' 49,77" y una Altitud de 480 m.s.n.m.m. La principal vía de acceso la constituye la carretera Fernando Belaunde Terry, a la altura del kilómetro 4 de Tocache a una distancia de 10 minutos en moto, en la cual se sigue una trocha carro sable hasta el mencionado fundo agrícola.

2.7 Historia del campo experimental

El terreno donde se desarrolló el trabajo de investigación tuvo las características de un bosque secundario, lo que se adecuó a las condiciones del campo necesarias para la investigación.

2.8 Condiciones edafoclimáticas

2.8.1 Condiciones climáticas:

Según el sistema de clasificación de Holdridge (1981), el lugar donde se instaló el experimento presenta una zona de vida de bosque húmedo tropical (bh-T) con una temperatura media mensual de 25,46°C, de una precipitación total mensual de 1431 mm, con una humedad relativa media mensual de 84,7%. En la Tabla 4, se muestran los datos meteorológicos obtenidos de los meses de noviembre y diciembre de 2017 y de enero a marzo de 2018.

Tabla 4

Datos climáticos obtenidos de SENAMHI, Estación CO-Tananta, Tocache, (noviembre de 2017 a marzo de 2018).

Meses	Temperatura Media Mensual (°C)	Precipitación Total Mensual (mm)	Humedad Relativa (%)
Noviembre (2017)	25,40	374,20	86,30
Diciembre (2017)	25,50	315,80	84,40
Enero (2018)	25,00	234,70	84,80
Febrero (2018)	25,90	304,80	83,80
Marzo (2018)	25,50	201,50	84,40
Total	12,30	1431,00	423,70
Promedio	25,46	286,20	84,74

Fuente: SENAMHI (2017-2018) Estación CO-Tananta, Tocache.

2.8.2 Condiciones edáficas

El suelo presenta una textura franco arcillo arenoso, con pH de 4,8 de reacción fuertemente ácido, la materia orgánica se encuentra en un nivel medio con 2,34%, el fósforo asimilable se encuentra en un nivel bajo con un valor de 5,5 ppm de P₂O₅/ha, el potasio disponible se encuentra en un nivel bajo con 65,34 ppm de K₂O/ha. (Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA-UNSM-T, 2017). Los resultados descritos se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5

Análisis físico y químico de suelo de sector: Ventenjeve – Tocache

<i>Elementos</i>	<i>Resultados</i>	<i>Interpretación</i>	<i>Método</i>	
<i>pH</i>	<i>4,80</i>	<i>Fuertemente ácido</i>	<i>Hidrómetro</i>	
<i>C.E. (Us)</i>	<i>93,70</i>		<i>Conductímetro</i>	
<i>M.O. (%)</i>	<i>2,34</i>	<i>Medio</i>	<i>Walkley y Black</i>	
<i>Nitrógeno</i>	<i>0,117</i>	<i>Normal</i>		
<i>P (ppm)</i>	<i>5,5</i>	<i>Bajo</i>	<i>Olsen Modificado</i>	
<i>K₂O (ppm)</i>	<i>63,34</i>	<i>Bajo</i>	<i>Absorción Atómica Extract.</i>	
<i>Análisis Mecánico (%)</i>	<i>Arena</i>	<i>50,00</i>		
	<i>Limo</i>	<i>18,00</i>		
	<i>Arcilla</i>	<i>32,00</i>		
	<i>Clase textural</i>	<i>Franco Arcillo Arenoso</i>		
<i>CIC (meq)</i>	<i>5,10</i>			
<i>Cationes Cambiables (meq)</i>	<i>Na</i>	<i>0,13</i>	<i>Muy bajo</i>	
	<i>Al⁺⁺</i>	<i>1,21</i>	<i>Alto</i>	
	<i>Ca²⁺</i>	<i>3,45</i>		<i>Absorc. atómica</i>
	<i>Mg²⁺</i>	<i>0,15</i>		
	<i>K⁺</i>	<i>0,2</i>		

Fuente: Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA-UNSM-T (2017).

2.9 Conducción del experimento

a. Preparación del terreno definitivo

La preparación de campo experimental se realizó (01/11/2017), utilizando tractor con rastra semipesada, luego se procedió a la eliminación de algunos tocones con machete.

b. Demarcación del terreno

La demarcación del área experimental se realizó (02/11/17), cuadriculando el área mediante la técnica de triangulo rectángulo (3 – 4 – 5) en cada vértice del campo experimental. La demarcación de los bloques y tratamientos (unidades experimentales) se realizó tomando en cuenta las áreas de cada parcela establecida en el croquis de campo.

c. Muestreo de suelos

Con el uso de un tubo muestreador de suelos, se efectuó la toma de la muestra del suelo, usando el método del zig-zag, para lo cual se recolectaron 10 submuestras una profundidad de 0 a 20 cm, para luego homogenizar todas las submuestras y obtener un kilo gramo de muestra (suelo) representativa del campo, se secó bajo sombras para su remisión al Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA, de la UNSM-T, para su respectivo análisis físico-químico.

d. Siembra

La siembra se realizó el (02/11/17) manualmente, utilizando un tacarpo de punta de roma para realizar el hoyo a una profundidad de 2 a 5 veces de su tamaño de la semilla, colocando 2 semillas por golpe, con distanciamiento de 0,8 m entre surcos por 0,40 m entre plantas. La densidad de plantas por hectárea fue de 62 500 plantas /ha para todos los cultivares.



Figura 1. Siembra

d. Desahíje

Se realizó a 20 (21 /11/17) días después de la siembra, cuando las plantas tuvieron una altura aproximada de 15 a 20 cm, dejando 2 plantas por golpe.

e. Control de malezas

Se efectuó a los 25 y 40 después de la siembra en forma mecánica utilizando azadón.



Figura 2. Aporque

f. Aporque

Se realizó a los 35 días después de la siembra, cuando las plantas tuvieron una altura aproximada de 25 a 30 cm con la ayuda de la azadona.

g. Control de Plagas

Se realizó pulverizaciones a los 8 días de la siembra con clorpirifos 2 ml/litro de agua para controlar *Grillus* y hormigas, a los 35 días se realizó una segunda aplicación con metamidafos 2 ml/l de agua para controlar *Spodoptera frugiperda* y a los 45 días una tercera aplicación 2 ml/l de agua para controlar *Spodoptera frugiperda* y *Diatraea saccharalis*



Figura 3. Control de plagas

h. Fertilización

La primera aplicación de urea, fosfato de amonio y cloruro de potasio (50% de N y 100% de P y K), se efectuó a los 8 días después de la siembra, cuando la planta tuvo 3 hojas; con el uso de una pala de corte se realizaron los hoyos a una profundidad de 5 cm y a 10 cm de la planta, luego se revistió el hoyo. la segunda fertilización se aplicó a los 45 días de siembra, el 50% restante del nitrógeno, a 20 cm de la planta.



Figura 4. Fertilización

Tabla 6

Momento de la aplicación de los fertilizantes

Fertilización	Primera aplicación (10/11/17)	Segunda aplicación (21 /12/17)
Urea N (90 kg.ha ⁻¹)	45	45
Fosfato de amonio P ₂ O ₅ (90 kg.ha ⁻¹)	90	0
Cloruro de potasio K ₂ O (60 kg.ha ⁻¹)	30	30

i. Cosecha

Se efectuó a los 120 (**28/02/2018**) días después de la siembra, cuando el total de los tratamientos alcanzaron la madurez fisiológica del cultivo, la cosecha se efectuó en forma manual, de los dos surcos centrales de cada parcela experimental.

2.10 Indicadores evaluados**a) Días al 50% de la floración masculina**

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la fecha en la cual se observó el 50% de las plantas con inflorescencia masculinas fueron abiertas de cada tratamiento.

b) Altura de planta

Se seleccionó al azar 10 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 efectuó la altura con la ayuda de una regla métrica. Posteriormente se tomó as el promedio de todas las medidas realizadas.

c) Altura de mazorca

De las mismas 10 plantas seleccionadas al azar se determinó la altura de la mazorca en centímetro con la ayuda de una regla métrica desde la base de la planta hasta la primera inserción de la mazorca.

d) Peso de granos(g) por una mazorca

De las diez mazorcas seleccionadas al azar de cada parcela experimental, se procedió a tomar el peso de cada mazorca con la ayuda de una balanza analítica.

e) Diámetro de mazorca

De las diez mazorcas seleccionadas al azar de cada parcela experimental, se procedió a tomar la medida de diámetro con la ayuda de un Vernier.

f) Longitud de mazorca

De las diez mazorcas seleccionadas al azar de cada parcela experimental, se registró la longitud en cm con la ayuda de un vernier.

g) Peso total de mazorcas

Se pesó todas las mazorcas cosechadas de las áreas netas de parcelas, con el uso de una balanza tipo reloj.

h) Número de hilera por mazorca

Se tomó de las diez mazorcas seleccionadas al azar de cada parcela experimental y se hizo el conteo de número de hileras por mazorcas.

i) Número de granos por hilera

De las diez mazorcas seleccionadas al azar, para el conteo de hileras por mazorcas se realizó el conteo de granos por hilera de cada parcela experimental.

j) Peso de 1000 granos

De las diez mazorcas seleccionadas al azar de cada parcela experimental, se procedió a desgranar, luego al azar se sacó 1000 semillas para obtener el peso de mil gramos.

k) Rendimiento en toneladas métricas por hectárea

Se cosechó las mazorcas de cada parcela experimental procediendo a pesar las mazorcas, determinado el peso en kg por tratamiento y se tomó la humedad de cosecha.

