



**UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMIA**



ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

**“Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de
maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de
temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún,
Cutervo, Cajamarca”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO

AUTORES

Bach. ALADINO PÉREZ CABRERA
Bach. DAURIN VÁSQUEZ BECERRA

LAMBAYEQUE – PERU

2017

TESIS

“Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Cutervo, Cajamarca”

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Aprobado por el siguiente Jurado:

.....

Ing. César Eligio Morante Ramírez
Presidente de jurado

.....

Ing. M.Sc. Gilberto Chávez Santa Cruz
Secretario

.....

Ing. Nepalí Salvador Peña Orrego
Vocal

.....

Ing. M.Sc. José Avercio Neciosup Gallardo
Patrocinador

DEDICATORIA

Esta tesis queremos dedicarlo a nuestros padres, por el sacrificio y esfuerzo por brindarnos una carrera para el futuro y por creer en nuestra capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles durante la vida universitaria siempre nos estuvieron apoyando y dando aliento para lograr nuestra meta de ser profesionales.

A nuestros compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que durante estos cinco años estuvieron a nuestro lado apoyándonos, y lograron que este sueño se haga realidad.

MUCHAS GRACIAS A TODOS

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer a Dios por permitirnos la vida, a nuestros padres por el apoyo incondicional, a nuestro asesor Ing. José Nesiosup Gallardo, formadores y tutores, y amigos personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarnos a alcanzar nuestro objetivo.

Sencillo no ha sido este proceso, pero gracias a las ganas puestas por nosotros, y al conocimiento transmitido por nuestro asesor y tutores, es que hemos logrado culminar con éxito esta tesis, y así obtener nuestro título profesional

INDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.	Origen, clasificación taxonómica y morfología del maiz (<i>Zea mays</i> L.)	3
2.2.	Importancia del maiz amarillo duro	4
2.3.	Base teorica	5
2.3.	Producción de maíz	10
2.4.	Otros trabajos con maiz amarillo duro	12
III.	MATERIALES Y METODOS	14
3.1.	Localización del campo experimental	14
3.2.	Condiciones climáticas	14
3.3.	Análisis de las características físicas-químicas del suelo	15
3.4.	Tratamientos de humedad	15
3.5.	Determinación de las constantes y porcentaje de humedad	16
3.6.	Material genético	19
3.7.	Diseño experimental	20
3.8.	Instalación y manejo del experimento	20
3.9.	Registro de características	20
3.9.1.	Días al 50% de floración masculina	20
3.9.2.	Días al 50% de floración femenina	20
3.9.3.	Días a la madurez de cosecha	20
3.9.4.	Altura de planta	20
3.9.5.	Longitud de mazorca	21
3.9.6.	Número de hileras por mazorca	21
3.9.7.	Número de granos por hilera	21
3.9.8.	Número de hojas por planta	21
3.9.9.	Área foliar	21
3.9.10.	Materia seca total.....	21
3.9.11.	Rendimiento de grano	22
3.9.12.	Peso de 1000 granos	22
3.10.	Análisis estadístico	22
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1.	Análisis de variancia de las características evaluadas	24

4.2. Análisis de las características evaluadas	24
4.2.1. Días al 50% de floración masculina	24
4.2.2. Días al 50% de floración femenina	26
4.2.3. Días a la madurez de cosecha	30
4.2.4. Número de hojas por planta	31
4.2.5. Área foliar	35
4.2.6. Altura de planta	35
4.2.7. Longitud de mazorca	36
4.2.8. Numero de hileras por mazorca	40
4.2.9. Número de granos por hilera	44
4.2.10. Materia seca total	45
4.2.11. Peso de 1000 granos	46
4.2.12. Rendimiento de grano	49
4.3. Regresiones y correlaciones simples entre el rendimiento	
vs. componentes y otras características	50
4.3.1. Rendimiento en grano y área foliar	50
4.3.2. Rendimiento en grano y altura de planta	54
4.3.3. Rendimiento en grano y materia seca total	54
V. CONCLUSIONES	59
VI. RECOMENDACIONES	61
VII. BIBLIOGRAFIA	62
VIII. ANEXO	64

INDICE DE TABLAS

	Página
TABLA 01.	14
Datos climatológicos observados durante la conducción del trabajo experimental. Centro Poblado de Yatún, Cutervo, Región Cajamarca.	
TABLA 02.	15
Análisis físico y químico del suelo experimental, Centro poblado de Yatun, Cutervo – Región Cajamarca, 2015.	
TABLA 03.	18
Constantes de humedad, determinación de porcentaje de humedad en muestreos semanales de suelo durante la conducción del trabajo experimental, según el ambiente (R0, R1) en el Centro Poblado de Yatun, Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	
TABLA 03.	25
Cuadrados medios del análisis de variancia (Combinado: R1 + R0) para las características evaluadas de 06 genotipos de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i> L), en dos condiciones de humedad, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Cajamarca – Perú, 2015.	
TABLA 04.	27
Días a la floración masculina. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	
TABLA 05.	27
Días a la floración femenina. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	
TABLA 06.	32
Días a la madurez de cosecha. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	
TABLA 07.	32
Numero de hojas. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	

TABLA 08.	Área foliar (dm ²). Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	37
TABLA 09.	Altura de planta (m). Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	37
TABLA 10.	Longitud de mazorca (cm). Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	41
TABLA 11.	Número de hileras por mazorca. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	41
TABLA 12.	Numero de granos por hilera Rendimiento de grano (kg/ha). Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	46
TABLA 13.	Materia seca total (t/ha). Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	46
TABLA 14.	Peso de 1000 grano (kg). Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	51
TABLA 15.	Rendimiento de grano (kg/ha). Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	51

Correlación y regresión lineal simple entre el rendimiento en grano (t/ha) y sus componentes, y otras características.

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 01.	15
Precipitaciones (mm) durante la conducción del trabajo experimental, Centro Poblado de Yatún, Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	
Figura 02.	18
Porcentaje de humedad semanal en los dos ambientes, Centro Poblado de Yatún, Cutervo, Región Cajamarca, 2015	
Figura 03.	28
Días a la floración masculina. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de secano y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	
Figura 04.	28
Días a la floración masculina. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i> L.) en dos ambientes, 2015.	
Figura 05.	29
Días a la floración femenina. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de secano y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	
Figura 06.	29
Días a la floración femenina. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i> L.) en dos ambientes, 2015.	
Figura 07.	33
Días a la madurez de cosecha. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de secano y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	
Figura 08.	33
Días a la madurez de cosecha. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i> L.) en dos ambientes, 2015.	
Figura 09.	34
Número de hojas por planta. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de secano y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	
Figura 10.	34
Número de hojas por planta. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i> L.) en dos ambientes, 2015.	

Figura 11	Área foliar. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de secano y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	38
Figura 12.	Área foliar. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i> L.) en dos ambientes, 2015.	38
Figura 13	Altura de planta. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de secano y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	39
Figura 14.	Altura de planta. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i> L.) en dos ambientes, 2015.	39
Figura 15	Longitud de mazorca. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de secano y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	42
Figura 16.	Longitud de mazorca. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i> L.) en dos ambientes, 2015.	42
Figura 17	Número de hileras por mazorca. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de secano y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	43
Figura 18.	Número de hileras por mazorca. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i> L.) en dos ambientes, 2015.	43
Figura 19	Número de granos por hilera. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de secano y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	47
Figura 20.	Número de granos por hilera. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i> L.) en dos ambientes, 2015.	47
Figura 21	Materia seca total. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de secano y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	48

Figura 22.	Materia seca total. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i> L.) en dos ambientes, 2015.	48
Figura 23	Peso de 1000 granos. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de secano y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	52
Figura 24.	Peso de 1000 granos. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i> L.) en dos ambientes, 2015.	52
Figura 25	Rendimiento de grano. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones de secano y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.	53
Figura 26.	Rendimiento de grano. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i> L.) en dos ambientes, 2015.	53
Figura 27.	Rendimiento de grano vs. Área foliar	55
Figura 28.	Rendimiento de grano vs. Altura de planta	56
Figura 29.	Rendimiento de grano vs. Materia seca total,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	56
Figura 30.	Rendimiento de grano vs. Longitud de mazorca	57
Figura 31.	Rendimiento de grano vs. Número de hileras por mazorca	57
Figura 32.	Rendimiento de grano vs. Número de granos por hilera	58
Figura 33.	Rendimiento de grano vs. Peso de 1000 granos	58

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó entre los meses de octubre del 2014 y febrero del 2015 en el **Centro Poblado de Yatun** – Provincia de **Cutervo, Región Cajamarca**.

El **objetivo** fue: Evaluar el comportamiento de seis genotipos de maíz amarillo a condiciones de lluvias de temporal y condiciones de riego-temporal sobre el rendimiento de grano y otras características.

Se registró las condiciones meteorológicas de temperatura y precipitación del lugar y durante la conducción del trabajo, así mismo se analizó las características físicas y químicas del suelo experimental. Se consideró dos condiciones de humedad **a).** **Condición de lluvias de temporal (R0)**, este tratamiento consideró la exposición de los genotipos solo a las lluvias que ocurrieron en la época desde octubre - febrero **b).** **Condición de Riego-Temporal (R1)**, en este tratamiento, los genotipos híbridos estuvieron sometidos a las lluvias de temporal y al riego por gravedad. Teniendo en cuenta la naturaleza del trabajo, se realizó muestreos de suelo semanales hasta la etapa de floración, con el propósito de determinar el porcentaje de humedad en cada condición de humedad; así mismo se determinó las constantes de humedad, la capacidad de campo ($CC = 19.19\%$) y el punto de marchitez permanente ($PMP = 4.08\%$). Se utilizó como material genético 6 genotipos: **DK 7088, INIA-605, INIA-619, MARGINAL 28T (Testigo), INIA-617 y AGRHICOL**.

Se realizó las prácticas agronómicas adecuadas, como preparación de terreno con yunta, se niveló y se procedió a realizar los surcos a un distanciamiento de 0.70 m y la siembra a 0.40 m entre golpe y golpe; el control de plagas y eliminación de malezas se realizó en forma oportuna; no se presentaron enfermedades. El trabajo se adecuó a un Diseño Experimental de Experimento en Series con Bloques Completos al Azar con tres repeticiones para cada condición de humedad. Se evaluaron las siguientes características: rendimiento de grano, días al 50% de floración masculina, días al 50% de floración femenina, días a la madurez de cosecha, altura de planta, número de hojas, área foliar, longitud de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, materia seca total, rendimiento de grano, peso de 1000 granos. De acuerdo al modelo matemático del diseño experimental, se realizó el análisis de

variancia de las características señaladas; para la comparación de promedios aplicó la prueba de Duncan; se realizó regresiones y correlaciones simples del rendimiento con sus componentes principales y otras características evaluadas. Analizado e interpretados los resultados se concluyó: **1).** Los genotipos dentro del ambiente de riego (**R1**), que obtuvieron los mejores rendimientos fueron: **DK-7088, INIA-605, INIA-619 y MARGINAL-28T (T)** con 7897.0, 8114.0, 7976.0 y 7381.0 kg/ha. El híbrido **INIA 617** registró el menor rendimiento de grano con 4246.0 kg/ha. En el ambiente de temporal (**R0**), el híbrido **DK-7088**, registra el mayor rendimiento, mientras que el genotipo **MARGINAL-28T (Testigo)** registro el menor rendimiento de grano con 2579.0 kg/ha. **2).** Los genotipos **INIA-619 y MARGINAL-28T** redujeron el rendimiento de grano en 60.20 y 65.06%, por efecto de las lluvias de temporal; el genotipo híbrido **DK-7088** toleró a la deficiencia hídrica, reduciendo su rendimiento de grano en tan solo 2.02%. **3).** Los genotipos híbridos necesitaron de menor cantidad de días para alcanzar la madurez de cosecha, cuando se ubicaron en condiciones de temporal. **4).** La disminución de humedad en el suelo en la condición de temporal redujo el área foliar en todos los genotipos híbridos, siendo los más afectados los genotipos **INIA-619, INIA-605 y MARGINAL-28T (T)**, que redujeron en 36.81, 36.22 y 37.61% el área foliar. **5).**

El efecto causado por las lluvias de temporal que ocurrieron en la época en que se ejecutó el trabajo, redujo ligeramente la altura de planta en todos los genotipos. **6).**

El tamaño de mazorca se afectó en la mayoría de los genotipos, por la deficiencia hídrica causado por las pocas lluvias de temporal, siendo los más afectado, **MARGINAL-28T (T) e INIA-619** que redujeron su tamaño en un 13.34 y 48.85%. **7).**

El genotipo más afectado por la reducción de humedad ocasionado por las lluvias de temporal fue **MARGINAL-28T (T)**, **DK-7088** e **INIA-619**, que redujeron el número de granos por hilera en 22.25, 19.81 y 18.42%. **8).** Los genotipos híbridos, fueron afectados con la reducción de humedad, causado por las lluvias de temporal, reduciendo la producción de materia seca; los genotipos híbridos **INIA-619 y INIA-605** fueron los más afectados, reduciendo la producción de materia seca en 32.36 y 46.44%. **9).** El ambiente de temporal, causó reducción del peso de 1000 granos en los genotipos **DK-7088 e INIA-605** en 19.12 y 24.81%. Esto no sucedió con los genotipos restantes.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*), originario de América, representa uno de los aportes más valiosos a la seguridad alimentaria mundial. Junto con el arroz y el trigo, es considerada una de las tres gramíneas más cultivadas en el mundo. Asimismo, en el transcurso del tiempo, diversas instituciones mundiales, estatales y privadas vienen realizando estudios serios con el objetivo principal de incrementar los niveles de rendimiento y de producción de nuevos y mejorados híbridos con un alto nivel productivo, resistentes al clima y a las enfermedades.

En el Perú, el consumo de maíz se ha incrementado de manera notable en la actividad avícola, requiriendo producciones mayores cada día. A partir de 1991 la producción nacional de Maíz Amarillo Duro no abastece la demanda interna que bordea los 2'000,000 de toneladas, a pesar que se dedica una extensión de 277,705 hectáreas. De la demanda total, solo algo más del 50% (1'066,000 t) es cubierto con producción nacional, el otro 50% es cubierto con maíz importado

El Maíz Amarillo Duro es el tercer cultivo en importancia a nivel nacional y constituye uno de los principales enlaces de la Cadena Agroalimentaria del país, la cual se inicia con su cultivo y termina en las cadenas e industrias de carne de aves y cerdos respectivamente. Esta cadena productiva tiene sus eslabones hacia adelante con la avicultura y porcicultura, que son cadenas importantes debido a su alta participación (pollo y cerdo) en el sector agropecuario, específicamente en la canasta familiar de las familias peruanas. Si bien en los últimos diez años la producción nacional de maíz amarillo duro, ha mostrado una tasa de crecimiento de 1.8% promedio anual, es necesario mejorar e incrementar la productividad y competitividad del cultivo, considerando el favorable comportamiento del mercado nacional e internacional para los próximos años (2012)

(<http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroeconomia/agroeconomiamai zamarillo2.pdf>)

Es importante buscar Zonas de la Sierra con similares características a los de la Costa como son los Valles, para introducir paquetes tecnológicos y evaluar cultivares de maíz amarillo que se adapten y contribuyan a la producción de este cereal que permita cubrir

la demanda alimenticia que requieren la ganadería y la crianza de animales menores en la sierra de Cutervo. Los híbridos puede ser parte de esta tecnología, que contribuiría a solucionar esta problemática, con lo que comprobaremos la potencialidad productiva de los materiales híbridos comerciales que introduzcamos y evaluemos en la sierra de Cutervo.

Objetivo

- Evaluar el comportamiento de seis genotipos de maíz amarillo a condiciones de lluvias de temporal y condiciones de riego-temporal sobre el rendimiento de grano y otras características.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ORIGEN, CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA y MORFOLOGÍA DEL MAIZ (*Zea mays* L.)

El maíz es originario de América y constituye uno de los cereales más importantes en la alimentación a nivel mundial, debido a su valor histórico, económico y gran capacidad de adaptabilidad a diferentes climas y suelos. Su clasificación taxonómica mencionada por **Llatas (2006)** es:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Sub clase	: Liliidae
Orden	: Poales
Familia	: Poaceae
Sub familia	: Panicoideae
Tribu	: Andropogoneae
Género	: <i>Zea Linnaeus</i>
Especie	: <i>Zea mays</i> L.

Delgado (2011), reporta que el maíz presenta raíces fasciculadas, con nudos en las raíces secundarias o adventicias, las hojas son largas, grandes, lanceoladas, alternadas, paralelinervias, se encuentran rodeando al tallo y por el haz presentan vellosidades, el tallo es erecto, robusto y sin ramificaciones, no presenta entrenudos; y las inflorescencias son monoicas, las masculinas y femeninas están separadas en la misma planta; las masculinas presentan una panícula y las femeninas tienen unas estructuras vegetativas denominadas espádices.

El maíz necesita climas relativamente cálidos, cultivándose en regiones de temporal, de clima caliente y clima subtropical húmedo, pero no se adapta a regiones semiáridas. La temperatura requerida depende del estado de desarrollo, siendo la óptima entre 20-25 °C en la germinación, 20-30 °C durante el crecimiento vegetativo y 21-30 °C en la floración. En cuanto al suelo, se prefieren los de textura franca, con un pH entre 6-7,5 y humedad en el estado de

capacidad de campo, con un requerimiento de 7000 m³/ ha⁻¹ en riego por profundidad y 3000-3500 m³/ha⁻¹ en sistema tecnificado de riego por goteo. La preparación del terreno se hace en seco y con subsolador o un disco. Después, se aplica un riego de machaco o riego pesado, cuando el terreno está en capacidad de campo se usa una rastra ligera y posteriormente se nivela el terreno. Por lo general en el Perú se usan la labranza comercial y la labranza mínima. Ésta última es la más indicada en verano en los valles de la costa con climas templados (Feijóo, 2005; Injante y Joyo, 2010; Delgado, 2011);

2.2. IMPORTANCIA DEL MAIZ AMARILLO DURO

<http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroeconomia/agroeconomiamazamarillo2.pdf>. Principales Aspectos de la Cadena Agroproductiva (2012).

El maíz amarillo duro producido en el Perú posee un alto valor proteico y buena concentración de caroteno a diferencia del maíz amarillo duro importado, por lo que es apreciado por las principales empresas dedicadas a la industria avícola, que minimizan el uso de harina de marigold en la alimentación de sus aves para la producción de carne y huevos.

El maíz amarillo duro es el tercer cultivo en importancia a nivel nacional y tiene una relevancia fundamental debido a que forma parte de la cadena de maíz amarillo duro, avicultura, porcicultura, la cual es la más importante en términos de la actividad económica y social para el país.

Como se mencionó, los productores de maíz amarillo duro en su gran mayoría son minifundistas, trayendo consigo deficiencias en la comercialización, bajo poder de negociación al momento de establecer precios finales. Es un cultivo extendido en la mayor parte del territorio nacional.

<https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-maiz-amarillo-duro-se-incremento-en-364-8743/> (2015).

La producción de maíz amarillo duro alcanzó las 123 mil 805 toneladas, en el mes de setiembre de 2015, cifra que comparada con similar mes del año 2014, representó un notable incremento de 36,4%, como resultado de las mayores

siembras efectuadas en los meses de abril y mayo; informó el Jefe del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Dr. Aníbal Sánchez Aguilar.

En este resultado contribuyó la mayor producción registrada en los departamentos de Lambayeque (174,9%), Ica (72,0%) y Áncash (26,9%); los que en conjunto representaron el 62,0% del total nacional. De igual modo, aumentó en San Martín (369,4%), Piura (54,7%), Huancavelica (48,3%), Junín (47,0%), Huánuco (11,0%), Tumbes (5,7%) y Loreto (2,9%). Sin embargo, disminuyó la producción de este grano en Pasco (-93,5%), Cajamarca (-67,7%), Ucayali (-40,6%), La Libertad (-29,7%), Amazonas (-9,8%) y Lima (-0,6%).