El rendimiento por ha. Se determinará por las siguientes fórmulas generales:

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

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

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados

La parcela experimental fue conducida con labranza mecanizada del suelo, y prácticas de manejo cultural en forma oportuna tal como se muestra en la figura 5.



Figura 5: Parcela Experimental en Floración y llenado de grano.

3.1.1 Días a la floración 50 % masculina

No existió diferencias significativas para tratamientos (Tabla 7) por lo que todos los tratamientos evaluados son estadísticamente iguales entre sí, así mismo, en la fuente de variabilidad Bloques no existió diferencias significativas. El efecto de los tratamientos estudiados (Híbridos de maíz) sobre los días la floración masculina de la planta fue explicado por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 40,25%, estando por debajo el rango aceptable para decir que fue determinante según Calzada (1982). El Coeficiente e Variabilidad (C.V.) con 1,03% nos indica la precisión de la toma de datos y encontrándose dentro del rango de aceptación para investigaciones en campo definitivo.

Tabla 7

ANVA para los días al 50% de la Floración Masculina (datos transformados \sqrt{x})

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,36	3	0,36	0,50	0,6877 NS
Tratamientos	2,51	6	0,42	1,76	0,1637 NS
Error	4,26	18	0,24		
Total	7,13	27			

Promedio = 47,42 % **C.V.** = 1,03% **R²** = 40,25%

La prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de tratamientos (Figura 6), reportó con mayor eficiencia diferencias significativas, donde el T₅ (ATLAS 105) con promedio de 54,83 días a la floración masculina, siendo diferente estadísticamente al T₀ (Marginal – 28 -T), testigo, con promedio de 53,35 de floración masculina, así mismo los tratamientos T₁ (Híbrido 1), T₂ (DK 7508), T₄ (INIA 624), T₃ (CHUSKA) y T₆ (AGRI 340) con promedios de 54,65 días, 54,58 días, 54,43 días, 54,15 días y 54,15 días a la floración masculina respectivamente siendo estos estadísticamente iguales.



Figura 6: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de tratamientos respecto a los días a la Floración Masculina.

3.1.2 Altura de la planta (m)

Se reporta diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para tratamientos (Tabla 8) y donde por lo menos uno de los tratamientos evaluados fue diferente a los demás, así mismo, en la fuente de variabilidad bloques no existió diferencias significativas. El efecto de los tratamientos estudiados (Híbridos de maíz) sobre la altura de la planta (m) fue explicado por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 61,2%, por

otro lado, el Coeficiente e variabilidad (C.V.) con 9,11% se encuentra dentro del rango de aceptación para investigaciones en campo definitivo (Calzada, 1982).

Tabla 8
ANVA para la altura de la planta (m)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,02	3	0,01	0,24	0,8648 NS
Tratamientos	0,89	6	0,15	4,45	0,0062 **
Error	0,60	18	0,03		
Total	1,52	27			
Promedio = 2,01 m			C.V. = 9,11%		R² = 61,2%

La prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de tratamientos (Figura 7) con los promedios ordenados de mayor a menor, corrobora el resultado del análisis de varianza (tabla 5), donde los tratamientos T₀ (Marginal 28 –T, testigo), T₃ (Chuska) y T₁ (HÍBRIDO 1) obtuvieron los resultados más altos respecto a la altura de la planta, con promedios de 2,30 m, 2,22 m y 2,05 m respectivamente, seguidamente del T₆ (AGRI 340) con 1,95 m de altura, los tratamientos T₂ (DK 7508), T₅ (ATLAS 105) y T₄ (INIA 624) mostraron los resultados más bajos con promedios de 1,88 m, 1,84 m y 1,81 m de altura, siendo estadísticamente iguales estos tres últimos tratamientos.

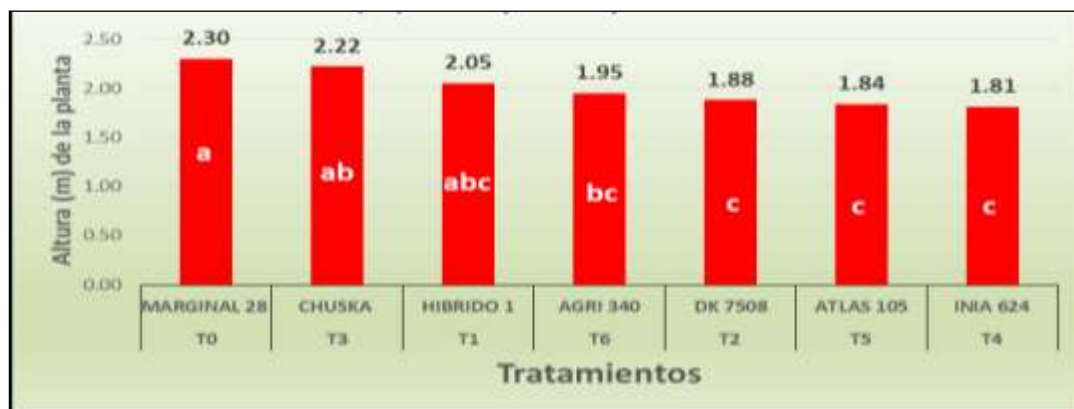


Figura 7: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de la altura de la planta (m) por tratamientos.

3.1.3 Altura de la mazorca (m)

Se observa diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para tratamientos (Tabla 9) y donde por lo menos uno de los tratamientos evaluados fue diferente a los demás, así mismo, en la fuente de variabilidad Bloques no existió diferencias significativas. El efecto de los tratamientos estudiados (Híbridos de maíz) sobre la

altura de la mazorca fue altamente explicado por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 76,3%, indicando que existe determinación de la variable independiente (Híbridos de maíz) sobre la variable dependiente (altura de la mazorca), así mismo se observa al Coeficiente e Variabilidad (C.V.) con 14,86%, encontrándose dentro del rango de aceptación para investigaciones en campo definitivo (Calzada, 1982).

Tabla 9

ANVA para la altura a la mazorca (m).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,13	3	0,04	1,31	0,3009 NS
Tratamientos	1,72	6	0,29	8,97	0,0001 **
Error	0,58	18	0,03		
Total	2,42	27			
Promedio = 1,20 m			C.V. = 14,86%		$R^2 = 76,3\%$

La prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de tratamientos (Figura 8) con los promedios ordenados de mayor a menor, corrobora el resultado del análisis de varianza (Tabla 9), donde se observa que los tratamientos T₆ (AGRI 340) y T₃ (CHUSKA), son estadísticamente promedios de 1,34 m y 1,18 m respectivamente, finalmente se reporta a los tratamientos T₁ (HÍBRIDO 1), T₄ (INIA 624) y T₅ (ATLAS 105), con promedios de altura de mazorca de 0,97 m; 0,96 m y 0,93 m respectivamente iguales y muestran los valores más altos de altura de la mazorca (m), con promedios de 1,59 m y 1,47 m, los tratamientos T₂ (DK 7508) y (Marginal 28 -T, testigo) son similares y reportaron.



Figura 8: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de la altura de la mazorca (m) por tratamientos.

3.1.4. Peso de la mazorca (g)

Se reporta diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para tratamientos (Tabla 10) al menos uno de los tratamientos evaluados fue diferente a los demás, así

mismo, en la fuente de variabilidad Bloques no existió diferencias significativas. El efecto de los tratamientos estudiados (Híbridos de maíz) sobre el peso de la mazorca (g) fue explicado por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 73%, por otro lado, el Coeficiente de variabilidad (C.V.) con 12,52% se encuentra dentro del rango de aceptación para investigaciones en campo definitivo.

Tabla 10

ANVA para el peso de la mazorca (g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	1148,51	3	382,84	1,06	0,3908 NS
Tratamientos	16236,05	6	2706,01	7,49	0,0004**
Error	6504,13	18	361,34		
Total	23888,69	27			
Promedio = 151,80 g			C.V. = 12,52%		R² = 73,0%

La prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de tratamientos (Figura 9) con los promedios ordenados de mayor a menor, corrobora el resultado del análisis de varianza (tabla 10), donde T₅ (ATLAS 105) con promedio de 196,46 g es el que reporto mayor peso de mazorca, seguido de T₆ (AGRI 340) con promedio de 173,12 g, luego T₄ (INIA 624) con 155,55 g de peso de mazorca, seguidamente de T₂ (DK 7508) reportando 146,11 g, así mismo los tratamientos T₃ (CHUSKA) y T₀ (Marginal 28 -T, testigo) son estadísticamente iguales con promedios de 141,49 g y 127,63 g respectivamente, por último se encuentra el T₁ (HÍBRIDO 1) con promedio de 122,25 g, siendo el más bajo estadísticamente.

Figura 9: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios del peso de la mazorca (g) por tratamientos.

3.1.5. Peso de los granos (g) por una mazorca

En el peso de grano se observa que existe diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para tratamientos (Tabla 11), indicándonos que al menos uno de los tratamientos evaluados es diferente, la fuente de variabilidad Bloques no existió

diferencias significativas. El efecto de la variable independiente (Híbridos de maíz) sobre la variable dependiente (Peso de grano por una mazorca), fue explicado por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 91,0%, siendo muy determinante, así mismo, el Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con 6,79% nos indica que hubo precisión en la toma de datos, estando dentro del rango de aceptación para investigaciones en campo definitivo (Calzada 1982).