2.3. BASE TEORICA

La deficiencia de humedad para causar daño depende de la especie, de la edad de la planta, de las características de retención de humedad del suelo y de las condiciones atmosféricas (Kramer, 1980).

El efecto más general y obvio del déficit hídrico es la reducción del área foliar y finalmente el rendimiento.

El agua es vital en cualquier etapa de desarrollo de la planta (Treshow, 1970). Generalmente se tiene daños más perjudiciales en ciertas etapas de desarrollo, reflejándose en una disminución del crecimiento y del rendimiento.

Las plantas responden al déficit de humedad en un gran número de formas, dependiendo particularmente del tiempo de ocurrencia y del periodo de tensión del que están sujetas (Levitt, 1972; Kramer, 1983; Schmit, 1983). Así el déficit de humedad puede producir un cambio en la morfología, fisiología y bioquímica de la planta (Kramer, 1983). Aunque el déficit de humedad afecta el crecimiento de la planta, algunos órganos son más afectados que otros. La relación entre hojas y tallos son disminuidas.

Fisher y Turner (1978) han analizado la productividad de las plantas bajo condiciones áridas y semi-áridas en términos de agua total transpirada (obtenida), la eficiencia con la que esta agua es usada (eficiencia en el uso del

agua como gramos de materia seca producida por gramos de agua transpirada) y el índice de cosecha (la relación entre el rendimiento económico y la materia seca total). Estos autores encontraron poca diferencia de evidencias consistentes entre variedades en cuanto a la eficiencia en el uso del agua, así que el rendimiento bajo condiciones limitantes de humedad estuvo determinado por la transpiración total (exploración radical, etc.) y el índice de cosecha (estos dos parámetros pueden ser antagónicos, i.e. un aumento en la materia seca distribuida a las raíces para permitir una exploración radical extra podría reducir el índice de cosecha). En el caso del trigo hay evidencia de que existe el potencial genético para aumentar tanto el índice de cosecha como los patrones de enraizado (Fisher y Turner, 1978; Passioura, 1981).

Los efectos de la sequía en la morfología, fisiología y fenología de la planta es generalmente la reducción en la expresión de características específicas. El efecto de la sequía en el rendimiento económico sigue un patrón similar. En frijol, la reducción del rendimiento está generalmente en función del bajo número de vainas, y a su menor longitud, a cambios en el número de semillas por vaina y al tamaño de semilla. De los componentes de rendimiento, el tamaño de semilla experimenta cambios poco significativos. La importancia de las vainas fijadas como un primer factor de resistencia a sequía ha sido enfatizada por Stocker (1974).

Las plantas a lo largo de su desarrollo experimentan algún grado de estrés por déficit hídrico. En los sistemas naturales, un déficit de agua puede ser el resultado de bajas precipitaciones, baja capacidad de retención de agua del suelo, excesiva salinidad, temperaturas extremas frías o calientes, baja presión de vapor atmosférica o una combinación de estos factores (Nilsen y Orcutt, 1996).

Las plantas también poseen mecanismos de aclimatación que se activan en respuesta a estrés hídrico (Nilsen y Orcutt, 1996). Cuando el déficit hídrico se desarrolla lentamente, se dan cambios en procesos de desarrollo que tienen varios efectos sobre el crecimiento. Uno de principal importancia es la limitación

específica de la expansión foliar. Aunque el área foliar es importante, pues de ella depende la fotosíntesis, una rápida expansión foliar puede afectar negativamente la adaptación a la poca disponibilidad de agua. Otro proceso que se modifica es el crecimiento radicular. La disponibilidad de agua afecta la relación entre el crecimiento de la parte aérea y la raíz; la raíz continúa su desarrollo mientras que la parte aérea deja de crecer por causa del estrés. Así, las plantas son capaces de continuar el desarrollo de sus raíces en búsqueda de agua en zonas más profundas del suelo (Potters et al., 2007).

La producción del cultivo resistente a sequía no debe de estar referida en términos de mecanismos fisiológicos, pero si como un parámetro de estabilidad, lo cual permita mantener el rendimiento de grano a pesar del estrés hídrico impuesto. Así, la resistencia a la sequía puede ser definida por un porcentaje de reducción en rendimiento entre la condición estresada y la no estresada. Por lo tanto, los altos rendimientos en ambientes secos pueden ser considerados como un efecto residual del alto potencial de rendimiento.

El rendimiento promedio obtenido de maíz en condiciones de secano presenta una brecha muy amplia en relación al logrado con riego suplementario (Sawchik y Formoso, 2000; Cardellino y Baetghen, 2000, mencionado por Giménez (2012).

Este comportamiento se explica porque la principal limitante ambiental del Uruguay para la producción de cultivos de verano es la disponibilidad hídrica (Sawchik y Cereta, 2005, mencionado por Gimenez, 2012), debido a la escasa capacidad de almacenamiento de agua de los suelos (Molfino y Califra, 2001, mencionado por Gimenez, 2012), a las demandas atmosféricas elevadas del verano y a la irregularidad de las precipitaciones, que generalmente, no cubren las necesidades de los cultivos.

El potasio ayuda al maíz a soportar el estrés hídrico Anaite Herrera e Ignacio Lazcano-Ferrat*

[http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/41E267E39F7A1A7F06256AD10061232C/\\$file/Sequia++Inundaciones++El+potasio+ayuda+al+amiz+a+soportar+el+estres+hidrico.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/41E267E39F7A1A7F06256AD10061232C/$file/Sequia++Inundaciones++El+potasio+ayuda+al+amiz+a+soportar+el+estres+hidrico.pdf)

El agua, además de ser el principal componente de las células y de mantener una adecuada temperatura dentro de la planta, ayuda en el transporte de potasio (K) (y otros nutrientes) desde la solución del suelo hasta los órganos superiores de la planta. Una buena cantidad de nutrientes minerales en el suelo, junto con un adecuado nivel de humedad, asegura un buen crecimiento del cultivo. Si la planta tiene una buena nutrición y buen nivel de humedad durante el ciclo de cultivo, rendimientos altos y calidad pueden esperarse. Sin embargo, cuando el suplemento de agua es deficiente, la disponibilidad, absorción y transporte de nutrientes se ven limitados. Además las plantas debilitadas por el estrés son más susceptibles al ataque de insectos y enfermedades, lo que tiene un impacto directo en la producción de grano. La falta severa de agua en el maíz se manifiesta por: a) pérdida de turgencia (flacidez o marchitamiento) de las hojas; aliviado exclusivamente cuando se le agrega agua a la planta y b) el enrollamiento y apariencia opaca de las hojas superiores de las plantas jóvenes. Cuatro días de flacidez continua, durante el período de crecimiento vegetativo, pueden reducir el potencial de rendimiento entre 5 y 10 %. Si el estrés hídrico (marchitamiento) se presenta durante la emergencia de la flor femenina (jiloteo) y polinización, la producción puede reducirse hasta en un 50 %. La falta de agua en este período es crítica porque retrasa la maduración del aparato reproductor femenino y altera la sincronización entre la emergencia de los estilos y la liberación del polen, dando como resultado mazorcas con menos granos

CIMMYT (1980), informa que se han logrado continuos avances en el mejoramiento de eficiencia de maíz tropical para producir grano; un proyecto especial sobre técnicas para desarrollar una mayor resistencia a la sequía; dentro de estos proyectos se han continuado, para incorporar caracteres de precocidad a los maíces tropicales de alto rendimiento, así como para el rango de adaptación del germoplasma del maíz.

Bänziger, et al. (2012). Mencionan, autores que expresan que el estrés por sequía afecta las características fisiológicas a nivel celular:

- Hay acumulación de ácido **abscísico** (ABA). Este se genera principalmente en las raíces y estimula su crecimiento. De ahí, pasa a las hojas (y, en mucho menor grado, a los granos), donde provoca enrollamiento, cierra los estomas y acelera la senescencia foliar. Esto sucede aun antes de que los mecanismos hidráulicos reduzcan la turgencia foliar (Zhang et al. 1987). Es probable que esta señal, enviada por las raíces, sea la que hace que la planta reduzca las pérdidas de agua. Por tanto, el ABA es un regulador del crecimiento vegetal que ayuda a la planta a sobrevivir al estrés por sequía, pero que no parece contribuir a la producción en condiciones de sequía. Este ácido también pasa al grano, donde contribuye al aborto de los granos de la punta durante el llenado de grano.
- Cuando hay estrés de leve a moderado, la **expansión celular** se inhibe. A medida que el estrés se intensifica, esto se manifiesta en una menor expansión del área foliar, seguida por un menor crecimiento de los estigmas, un menor alargamiento del tallo y, finalmente, menos crecimiento radicular.
- Cuando hay estrés severo por sequía, la **división celular** se inhibe de forma tal, que, aunque el estrés desaparezca, los órganos afectados no tienen células suficientes para expandirse plenamente.
- **Ajuste osmótico:** En respuesta al estrés por sequía, la mayoría de las especies son capaces de formar sustancias que son osmóticamente activas en el citoplasma y la vacuola. Esto permite a la planta absorber más agua del suelo y mantener su turgencia y la función celular durante más tiempo cuando hay sequía. El ajuste osmótico es especialmente visible en el sorgo, el trigo y el arroz (el incremento de la negatividad es de 1 a 1.7 MPa), y mucho menos visible en el maíz (de 0.3 a 0.5 MPa) (Bolaños y Edmeades 1991). Cuando el estrés por sequía es severo, con frecuencia se observa acumulación de prolina. La prolina actúa como osmolito y, a medida que se pierde la turgencia, protege las estructuras proteínicas.
- **Foto-oxidación de la clorofila:** La sequía afecta al fotosistema 2 más que al fotosistema 1 en el mecanismo fotosintético. Estos fotosistemas se desacoplan, lo cual causa que haya electrones de alta energía libres en la hoja. El transporte de electrones desacoplados da como resultado foto-oxidación de la clorofila y pérdida de la capacidad fotosintética. Enseguida, por el estrés por sequía, las hojas que están expuestas directamente al sol se tornan amarillentas.
- **La actividad enzimática** en general se reduce cuando hay sequía. Por ejemplo, la conversión de sacarosa a almidón en el grano se reduce porque disminuye la

actividad de la invertasa ácida, una enzima clave que convierte la sacarosa en azúcares hexosas (Westgate 1997; Zinselmeier et al. 1995).

<http://www.milenio.com/node/231461> (2009) Si en la tierra está el problema, en la tierra está también la solución: científicos de dos compañías biotecnológicas encontraron en una bacteria comúnmente hallada en el suelo un gen que, incorporado a las plantas de maíz, les agrega la capacidad de resistir el estrés causado por la sequía. Voceros de BASF y Monsanto anunciaron el descubrimiento, en la bacteria *Bacillus subtilis*, de un gen de ocurrencia natural que permite a cultivos comerciales de maíz, *Zea Mays*, mantener rendimientos más estables en condiciones de escasez de agua.

http://www.cronica.com.mx/nota.php?id_notas=436093. (2009). Mejorar genéticamente las variedades de maíz y trigo para lograr mayor producción, resistencia a plagas y alto valor nutritivo, que sea aprovechado principalmente en zonas de escasos recursos, es la labor, desde hace 43 años, del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Ante el cambio climático y la necesidad de usar de manera eficiente los recursos, como el agua, el CIMMYT incursiona ahora en la generación de semillas resistentes a sequía.

2.3. PRODUCCIÓN DE MAIZ

<http://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-maiz-amarillo-duro-aumento-en-108-8270/> **Producción de maíz amarillo duro aumentó en 10,8%** (23/03/2015)

En el primer mes del presente año, la producción de maíz amarillo duro registró 107 mil 822 toneladas y representó un aumento de 10,8%, respecto a similar mes del año anterior, como resultado de las mayores superficies sembradas y disponibilidad del recurso hídrico; así lo dio a conocer el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Los departamentos que contribuyeron con este resultado fueron Lambayeque (39,2%), Ica (25,9%), Lima (19,1%) y Loreto (10,3%), que en conjunto concentraron el 53,5% del total nacional. De igual modo, creció en Moquegua (170,6%), Tumbes (56,0%), Madre de Dios (42,1%), Amazonas (34,7%), Pasco (27,9%), Piura (18,0%), Junín (17,4%), Áncash (16,1%), Huánuco (12,2%) y Ucayali (10,2%).

Por el contrario, disminuyó la producción de este grano en La Libertad (-30,1%), Cajamarca (-9,1%), San Martín (-8,4%) y Cusco (-0,9%).

El maíz Híbrido: el aumento de la producción de maíz se hizo posible principalmente gracias a la introducción de semillas híbridas que para obtenerlas se utilizaban como progenitores diversas líneas obtenidas por endogamia (asimismo de origen híbrido). Cuando tales líneas se cruzan, la semilla resultante produce plantas híbridas muy vigorosas. Las variedades que se quieren cruzar deben sembrarse en hileras alternas, retirando las inflorescencias masculinas de una de ellas a mano, de manera que todas las semillas que se produzcan a partir de dichas plantas serán híbridas.

Mediante una selección cuidadosa de las mejores líneas cruzadas, se pueden producir los híbridos de maíz más vigorosos y apropiados para el cultivo en una zona determinada. Debido a la uniformidad de las características de las plantas híbridas, éstas son fáciles de cosechar y dan lugar a producciones más altas que los individuos no híbridos. Menos del 1% del maíz que se cultivaba en Estados Unidos en 1935 era híbrido, mientras que hoy en día lo es virtualmente en su totalidad. Actualmente se necesita mucho menos trabajo para conseguir mayores producciones por hectárea de lo que se requería antes.

<http://www.monografias.com/trabajos35/produccion-maiz-peru/produccion-maiz-peru.shtml>

El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), organismo adscrito al Ministerio de Agricultura, liberó en Chiclayo un nuevo híbrido de Maíz Amarillo Duro denominado “INIA 619 – Megahíbrido”, que rinde hasta 14 toneladas por hectárea y tiene una amplia adaptación en la costa y la selva del país.. El híbrido de Maíz Amarillo Duro “INIA 619 – Megahíbrido”, es el resultado de siete años de trabajo realizado por investigadores científicos del Programa Nacional de Innovación Agraria en Maíz del INIA.

<http://www.inforegion.pe/desarrollo/143950/nuevo-hibrido-de-maiz-amarillo-duro-rinde-hasta-14-tm-por-hectarea/>

[http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/CapacitacionesProductores/MAD/MANEJO INTEGRADO DE MAIZ AMARILLO DURO.pdf](http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/CapacitacionesProductores/MAD/MANEJO_INTEGRADO_DE_MAIZ_AMARILLO_DURO.pdf). El maíz amarillo duro es uno de los cultivos más importantes del Perú. Se siembra mayormente en la costa y la selva, siendo

Lambayeque, La Libertad, Áncash, Lima y San Martín los principales departamentos productores, que, en conjunto, representan el 55% de área cultivada, siendo la zona de Lima (Cañete, Chancay –Huaral, Huacho, Barranca) la que ocupa el 1er lugar en su participación con el 20 % de la producción total de este cultivo. En orden de importancia sigue La Libertad con el 15%. Es pertinente señalar, que en estas dos regiones están instaladas las empresas avícolas más importantes del país, que han propiciado el crecimiento de las áreas y producción del maíz para atender el requerimiento para la alimentación de las aves.

En la costa norte del Perú se puede sembrar todo el año, considerándose como periodo apropiado de abril a setiembre y periodo óptimo de mayo a julio. Responde favorablemente a suelos profundos de textura media y con alta capacidad de retención de humedad. Se adapta a suelos con pH ligeramente ácido (5,6) a ligeramente alcalino (7,5). Se han establecido dos épocas en las que el maíz requiere más agua, en su primera fase de crecimiento y cuando está en floración y fructificación (**Serquén, 2008**).

2.4. OTROS TRABAJOS CON MAIZ AMARILLO DURO

ARANDA (1997), efectúa un comparativo de rendimiento de maíces duros tropicales precoces para verano en el Fundo “El Cienago” de la UNPRG para lo cual se estudiaron 9 cultivares originarios de USA, Chile y Perú, encontrándose que los híbridos DK-626 y DK-656 tuvieron los mejores rendimientos, con 6772 y 6567 t/ha.

CORONADO (2015), evaluó material genético de maíz amarillo duro en dos épocas de siembra, en el Centro poblado de Yatun en Cutervo, determinando que la mayor parte del material evaluado, incremento el rendimiento de grano cuando se ubicaron en la primera época (Junio-Noviembre), con excepción del híbrido DOW 2B que redujo su rendimiento, mostrando un mejor comportamiento en la primera época, que coincide con la época de lluvias (Diciembre-Junio).

INJANTE Y JOYO (2010), indican que en el cultivo de maíz la mayor demanda

de nutrientes se da entre 30-60 días después de la siembra (absorción de 38,5 % N; 26,5 % P; 66 % K; 49,2 % Ca; 46,5 % Mg), seguido de 60-90 días (absorción de 47 %N; 46,5% P; 29,6% K; 46,2% Ca; 42% Mg). Al final de los 90 días se ha completado cerca del 88 % de sus necesidades de N; 74 % de P; 100 % de K y 90 % de Mg. La primera fertilización (NPK) se puede realizar al momento de la siembra a máquina y si es a palana cuando la planta tiene cuatro hojas extendidas, 8 días después de la siembra. La segunda fertilización para completar la dosis de N requerida se realiza cuando la planta tiene ocho hojas extendidas, 25-30 días después de la siembra.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

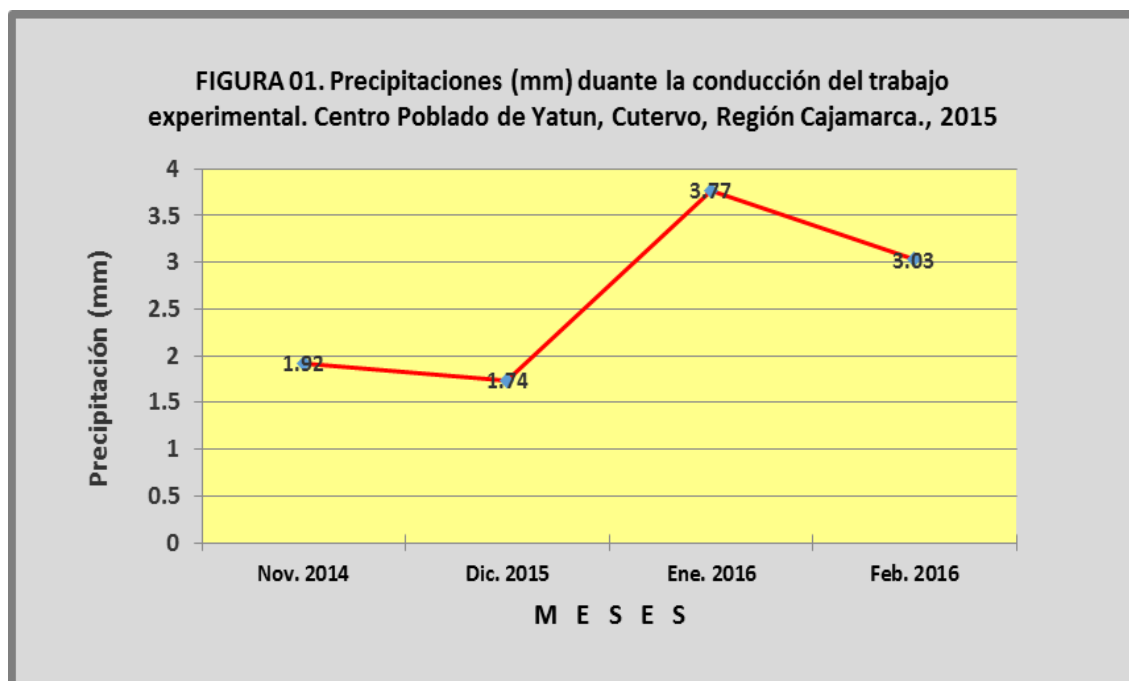
El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro poblado de Yatún, Distrito y Provincia de Cutervo, Departamento de Cajamarca. Se desarrolló en campo entre los meses de octubre del 2014 y Febrero del 2015. Cutervo se encuentra ubicado geográficamente, en la sierra norte del Perú, con una latitud de 6° 22' 42'' y una longitud de 78° 48' 56''.