Tabla 11
ANVA *Peso de los granos (g) por una mazorca.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	248,75	3	82,92	1,18	0,3464 NS
Tratamientos	12933,92	6	2155,65	30,58	0,0001**
Error	1268,76	18	70,49		
Total	14451,42	27			
Promedio = 123,72 g		C.V. = 6,79%		R² = 91,0%	

Por otro lado se observa la prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de tratamientos (Figura 10) con los promedios ordenados de mayor a menor, confirma los resultados del análisis de varianza (tabla 11), reflejándonos que el T₅ (ATLAS 105) obtuvo el más alto peso con promedio de 165,81 g, siendo diferente estadísticamente al T₄ (INIA 624) con promedio de 135,73 g, luego el T₆ (AGRI 340) con promedio de 130,36 g, seguido de T₂ (DK 7508) reportando 146,11 g como promedio, siendo diferentes estadísticamente a los tratamientos T₃ (CHUSKA), T₀ (Marginal 28 - T, testigo) y T₁ (HÍBRIDO 1) con promedios de peso en gramos de 108,23 g, 107,50 g y 96,00 g respectivamente, quienes fueron estadísticamente iguales.



Figura 10: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios del peso de los granos por una mazorca por tratamientos (g).

3.1.6 Diámetro de la mazorca (cm)

Se observa las diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para tratamientos (Tabla 12) donde los tratamientos evaluados al menos uno fue diferente estadísticamente, en la fuente de variabilidad Bloques no existió diferencias significativas. El efecto de la variable independiente (Híbridos de maíz) sobre la variable dependiente (Diámetro de la mazorca cm), fue explicado por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 75,48%, siendo muy influyente, así mismo, el Coeficiente e Variabilidad (C.V.) con 5,21% nos reporta la confiabilidad de los datos, ambos parámetros se encuentran dentro del rango de aceptación para a investigaciones en campo definitivo (Calzada 1982).

Tabla 12

ANVA para el diámetro (cm) de la mazorca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,15	3	0,05	0,89	0,4655 NS
Tratamientos	3,10	6	0,52	9,28	0,0001**
Error	1,00	18	0,06		
Total	4,25	27			

Promedio = 4,53 cm **C.V.** = 5,21% **R²** = 75,48%

Se reporta en la prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de tratamientos (Figura 11) con los promedios ordenados de mayor a menor, confirmándonos los resultados del análisis de varianza (tabla 12), indicándonos que los tratamientos T₆ (AGRI 340), T₂ (DK 7508) y T₃ (CHUSKA) son similares estadísticamente entre sí con promedios de diámetro de mazorca (cm) de 5,03 cm, 4,80 cm y 4,68 cm respectivamente, seguidamente de los tratamientos T₅ (ATLAS 105) y T₁ (HÍBRIDO 1) con promedios de diámetro de mazorca (cm) de 4,63 cm y 4,45 cm respectivamente, siendo diferentes a los tratamientos T₀ (MARGINAL 28, testigo) y T₄ (INIA 624), que reportaron los promedios de diámetro de mazorca cm de 4,08 cm y 4,06 cm siendo los más bajos en esta evaluación.



Figura 11: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios del diámetro (cm) de la mazorca por tratamientos.

3.1.7 Longitud de la mazorca (cm)

Existen diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para tratamientos (Tabla 13) los tratamientos evaluados fueron diferentes entre sí, en la fuente de variabilidad Bloques no existió diferencias significativas. El efecto de los tratamientos estudiados (Híbridos de maíz) sobre la longitud de la mazorca (cm) fue explicado por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 90,20%, así mismo, el Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con 3,40% nos indica la precisión en la toma de datos y encontrándose dentro del rango de aceptación para investigaciones en campo definitivo (Calzada 1982).

Tabla 13
ANVA para la longitud de la mazorca (cm).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,12	3	0,04	0,13	0,9427 NS
Tratamientos	48,79	6	8,13	26,08	0,0001**
Error	5,61	18	0,31		
Total	54,52	27			
Promedio = 16,41 cm		C.V. = 3,40%			R^2 = 90,20%

Se observa también en la prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de tratamientos (Figura 12) con los promedios ordenados de mayor a menor, confirmándonos los resultados del análisis de varianza (tabla 13), indicándonos que los tratamientos T₄ (INIA 624), T₅ (ATLAS 105) y T₆ (AGRI 340) son similares entre sí con promedios de longitud de mazorca (cm) de 18,03 cm, 17,58 cm y 17,45 cm respectivamente, siendo diferente al T₃ (CHUSKA) con promedio de 17,0 cm, por último los tratamientos T₂ (DK 7508), T₀ (MARGINAL 28, testigo) y T₁ (HÍBRIDO 1) son los que reportaron las longitudes más pequeñas con promedios de 15,42 cm, 14,81 cm y 14,61 cm respectivamente.



Figura 12: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de la longitud (cm) de la mazorca por tratamientos.

3.1.8 Número de hileras por mazorca

Se reporta diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para tratamientos (Tabla 14) y donde por lo menos uno de los tratamientos evaluados fue diferente a los demás, así mismo, en la fuente de variabilidad Bloques no existió diferencias significativas. El efecto de los tratamientos estudiados (Híbridos de maíz) sobre el número de hileras por mazorca fue explicado por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 72,0%, por otro lado, el Coeficiente de variabilidad (C.V.) con 9,59% se encuentra dentro del rango de aceptación para investigaciones en campo definitivo (Calzada, 1982).

Tabla 14

ANVA para el número de hileras por mazorca.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	13,74	3	4,58	2,19	0,1244 NS
Tratamientos	84,24	6	14,04	6,72	0,0007**
Error	37,63	18	2,09		
Total	1 35,61	27			
Promedio = 15,07		C.V. = 9,59%			R² = 72,0%

Se observa en la prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de tratamientos (Figura 13) con los promedios ordenados de mayor a menor, confirmándonos los resultados del análisis de varianza (tabla 14), indicándonos el T₆ (AGRI 340), reporto mayor número de hileras por mazorca en promedio de 18,55; siendo diferente a T₂ (DK 7508) que muestra 16,28 números de hileras por mazorca en promedio, seguidamente de los tratamientos T₁ (HÍBRIDO 1), T₄ (INIA 624) y T₃ (CHUSKA) que son similares estadísticamente entre sí, con promedios de número de hileras por mazorca de 15,18; 14,57 y 14,40 respectivamente, así mismo se observa que los tratamientos T₅ (ATLAS 105) y T₀ (MARGINAL 28, testigo) con promedios de número de hileras por mazorca 13,66 y 12,88 respectivamente.



Figura 13: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios del número de hileras por mazorca por tratamientos.

3.1.9. Número de granos por hileras

Se reporta diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para tratamientos (tabla 15) y donde por lo menos uno de los tratamientos evaluados fue diferente a los demás, así mismo, en la fuente de variabilidad Bloques no existió diferencias significativas. El efecto de la variable independiente (Híbridos de maíz) sobre la variable dependiente (Número de granos por hileras), fue explicado por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 87,0%, siendo muy determinante, así mismo, el Coeficiente e Variabilidad (C.V.) con 9,74% dentro del rango de aceptación para investigaciones en campo definitivo (Calzada, 1982).

Tabla 15

ANVA para el número de granos por hileras.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	27,17	3	9,06	0,91	0,4577 NS
Tratamientos	1223,29	6	203,88	20,39	0,0001**
Error	179,97	18	10,00		
Total	1430,42	27			
Promedio = 32,45			C.V. = 9,74%		$R^2 = 87,0%$

Se observa en la prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de tratamientos (Figura 14) confirmándonos los resultados del análisis de varianza (tabla 15), reportándonos que los tratamientos T₄ (INIA 624), T₆ (AGRI 340) y T₅ (ATLAS 105) reflejan datos estadísticamente iguales con promedios de número de granos por hileras de 40,80; 38,09 y 37,29 respectivamente, siendo diferentes a los tratamientos T₀ (MARGINAL 28, testigo), T₃ (CHUSKA) y T₁ (HÍBRIDO 1) con promedios de 31,56; 30,92 y 28,88 respectivamente, por último se observa al T₂ (DK 7508) con promedio de 19,61 siendo el que reporta menos número de granos por hileras.



Figura 14: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios del número de granos por hileras por tratamientos.

3.1.11 Peso de 1000 granos

Existe diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para tratamientos (Tabla 17) reflejándonos que al menos uno de los tratamientos evaluados es diferente a los demás, en lo que se refiere al peso de 1000 granos en (g), la fuente de variabilidad Bloques no existió diferencias significativas. El efecto de la variable independiente (Híbridos de maíz) sobre la variable dependiente (peso de 1000 granos en g), fue explicado por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 96,0%, siendo muy determinante e influyente, así mismo el Coeficiente e Variabilidad (C.V.) con 3,92% encontrándose en rangos de aceptación para investigaciones en campo definitivo (Calzada, 1982).

Tabla 17

ANVA para el peso de 1000 granos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	439,29	3	146,43	1,13	0,3640 NS
Tratamientos	53821,43	6	8970,24	69,13	0,0001**
Error	2335,71	18	129,76		
Total	56596,43	27			
Promedio =	290,36 g		C.V. = 3,92%		R² = 96,0%

En la prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de tratamientos (Figura 16) en la cual se corrobora los resultados del análisis de varianza (tabla 17), indicándonos que el T₅ (ATLAS 105) muestra mayor peso de 1000 granos y es estadísticamente diferente a los demás tratamientos, con 360 g de peso de 1000 granos en promedio, seguidamente está el T₀ (Marginal 28 -T, testigo) con 340 g de peso de 1000 granos, luego vienen los tratamientos T₂ (DK 7508), T₁ (HÍBRIDO 1) y T₃ (CHUSKA) con promedios de 295 g, 290 g y 275 g en promedios de peso de 1000 granos respectivamente, los tratamientos que obtuvieron menor peso de 1000 granos fueron T₄ (INIA 624) y T₆ (AGRI 340) con 240 g y 232,50 g de peso de 1000 granos respectivamente.