3.2. CONDICIONES CLIMATICAS

Durante los meses de conducción del experimento se registraron los datos meteorológicos, que incluye: temperaturas, máxima, mínima y media, y precipitación pluvial. Las condiciones climatológicas de temperatura son adecuadas para el cultivo de maíz. Las precipitaciones ocurrieron durante todas las etapas del crecimiento y desarrollo de los genotipos, pero observamos que las mismas fueron de baja intensidad durante los primeros dos meses coincidiendo con la etapa vegetativa, la que evidentemente se afectó, cual se reflejó en los resultados.

TABLA 01. Datos climatológicos observados durante la conducción del trabajo experimental. Centro Poblado de Yatún, Cutervo, Región Cajamarca.

Mes/año	Temperatura (°C)			Precipitación.
	Máxima	Mínima	Media	(mm)
Nov. 2014	19.32	10.26	14.79	1.92
Dic. 2014	19.05	10.80	14.93	1.74
Ene. 2015	16.50	10.51	13.50	3.77
Feb. 2015	18.58	10.31	14.44	3.03
Promedio	18.36	10.47	14.41	2.62



3.3. ANALISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS-QUÍMICAS DEL SUELO.

Se realizó un muestreo de suelo, para determinar las características físicas-químicas del suelo experimental. Podemos observar que el suelo presentó contenido medio de materia orgánica, buen contenido de fósforo, medio de potasio; sin problemas de sales, con pH neutro. Las condiciones de suelo son adecuadas para el desarrollo del cultivo de maíz (**Tabla 02**).

TABLA 02. Análisis físico y químico del suelo experimental, Centro poblado de Yatun, Cutervo – Región Cajamarca, 2015.

	Ao %	Lo %	Arc %	Clase Textural	pH	C.E dS/cm	M.O. (%)	N (0.14)	P ppm	K ppm
YATUN	10	12	85	Arcillosa	7.0	2.3	2.18	0.15	90	290

Fuente: Laboratorio Facultad de Agronomía de la U.N.P.R.G.

3.4. TRATAMIENTOS DE HUMEDAD

Se consideró dos condiciones de humedad:

Condición de temporal o seco: Este tratamiento, solo consideró la conducción de las parcelas bajo condiciones de lluvias de temporal que ocurrieron durante los meses de octubre 2014, noviembre 2014, diciembre 2014,

enero 2015 y febrero 2015; según los datos climatológicos, la etapa vegetativa coincidió con las escasas precipitaciones que ocurrieron en el mes de octubre 2014, noviembre 2014 y parte de diciembre 2014, lo que hace suponer que la etapa vegetativa del cultivo, se afectó por la deficiencia hídrica, y con ello también la producción final como el rendimiento de grano.

Condición de riego - temporal: Se sometieron todas las parcelas a riego por gravedad tal y conforme lo realiza el agricultor de la zona considerando que cuentan con fuente de agua todo el año, y también adicionalmente a lluvias de temporal, al inicio de la temporada de lluvias en el mes de octubre, de tal manera que se cubriera los requerimientos hídricos de las plantas de maíz, durante todas sus etapas.

Es importante aclarar, que lo que se pretendió en este trabajo, estuvo sujeto a observar las respuestas de las planta de maíz frente a las lluvias que se puedan producir entre los meses de octubre y diciembre. Generalmente las primeras lluvias de temporal que se producen en Cutervo, entre Octubre y Diciembre son esporádicas, lo que hizo suponer que de una u otra forma coincidió con las primeras etapas de crecimiento y desarrollo de los genotipos de maíz, y probablemente se afectó.

3.5. DETERMINACIÓN DE LAS CONSTANTES Y PORCENTAJE DE HUMEDAD.

Se tomaron muestras de suelo del campo experimental a una profundidad de 0 - 40 cm; en estas, se determinó las constantes de humedad: capacidad de campo (CC), y el punto de marchitez permanente (PMP), mediante método indirecto mediante el método de columnas y el método de deshidratación. El método de columna consistió en utilizar mangueras de 30 cm de longitud, transparentes, los cuales fueron hermetizados en la parte inferior, colocando en cada uno, suelo tamizado y muestreado del área experimental para proceder de inmediato a colocar 15 ml de agua, el cual en un espacio de tiempo de 24 horas ha drenado, extrayéndose después una muestra del tercio medio del perfil húmedo, estimándose en ella el porcentaje de humedad, que tiene un valor similar a la capacidad de campo determinado mediante métodos directos. Los valores de CC y PMP, permite conocer la variación de humedad del suelo entres estos

valores.

En lo que se refiere a la determinación del PMP se utilizó maceteros de plástico del mismo volumen en los cuales se colocó la misma cantidad del suelo experimental, y luego se procedió a la siembra; una vez realizada la siembra, el suelo se mantuvo a capacidad de campo hasta cuando las dos primeras hojas de maíz estuvieron bien formadas, a partir de este momento se impuso el estrés hídrico a las plántulas; cuando las plántulas expresaron signos de marchites completa, se procedió a extraer el tercio medio del volumen de tierra del vaso, a la cual se le determinó el porcentaje de humedad (equivalente al PMP).

Para determinar los porcentaje de humedad

Se realizaron muestreos semanales durante el período del cultivo, a una profundidad de 40 cm, en el área experimental de cada tratamiento de humedad. Esto con el propósito de determinar y controlar el nivel de humedad existente en el suelo en función de las constantes de humedad.

El porcentaje de humedad se determinó mediante el método indirecto empleando la siguiente fórmula:

$$H(\%) = \text{PSH} - \text{PSS} / \text{PSS}$$

Dónde: $H(\%)$ = Contenido de humedad

PSH = Peso de suelo húmedo

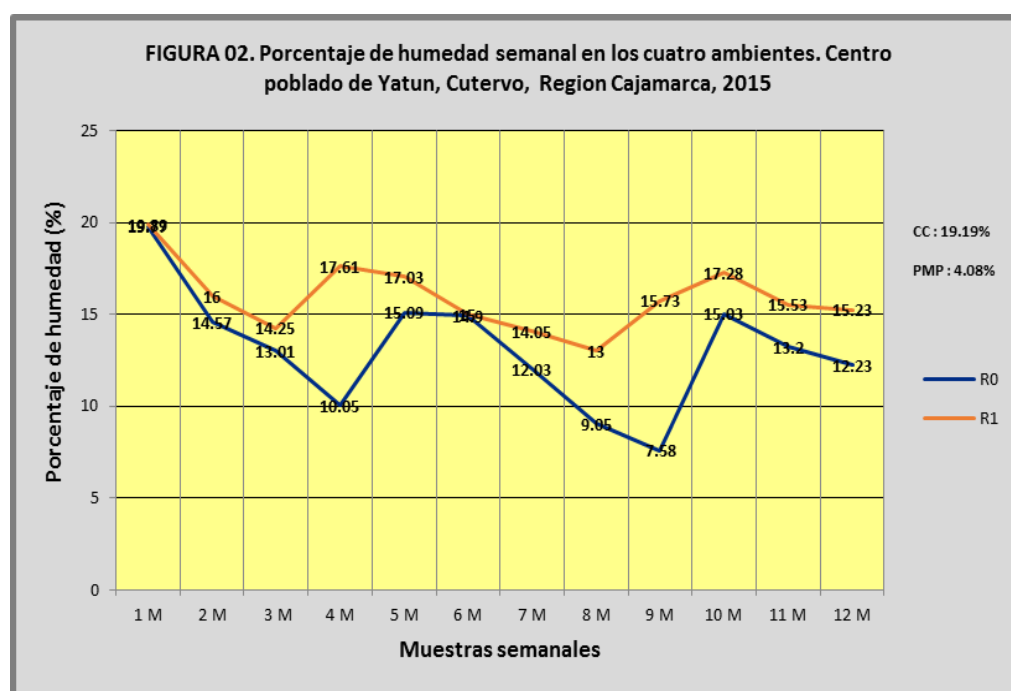
PSS = Peso de suelo seco (estufa)

En cuanto a las constantes de humedad, se detectaron valores de Capacidad de Campo (CC) equivalente a 19.19 y Punto de Marchitez Permanente (PMP) de 4.08%. Los porcentajes de humedad del suelo experimental durante el desarrollo de trabajo experimental son representados en la figura 01; donde puede apreciarse que el contenido de humedad en la condición de humedad R0, varia considerando que estuvo sujeto a la ocurrencia de las precipitaciones cayendo en algunos casos hasta 9.05%; mientras que el régimen R1, se reduce hasta 13.00%. (Tabla 02). Estos resultados indican que las condiciones de humedad fueron adecuadas para los fines del trabajo.

Se realizaron muestreos de suelo con una frecuencia semanal, en el área experimental, a una profundidad de 0.40 m., con el propósito de estimar la humedad del suelo que existe entre las constantes de humedad antes

TABLA 03. Constantes de humedad, determinación de porcentaje de humedad en muestreos semanales de suelo durante la conducción del trabajo experimental, según el ambiente (R0, R1) en el Centro Poblado de Yatun, Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

	CONSTANTES DE HUMEDAD											
	Capacidad de campo (CC)						Punto de marchites permanente (PMP)					
	19.19						4.08					
	MUESTREOS SEMANALES											
AMBIENTE	1°M	2°M	3°M	4°M	5°M	6°M	7°M	8°M	9° M	10 ° M	11 ° M	12° M
	28/10/14	04/11/14	11/11/14	18/11/15	25/11/14	02/12/14	09/12/14	16/12/14	23/12/14	30/12/14	06/01/15	13/01/15
R0	19.77	14.57	13.01	10.05	15.20	14.9	12.03	09.05	07.58	15.03	13.20	12.23
R1	19.89	16.00	14.25	17.61	17.03	15.00	14.05	13.00	15.73	17.28	15.53	15.23



señaladas. Esta evaluación determinará las condiciones de humedad en las que se encuentra el suelo.

3.6. MATERIAL GENÉTICO

Se utilizó cuatro genotipos híbridos de maíz amarillo duro y dos variedades,

1. AGRHICOL

2. INIA 617

3. INIA 609

4. INIA 605

5. DK 7088

6. TESTIGO (Marginal 28 T)

CARACTERISTICAS DE LOS HIBRIDOS EN ESTUDIO

INIA 617 – LA CHUSCA

Esta variedad, liberada por el Programa Nacional de Innovación Agraria en Maíz del INIA, es considerada como una buena alternativa para la agricultura peruana pues presenta un alto potencial de rendimiento, alcanzando 9 toneladas en grano y hasta 96 toneladas para forraje (a los 93 – 95 días de siembra) superando así a la variedad Marginal 28 Tropical.

INIA 617 – Chuska

Se adapta de manera óptima en la Costa y Selva peruana y se caracteriza por ser precoz y rústica. Esta variedad de maíz amarillo duro tiene cierta tolerancia a las altas temperaturas y a las principales enfermedades que afectan a este cultivo. Además, no requiere aporques y gran cantidad de fertilizantes.

INIA 609 Naylamp

Es un híbrido triple, de amplia adaptación a las condiciones de terrenos marginales de la costa norte, con rendimientos promedio de 10 t/ha, buena calidad de grano.

INIA 605 “Perú”

Es un híbrido simple, con una altura de 2.30, formado por dos líneas altamente endogámicas, con rendimiento promedio de 9.72 t/ha

DEKALB 7088

Es un híbrido de última generación, con gran potencial de rendimiento de grano, gracias a su tamaño de grano, con alta tolerancia a plagas y enfermedades predominantes en los cultivos de maíz en el Perú.

3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental, fue el denominado Experimento en Serie con Bloques Completos al Azar. Las condiciones de humedad fueron conducidas en forma separada, **constituyendo cada uno un experimento, con tres repeticiones**; la ubicación del material genético dentro de cada repetición fue en forma aleatoria.

3.8. INSTALACIÓN Y MANEJO DEL EXPERIMENTO

La instalación del trabajo, se realizó el 10 de octubre del 2014. Se realizó la limpieza del terreno, luego la preparación del terreno con yunta en forma cruzada, surcado y finalmente la siembra. Se consideró las prácticas culturales adecuadas para el buen manejo del cultivo; así también se registraron los datos climatológicos de precipitaciones, temperaturas máximas y mínimas.

3.9. REGISTRO DE CARACTERÍSTICAS

3.9.1. Días al 50% de floración masculina

Se realizó desde el momento de la siembra hasta cuando el 50% de la población de cada parcela, inició la emisión de polen.

3.9.2. Días al 50% de floración femenina

Se realizó desde la siembra hasta cuando los estigmas del pistilo se encontraron fuera del jilote, en el 50% de la población, en cada parcela.

3.9.3. Días a la madurez de cosecha

Se consideró, los días cuando las plantas manifestaron senescencia y las mazorcas manifiestan en sus granos la capa negra.

3.9.4. Altura de planta

Se tomaron cinco plantas competitivas de cada parcela y en cada tratamiento de humedad. La altura se midió desde la base del tallo hasta el último nudo donde nace la última hoja, es decir hasta la base de la inflorescencia masculina. Este dato se registró cuando las plantas de cada parcela alcanzaron el 100% de floración femenina.

3.9.5. Longitud de mazorca

Se registró en diez mazorcas tomadas al azar en cada unidad experimental. Se medirá de extremo a extremo en cada mazorca.

3.9.6. Número de hileras por mazorca

Esta característica se determinó, en una muestra de diez mazorcas tomadas al azar, en cada parcela experimental.

3.9.7. Número de granos por hilera

Se registró, en diez mazorcas tomadas al azar por cada parcela experimental.

3.9.8. Número de hojas por planta

Se determinó en una muestra de 10 plantas por unidad experimental por cada ambiente, cuando las plantas entraron en el estado de madurez fisiológica.

3.9.9. Área foliar

El área foliar se midió cuando el cultivo alcance la madurez fisiológica. Para evaluar esta característica se registró en 3 plantas por parcela. Para su determinación se realizó las siguientes mediciones:

1. Longitud de hoja (L).- Esta medida se realizará desde la aurícula hasta el ápice de la hoja central.
2. Ancho de la hoja (A).- Esta medida se realizará en el centro de la lámina de la hoja.
3. Número de hojas (N°) Se contará el número total de hojas presentes en la planta.

Para calcular el área foliar, se empleará la fórmula siguiente:

$$AF= L \times A \times N^{\circ} \text{ de hojas} \times 0.75$$

Dónde: 0.75 es una constante de corrección, calculada para hallar el área de la hoja de maíz.

3.9.10. Materia seca total

Representa la materia seca de la planta y se expresa en términos de peso. Se

determinó a la madurez de cosecha; para ello se tomará un metro lineal, en los surcos centrales, para cada parcela. Las muestras se someterán a estufa por espacio de 48 horas a 75° C, hasta obtener un peso constante.

3.9.11. Rendimiento de grano

Se obtuvo pesando la producción de grano por parcela en ambos ambientes, llevando al 14% de humedad. Se expresó en kg/ha.

3.9.12. Peso de 1000 granos

Se tomó cuatro muestras de 1000 granos por unidad experimental, para luego obtener un promedio.

3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todas las variables se analizaron siguiendo dos procedimientos:

- 1.) Para el análisis de varianza de cada una de las condiciones: Condición de riego – temporal (R1) y condiciones de temporal o seco (R0) se utilizó el modelo de bloques al azar:

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

Donde:

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

μ = es la media general del experimento

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

β_j = es el efecto asociado al j-ésimo bloque

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

- 2.) Para el análisis de la interacción de los genotipos por ambiente de humedad, se utilizó el modelo correspondiente al diseño experimental considerado (análisis combinado R0 + R1), (Martínez, 1988).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = es el valor de la característica en estudio observado en los ambientes de humedad i en el bloque j y con el genotipo k

μ = es la media general

- α_i = es el efecto del régimen de humedad i
- β_{ij} = es el efecto del bloque j dentro de la condición de humedad i
- γ_k = es el efecto del genotipo k
- $(\alpha\gamma)_{ik}$ = es el efecto de la interacción del genotipo k por la condición de humedad i
- ε_{ijk} = es el efecto aleatorio asociado a la parcela del genotipo k en el bloque j y en la condición de humedad i

Para la comparación de medias de los tratamientos de humedad, para los genotipos, se utilizó la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de 5%.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANALISIS DE VARIANCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS EVALUADAS

Los resultados de análisis de variancia combinado se muestran en la tabla 04, observándose que en la fuente de variación condición de humedad todas las características evaluadas mostraron significación y alta significación estadística lo que quiere decir que las condiciones de humedad provocada por las lluvias ocurridas afectaron en sus valores a dichas características. En cuanto a la fuente de variación genotipo, con excepción de las características días a la floración masculina, días a la floración femenina, materia seca total, numero de hojas, área foliar, el resto de características mostraron significación estadística, lo que se interpreta como características sensibles a las variaciones de humedad relacionado con el patrón genético de cada híbrido de maíz. Respecto a la interacción Genotipo x Condición de Humedad podemos observar que las variables relacionadas con la etapa reproductiva no interaccionaron con los ambientes de humedad, igual sucedió con la acumulación de materia seca y variables relacionadas con el área foliar, sin embargo variables relacionadas con el rendimiento como número de granos por hileras, numero de hileras por mazorca, peso de 1000 granos y rendimiento de grano interaccionaron con las condiciones de humedad, reflejándose la sensibilidad de estas características. Los coeficientes de variabilidad registrados para cada característica, son aceptables mostrándose la confiabilidad del manejo del trabajo experimental.

4.2. ANALISIS DE LAS CARACTERISTICAS EVALUADAS

4.2.1. Días al 50% de floración masculina

En la tabla 04 observamos que los promedios de ambientes $(R1 + R0 / 2)$ de humedad difirieron estadísticamente, donde el híbrido DK 7088 se comportó como el más tardío en iniciar su floración masculina con 77.66 días, mostrando igualdad estadística con el híbrido INIA-619 y la Variedad Marginal 28-T, pero superior al resto de genotipos; INIA-617 se comportó como el más precoz, necesitando de 76.83 día para iniciar su floración masculina. (**Tabla 04**).

TABLA 03. Cuadrados medios del análisis de variancia (Combinado: R1 + R0) para las características evaluadas de 06 genotipos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L), en dos condiciones de humedad, en el Centro Poblado de Yatún, Cutervo, Región Cajamarca – Perú, 2015.