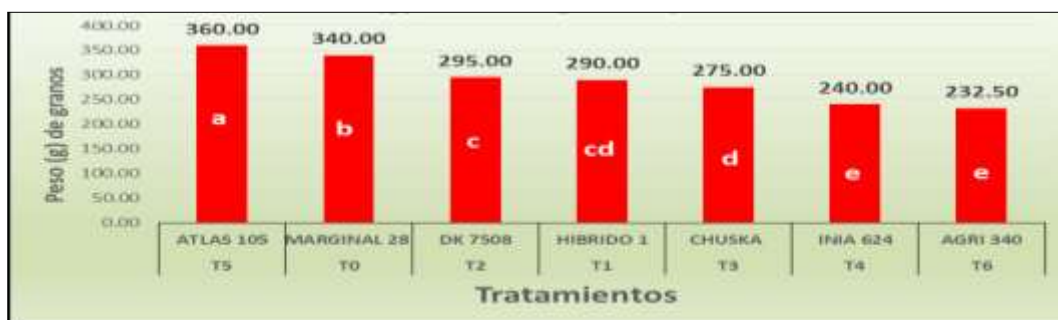


Figura 16: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios del peso de 1000 granos por tratamientos.

3.1.12 Rendimiento en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

Se observa que hay diferencias altamente significativas ($P < 0,05$) para tratamientos (Tabla 18) nos refleja que al menos uno de los tratamientos evaluados fue diferente estadísticamente a los demás, referente al rendimiento en peso por ha en kilogramos (kg), la fuente de variabilidad Bloques no existió diferencias significativas, por lo que se asume que el arreglo de los bloques no representó su eficiencia en el control del error experimental. El efecto de la variable independiente (Híbridos de maíz) sobre la variable dependiente (rendimiento por ha en kg), fue explicado por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 91,0%, siendo muy determinante e influyente, así mismo el Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con 6,79% nos demuestra que hubo precisión en la toma de datos, encontrándose en rangos de aceptación para investigaciones en campo definitivo (Calzada, 1982).

Tabla 18

ANVA para el rendimiento de maíz en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	918452,69	3	306150,90	1,18	0,3464 NS
Tratamientos	47755241,03	6	7959206,84	30,58	0,0001**
Error	4684600,23	18	260255,57		
Total	53358293,95	27			
Promedio = 7517,53 kg		C.V. = 6,79%			R² = 91,0%

Para la prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de tratamientos (Figura 17) donde que el T₅ (ATLAS 105) muestra mayor promedio de rendimiento con $10075,41 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos, seguidamente se encuentra el T₄ (INIA 624) con $8247,63 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ luego está el T₆ (AGRI 340) con $7921,03 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, seguidamente está el T₂ (DK 7508) con rendimiento $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, los tratamientos con menor rendimiento por ha se encuentran T₃ (CHUSKA), T₀ (Marginal 28 -T, testigo) y T₁ (HÍBRIDO 1) con promedios de $6576,17 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; $6532,12 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y $5833,34 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectivamente.

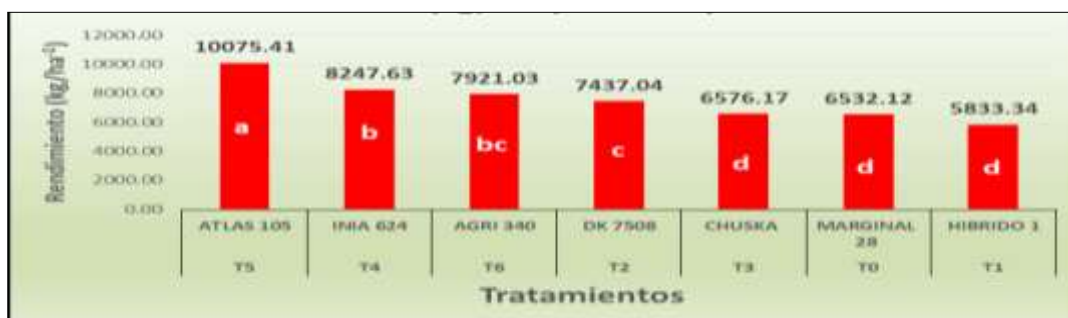


Figura 17: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios del rendimiento de maíz en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ por tratamientos.

3.2 Discusiones

3.2.1 Días al 50% de floración masculina

Los tratamientos T₅ (ATLAS 105), T₁ (HIBRIDO 1), T₂ (DK 7508), T₄ (INIA 624) T₃ (CHUSKA), y T₆ (AGRI 340), obtuvieron los mayores resultados, respecto al 50% de la floración masculina, con promedios de 54,83 días, 54,65 días, 54,58 días, 54,43 días, 54,15 días y 53,58 días, respectivamente. Las variabilidades de resultados obtenidos de los seis híbridos evaluados fueron semejantes, siendo éstas respuestas de naturaleza cuantitativa que fueron controladas por los genes (Maya, 1995 y Marini *et al.*, 1993), y estas respuestas genéticas se interrelacionaron con las condiciones nutritivas del suelo para producir el 50% de la floración masculina a partir de los 53,35 a 54,83 días después de la siembra (Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA-UNSM-T, 2017 y SENAMHI, 2017-2018).

La variedad Marginal 28 – Tropical, obtuvo el 50% de la floración masculina a los 53.35 días después de la siembra, siendo diferente este resultado con los demás tratamientos estudiados. El resultado obtenido fue diferente a lo reportado por INIA (2005), quienes indican que el 50% de la floración masculina de la variedad Marginal 28 – Tropical se inicia a partir de los 58 a 60 días después de la siembra, hay una disminución del ciclo fenológico del cultivo de 4,65 a 6,65 días; probablemente, la precocidad adquirida se interrelacionó por el uso de semilla certificada y de las condiciones edafológicas imperantes donde se desarrolló el proyecto de investigación (Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA-UNSM-T, 2017).

3.2.2 Altura (m) de la planta

En el gráfico 3, se observa que la variedad Marginal 28 – Tropical, superó a los demás híbridos estudiados con relación a la altura de planta con 2,30 m siendo estadísticamente similares con los híbridos CHUSKA, HÍBRIDO 1 y AGRI 340 con 2,22 m 2,05 m y 1,95 m respectivamente. Siendo diferentes significativamente los híbridos DK 7508, ATLAS 105, e INIA 624, cuyos resultados obtenidos fueron semejantes entre sí.

Los caracteres de la variable altura de planta fueron de naturaleza cuantitativa y estuvieron controlados por la inherencia propia de sus genes (Maya, 1995 y Marini *et al.*, 1993), así como de las condiciones nutritivas del suelo. Los híbridos DK 7508, ATLAS 105 e INIA 624, obtuvieron semejante y menores alturas de plantas (1,88 m, 1,84 m y 1,81 m), los cuales se relacionaron con la densidad de siembra utilizada, que generaron espaciamientos parejos entre las plantas traduciéndose en producir plantas con un crecimiento parejos (Chura y Tejada, 2014). Chura y Sevilla (2002), corroboran cuando mencionan que las características deseables en plantas de maíz, son principalmente, poca altura, mayor precocidad y hojas superiores erectas (ángulo de inserción de hoja pequeña). También la Fundación Chile (2011), menciona que es importante considerar que la eficiencia de utilización de los recursos alcanza su máximo cuando la variabilidad de tamaño entre plantas es mínima.

De acuerdo al planteamiento de Chura y Tejada (2014), la variedad Marginal 28 – Tropical, así como del híbrido CHUSKA, podrían sembrarse a menores densidades de siembras, con la finalidad de capitalizar los nutrientes y su inherencia en viabilizar a un mayor llenado de granos y por consiguiente incrementar el rendimiento.

3.2.3 Altura de la mazorca (m)

Los tratamientos T₆ (AGRI 340) y T₃ (CHUSKA), obtuvieron los mayores promedios de altura de la mazorca (m) y fueron estadísticamente iguales, con promedios de 1,59 m y 1,47 m. La variedad Marginal 28, el HIBRIDO 1, INIA 624 y ATLAS 105, obtuvieron los menores promedios de altura de mazorca, que fluctuaron entre 1 m., y 0.93 m, coincidiendo estos valores con los indicados por INIA (2013), estos resultados indican de que hay dependencia directa de la variable altura de planta, coincidiendo esta valoración con lo manifestado por Celis y Duarte (1996), quienes indican que la altura de la inserción de la mazorca obtenidas por los híbridos está en dependencia directa de la altura de planta; y es el factor íntimamente relacionado con el crecimiento, ya que los cultivares con mazorcas ubicadas a la altura media de la planta, tendrán los mejores rendimientos.

Los híbridos evaluados pueden producir valores distintos según sea el lugar de producción, es decir, el ecosistema y las características edafoclimáticas pueden determinar el comportamiento distinto de cualquier cultivar, así, por ejemplo, la variedad Marginal 28 - Tropical evaluada en la provincia de Lambayeque por Espinoza (2001), reportó una altura a la mazorca de 1,63 m y 2.15 m de altura de planta. El híbrido CHUSKA, cuando fue evaluado en diferentes hábitats y nichos ecológicos, los resultados obtenidos con relación a la altura de la mazorca, tienden a variar considerablemente. En Carhuapoma-Bellavista, la altura de mazorca fue de 0,98 m. En Juan Guerra, se obtuvo 1,34 m (INIA, 2010), frente a 1,47 m de altura a la mazorca obtenido en el presente trabajo en Tocache.

3.2.4 Peso de la mazorca (g)

El mayor promedio de peso de la mazorca lo obtuvo el tratamiento T₅ (ATLAS 105) con 196.46 gramos, seguido del T₆ (AGRI 340 e INIA 624), con pesos promedios de mazorca de 273,12 y 155,55 gramos, los cuales fueron relacionados con las variables de la altura de planta y altura de mazorca, bases fundamentales para producir incrementos en el rendimiento. Los resultados obtenidos tienen congruencia con lo manifestado por Loáisiga, (1990), quién indica que la altura de mazorca es una variable de suma importancia, que está relacionada con el rendimiento de la cosecha.

El HÍBRIDO 1 obtuvo el menor promedio de altura de mazorca con 122,25 gramos, siendo este resultado indicativo de la relación de las variables de la altura de planta y altura de mazorca, y de producir decrementos en el rendimiento del cultivo.

3.2.5 Peso de granos por mazorca (g)

El mayor promedio de peso de granos por mazorca lo obtuvo el tratamiento T₅ (ATLAS 105) y estuvo relacionado por la inherencia de las variables de la altura de planta, altura de mazorca y peso de las mazorcas, infiriendo en el incremento del peso de granos. Indudablemente el mayor peso obtenido por ATLAS 105 también estuvo relacionado por sus condiciones genéticas del híbrido, de la relación climática y de los nutrientes absorbidos del suelo,

Los tratamientos T₄ (INIA 624) y T₆ (AGRI 340), obtuvieron promedios semejantes con relación al peso de granos por mazorca de 135,73 y 130,36 gramos, también fueron atribuidas al efecto de las variables de la altura de planta, altura de mazorca y peso de las mazorcas. El Híbrido 1, obtuvo el menor promedio de peso de granos por mazorca con 96 gramos.

3.2.6 Diámetro de la mazorca (cm)

Los tratamientos T₆ (AGRI 340), T₂ (DK 7508) y T₃ (CHUSKA) obtuvieron los mayores promedios de diámetro de mazorca (cm) con 5,03 cm; 4,80 cm y 4,68 cm; respectivamente, estos valores fueron similares estadísticamente entre sí. Seguidamente los tratamientos T₅ (ATLAS 105) y T₁ (HÍBRIDO 1) obtuvieron promedios de diámetro de mazorca (cm) de 4,63 cm y 4,45 cm respectivamente, siendo diferentes a los tratamientos T₀ (Marginal 28 - Tropical, testigo) y T₄ (INIA 624), que obtuvieron los menores promedios de diámetro de mazorca con 4,08 cm y 4,06 cm respectivamente, siendo las diferencias de sus promedios muy mínimas, con relación a los demás híbridos.

El diámetro de la mazorca está directamente relacionado con la longitud de la mazorca y es un buen parámetro para medir el rendimiento. El diámetro de la mazorca al igual que su longitud está determinado por factores genéticos y ambientales. Si los factores ambientales son adversos afectará el tamaño de las mazorcas en formación, y por consiguiente se obtendrán menores diámetros de mazorcas que al final repercute en bajos rendimientos (Saldaña y Calero, 1991).

A todos los tratamientos en estudio se aplicaron dosis de 90 kg de N.ha⁻¹, 90 kg de P₂O₅.ha⁻¹ y 60 kg de K₂O.ha⁻¹, creemos conveniente que los efectos de estos macronutrientes tuvieron efectos mucho que ver con el incremento de la mazorca, Al respecto Contreras (1994) y Alvarado y Centeno (1994), corroboran al indicar que el diámetro de la mazorca puede aumentar relativamente con la fertilización.

La máxima longitud de la mazorca está relacionada con el diámetro y está en dependencia de la humedad del suelo, nitrógeno y radiación solar (Adetilaye *et al.*, 1984).

A pesar de que el híbrido INIA 624, obtuvo el menor promedio en esta variable, fue suficiente para brindar performance desde el punto de vista genético y ambiental y su inherencia en la variable de la longitud de la mazorca (Saldaña y Calero, 1991).

3.2.7 Longitud de la mazorca (cm)

Los tratamientos T₄ (INIA 624), T₅ (ATLAS 105) y T₆ (AGRI 340) obtuvieron los mayores promedios similares entre sí en la variable longitud de mazorca (cm) con 18,03 cm; 17,58 cm y 17,45 cm respectivamente. Estos resultados estuvieron influenciados con la variable del peso de la mazorca; y en cierta manera con el diámetro de la mazorca, cuyos resultados tienen relación con Rodríguez y Solís (1997), quienes indican que la variable de la longitud de mazorca está correlacionada con el diámetro de la mazorca y el peso del elote.

Se prevé también que hubo influencia de las condiciones ambientales (clima y suelo y disponibilidad de nutrientes (Adetilaye *et al.*, 1984). Los mismos autores indican que la máxima longitud de la mazorca está en dependencia de la humedad del suelo, nitrógeno y radiación solar. Los resultados de las condiciones ambientales corroboran en esta variable (SENAMHI, 2017-2018), así como de las aplicaciones de úrea aplicadas durante el crecimiento y desarrollo de las plantas de maíz. Berger (1985), también menciona que el tamaño promedio de la mazorca aumenta cuando se aplica nitrógeno (Berger, 1985). Estas apreciaciones son contundentes para expresar por qué razón los tratamientos T₄ (INIA 624), T₅ (ATLAS 105) y T₆ (AGRI 340), se incrementó la longitud de mazorca.

Los tratamientos T₂ (DK 7508), T₀ (Marginal 28 - Tropical, testigo) y T₁ (HÍBRIDO 1) obtuvieron promedios de longitudes de mazorca más pequeñas con promedios de 15,42 cm; 14,81 cm y 14,61 cm respectivamente. La disminución de las longitudes de la mazorca de los híbridos mencionados, tuvieron poca relación con los efectos de las variables del diámetro de la mazorca y del peso del elote (Rodríguez y Solís, 1997).

3.2.8 Número hileras por mazorca

El tratamiento T₆ (AGRI 340), se diferenció significativamente de los demás tratamientos, obteniendo el mayor número de hileras por mazorca en promedio con 18,55, debido a su alta característica genética propia del híbrido; siendo diferente al T₂ (DK 7508) que muestra 16,28 números de hileras por mazorca en promedio, seguidamente de los tratamientos T₁ (HÍBRIDO 1), T₄ (INIA 624) y T₃ (CHUSKA) que fueron similares estadísticamente entre sí, con promedios de número de hileras por mazorca de 15,18; 14,57 y 14,40 respectivamente; así mismo, se observa que los tratamientos T₅ (ATLAS 105) y T₀ (Marginal 28 - Tropical, testigo) obtuvieron los menores promedios de número de hileras por mazorca con 13,66 y 12,88, respectivamente.

La variabilidad de resultados obtenidos tanto de los híbridos y de la variedad Marginal 28 – Tropical, estuvieron relacionados en gran medida por la inherencia de los factores genéticos y relativamente por la influencia de clima y de la fertilidad del suelo; apreciación semejante a lo que indican Contreras (1994); Alvarado y Centeno (1994), quienes afirman que la fisiología del maíz está determinada en gran medida por el factor genético, pero que el diámetro de la mazorca puede aumentar relativamente con la fertilización, no así el número de hileras por mazorca.

3.2.9 Número granos por hileras

Los tratamientos T₄ (INIA 624), T₆ (AGRI 340) y T₅ (ATLAS 105) reflejan datos estadísticamente iguales con promedios de número de granos por hileras de 40,80; 38,09 y 37,29 respectivamente, siendo diferentes a los tratamientos T₀ (Marginal 28 - Tropical, testigo), T₃ (CHUSKA) y T₁ (HÍBRIDO 1) con promedios de 31,56; 30,92 y 28,88 respectivamente, por último, se observa al T₂ (DK 7508), con promedio de 19,61 siendo el que reporta el menor número de granos por hileras.

Los reportes de Pérez y Vásquez (2007), indican que obtuvieron promedios estadísticamente iguales de 29,3 y 29 granos por hilera para Marginal 28 –Tropical y CHUSKA respectivamente. Estos valores fueron muy similares a los obtenidos en el presente trabajo de investigación con 31,56 y 30,92 granos por hilera para los mismos cultivares.

3.2.10 Número granos por mazorca

El tratamiento T₆ (AGRI 340) obtuvo mayor número de grano pos mazorca con 638,47 granos en promedio, siendo diferente estadísticamente a los demás tratamientos, luego se observa al T₄ (INIA 624), con 535,22 granos en promedio, seguidamente los tratamientos T₅ (ATLAS 105), T₃ (CHUSKA) y T₁ (HÍBRIDO 1), con 507,57; 457,52 y 431,90 granos por mazorca en promedios, por último encontramos los tratamientos T₀ (Marginal 28 - Tropical, testigo) y al T₂ (DK 7508) con 408,78 y 394,39 granos de mazorca en promedios, respectivamente.

El número de granos por mazorca se ve afectada por un gran número de factores genéticos; además de ser influenciada por factores ambientales, demuestra la capacidad de trasladar nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo, al grano en la etapa reproductiva (Virgen, 1991).

3.2.11 Peso de 1000 granos (g)

El tratamiento T₅ (ATLAS 105) muestra mayor peso de 1000 granos y es estadísticamente diferente a los demás tratamientos, con 360 g de peso de 1000 granos en promedio, seguidamente está el T₀ (Marginal 28 -T testigo) con 340 g de peso de 1000 granos, luego vienen los tratamientos T₂ (DK 7508), T₁ (HÍBRIDO 1) y T₃ (Chuska) con promedios de 295 g, 290 g y 275 g en promedios de peso de 1000 granos respectivamente, los tratamientos que obtuvieron menor peso de 1000 granos fueron T₄ (INIA 624) y T₆ (AGRI 340) con 240 g y 232,50 g de peso de 1000 granos respectivamente.