CARACTERÍSTICAS		CONDICION DE HUMEDAD	REPETICION	GENOTIPO	CONDICION X GEN	ERROR	C.V. (%)
	GL	1	2	5	3	14	
Inicio de flor masculina		32.1111 **	0.1944 n.s	2.1111 n.s	0.6444 n.s	0.5580	0.6
Inicio de flor femenina		2.7777 n.s	0.1944 n.s	0.8444 n.s	1.5777 n.s	0.4368	0.81
Madurez cosecha		4378.0277 **	9.3333 n.s	60.3166 **	52.0944 **	12.3636	2.30
Altura de planta (cm)		0.0702 *	0.1008 **	0.1992 **	0.0352 *	0.0113	5.59
Long. de mazorca (cm)		32.1111 **	0.3611 n.s	10.111 **	10.111 **	0.1792	3.2
No. hileras / mazorca		12.2500 **	0.0833 n.s	10.6500 **	7.4500 **	0.4469	4.8
Nº granos / hilera		106.777 **	9.0833 n.s	64.0000 **	20.7111 n.s	8.8409	10.3
Redto. de grano (t/ha)		63139710.60**	932843.83 n.s	10995546.58 **	5901454.62 *	1772402.8	23.1
Mat. seca total (kg/ha)		1523.6011 **	21.7214 n.s	29.6973 n.s	11.0382 n.s	48.7441	28.85
Peso 1000 granos (g)		0.0007 *	0.00002 n.s	0.00039 *	0.0005 **	0.0001	9.83
Número de hojas		20.2500 **	0.3611 n.s	0.6277 n.s	1.783 n.s	1.0883	8.0
Area foliar		9564.840 **	550.261 n.s	100.838 n.s	44.210 n.s	284.452	20.2

*: Significativo **: Altamente Significativo n.s : no significativo, con niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01

En cuanto al comportamiento del material genético dentro del ambiente de riego, no vario, mostrando igualdad estadística, y cuyos valores oscilaron entre 79.33 y 78.33 días, correspondiendo estos valores a los híbridos DK-7088 e INIA- 617. Sin embargo, en el ambiente de lluvias de temporal el material se comportó variable, donde los materiales DK-7088, INIA – 619 y MARGINAL 28-T se mostraron como los más tardíos, siendo superiores al híbrido INIA-617 que se comportó como el más precoz (75.33 días) para iniciar su floración masculina. (Tabla 04, Figura 03)

El efecto causado por una reducción de humedad, para que se iniciara la floración masculina en los genotipos, fue ligero. El genotipo más afectado resultó siendo INIA-617 que adelantó su floración en tres días comparado con su comportamiento en condiciones riego, y que equivaldría en 3.83% (**Tabla 04**)

Al comparar los promedios, obtenido en cada condición de humedad, se evidenció que el efecto causado por la reducción de humedad con las lluvias de temporal en el periodo en que se condujo el trabajo, no causo un adelanto ni atraso de la etapa reproductiva del cultivo para iniciar su floración masculina (**Tabla 04, Figura 04**).

4.2.2. Días al 50% de floración femenina

Los promedios ($R1 + R0 / 2$) obtenidos por los híbridos, mostraron igualdad estadística, cuyos valores fluctuaron entre 81.83 y 81.00 días para alcanzar su floración femenina, correspondiendo estos valores a la variedad **MARGINAL 28-T** y al híbrido **AGRHICOL** (**Tabla 05**).

En cuanto al comportamiento dentro de cada ambiente, los genotipos híbridos mostraron variación cuando fueron ubicados en el ambiente de riego, comportándose como las más tardías, **DK-7088** (82.00 días) e **INIA-605** (82.00 días) para iniciar la floración femenina, mostrándose superior a los genotipos híbridos restantes, siendo el más precoz el híbrido **INIA-617**. Respecto al comportamiento de los genotipos híbridos en el ambiente de lluvias de temporal, fue similar estadísticamente, fluctuando los valores entre

TABLA 04. Días a la floración masculina. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

GENOTIPO	PROMEDIO	RIEGO (R1)	TEMPORAL (R0)	R0/R1 x 100
DK 7088	78.5000 a	79.33 a	77.66 a	97.89
INIA – 619	78.0000 a b	78.66 a	77.33 a	98.31
MARGINAL-28T	77.6667 a b c	78.33 a	77.00 a	98.30
INIA - 605	77.5000 b c	78.66 a	76.33 a b	97.04
AGRHICOL	77.1667 b c	78.00 a	76.33 a b	97.86
INIA – 617	76.8333 c	78.33 a	75.33 b	96.17
DLS	1.003	1.39	1.592	
COMPARACION DE AMBIENTES				
			Promedio	Significación
		Riego	78.55	a
		Temporal	76.66	b
		DLS	0.516	

TABLA 05. Días a la floración femenina. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

GENOTIPO	PROMEDIO	RIEGO (R1)	TEMPORAL (R0)	R0/R1 x 100
MARGINAL-28T	81.8333 a	80.66 a b	82.33 a	102.49
DK 7088	81.8333 a	82.00 a	81.66 a	99.59
INIA – 619	81.5000 a	80.66 b	82.33 a	102.07
INIA - 605	81.5000 a	82.00 a	81.00 a	98.78
INIA – 617	81.0000 a	80.33 b	81.66 a	101.66
AGRHICOL	81.0000 a	80.66 b	81.33 a	100.83
DLS	0.8873	1.317	1.350	
COMPARACION DE AMBIENTES				
			Promedio	Significación
		Riego	81.16	b
		Temporal	81.72	a
		DLS	0.456	

FIGURA 03. Días a la floración masculina. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de secano y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

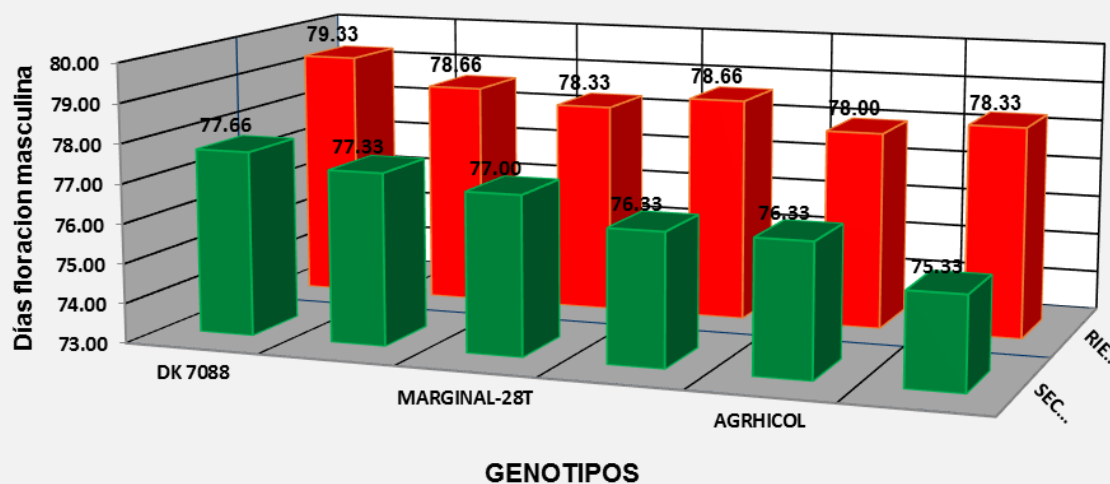


FIGURA 04. Días a la floración masculina. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L), en dos ambientes, 2015.

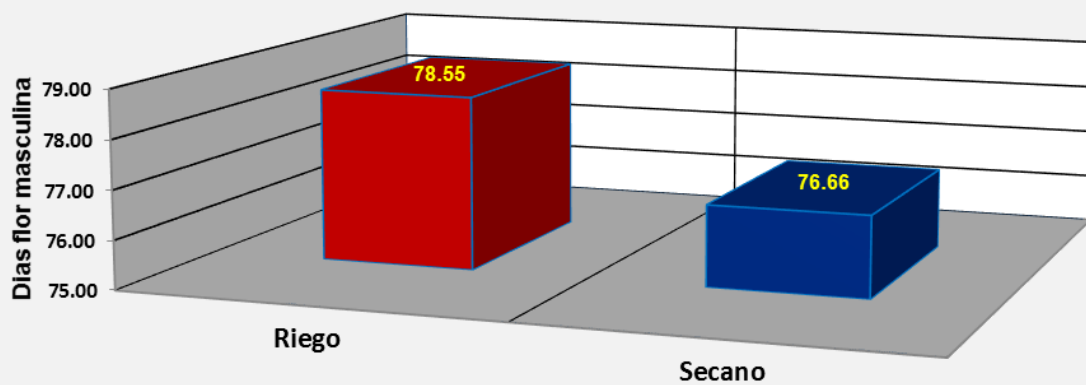


FIGURA 05. Días a la floración femenina. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de secano y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

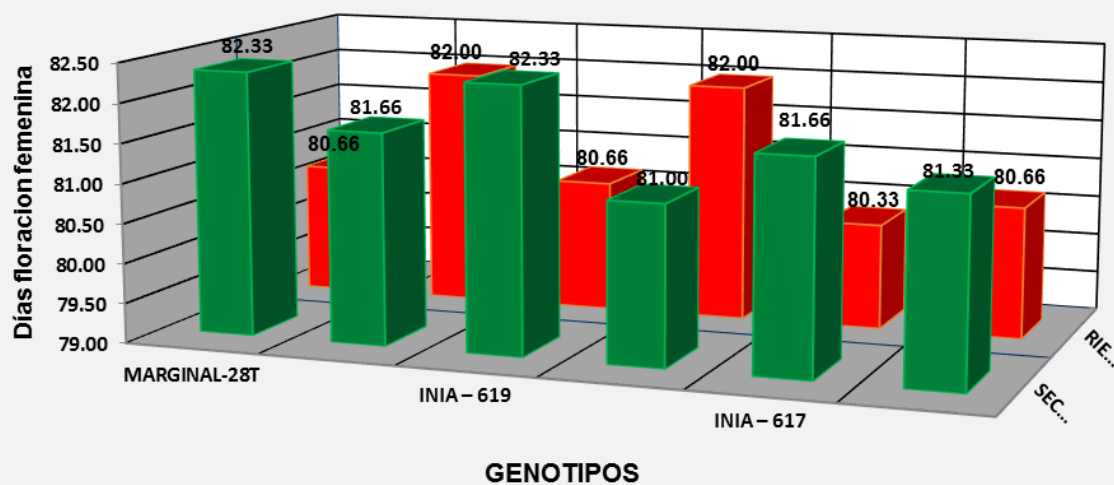
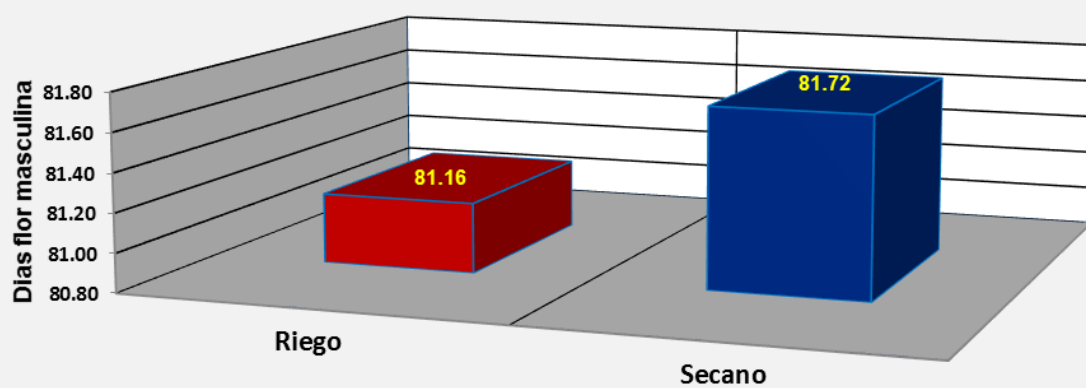


FIGURA 06. Días a la floración masculina. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L), en dos ambientes, 2015.



82.33 y 81.00 días, correspondiendo estos a los genotipos **MARGINAL-28T** e **INIA-605**.

La reducción de humedad en la condición de temporal durante la época en que se instaló el trabajo, no causó efecto en el inicio de la floración femenina de cada uno de los genotipos híbridos en evaluación. Estos resultados también se reflejaron cuando se comparó los promedios obtenidos en uno y otro ambiente. (**Tabla 05, Figura 06**).

4.2.3. Días a la madurez de cosecha

Al comparar los promedios ($R0 + R1 / 2$), se determinó variación estadística donde los genotipos **MARGINAL-28T**, **DK-7088** e **INIA-619** registraron la mayor cantidad de días para alcanzar su madurez de cosecha, y mostraron similitud estadística, pero superiores a los genotipos híbridos **INIA-605** e **INIA-617** que se comportaron como los más precoces.

Referente al comportamiento de material genético dentro del ambiente de riego, se observó que no variaron estadísticamente, fluctuando los valores entre 164.66 y 162.00 días, correspondiendo estos valores a **MARGINAL 28-T** y **AGRHICOL**; esto no sucedió cuando el material se ubicó en condiciones de temporal, variando estadísticamente siendo el híbrido **DK-7088** el que se comportó como el más tardío con 148.00 días, mostrando igualdad estadística con **MARGINAL 28-T** e **INIA-619** pero superior a los genotipos híbridos **AGRHICOL**, **INIA-605** e **INIA-617** que se comportaron como los más precoces. (**Tabla 06, Figura 07**)

El efecto causado por una reducción de humedad en condiciones de temporal en la época en que se desarrolló el trabajo, sobre la madurez de los genotipos híbridos, se evidenció en un adelanto de la madurez, este fue notorio en los genotipos híbridos **INIA-605** e **INIA-617** que redujeron sus días para alcanzar la madurez de cosecha en 17.89% y 17.92% (**Tabla 06**).

Lo indicado en el párrafo anterior, se reflejó cuando comparamos los promedios obtenido en uno y otro ambiente, mostrando menor cantidad de días en el ambiente de Temporal para alcanzar la madurez de cosecha con 141.72 días, diferenciándose estadísticamente con el promedio en condiciones de riego, equivalente a 163.77 días (**Tabla 06, Figura 08**).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el trabajo, se evidencia que cuando se reduce la humedad del suelo, la respuesta de las plantas de maíz de los genotipos evaluados fue adelantar la madurez de cosecha, una respuesta natural que expresan los seres vivos como medida de sobrevivencia.

4.2.4. Número de hojas por planta

Aplicando la prueba de Duncan para comparar los promedios ($R0 + R1 / 2$), detectó similitud estadística entre los valores registrados por los genotipos híbridos, cuyos valores oscilaron entre 13.50 y 12.66 hojas por planta, que correspondieron a los genotipos **INIA-619** e **INIA-605**.

El comportamiento de los genotipos híbridos dentro del ambiente control (R1), fue similar estadísticamente, con valores que fluctuaron entre 14.66 y 13.00 hojas por planta, correspondiendo estos valores a los híbridos **INIA-619** y **AGRHICOL**. Dicho comportamiento no sucedió en el ambiente de lluvias de temporal (R0), donde los promedios mostraron diferencias estadísticas, siendo los genotipos **MARGINAL 28-T** (T) y **DK-7088** los que registraron un mayor valor con 12.66 hojas ambos, mostrándose similar estadísticamente con **INIA-619**, **INIA-617** y **AGRHICOL**, pero superior a **INIA-605**. Estos resultados hacen suponer que esta característica es genéticamente sensible a variar por efecto de la deficiencia de humedad. (**Tabla 07, Figura 09**)

El efecto causado por la reducción de humedad, ocurrida con las lluvias de temporal en la época en que se ejecutó el trabajo, fue evidentemente claro en los genotipos híbridos **INIA-619** e **INIA-605** que redujeron el número de hojas, al comparar con el tratamiento control (**R1**) en 15.89 y 23.24%, respectivamente; en los demás genotipos, el efecto fue ligero. Es probable que la respuesta de los genotipos al interaccionar con un ambiente reducido en la cantidad de humedad del suelo, opte por reducir el número de hojas, afectando el área foliar, como un mecanismo de defensa morfológico. (**Tabla 07**).

TABLA 06. Días a la madurez de cosecha. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

GENOTIPO	PROMEDIO	RIEGO (R1)	TEMPORAL (R0)	R0/R1 x 100
MARGINAL-28T	155.833 a	164.66 a	147.00 a b	89.27
DK 7088	155.833 a	163.66 a	148.00 a	90.43
INIA – 619	154.833 a	164.66 a	145.00 a b	88.06
AGRICOL	151.667 a b	162.00 a	141.33 b	87.04
INIA - 605	149.333 b	164.00 a	134.66 c	82.11
INIA – 617	149.000 b	163.66 a	134.33 c	82.08
DLS	4.72	6.312	6.801	
COMPARACION DE AMBIENTES				
			Promedio	Significación
		Riego	163.77	A
		Temporal	141.72	B
		DLS	2.43	

TABLA 07. Numero de hojas. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

GENOTIPO	PROMEDIO	RIEGO (R1)	TEMPORAL (R0)	R0/R1 x 100
INIA – 619	13.5000 a	14.667 a	12.3333 a b	84.11
MARGINAL-28T	13.1667 a	13.667 a	12.6667 a	92.68
DK 7088	13.0000 a	13.333 a	12.6667 a	94.97
INIA – 617	12.8333 a	13.333 a	12.3333 a b	92.49
AGRHICOL	12.6667 a	13.000 a	12.3333 a b	94.85
INIA - 605	12.6667 a	14.333 a	11.0000 b	76.76
DLS	1.410	2.62	1.44	
COMPARACION DE AMBIENTES				
			Promedio	Significación
		Riego	13.72	A
		Temporal	12.22	B
		DLS	0.72	

FIGURA 07. Días a la madurez de cosecha. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de secano y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

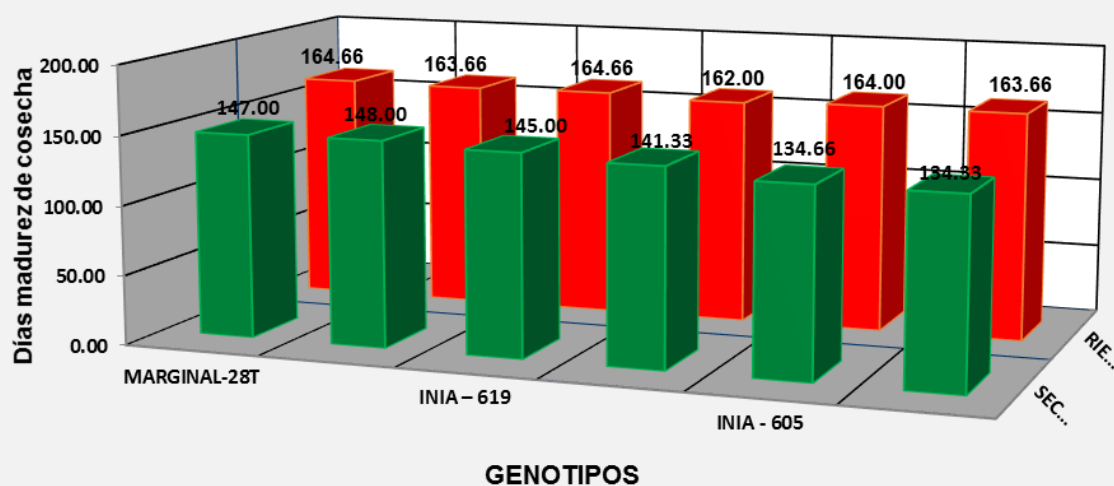


FIGURA 08. Días a la madurez de cosecha. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L), en dos ambientes, 2015.

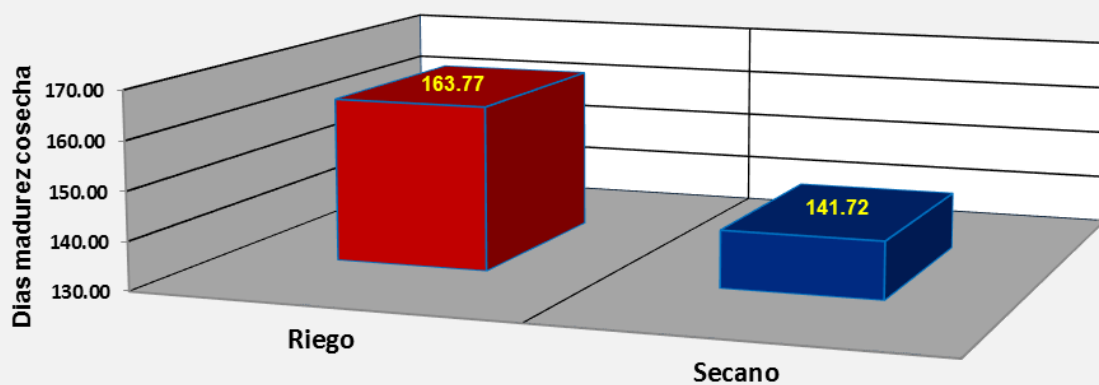


FIGURA 09. Numero de hojas / planta. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de secano y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

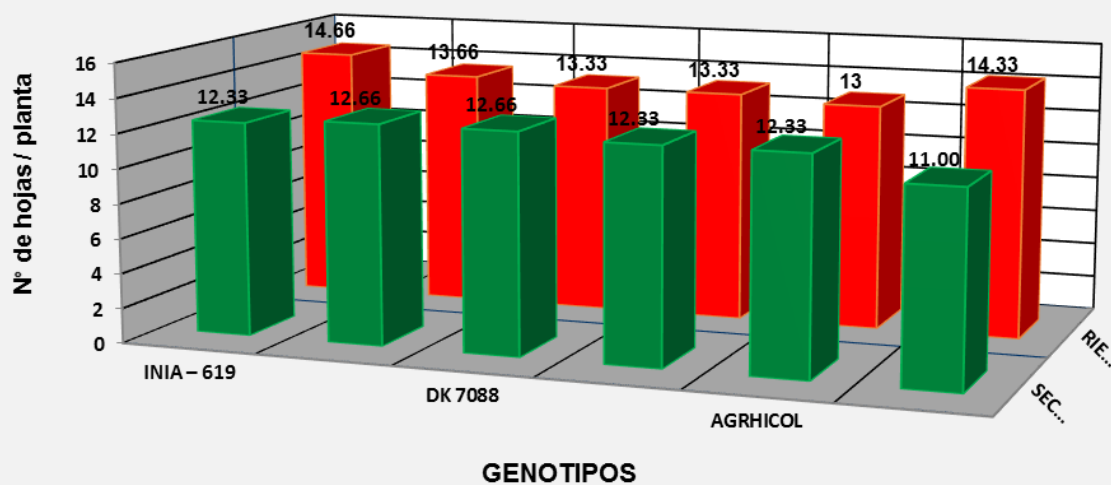
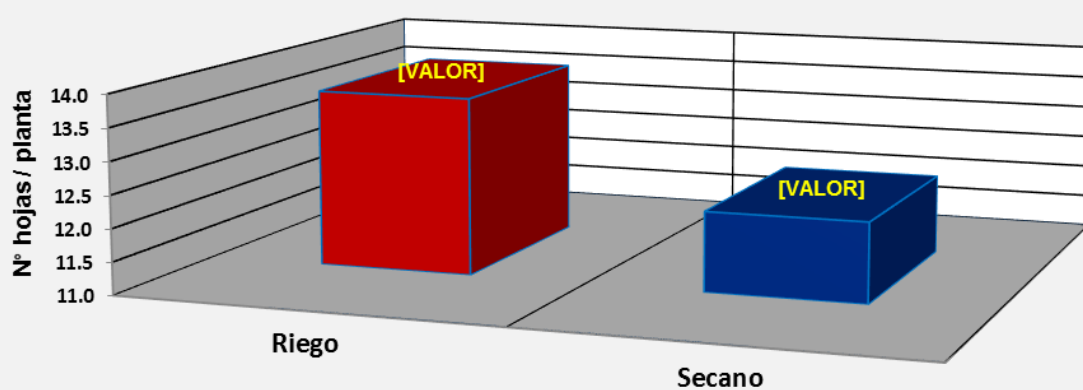


FIGURA 10. Número de hojas / planta. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L), en dos ambientes, 2015.



Cuando comparamos los valores promedio, obtenido en uno y otro ambiente, se determinó diferencias estadísticas, registrando un mayor número de hojas en la condición de riego (**R1**) con 13.72, mientras que en el ambiente de temporal (**R0**) se registró 12.22 hojas. (**Tabla 07, Figura 10**).

4.2.5. Área foliar

Cuando comparamos los promedios ($R1 + R0 / 2$) aplicando la prueba de Duncan, obtenidos por los genotipos híbridos para esta característica, se detectó similitud estadística; los valores oscilaron entre 88.10 y 76.83 dm² correspondiendo estos a los genotipos híbridos **INIA-619 y MARGINAL-28T (T)**.

Tanto en la condición controlada (**R1**) como en la condición de temporal (**R0**), los promedios, que expresan el comportamiento de los genotipos híbridos, fueron similar estadísticamente. (**Tabla 08, Figura 11**)

Los efectos causados por la disminución de humedad en el suelo en la condición de temporal comparado con el tratamiento control, redujo el área foliar en todos los genotipos híbridos, siendo los más afectados los genotipos **INIA-619, INIA-605 y MARGINAL-28T (T)**, que redujeron en 36.81, 36.22 y 37.61% el área foliar. Estas reducciones tienen relación con el efecto causado en la característica número de hojas, pudiéndose determinar que los genotipos híbridos **INIA-619 e INIA-605** fueron los más sensibles. (**Tabla 08**)

Los resultados señalados, se evidencia cuando comparamos el valor promedio obtenido en riego (**R1**) equivalente a 99.89 dm², supera al valor obtenido en la condición de temporal, equivalente a 67.529 dm². (**Tabla 08, Figura 12**).

4.2.6. Altura de planta

Aplicando la prueba de Duncan, se determinó diferencias estadísticas entre los valores promedio ($R1 + R0 / 2$) registrados por los genotipos híbridos, donde **INIA-617, MARGINAL-28T (T) e INIA-619** registraron las mayores alturas de planta con valores equivalente a 2.10, 2.08, 2.02 metros, con superioridad estadística sobre el resto de genotipos.

El comportamiento de los genotipos dentro del ambiente de riego (R1), fue variable, difiriendo estadísticamente, donde los genotipos **INIA-617 y MARGINAL – 28T (T)** registran las mayores altura de planta con 2.14 y 2.15 m mostrando igualdad estadística con **INIA-619 y DK-7088**, pero superior a los restantes, donde el híbrido **AGRHICOL** mostró la menor altura de planta. Dentro del ambiente de temporal, los genotipos híbridos tuvieron un comportamiento variable, siendo los genotipos **INIA-617, MARGINAL-28T (T) e INIA-619** los que nuevamente ratifican su comportamiento registrado en condiciones de temporal, con las mayores alturas de planta; así mismo **AGRHICOL**, muestra el menor tamaño de planta, con 1.64 m. (**Tabla 09, Figura 13**).

El efecto causado por las lluvias de temporal que ocurrieron en la época en que se ejecutó el trabajo, redujo ligeramente la altura de planta en todos los genotipos; el genotipo híbrido más afectado fue **DK-7088**, que redujo su tamaño en 17.19%. (**Tabla 09**).

Comparando los valores promedio de altura de planta obtenido en una y otra condición de humedad, difirieron estadísticamente, siendo superior el valor obtenido en la condición de riego (**R1**) equivalente a 1.95 m sobre el valor registrado en la condición de temporal (**R0**) equivalente a 1.86 m. (**Tabla 09, Figura 14**).

4.2.7. Longitud de mazorca

Los valores promedio ($R1 + R0 / 2$) difirieron estadísticamente, donde el genotipo híbrido **INIA-617** registró el mayor tamaño de mazorca con 14.50 cm, mostrando igualdad estadística con **MARGINAL-28T (T)**, pero superior a los genotipos restantes donde los genotipos híbridos **AGRHICOL e INIA-619** mostraron el menor tamaño de mazorca con 12.50 y 10.83 cm.

El comportamiento de los genotipos híbridos dentro del ambiente de riego, fue variable, siendo los genotipos **INIA-617, MARGINAL-28T y DK-7088** los que

TABLA 08. Área foliar (dm²). Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

GENOTIPO	PROMEDIO	RIEGO (R1)	TEMPORAL (R0)	R0/R1 x 100
INIA – 619	88.100 a	107.97 a	68.233 a	63.19
INIA – 617	87.500 a	102.43 a	72.567 a	70.84
DK 7088	84.133 a	96.87 a	71.400 a	73.70
AGRHICOL	82.700 a	97.03 a	68.367 a	70.45
INIA - 605	82.300 a	100.50 a	64.100 a	63.78
MARGINAL-28T	76.833 a	94.57 a	59.100 a	62.39
DLS	22.64	43.08	17.81	
COMPARACION DE AMBIENTES				
			Promedio	Significación
		Riego	99.89	A
		Temporal	67.29	B
		DLS	11.66	

TABLA 09. Altura de planta (m). Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

GENOTIPO	PROMEDIO	RIEGO (R1)	TEMPORAL (R0)	R0/R1 x 100
INIA – 617	2.10333 a	2.14 a	2.06 a	96.06
MARGINAL-28T	2.07833 a	2.15 a	2.01 a	93.48
INIA – 619	2.02167 a	1.95 a b	2.09 a	107.18
INIA - 605	1.78500 b	1.81 b	1.76 b	97.24
DK 7088	1.76000 b	1.92 a b	1.59 b	82.81
AGRHICOL	1.68667 b	1.73 b	1.64 b	94.79
DLS	0.143	0.2490	0.183	
COMPARACION DE AMBIENTES				
			Promedio	Significación
		Riego	1.95	A
		Temporal	1.86	B
		DLS	0.073	

FIGURA 11. Area foliar. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de secano y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

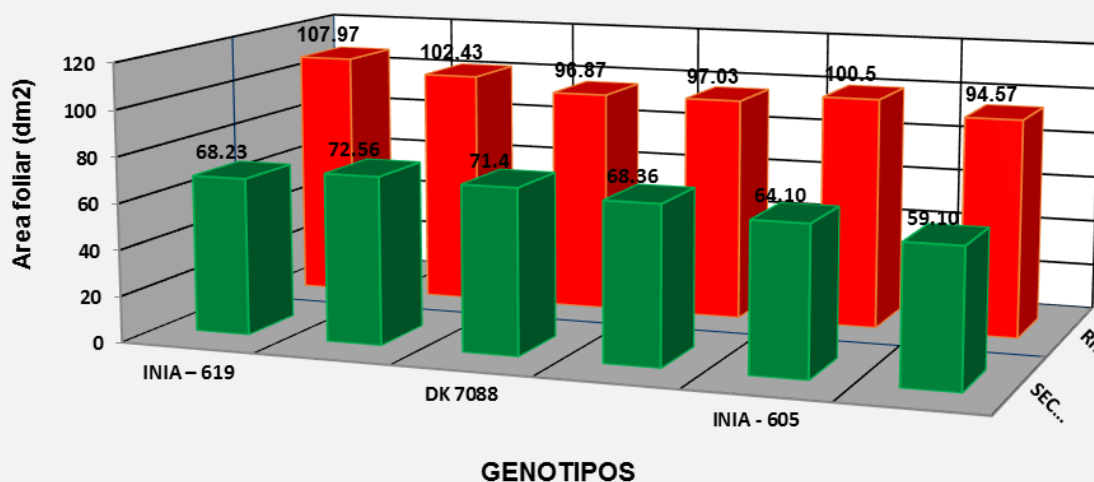


FIGURA 12. Area Foliar. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L), en dos ambientes, 2015.

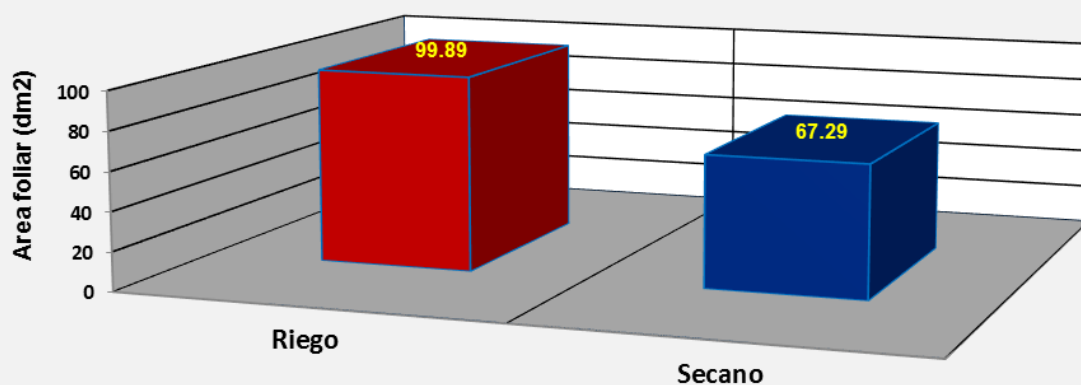


FIGURA 13. Altura de planta. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de secano y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

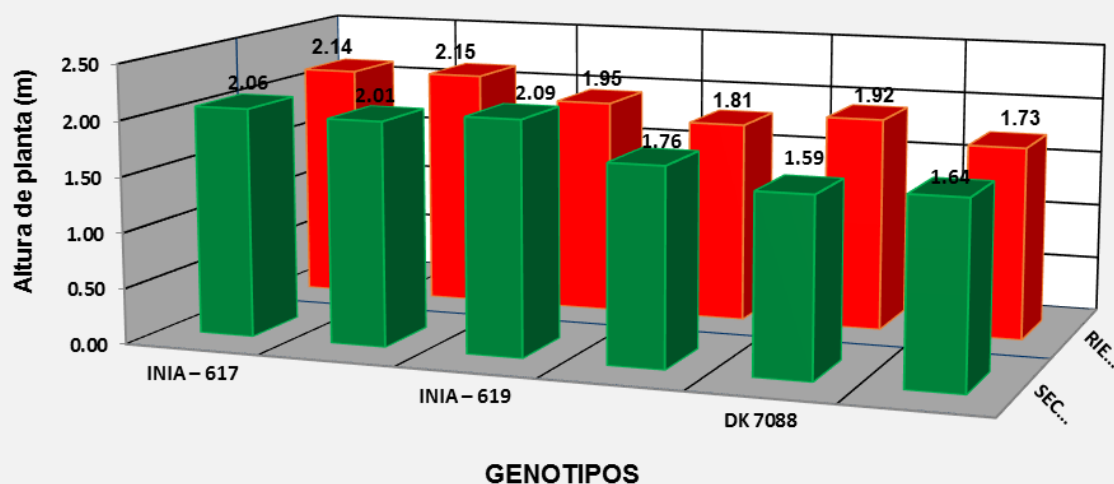
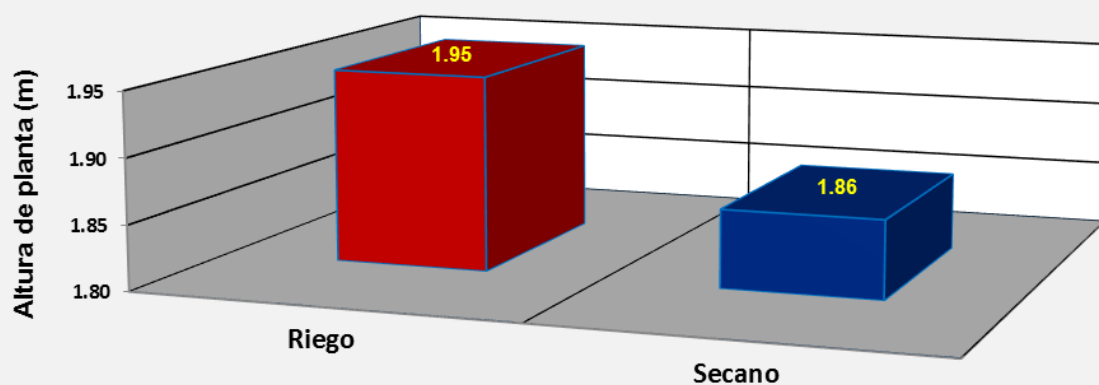


FIGURA 14. Altura de planta. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L), en dos ambientes, 2015.



mostraron mayor tamaño de mazorca, con 15.00, 15.00 y 14.00 cm, mostrando superioridad estadísticamente sobre los genotipos restantes. Similar comportamiento ocurrió en el ambiente de temporal, donde el híbrido **INIA-617** ratifica su comportamiento registrando un tamaño de mazorca equivalente a 14.00 cm, y mostrándose superior a los genotipos restantes; los híbridos **AGRHICOL** e **INIA-619** registraron el menor tamaño de mazorca con 12.33 y 7.33 cm. (Tabla 10, Figura 15)

El tamaño de mazorca se afectó en la mayoría de los genotipos, por la deficiencia hídrica causado por las pocas lluvias de temporal, siendo los más afectados, **MARGINAL-28T (T)** e **INIA-619** que redujeron su tamaño en un 13.34 y 48.85%. Estos resultados se evidencian cuando se compara el promedio obtenido en condiciones de riego (14.00 cm) con el de la condición de temporal (12.11 cm). (Tabla 10, Figura 16).

4.2.8. Numero de hileras por mazorca

Los promedios ($R1 + R0 / 2$), cuando se aplicó la prueba de Duncan, difirieron estadísticamente, siendo el híbrido **DK-7088** la que registró el mayor número de hileras por mazorca con 15.83, mostrándose superior a los materiales genéticos restantes, siendo **AGRHICOL** e **INIA-605** los que lograron un menor número de hileras, con 12.50 hileras ambas.

El comportamiento de los materiales dentro del ambiente de riego (**R1**) fue variable estadísticamente, donde el genotipo híbrido **DK-7088** obtuvo el mayor valor promedio con 17.00 hileras, superando estadísticamente a los materiales restantes donde los genotipo híbridos **AGRHICOL** e **INIA-605** obtuvieron los menores valores con 12.66 y 12.00 granos. El comportamiento de materiales dentro de la condición de temporal (**R0**) fue variable, siendo el genotipo **DK-7088** la que nuevamente registra el mayor valor promedio, con 14.66 granos, mostrando similitud estadística con los genotipos **INIA-617** e **INIA-619**, pero superior a los genotipos restantes, siendo el genotipo **AGRHICOL** la de menor valor con 12.33 hileras por mazorca. (Tabla 11, Figura 17).