En cuanto al peso de 1000 granos, el híbrido Atlas 105, tuvo valores más altos, es decir, porque las semillas crecieron más. El peso de 1000 granos fueron superiores a los reportados por Pérez y Vásquez (2007), quienes reportaron promedios de 103 g y 106 g para MARGINAL 28 y CHUSKA respectivamente, frente a los 340 g y 275 g encontrados en los mismos cultivares para las condiciones locales del presente estudio.

Esta variable es de gran importancia debido a que está directamente relacionada al rendimiento de la cosecha (Loáisiga, 1990). El peso de 1000 granos

está relacionado con el tamaño de los granos que frecuentemente determinan el vigor y la pureza varietal (Gómez y Minelli, 1990).

3.2.12 Del rendimiento de grano ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

El coeficiente de variabilidad (C.V), usado como medida de precisión en la conducción del experimento (Calzada, 1982), para el rendimiento de grano fue de 6,79%. Los C:V de las variables de la floración masculina y femenina, altura de mazorca, altura de planta y peso de la mazorca fluctuaron entre 1,56% y 14,86%, por tanto los datos obtenidos fueron homogéneos. Los caracteres biométricos de la mazorca como longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hileras, número de granos por mazorca, peso de granos y peso de 1000 granos, tienen C.V. que varía de 3,40% a 12,14%, considerados datos de poca variación.

En la figura 17, se muestra que el híbrido ATLAS 105, superó estadísticamente a los demás híbridos y variedad estudiada en relación al rendimiento de grano con $10,075.41 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, siendo estadísticamente diferente a los híbridos INIA 624, AGRI 340, DK 7508, CHUSKA, Variedad Marginal 28 – T.

El mayor rendimiento obtenido por el híbrido ATLAS 105, fueron determinadas por las características biométricas de la longitud de la mazorca, número de granos por hilera y peso de 1000 granos (Ferraris y Couretot, 2004). El llenado de granos por la inherencia de los nutrientes, estuvo relacionado con la aplicación de la Úrea, el P_2O_5 y K_2O . El Nitrógeno intervino en la formación de la clorofila, de las proteínas, vitaminas y de las fuentes de energía. El fósforo fue indispensable para el crecimiento aéreo de la planta, el desarrollo de las raíces y el rendimiento en grano. El potasio fue muy importante para el vigor de las cañas y el buen crecimiento de la parte aérea del maíz (Fundación Chile, 2011).

El híbrido CHUSKA, la variedad Marginal 28 – Tropical y el HÍBRIDO 1, obtuvieron los menores rendimientos de grano ($6576,17$, $6532,12$ y $5833,34 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$); los cuales se relacionaron con la poca variación de los caracteres biométricos de la longitud de mazorca, diámetro de la mazorca, número de hileras y número de granos por hilera; trayendo como consecuencia que el gasto energético

de los nutrientes tuviera menor efecto en el periodo de llenado de granos y la duración de este periodo (Bolaños, 1995; Ferraris y Couretot, 2004).

Como se puede apreciar en la figura 17, hay variabilidad de resultados, es decir hubo respuestas diferentes de los híbridos estudiados, frente a la variación del ambiente, es posible que las altas precipitaciones pluviales acontecidas desde la fase fenológica de la floración a la cosecha se haya producido variabilidad de inherencias o adaptabilidades, algunas aprovecharon otras no las ventajas de los estímulos del ambiente (Simmonds, 1962, citado por Márquez, 1991. Muchos investigadores indican, que, durante el proceso de la siembra a floración, la precipitación debe incidir su ocurrencia en un 70 %, y de la floración a la cosecha en un 30%, es decir debe haber un total fluctuante entre 500 a 700 mm de precipitación. Como se puede apreciar en la tabla 4, el porcentaje de precipitación es similar en ambos procesos fenológicos. Es posible, que las precipitaciones hayan influenciado en la disminución de la polinización o en todo caso haya producido la caída de flores y por ende influenció en el decremento de la producción. Se prevé que el hábitat y el nicho ecológico varió por el exceso de precipitación y según esta apreciación, creemos conveniente que la interacción genotipo – medio ambiental haya tenido poca variación en los caracteres biométricos de los híbridos evaluados.

El INIA (2015), reporta que el híbrido ATLAS 105 fue evaluado en diferentes localidades de la región San Martín: Juan Guerra. EEA El Porvenir, Tingo de Ponaza y Nuevo Lima (Biavo – San Martín) obteniendo diferentes rendimientos: 1,92 t.ha⁻¹; 8,27 t.ha⁻¹ y 8,32 t.ha⁻¹ respectivamente, siendo éstos resultados inferiores a las 10,075 t.ha⁻¹ obtenidos en el presente estudio.

Así mismo, el INIA (2010) reportó que la variedad Marginal 28 – T y CHUSKA obtuvieron rendimientos de 5,502 t.ha⁻¹ y 5,099 t.ha⁻¹ respectivamente en la localidad de Carhuapoma – Bellavista, resultados inferiores a 6,532 t.ha⁻¹ y 6,576 T.ha⁻¹ para los mismos cultivares obtenidos en el presente estudio. También Paredes (2009), informa la variedad Marginal 28 – Tropical, como testigo local ocupó el último lugar con un rendimiento de 5,016 kg.ha⁻¹, siendo este resultados inferior al resultado obtenido en el presente trabajo.

Para lograr una productividad óptima de un cultivo se necesita trabajar en condiciones agro ecológicas adecuadas para el crecimiento de las especies en cuestión, disponer de semilla de alto potencial de rendimiento, preparar bien el suelo, establecer y mantener la densidad de la población óptima, disponer de la humedad adecuada en el suelo, proveer a la planta los nutrientes que necesita y protegerla contra los daños que ocasionan las malezas, insectos y otras plagas que hacen disminuir el rendimiento (Cordón y Gaitán, 1993).

CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados y los resultados preliminares obtenidos sobre la adaptabilidad, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- El híbrido Atlas 105 con menor altura de planta 1,84 m, menor altura de mazorca de 0,93m, mayor peso granos por mazorca (165,81 g), con numero de granos por hilera 37,29 granos y el mayor peso de 1000 semillas lo obtuvo el híbrido ATLAS 105 con 360 gramos, alcanzo el mayor rendimiento (10 075,41 kg.ha⁻¹), superando a todos los tratamientos en rendimiento y por lo tanto mostró, la mejor adaptabilidad a las condiciones edafoclimaticas de la Provincia de Tocache.
- En segundo lugar los siguen los Híbridos DK 7508 e INIA 624. con rendimiento de 8247,67 y 7 921,03 Kg/ha
- Todos los híbridos tuvieron floración precoz porque la aparición del 50% de la floración masculina de los híbridos, fluctuó en un intervalo de 2,18 días de diferencia que la comparación al Marginal 28 – T.
- Comparación de la adaptabilidad de 6 híbridos se determinó que el resultado fue inferior del tamaño de la semilla y el peso de 1000 semillas e incluye al diámetro de la tusa.

RECOMENDACIONES

- Seguir evaluando la adaptabilidad de los híbridos promisorios bajo las condiciones de Tocache; pero en diferentes fechas de siembras para determinar la consistencia y estabilidad de su comportamiento y la interacción genotipo ambiente con la finalidad de establecer las mejores épocas de siembra.
- Evaluar el comportamiento de los híbridos con diferentes densidades de siembras bajo las condiciones edafoclimáticas del distrito de Tocache.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aapresid. (1999). *Publicación técnica de cultivos*. Asociación Argentina de productores en siembra directa jornadas de intercambio. Técnico de maíz. p. 11- 17.
- Adetiloye, P. B., Okigbo, E. Ezedima. (1984). *Resposer by maize plant and ear shortcharacter tto growt un southern Nigeria*. Fied crops research. Dep. Of. Crop Sci., Nigeria Univ., Nskka Nigeria.
- Alonso, N. DA Vila Y Lopez M. (1983). *Cultivo de plantas (Manual para Especialidades de Economía y Sanidad Vegetal)*. Tomo II. Universidad Central de las Villas.
- Allard y Hansche (1969); citados por Márquez (1991). Definen a una variedad estable como una variedad con capacidad de amortiguamiento o flexibilidad.
- Alvarado, F. R., A. C. Centeno. (1994). *Efecto del sistema de labranza, rotación y control de maleza sobre la cenosis de malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de maíz (Zea mays L.), y sorgo (Sorghum bicolor L.)*. Universidad Nacional Agraria (U.N.A). Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. 48 p.
- Andrade, A. C. (1996). *Efecto del arreglo de siembra en maíz (Zea mays L.) y frijol (Phaseolus vulgaris L.) en asocio y monocultivos sobre la dinámica de las malezas*. El crecimiento y rendimiento de los cultivos y uso equivalente de la tierra. Universidad Nacional Agraria (U.N.A). Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. 28 p.
- Barrenechea, F. (2002). *Ensayos en maíz forrajero*. (Citado julio, 2005). Disponible en: [http://www.inta.gob.ar/paranalinfo/documentos/produccion vegetal/ evaluación manejo/ densidad del cultivo de maíz](http://www.inta.gob.ar/paranalinfo/documentos/produccion%20vegetal/evaluacion%20manejo/densidad%20del%20cultivo%20de%20maiz).
- Beingolea, L. (1985). *Producción de semilla mejorada del maíz por el PCIMAPROSEM*. Simposio Nacional del Maíz. Universidad Nacional del Altiplano.
- Benavides, A. y Marini, D. (1990). *Caracterización y evaluación preliminar de 15 cultivares de maíz (Zea mays L.)*. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. 63 p.
- Berger, L. (1985). *Maíz. Una producción y abonamiento*. Editorial Científico Técnico. La Habana, Cuba. 42-48 p.
- Bidwell, G.S. (1994). *Fisiología vegetal*. AGT Editor S.A. México.
- Bolaños, J. (1993). *Bases fisiológicas del progreso genético en cultivares del PRM*. Síntesis de resultados experimentales del PRM 1992, Vol. 4, CIMMYT, Guatemala.