TABLA 10. Longitud de mazorca (cm). Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

GENOTIPO	PROMEDIO	RIEGO (R1)	TEMPORAL (R0)	R0/R1 x 100
INIA – 617	14.5000 a	15.0000 a	14.0000 a	93.33
MARGINAL-28T	14.0000 a b	15.0000 a	13.0000 b	86.66
DK 7088	13.5000 b c	14.0000 a	13.0000 b	92.86
INIA - 605	13.0000 c d	13.0000 b	13.0000 b	100.00
AGRICOL	12.5000 d	12.6667 b	12.3333 c	97.39
INIA – 619	10.8333 e	14.3333 b	7.3333 d	51.15
DLS	0.56	1.096	0.59	
COMPARACION DE AMBIENTES				
			Promedio	Significación
		Riego	14.00	A
		Temporal	12.11	B
		DLS	0.292	

TABLA 11. Número de hileras por mazorca. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

GENOTIPO	PROMEDIO	RIEGO (R1)	TEMPORAL (R0)	R0/R1 x 100
DK 7088	15.8333 a	17.0000 a	14.6667 a	86.27
MARGINAL-28T	14.8333 b	17.3333	12.3333 b	71.15
INIA – 617	13.5000 c	14.0000 b	13.0000 a b	92.86
INIA – 619	13.3333 c d	13.0000 c	13.6667 a b	105.08
AGRICOL	12.5000 d	12.6667 c	12.3333 b	97.39
INIA - 605	12.5000 d	12.0000 d	13.0000 a b	108.33
DLS	0.89	0.73	1.82	
COMPARACION DE AMBIENTES				
			Promedio	Significación
		Riego	14.33	A
		Temporal	13.16	B
		DLS	0.46	

FIGURA 15. Longitud de mazorca. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de secano y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

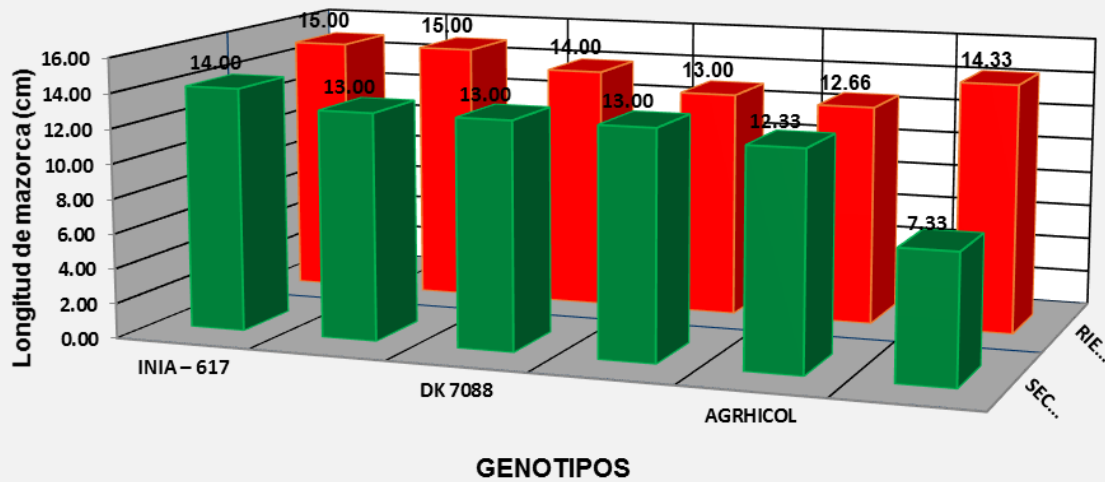


FIGURA 16. Longitud de mazorca. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L), en dos ambientes, 2015.

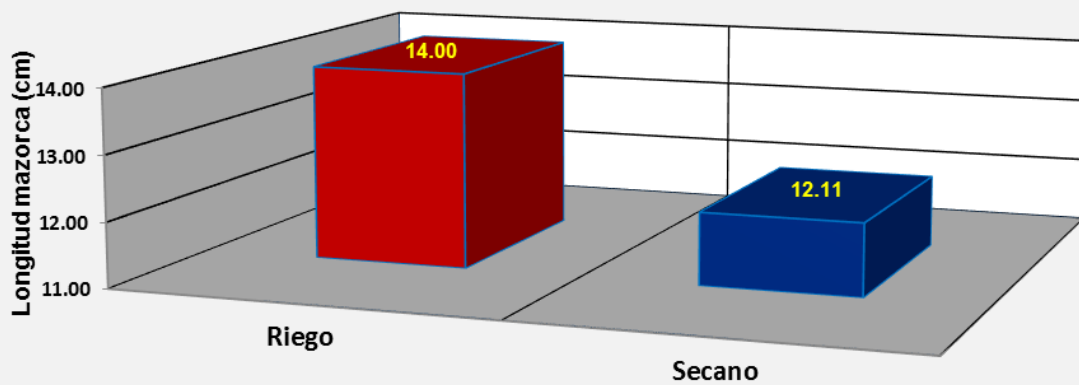


FIGURA 17. Numero de hileras / mazorca. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de secano y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

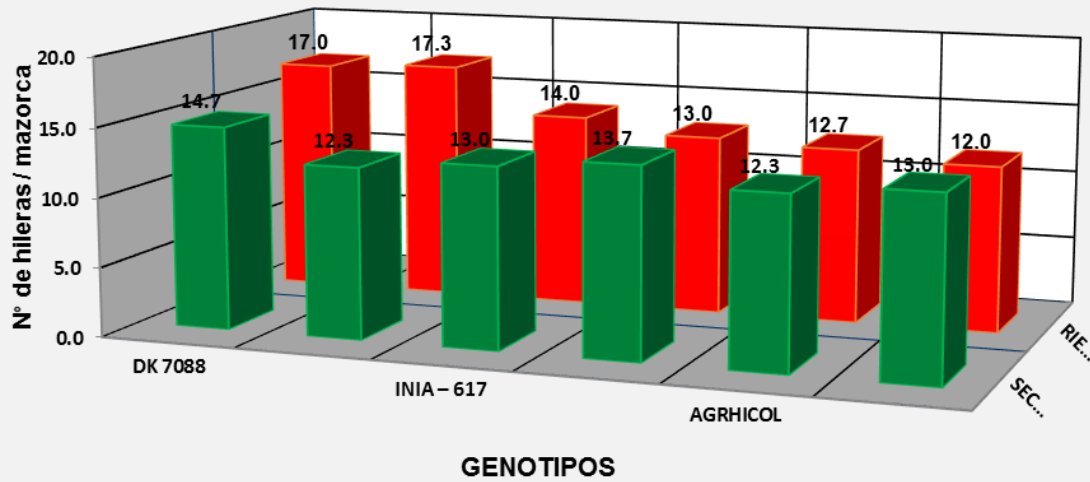
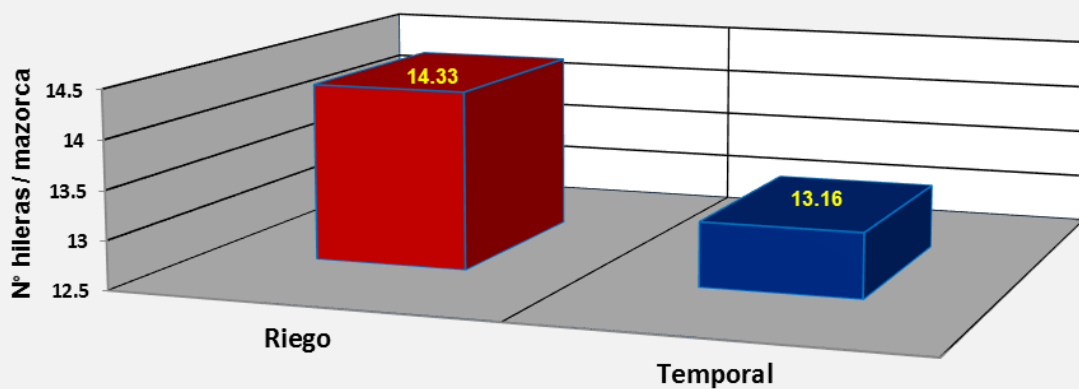


FIGURA 18. Número de hileras / mazorca. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L), en dos ambientes, 2015.



El efecto causado por las lluvias de temporal, en la época en que se ejecutó el trabajo, se evidenció cuando los genotipos redujeron el número de hileras por mazorca, siendo los más afectados los genotipos **DK-7088 y MARGINAL-28T (T)**, que sufrieron una reducción de 13.73 y 28.85% en el número de hileras.

Este efecto se aclara, cuando el valor promedio obtenido en la condición de riego (**R1**), equivalente a 14.33 hileras, supera al obtenido en la condición de temporal (**R0**), que fue de 13.16 hileras. (**Tabla 11, Figura 18**).

4.2.9. Número de granos por hilera

Aplicando la prueba de Duncan para la comparación de promedios (**R1 + R0 / 2**), se determinó diferencias estadísticas, donde el genotipo híbrido **AGRHICOL** registró el mayor número de granos por hilera con 34.50, mostrándose superior sobre el resto de material genético, siendo el genotipo híbrido **INIA-619**, el que registro el menor valor con 25.00 granos por hilera. (**Tabla 12**).

El comportamiento de los genotipos dentro del ambiente de riego, fue variable, donde el genotipo **AGRHICOL** mostró el mayor número de granos por hilera con 36.00 granos, y fue superior estadísticamente a los genotipos restantes, donde el genotipo **INIA-619** mostro el menor valor con 25.66 granos. En cuanto al comportamiento del material dentro de la condición de temporal el genotipo **AGRHICOL** ratifica su comportamiento en riego, registrando un mayor número de granos con 33.00 granos, mostrando similitud estadística con los genotipos **MARGINAL-28T (T)**, **INIA-617** y **DK-7088**, pero superior a los genotipos híbridos **INIA-605**, **INIA-619**, que registraron 23.66 y 24.33 granos por hilera (**Tabla 12, Figura 19**).

El efecto causado por las lluvias de temporal, fue reducir el número de granos por hilera, siendo los genotipos más afectados **MARGINAL-28T (T)**, **DK-7088** e **INIA-619**, que redujeron el número de granos por hilera en 22.25, 19.81 y 18.42%. (**Tabla 12**).

Cuando comparamos el promedio obtenido en condiciones de riego, que fue de 30.55 granos, este difirió estadísticamente con el valor promedio obtenido en

condición de lluvias de temporal, que fue de 27.11 granos. (**Tabla 12, Figura 20**).

4.2.10. Materia seca total

Los valores promedio de materia seca total ($R1 + R0 / 2$) no difirieron estadísticamente, oscilando los valores entre 28.34 y 20.18 t/ha, valores que corresponden a los genotipos híbridos **INA-617 e INIA-605**.

En cuanto al comportamiento de los genotipos híbridos dentro del ambiente de riego, los promedios obtenidos, fueron similares estadísticamente, fluctuando los valores entre 39.00 y 26.31 t/ha, correspondiendo los mismos a los genotipos **INIA-617 e INIA-605**. Este mismo comportamiento tuvieron los genotipos dentro del ambiente de temporal, comportándose similar estadísticamente. (**Tabla 13, Figura 21**).

El efecto causado en la producción de materia seca total, se expresó en una reducción de esta característica en todos los genotipos, siendo los menos afectados los genotipos híbrido **INIA-619 y INIA-605** que redujo su producción de materia seca en 32.36 y 46.44% respectivamente (**Tabla 13**).

El promedio registrado para la condición de riego (**R1**), equivalente a 34.64 t/ha difirió y fue superior al valor promedio registrado en condición de temporal (**R0**), equivalente a 17.68 t/ha; una reducción en la producción de materia seca de 51.04%, al pasar de una condición de riego a una condición de temporal, indicando que esta característica es sensible a las reducciones de humedad (**Tabla 13, Figura 22**).

4.2.11. Peso de 1000 granos

Cuando se aplicó la prueba de Duncan para comparar los promedios ($R0 + R1 / 2$) obtenidos por los genotipos, estos difirieron estadísticamente, donde los genotipos híbridos DK-7088, INIA-605 e INIA-617 mostraron los mayores valores de peso de 1000 granos (123.00, 116.00, 113.00 gramos) e igualdad estadística, superando al genotipo híbrido INIA-619 que registró el menor

TABLA 12. Numero de granos por hilera Rendimiento de grano (kg/ha). Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

GENOTIPO	PROMEDIO	RIEGO (R1)	TEMPORAL (R0)	R0/R1 x 100
AGRICOL	34.500 a	36.0000 a	33.000 a	91.66
MARGINAL-28T	29.333 b	33.0000 b	25.667 a b	77.75
INIA – 617	29.000 b	27.6667 e	30.333 a b	109.65
DK 7088	28.833 b	32.0000 c	25.667 a b	80.18
INIA - 605	26.333 b c	29.0000 d	23.667 b	81.58
INIA – 619	25.000 c	25.6667 f	24.333 b	94.82
DLS	3.99	0.69	8.40	
COMPARACION DE AMBIENTES				
			Promedio	Significación
		Riego	30.55	A
		Temporal	27.11	B
		DLS	2.055	

TABLA 13. Materia seca total (t/ha). Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

GENOTIPO	PROMEDIO	RIEGO (R1)	TEMPORAL (R0)	R0/R1 x 100
INIA – 617	28.347 a	39.00 a	17.690 a	45.36
AGRICOL	27.965 a	38.24 a	17.687 a	46.23
MARGINAL-28T	27.663 a	37.19 a	18.140 a	48.78
DK 7088	26.987 a	36.28 a	17.690 a	48.76
INIA – 619	25.852 a	30.84 a	20.863 a	67.64
INIA - 605	20.183 a	26.31 a	14.060 a	53.44
DLS	13.18	25.75	12.87	
COMPARACION DE AMBIENTES				
			Promedio	Significación
		Riego	34.64	A
		Temporal	17.68	B
		DLS	6.78	

FIGURA 19. Numero de granos / hilera. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de secano y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

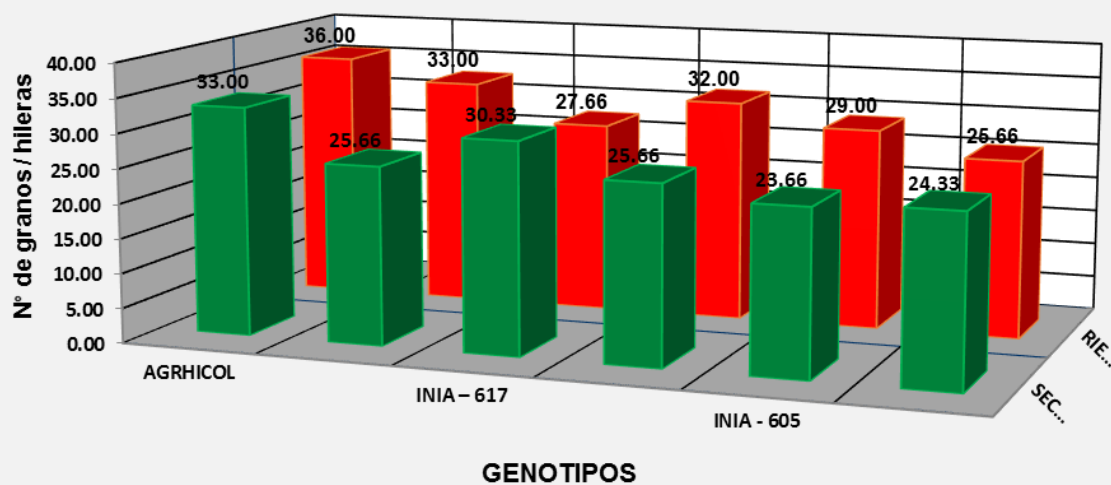


FIGURA 20. Número de granos / hilera. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L), en dos ambientes, 2015.

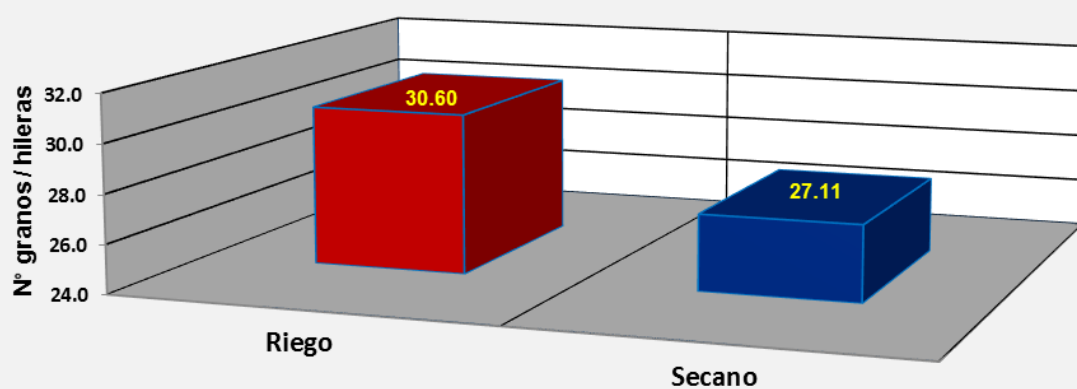


FIGURA 21. Materia seca total. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de secano y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

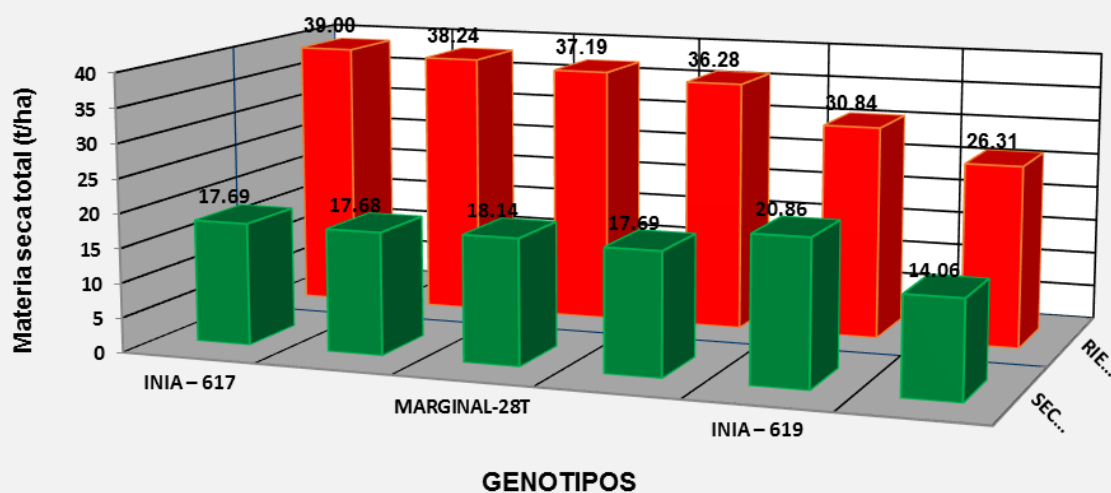
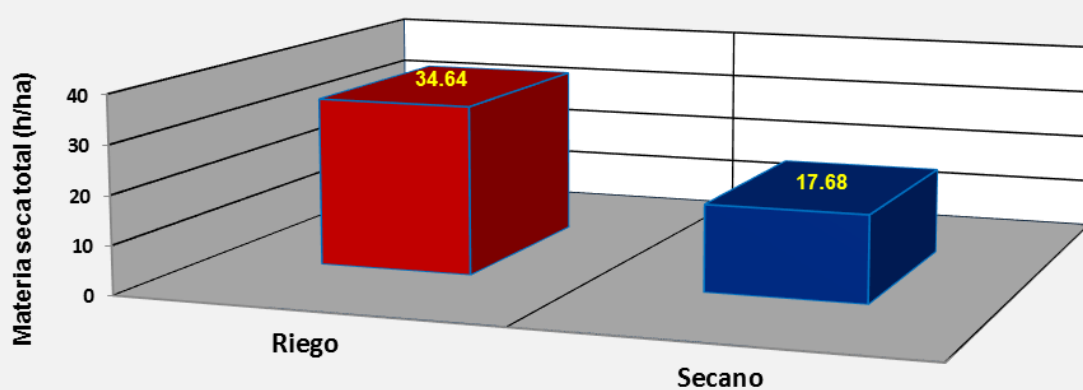


FIGURA 22. Materia seca total. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en dos ambientes, 2015.



peso de 1000 granos con 102.00 gramos. (**Tabla 14**).

El comportamiento de los genotipos híbridos dentro del ambiente de riego fue variable, mostrando los valores promedio diferencias estadísticas, donde los genotipos DK-7088 e INIA-605 registraron los mayores valores con 136.00 y 133.00 gramos, siendo superiores a los genotipos **MARGINAL-28T (T)**, **AGRHICOL** e **INIA-619** que registraron valores de 100.00, 103.00 y 100.00 gramos respectivamente. Por otro lado, el comportamiento de los genotipos en el ambiente de temporal, fue similar estadísticamente, fluctuando los valores entre 100.00 y 103.00 gramos, que corresponde a los genotipos **MARGINAL-28T** e **INIA-605**. (**Tabla 14, Figura 23**).

El efecto causado por la disminución de humedad en el ambiente de temporal, causó reducción del peso de 1000 granos en los genotipos **DK-7088** e **INIA-605** en 19.12 y 24.81%, lo que no sucedió con los genotipos restantes (**Tabla 14**).

El valor promedio de 115.00 gramos obtenido en el ambiente de riego (**R1**), fue superior estadísticamente al valor promedio de 106.00 gramos obtenido en la condición de temporal (**R0**) (**Tabla 14, Figura 24**)

4.2.12. Rendimiento de grano

Los promedios obtenidos por los genotipos híbridos, variaron estadísticamente, siendo el híbrido **DK-7088**, el genotipo que registró el mayor rendimiento de grano con 7817.50 t/ha, mostrando igualdad estadística con **INIA-605**, pero superior a los genotipos híbridos restantes, donde el híbrido **INIA-617** registró el menor rendimiento de grano con 3809.5 kg/ha. (**Tabla 15**)

El comportamiento de los genotipos dentro del ambiente de riego (**R1**) fue variable, donde los genotipos **DK-7088**, **INIA-605**, **INIA-619** y **MARGINAL-28T (T)** mostraron los mayores rendimiento de grano con 7897.0, 8114.0, 7976.0 y 7381.0 kg/ha, superando estadísticamente a los genotipos restantes, donde el híbrido **INIA 617** registró el menor rendimiento de grano con 4246.0 kg/ha. Similar comportamiento mostraron los genotipos de maíz dentro del ambiente de temporal (**R0**), donde el híbrido **DK-7088**, registra el mayor rendimiento y

muestra superioridad estadística sobre los genotipos restantes; el genotipo **MARGINAL-28T (T)** registro el menor rendimiento de grano con 2579.0 kg/ha. (**Tabla 15, Figura 25**). Estos resultados de rendimiento son superiores a los obtenidos por **Coronado (2015)**, que ensayó híbridos de maíz amarillo, en cuyo trabajo destacó el híbrido DOW 2B, obteniendo rendimientos de 6357.1 kg/ha.

El efecto de deficiencia hídrica provocado por las lluvias de temporal registrados durante la época en que se ejecutó el trabajo, redujo seriamente el rendimiento en genotipos como **INIA-619 y MARGINAL-28T** en 60.20 y 65.06%; el genotipo híbrido **DK-7088** toleró a la deficiencia hídrica, reduciendo su rendimiento de grano en tan solo 2.02%. (**Tabla 15**). El efecto que causó sobre todas las características evaluadas, por la reducción de humedad en la época de lluvias de temporal durante la época en que se condujo el trabajo, se reflejó en una reducción del rendimiento de grano.

Comparando el valor promedio obtenido en condiciones de riego, equivalente a 7079.90 kg/ha, es superior estadísticamente al valor promedio registrado en el ambiente de temporal (R0), equivalente a 4431.3 kg/ha (**Tabla 15, Figura 26**).

4.3. REGRESIONES Y CORRELACIONES SIMPLES ENTRE EL RENDIMIENTO VS. COMPONENTES Y OTRAS CARACTERISTICAS

4.3.1. Rendimiento en grano y área foliar

El estudio de correlación entre estas dos características, fue positiva y altamente significativa ($r = 0.5250^{**}$), lo que indica una alta asociación entre estas dos variables. El coeficiente de determinación $r^2 \times 100 = 27.57\%$, señala que del 100% de las variaciones en el rendimiento, 27.57% se atribuye al área foliar. El coeficiente de regresión ($b=54.267^{**}$) fue positivo y significativo, interpretándose que por cada dm^2 de área foliar que se incrementa, el

TABLA 14. Peso de 1000 grano (kg). Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

GENOTIPO	PROMEDIO	RIEGO (R1)	TEMPORAL (R0)	R0/R1 x 100
DK 7088	0.123 a	0.136 a	0.110 a	80.88
INIA - 605	0.116 a b	0.133 a	0.100 a	75.19
INIA – 617	0.113 a b	0.120 a b	0.106 a	88.33
MARGINAL-28T	0.106 b c	0.100 b	0.113 a	113.00
AGRICOL	0.105 b c	0.103 b	0.106 a	102.91
INIA – 619	0.102 c	0.100 b	0.103 a	103.00
DLS	0.014	0.026	0.018	
COMPARACION DE AMBIENTES				
			Promedio	Significación
		Riego	0.115	A
		Temporal	0.106	B
		DLS	0.007	

TABLA 15. Rendimiento de grano (kg/ha). Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

GENOTIPO	PROMEDIO	RIEGO (R1)	TEMPORAL (R0)	R0/R1 x 100
DK 7088	7817.5 a	7897 a	7738.1 a	97.98
INIA - 605	6438.1 a b	8114 a	4761.9 b	58.68
AGRICOL	5912.7 b	6865 a b	4960.3 b	72.25
INIA – 619	5575.4 b	7976 a	3174.6 b c	39.80
MARGINAL-28T	4980.2 b c	7381 a	2579.3 c	34.94
INIA – 617	3809.5 c	4246 b	3373.0 b c	79.43
DLS	1778.00	3225.00	2138.00	66.29
COMPARACION DE AMBIENTES				
			Promedio	Significación
		Riego	7079.90	A
		Temporal	4431.20	b
		DLS	920.30	

FIGURA 23 . Peso de 1000 granos. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de secano y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

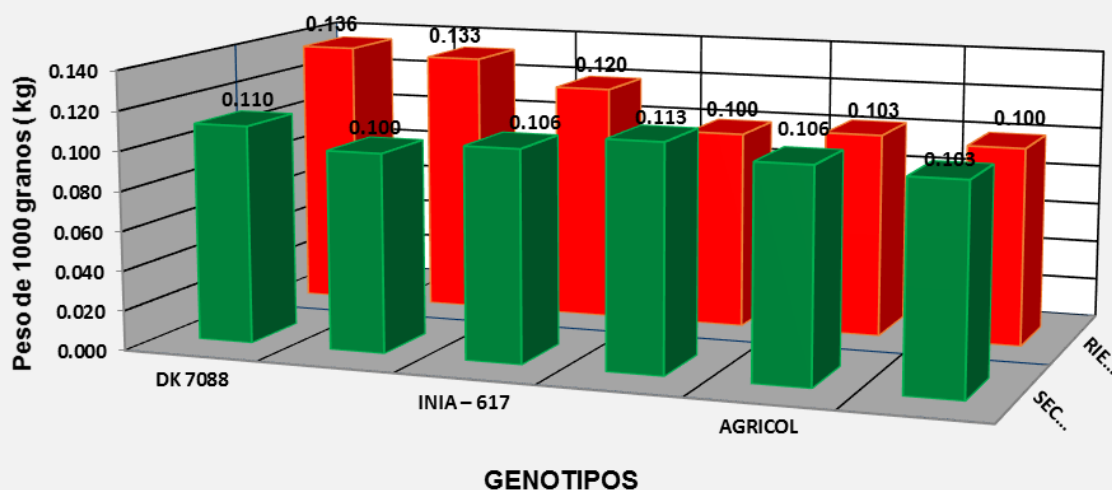


FIGURA 24. Peso de 1000 granos. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L), en dos ambientes, 2015.

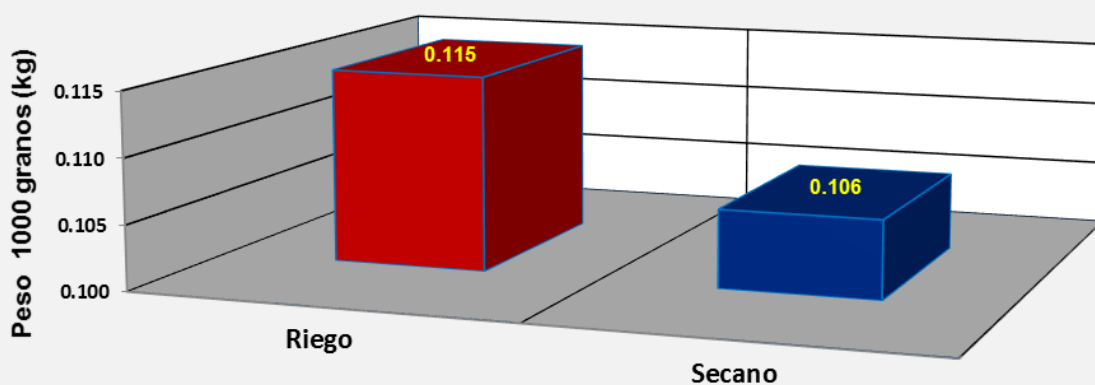


FIGURA 25. Rendimiento de grano. Comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, 2015.

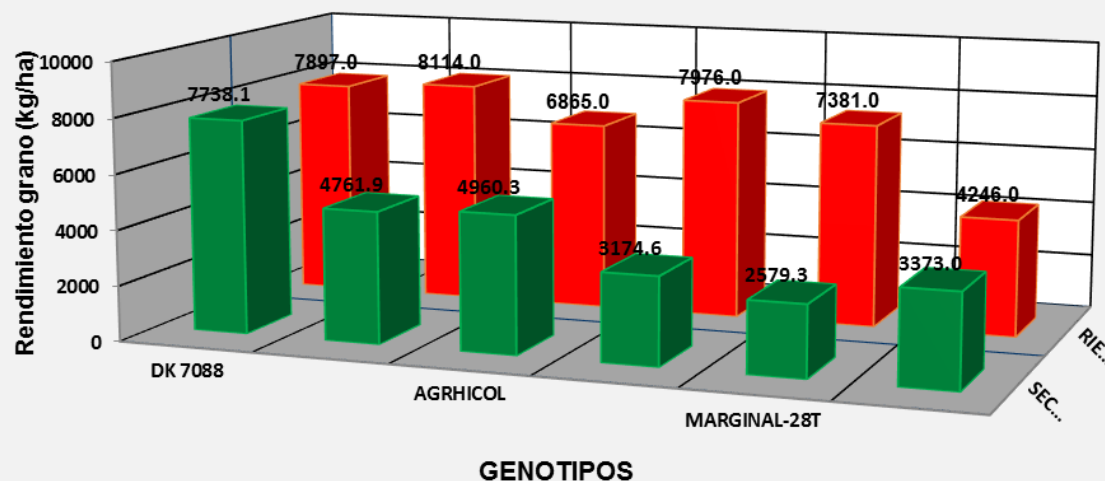
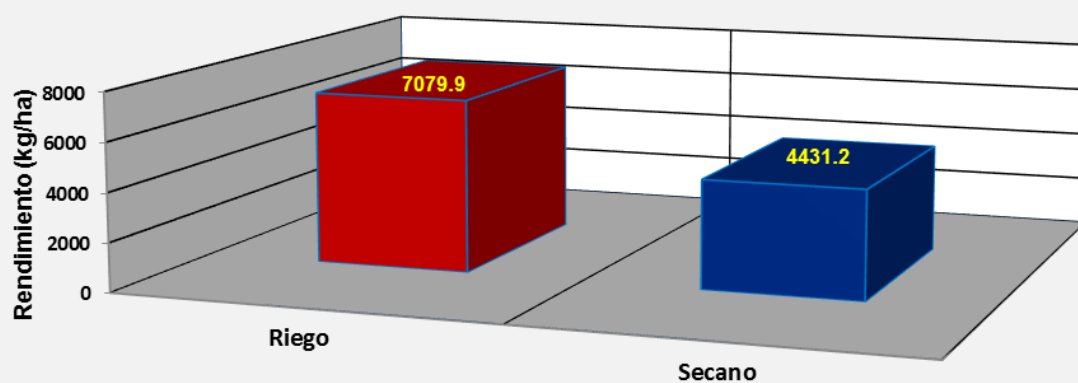


FIGURA 26. Rendimiento de grano (kg/ha) Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), en dos ambientes, 2015.



rendimiento en grano también se incrementará en 54.267 kg/ha (**Tabla 16, Figura 27**).

4.3.2. Rendimiento en grano y altura de planta

La asociación medida por la correlación entre estas dos características, fue negativa pero significativa ($r = -0.355^*$). El coeficiente de determinación $r^2 \times 100 = 12.66\%$, señala que del 100% de las variaciones en el rendimiento, 12.66 se atribuye al área foliar. El coeficiente de regresión ($b = -3752.61^*$) fue negativo y significativo, interpretándose que por cada metro que se pueda incrementar la altura de planta, el rendimiento en grano se reduciría en 3752.61 kg/ha (**Tabla 16, Figura 28**).

4.3.3. Rendimiento en grano y materia seca total

La correlación entre estas dos características, fue positiva y altamente significativa ($r = 0.455^{**}$). El coeficiente de determinación $r^2 \times 100 = 20.78\%$, indicando que del 100% de las variaciones en el rendimiento, 20.78 se atribuye a la producción de la materia seca. El coeficiente de regresión ($b = 117.37^{**}$) fue positivo y altamente significativo, interpretándose que por cada t/ha que se incremente la producción de materia seca, el rendimiento en grano también se incrementaría en 117.37 kg/ha (**Tabla 16, Figura 29**).

La correlación y regresión del rendimiento de granos con sus componentes principales, no fue significativo, lo que quiere decir que no influenciaron en la producción de grano, de tal manera que afectara significativamente el rendimiento de grano

TABLA 16. Correlación y regresión lineal simple entre el rendimiento en grano (t/ha) y sus componentes, y otras características.

Rendimiento Vs.	Coef. de correlación (r)	Coef. de determinación (r ² x 100)	Coefficiente regresión (b)	Ecuación de regresión
Área foliar (dm ²)	0.525 **	27.57	54.267 **	Y = 54.267X + 1219.17
Altura de planta (m)	- 0.355 *	12.66	-3752 *	Y = -3752.61 X + 12907.0
Materia seca total (t/ha)	0.455 **	20.78	117.37 **	Y = 117.37X + 2915.95
Longitud de mazorca	0.311 n.s	9.68	363.74 n.s	Y = 363.74X +
No. de granos por hilera	0.1516 n.s	2.30	76.44 n.s	Y = 76.44X +
No. de hileras /mazorca	0.3039 n.s	9.24	392.95 n.s	Y = 392.95X + 352.44
Peso de 1000 granos (kg)	0.2698 n.s	7.28	41537.0 n.s	Y = 41537.0X + 1140.35