- Bolaños, G. Sain, R. Urbina, A, y H. Barreto. (1985). *Síntesis de resultados experimentales del PRM 1992*. Vol 4, (1993), CIMMYT- PRM. Guatemala. 65 p.
- Bustinza, B. (1990). *Estudio Agro botánico de 38 entradas de maíz (Zea mayz L.) del Departamento del Cusca enK'aira*. Tesis Ing. Agr. UNSAAC-CUSCO.
- Calzada, J. (1982). *Métodos Estadísticos para la Investigación*. Editorial Milagros S.A. Lima-Perú. 644 p
- Camacho, J. y Bonilla .R. (1999). *Efecto de tres niveles de nitrógeno y tres densidades poblacionales sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo de maíz (Zea mays L.) Var NB- 6*. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 63 p.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). (1998). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos*. Un manual metodológico de evaluación económica. México D. F. 43 p.
- Celis, F. Duarte. R. (1996), *Efecto de arreglo topográficos (doble surco) sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de maíz (Zea Mays L.), como cultivo principal, en asocio en las leguminosas (Vigna unguiculata L. Walp)*.
- Chira, J. y Sevilla, R. (2002). *Mejoramiento genético del maíz en el Perú. Simposium: El mejoramiento genético de las plantas en el Perú*. Primera Edición. Sociedad Peruana de Genética. Lima, Perú. 189 pp.
- Contreras (1994), Alvarado y Centeno (1994), *afirman que la fisiología del maíz está determinada en gran medida por el factor genético*.
- Cita correcta: CIMMYT (1988). *La formulación de recomendaciones a parUr de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica*. Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT.
- Contreras, F. (1999). *Comportamiento de cultivares de Maíz amarillo duro (Zea mays L.) en la localidad de Motupe*. Tesis Ing. Agr. UNALM. Lima-Perú.
- Contreras (1994), Alvarado y Centeno (1994), *afirman que la fisiología del maíz está determinada en gran medida por el factor genético, pero que el diámetro de la mazorca puede aumentar relativamente con la fertilización, no así en el número de hilera por mazorca*.

- Cordón, R. y Gaitán, L. (1993). *Efecto de rotación de cultivos y métodos de control de malezas y crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz*. Universidad nacional Agraria (U.N.A.) Tesis ing. Agr. Managua. Nicaragua. 45 p.
- Córdova, H. S. (1991). *Respuesta diferenciales para rendimientos de híbridos de maíz evaluados en ambientes contrastantes de Latinoamérica, Pccmca (1990)*. En XXXII Reunión Anual del PCCMCA, Republica de Panamá. p 137 – 164.
- Crosa, J., Gauch, H. G., y R. W. Zowel. (1988). *Estimación estadística predictiva de rendimiento en ensayos de variedades*. En: Simposio "Modelos de Estabilidad". Para evaluar la adaptación de cultivos. XXXIV. Reunión Anual del PCCMCA. San José, Costa Rica.
- Cuadra, M. (1988). *Efecto de diferentes niveles de nitrógeno. Espaciamiento y poblaciones sobre el crecimiento desarrollo y rendimiento de maíz*. Universidad Naciones Agraria (UNA). Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. 45 pp.
- Dávila, A. N y. López, M. (1983). *Cultivo de plantas (Manual para Especialidades de Economía y Sanidad Vegetal)*. Tomo II. Universidad Central de las Villas.
- Delgado, F. W. (1992). *Fenología del cultivo de maíz*. Separata INIAA. Cusca- Perú.
- Díaz Del Pino, A. (1954). *El maíz-Cultivo-Fertilización-Cosecha*. pa ed. México!, DF, pp. Según Douglas (1988); citado por Virgen (1991) indica que la variabilidad genética será útil cuando eleve los límites de adaptabilidad sin reducir el rendimiento y la calidad de semilla.
- Escudero, R. (2000). *“Evaluación de variedades e híbridos de maíces de alta calidad proteica en la zona de la Provincia El Dorado, San Martín*.
- Espinoza *et al.*, (2002). *Explican que la variabilidad ambiental acentuada por diferentes factores bióticos y abióticos (Clima, humedad, tipo de suelo, vientos, manejo agronómico del cultivo)*.
- Espinoza, A., Ortega, D. Palafox, A., Córdova, H., Vergara, N y B. ViVek. (2004). *Nuevos Sintéticos de Maíz de Grano Blanco de Alta Calidad Proteica (QPM) para Mesoamérica*. En: Resumen Reunión Anual del PCCMA 2004.EL Salvador.p.140.
- Espinoza, A., Ortega, y R. Urbina. (2002). *Evaluación de híbridos de maíz (Zea mays L.) de grano blanco y amarillo en ambientes contrastantes de Nicaragua*. En: Síntesis de Resultados Experimentales de PMR. Volumen 6. Pp 32-38.
- FAO (2018). *Perspectiva Alimentaria: Resúmenes de Mercado*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma - Italia. 5 p. Extraído martes 28 del 2018.

- Ferraris G. y L. Couretot. (2004). *Fertilización fosforada en soja*. Diagnóstico y tecnología de aplicación. Revista de Tecnología Agropecuaria, EEA INTA Pergamino, IX (26): 46-49.
- FIRA (2016). *Panorama Agroalimentario el Maíz*. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. México 40 p. Extraído martes 28 del 2018.
- Fischer, K. Jonhson, E. y Edmeades, G. (1984) *Mejoramiento y selección de maíz tropical para incrementar resistencia a la sequía*. CIMMYT, El Batán, México.
- FOPEX. (1984). *Descripción de la exportación del maíz gigante del Cusca*
- Fundación Chile.(2011). *Manual de recomendaciones del cultivo de maíz grano*. Programa: “Convenio Subsecretaria de Agricultura – Fundación Chile. Implementación de la metodología CropCheck, para los equipos técnicos en maíz, arroz y trigo integrantes de las unidades operativas SAT de INDAP”. Chile 40 Pp.
- Gómez, A. O., M. Minelli. (1990). *La producción de semilla*. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias ISCA. Managua, Nicaragua. 36 p.
- Gonzáles, F. J. y L. Roque. (1993). *Efecto de diferentes niveles y formas de aplicación de nitrógeno, en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (Zea mays L.) en labranza cero y en condiciones de riego*. Universidad Nacional Agraria (U.N.A.) Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. 58 p.
- Gordon *et al.*, 2006). La adaptabilidad que se busca con los híbridos en estudio va a estar relacionado al planteamiento que hizo quién hace referencia a la capacidad de los genotipos de aprovechar ventajosamente los estímulos del ambiente. supervivencia y reproducción en el medio ambiente en el que habita (Griffiths *et al.*, 2002). (Diccionario de la lengua española, 2005, citado por Wordreference, 2014).
- (Hidalgo, 2008), se siembran aproximadamente 44,581 hectáreas de maíz amarillo).
- Huanambal (2004), evaluó la adaptación de 14 variedades de maíz tropical de madurez precoz e intermedio de grano amarillento introducidos en la Estación Experimental “El Porvenir” – Juan Guerra – San Martín, obteniendo los siguientes rendimientos:
- Hidalgo (2000). Realizó un ensayo en la campaña 2000 para evaluar 59 cruzas de híbridos simples generados en 1999 en la Estación Experimental “El Porvenir” y 13 variedades CIMMYT, con tres testigos (Marginal 28 – T, PIMTE – INIA, PIMSE) y 45 líneas de la población 2
- INPOFOS. (2006). Cono Sur Potash and Phosphate Institute. Universidad de Ciencias y Tecnología del Estado de Iowa. Como se desarrolla una Planta de Maíz. p. 5 - 17.
- Huanambal (2004), evaluó la adaptación de 14 variedades de maíz tropical de

- Jugenheimer R, (1988). Maíz Variedades Mejoradas, M Editorial Noriega (Limusa). México. Señalando que un cultivo de maíz desde su instalación en el campo y las fechas de siembra (Ladrón de Guevara, 2005).
- Lopez B., L. (1991). Cultivos herbáceos, cereales. Volumen I. Ediciones Mundi prensa, España 391p
- Loáisiga, C.H. (1990). Caracterización y evaluación treinta cultivares de maíz (Zea maíz) Instituto superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA) Tesis de ing agr. Managua, Nicaragua. 63. p
- Llanos, M. (1984). El Maíz, su cultivo y aprovechamiento. Editorial Mundi Prensa. Segunda Edición. Madrid- España. pp. 43-50.
- La mayoría de los caracteres de importancia en el maíz son de naturaleza cuantitativa y están controlados por gran número de genes, los cuales pueden actuar en el medio ambiente (Maya, 1995).
- Manrique, A. (1997). El maíz en el Perú. Segunda edición. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). Lima. 362p.
- Márquez S.F (1976). El Problema de la Interacción Genotipo-Ambiental en Genotecnia Vegetal. PATENA. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 113 pp.
- Márquez SF (1976) El Problema de la Interacción Genotipo-Ambiental en Genotecnia Vegetal. PATENA. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 113 pp.
- Mariny, D., Bega, I. y L. Maggiore. (1993). Getica agraria. FAGRO. Managua Nicaragua. 346p.
- Morales, M.D, (1998). Caracterización y evaluación preliminar de 34 cultivares de Maíz (Zea mays L).Recolectas en Nicaraua. Universidad Nacional Agraria (UNA) Tesis de Ing.ar, Maragua, Nicaragua.84p.
- INEI (2017). *Producción de Maíz Amarillo Duro*. m.inei.go.pe. extraído martes 28 del 2018.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA (2008). *La adaptabilidad implica una propiedad por el cual los órganos capacitados de una planta sobreviven y se reproducen en ambientes fluctuantes, con el ambiente, por medio de relaciones genéticas y fisiológicas de los organismos según la FAO 1975*, citado por Perechú, (2009).
- Poelhman (1992), *Consideración fundamental en la producción de maíz híbrido es la capacidad peculiar para producir rendimientos superiores y que haya sustituido en forma tan rápida a las variedades de polinización libre.*

- Parsons, M.D. (1988). *Manuales para la producción agropecuaria de maíz*. Edit. Trillas, México. 56 p.
- Queme, J.L.; Fuentes M. R. (1992). *Evaluación de híbridos de maíz (Zea mays L.) de grano blanco y amarillo, en diferentes ambientes de México, Centro América, El Caribe y Venezuela*. Informe PCCMCA 1991 PRM-ICTA, Guatemala, C.A. p. 61.
- Reyes, C. P. (1990). *El Maíz y su Cultivo*. Editorial AGT Editor, S. A. México, D. F. 460 p.
- Salazar, P. (1990). *Cultivo de maíz y su importancia*. Caracas Venezuela. Recuperado el 7 de diciembre del año 2008. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve>.
- Segovia, M. (1999). *Origen y evolución*. vol. 14, no. 1-2, p. 5-14. 13.
- relaciones genéticas y fisiológicas de los organismos según la FAO 1975, citado por Perechú, (2009).
- Reyes C., P. (1990). *El maíz y su cultivo*. AGT. Editorial México. Tercera Edición. México D.F. p 320-350. Se dice que una mayor área foliar, contribuye a un aumento del rendimiento al incrementarse los niveles de la fotosíntesis (Reyes, 1990).
- (Ramírez, 2005). Potencial alimentario y forrajero: maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*), se sostenibilidad de dichos sistemas.
- Rodríguez y Solís (1997), lograron determinar que esta variable está correlacionada con el diámetro de la mazorca y el peso del elote.
- Segovia, M. Origen y evolución. (1999), vol. 14, no. 1-2, p. 5-14. 13.
- Tello (2002), Evaluó la adaptación y madurez precoz de maíces Aires- Picota sobresalió el híbrido AG – 612 con rendimiento de 6 848 kg.ha⁻¹ (Escudero, 2000).
- Ortega C, A., M. J. Guerrero H. y O. Cota A. (2002). Prevalencia de los maíces nativos del noroeste: un reconocimiento preliminar. Informe técnico no publicado. INIFAP-CIRNO-CEVY. Cd. Obregón, Sonora, México. 53p.
- Ortiz T E, A Espinosa C. (1990). *Rendimiento de híbridos de maíz (Zea mays L.) de la zona de transición El Bajío-Valles Altos por efecto de la utilización de semilla de generación F1y F2*. Rev. Cha-pingo 15:49-52
- Urquizo P. (1997). *Producción de once híbridos de maíz amarillo duro en zonas áridas*. Tesis Ing. Agrónomo. UNSA. Arequipa-Perú.
- Urbina, R, (1992). *Evaluación de híbridos de maíz (Zea mays L.) de grano blanco y amarillo en ambientes de Centro América, Panamá, El Caribe y México*. Informe PCCMCA 1993. Guatemala CA p. 60.

- Urbina, A.R. (1993). *Evaluación de híbridos de maíz (Zea mays L.) de Grano blanco y amarillo en ambientes de centro América, Megico Y EL Caribe* informe ensayo regional de maíz TCCMCA 1992 .PRN_CNGB Managua, Nicaragua .60p.
- Virgen, V.J., (1991). Características genéticas de maíz y sus utilidades en el mantenimiento varietal; Tesis de maestría coleio de post_grado. Centro de genética. Montecillo. Mexico,100.p
- Yzarra, W.J, Trebejo, I., Noriega, V. (2015). *Evaluación del efecto del clima en la producción y productividad del maíz amarillo duro en la Costa Central del Perú. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI*. Lima, Perú. 62 p.
- Yzarra T, W; Trebejo V. I y Noriega N. V. (2010). *Evaluación del efecto del clima en la producción y productividad del maíz amarillo duro en la costa central del Perú*. Universidad Nacional Agraria La Molina Programa de Maíz. Servicio Nacional de Meteorología e hidrología. Lima, Perú. P 72-73. 90 p.
- Senamhi (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, PE). (2003). *Atlas de energía solar del Perú*. Lima, PE. 31 p.

Linkografía

- Wordreference. (2014). *Adaptación*. Disponible en <http://www.wordreference.com>.1.
- <http://www.uarnt.org.mx/index.php/noticias/item/53-maiz-produccion-mundial-2017-2018>).
- <http://agraria.pe/noticias/san-martin-produce-92382-toneladas-de-maiz-amarillo-duro-por-16122>.
- http://www.inia.gob.pe/images/ProductosServicios/publicacion/Tripticos/TRIPTICOS_PF_2010/09%20MAIZ%20FORRAJERO%20INIA%20617%20-%20CHUSKA.pdf.
- <https://es.scribd.com/doc/266646506/Ficha-Tecnica-Semilla-ATLAS-105-Mar13>
- <https://www.dimebeneficios.com/ejemplos-de-hibridos-vegetales/>).
- <https://es.wikipedia.org/wspeciiki/Ee>
- http://www.upov.int/about/es/upov_system.html#P67_2972
- <http://www.ub.edu/HAPPOM/actividades/pdf/flv-compadap.pdf>
- <https://geoinnova.org/blog-territorio/habitat-nicho-ecologico/>)
- <https://es.wikipedia.org/wspeciiki/Ee>
- http://www.upov.int/about/es/upov_system.html#P67
- <https://www.definicionabc.com/ciencia/genotipo.php>

ANEXOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES



ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE: MARÍA TARCILA ESPÍRITU MORALES

FECHA DE MUESTREO: 21/08/2017

AGRICULTOR: ELITA ARTEAGA AGUIRRE

FECHA DE REPORTE: 2/10/2017

PROVINCIA: TOCACHE

CULTIVO: MAÍZ

DISTRITO: TOCACHE

SECTOR: VEINTENJEVE

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Aren	% Arcilla	% Limo									Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	Al ³⁺ +H ⁺		
1	50	32	18	F Arc Are	4.8	93.7	2.34	0.1	5.5	65	5.1	3.45	0.15	0.2	0.1	1.21	1.43	76	28

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Al ³⁺	Al ³⁺ +H ⁺
4.78	93.7	2.34	0.117	5.45	65.34	3.45	0.15	0.13	0	1.43
Fuertemente ácido	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Bajo	Bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Alto	Alto

d.a \rightarrow 1.36 t/m³

SOLICITANTE: MARÍA TARCILA ESPÍRITU MORALES

FECHA DE REPORTE: 2/10/2017

Existencia en suelo		Extracción de 5000 kg/ha Maíz		Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima				
N	20.0 kg/ha	N	100	kg/ha	-80.0	Guano de isla	726.83 kg/ha			g/planta
P ₂ O ₅	2.1 kg/ha	P ₂ O ₅	42	kg/ha	-39.9	Roca fosfórica				g/planta
K ₂ O	59.7 kg/ha	K ₂ O	100	kg/ha	-40.3	Sulfato de potasio	0.00 kg/ha			g/planta
MgO	3.3 kg/ha	MgO	34	kg/ha	-30.7	Sulpomag	280.00 kg/ha			g/planta
CaO	105.1 kg/ha	CaO	47	kg/ha	58.1					g/planta

Existencia en suelo		Extracción de 5000 kg/ha Maíz		Balance		Reposición con fertilización química mínima				
N	20.0 kg/ha	N	100	kg/ha	-80.0	Fosfato diamónico	634.53 kg/ha			g/planta
P ₂ O ₅	2.1 kg/ha	P ₂ O ₅	42	kg/ha	-39.9	Superfosfato triple de Ca				g/planta
K ₂ O	59.7 kg/ha	K ₂ O	100	kg/ha	-40.3	Sulfato de potasio	0.00 kg/ha			g/planta
MgO	3.3 kg/ha	MgO	34	kg/ha	-30.7	Sulpomag	280.00 kg/ha			g/planta
CaO	105.1 kg/ha	CaO	47	kg/ha	58.1					g/planta

La presente recomendación se hace considerando que se quiere obtener una producción de 5000 kg/ha de Maíz, observando que el suelo es de fertilidad media por los niveles de los siguientes parámetros:

pH \rightarrow Fuertemente ácidoN \rightarrow Normal K \rightarrow Bajo Al³⁺ + H⁺ \rightarrow AltoP \rightarrow Bajo Clase textural \rightarrow F Arc Are Distanciamiento \rightarrow

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
726.83	kg/ha de Guano de isla	634.53	kg/ha de Fosfato diamónico
0.00	g de Roca fosfórica	0.00	g de Superfosfato triple de calcio
0.00	g de Sulfato de Potasio	0.00	g de Sulfato de potasio
0.00	g de Sulpomag	280.00	g de Sulpomag
0.00		0.00	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
 Facultad de Ciencias Agrarias
 Ing. Carlos Verde Girbau
 TÉCNICO DEL LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Floración femenina:



Foto de resultados de las mazorcas estudiadas