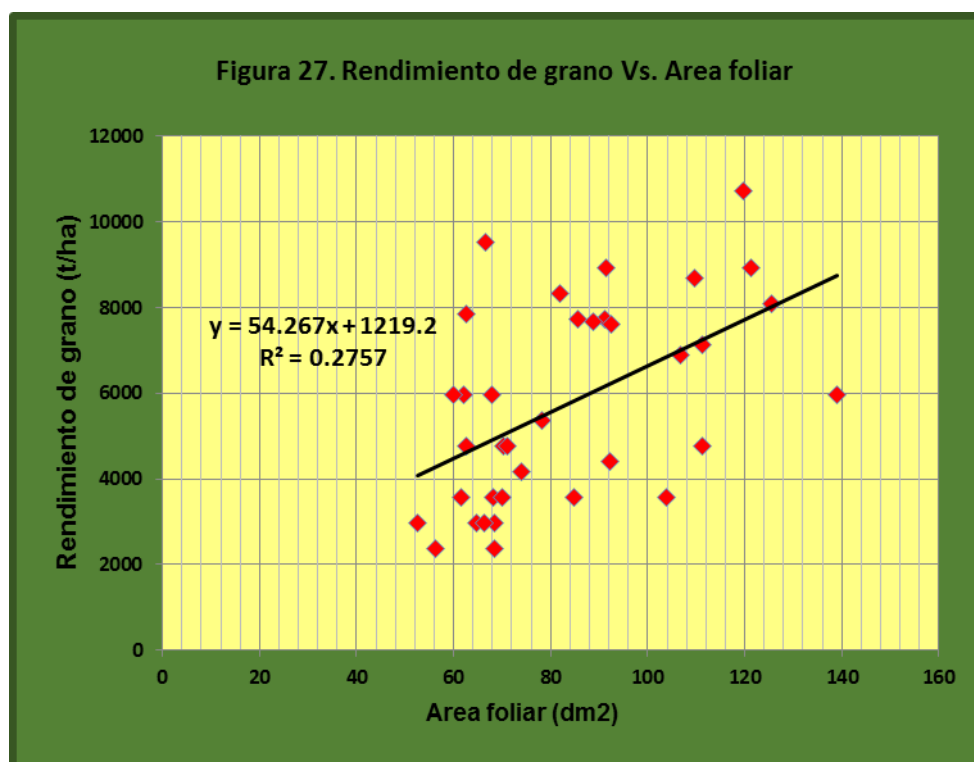


Figura 28. Rendimiento de grano Vs. Altura de planta

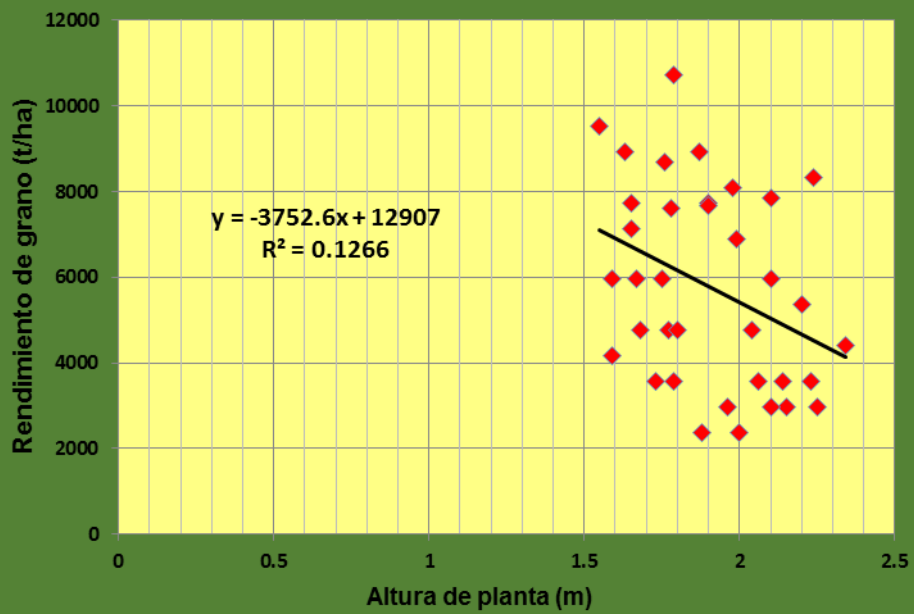


Figura 29. Rendimiento de grano Vs. Materia seca total

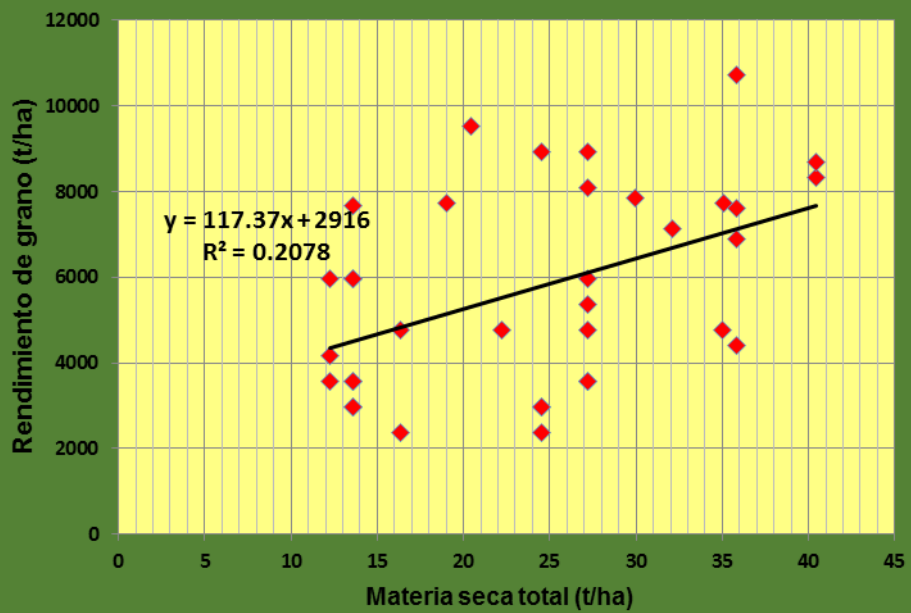


Figura 30. Rendimiento de grano Vs. Longitud de mazorca

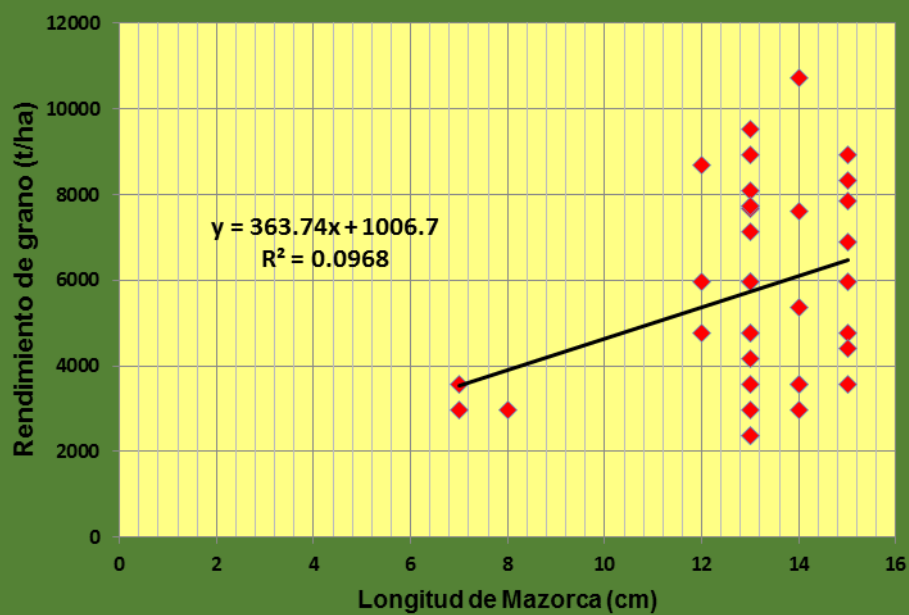


Figura 31. Rendimiento de grano Vs. N° de hileras / mazorca

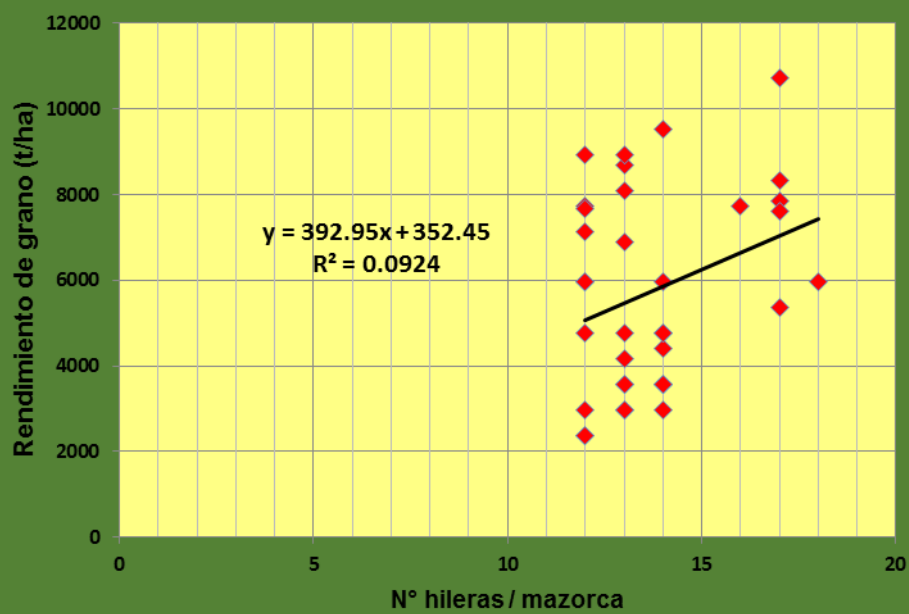


Figura 32. Rendimiento de grano Vs. N° de granos / hilera

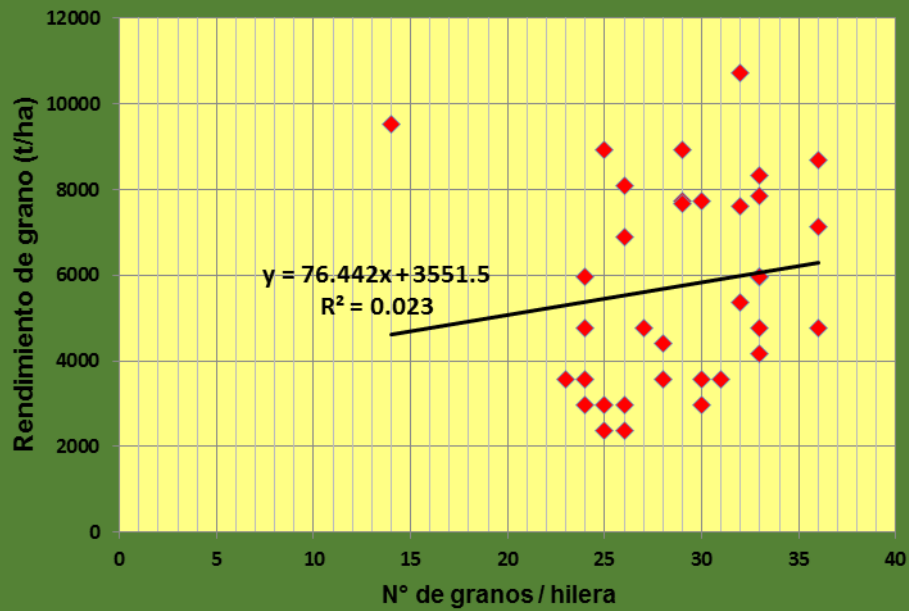
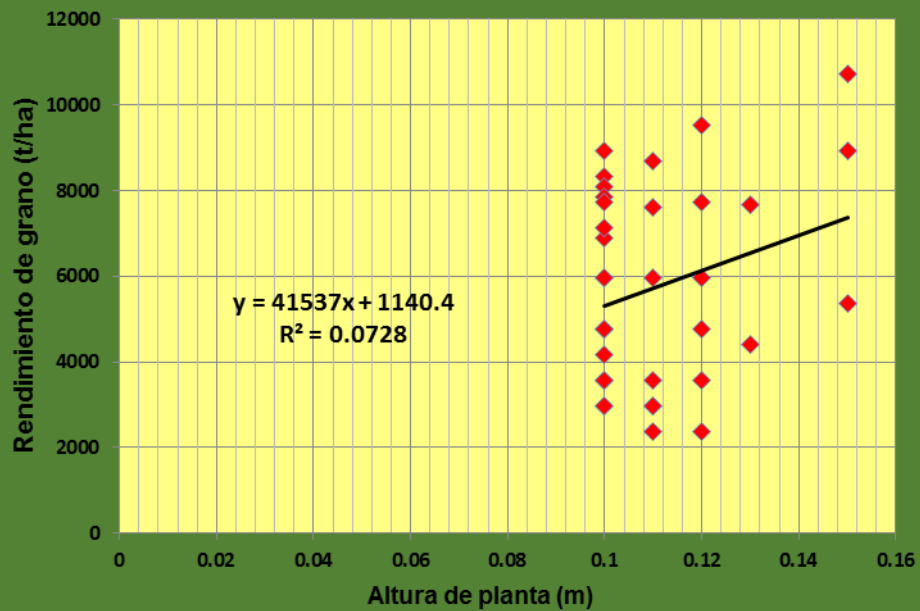


Figura 33. Rendimiento de grano Vs. Peso de 1000 granos



V. CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en las que se realizó el trabajo y sus objetivos, se concluye:

1. Los genotipos dentro del ambiente de riego (**R1**), que obtuvieron los mejores rendimientos fueron : **DK-7088, INIA-605, INIA-619 y MARGINAL-28T (T)** con 7897.0, 8114.0, 7976.0 y 7381.0 kg/ha. El híbrido **INIA 617** registró el menor rendimiento de grano con 4246.0 kg/ha. En el ambiente de temporal (**R0**), el híbrido **DK-7088**, registra el mayor rendimiento, mientras que el genotipo **MARGINAL-28T (Testigo)** registro el menor rendimiento de grano con 2579.0 kg/ha.
2. Los genotipos **INIA-619 y MARGINAL-28T** redujeron el rendimiento de grano en 60.20 y 65.06%, por efecto de la lluvias de temporal; el genotipo híbrido **DK-7088** toleró a la deficiencia hídrica, reduciendo su rendimiento de grano en tan solo 2.02%.
3. Los genotipos híbridos necesitaron de menor cantidad de días para alcanzar la madurez de cosecha, cuando se ubicaron en condiciones de temporal.
4. La disminución de humedad en el suelo en la condición de temporal redujo el área foliar en todos los genotipos híbridos, siendo los más afectados los genotipos **INIA-619, INIA-605 y MARGINAL-28T (T)**, que redujeron en 36.81, 36.22 y 37.61% el área foliar.
5. El efecto causado por las lluvias de temporal que ocurrieron en la época en que se ejecutó el trabajo, redujo ligeramente la altura de planta en todos los genotipos.
6. El tamaño de mazorca se afectó en la mayoría de los genotipos, por la deficiencia hídrica causado por las pocas lluvias de temporal, siendo los más afectados, **MARGINAL-28T (T) e INIA-619** que redujeron su tamaño en un 13.34 y 48.85%.
7. Los genotipos más afectados por la reducción de humedad ocasionado por la

lluvias de temporal fue **MARGINAL-28T (T)**, DK-7088 e INIA-619, que redujeron el número de granos por hilera en 22.25, 19.81 y 18.42%.

8. Los genotipos híbridos, fueron afectados con la reducción de humedad, causado por las lluvias de temporal, reduciendo la producción de materia seca; los genotipos híbrido **INIA-619 y INIA-605** fueron los más afectados, reduciendo la producción de materia seca en 32.36 y 46.44%.
9. El ambiente de temporal, causó reducción del peso de 1000 granos en los genotipos **DK-7088 e INIA-605** en 19.12 y 24.81%. Esto no sucedió con los genotipos restantes.

VI. RECOMENDACIONES

- Continuar realizando estos trabajos, entre los meses de setiembre y diciembre, considerando que las lluvias de temporal se inician en setiembre y estas son esporádicas, o en muchos casos se convierten en periodos de sequía, afectando a los cultivos y agricultores.
- Continuar trabajos con materiales genéticos de maíz amarillo duro en los Valles cálidos de la provincia de Cutervo.
- Ensayar materiales genéticos de otros cultivos, al inicio de la época de temporal de lluvias, para determinar su respuesta, teniendo en cuenta lo señalado en la primera recomendación

VII. BIBLIOGRAFIA

01. **Aranda, A.** 1997. Comparativo de rendimiento de Maíces Amarillos Duros Tropicales Precoces para condiciones de verano en la Costa Norte. Tesis Ing. Agrónomo. UNPRG. Lambayeque, Perú.
02. **CIMMYT.** 1980. Informes anuales. México, D.F.
03. **Coronado, A.** 2015. "Evaluación del comportamiento de 07 genotipos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L), en dos épocas de siembra, en la Comunidad de Yatun, Provincia de Cutervo, Cajamarca. Tesis Ing. Agronomo. UNPRG. Lambayeque- Perú.
04. **Horna, D.** 2000. Ensayos de Maíces Amarillos Duros Precoces Tropicales en condiciones de verano en la Costa Norte. Tesis Ing. Agrónomo UNPRG, Lambayeque, Perú.
05. **Injante, P. & Joyo, G.** (2010).Curso – Taller: Manejo integrado de maíz amarillo duro Universidad Nacional Agraria La Molina. La libertad, Perú.
06. **Kramer P.J.** 1989. Relaciones hídricas de suelos y plantas. Ed. Harla, México. 538 pp.
07. **Levitt, J.** 1972. Responses of plants to environmental stresses. New York, Academic Press.
08. **Martinez, G.** 1988. Diseños experimentales. Ed. Trillas. México, D.F. 756 P.
09. **Nilsen, E.T. Y D.M. Orcutt.** 1996. Physiology of plants under stress. Abiotic factors. John Wiley and Sons, New York, NY.
10. **Potters, G., T.P. Pasternak, Y. Guisez, K.J. Palme y M.A.K. Jansen.** 2007. Stress-induced morphogenic responses: growing out of trouble Trends Plant Sci. 12(3), 99-105.

11. **Giménez, Luis** (2012). Producción de maíz con estrés hídrico provocado en diferentes etapas de desarrollo. Agrociencia Uruguay vol.16 no.2 Montevideo dic. 2012
12. **Bänziger, M., G.O. Edmeades, D. Beck y M. Bellon.** 2012. Mejoramiento para aumentar la tolerancia a sequía y a deficiencia de nitrógeno en el maíz: De la teoría a la práctica. México, D.F.: CIMMYT.

LINKOGRAFIA

El potasio ayuda al maiz a soportar el estres hidrico Anaite Herrera e Ignacio Lazcano-Ferrat*

[http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/41E267E39F7A1A7F06256AD10061232C/\\$file/Sequia++Inundaciones++El+potasio+ayuda+al+amiz+a+soportar+el+estres+hidrico.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/41E267E39F7A1A7F06256AD10061232C/$file/Sequia++Inundaciones++El+potasio+ayuda+al+amiz+a+soportar+el+estres+hidrico.pdf)

<http://www.milenio.com/node/231461> (2009)

http://www.cronica.com.mx/nota.php?id_notas=436093.(2009).

<http://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-maiz-amarillo-duro-aumento-en-108-8270/>

<http://www.monografias.com/trabajos35/produccion-maiz-peru/produccion-maiz-peru.shtml>

<http://www.inforegion.pe/desarrollo/143950/nuevo-hibrido-de-maiz-amarillo-duro-rinde-hasta-14-tm-por-hectarea/>

http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/CapacitacionesProductores/MAD/MANEJO_INTEGRADO_DE_MAIZ_AMARILLO_DURO.pdf.

VIII. ANEXO

ANAVAS RIEGO -TEMPORAL

TABLA 01A. ANAVA. (R1). Días a la floración masculina.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	0.44444444	0.22222222	n.s
Genotipo	5	3.11111111	0.62222222	n.s
Error	10	4.88888889	0.48888889	
Total	17	8.44444444		
C.V (%)	0.89			

TABLA 02A. ANAVA. (R1). Días a la floración femenina.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	0.33333333	0.16666667	n.s
Genotipo	5	7.83333333	1.56666667	*
Error	10	4.33333333	0.43333333	
Total	17	12.50000000		
C.V (%)	0.81			

TABLA 03A. ANAVA. (R1). Días a la madurez de cosecha.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	27.11111111	13.55555556	n.s
Genotipo	5	14.44444444	2.88888889	n.s
Error	10	99.55555556	9.95555556	
Total	17	141.11111111		
C.V (%)	1.92			

TABLA 04A. ANAVA. (R1). Altura de planta (m).

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	0.09563333	0.04781667	n.s
Genotipo	5	0.44266667	0.08853333	**
Error	10	0.15490000	0.01549000	
Total	17	0.69320000		
C.V (%)	6.38			

TABLA 05A. ANAVA. (R1). Numero de hojas por planta.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	2.11111111	1.05555556	n.s
Genotipo	5	6.27777778	1.25555556	n.s
Error	10	17.22222222	1.72222222	
Total	17	25.61111111		
C.V (%)	9.56			

TABLA 06A. ANAVA. (R1). Área foliar (dm2).

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	1904.934444	952.467222	n.s
Genotipo	5	353.136111	70.627222	n.s
Error	10	4636.358889	463.635889	
Total	17	6894.429444		
C.V (%)	21.55			

TABLA 07A. ANAVA. (R1). Longitud de mazorca.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	0.33333333	0.16666667	n.s
Genotipo	5	14.66666667	2.93333333	**
Error	10	3.00000000	0.30000000	
Total	17	18.00000000		
C.V (%)	3.91			

TABLA 08A. ANAVA. (R1). Número de hileras por mazorca.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	0.00000000	0.00000000	n.s
Genotipo	5	78.66666667	15.73333333	**
Error	10	1.33333333	0.13333333	
Total	17	80.00000000		
C.V (%)	2.54			

TABLA 09A. ANAVA. (R1). Numero de granos por hilera.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	0.11111111	0.05555556	n.s
Genotipo	5	217.11111111	43.42222222	**
Error	10	1.22222222	0.12222222	
Total	17	218.44444444		
C.V (%)	1.14			

TABLA 10A. ANAVA. (R1)ESE. Materia seca total (t/ha).

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	27.3231444	13.6615722	n.s
Genotipo	5	133.3292944	26.6658589	n.s
Error	10	637.0060556	63.7006056	
Total	17	797.6584944		
C.V (%)	25.99			

TABLA 11A. ANAVA. (R1). Rendimiento de grano.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	3306767.65	1653383.83	n.s
Genotipo	5	32125486.62	6425097.32	n.s
Error	10	25977721.61	2597772.16	
Total	17	61409975.89		
C.V (%)	22.76			

TABLA 12A. ANAVA. (R1). Peso de 1000 granos (g).

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	0.00007778	0.00003889	n.s
Genotipo	5	0.00424444	0.00084889	*
Error	10	0.00172222	0.00017222	
Total	17	0.00604444		
C.V (%)	11.35			

SECANO

TABLA 13A. ANAVA. (R0). Días a la floración masculina.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	1.00000000	0.50000000	n.s
Genotipo	5	10.66666667	2.13333333	*
Error	10	6.33333333	0.63333333	
Total	17	18.00000000		
C.V (%)	1.03			

TABLA 14A. ANAVA. (R0). Días a la floración femenina.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	0.77777778	0.38888889	n.s
Genotipo	5	4.27777778	0.85555556	n.s
Error	10	4.55555556	0.45555556	
Total	17	9.61111111		
C.V (%)	0.62			

TABLA 15A. ANAVA. (R0). Días a la madurez de cosecha.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	48.4444444	24.2222222	n.s
Genotipo	5	547.6111111	109.5222222	**
Error	10	115.5555556	11.5555556	
Total	17	711.6111111		
C.V (%)	2.39			

TABLA 16A. ANAVA. (R0). Altura de planta (m).

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	0.11663333	0.05831667	n.s
Genotipo	5	0.73005000	0.14601000	**
Error	10	0.08436667	0.00843667	
Total	17	0.93105000		
C.V (%)	4.90			

TABLA 17A. ANAVA. (R0). Número de hojas por planta.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	0.11111111	0.05555556	n.s
Genotipo	5	5.77777778	1.15555556	n.s
Error	10	5.22222222	0.52222222	
Total	17	11.11111111		
C.V (%)	5.91			

TABLA 18A. ANAVA. (R0). Área foliar por planta (dm²).

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	24.6711111	12.3355556	n.s
Genotipo	5	372.1094444	74.4218889	n.s
Error	10	792.508889	79.250889	
Total	17	1189.289444		
C.V (%)	13.22			

TABLA 19A. ANAVA. (R0). Longitud de mazorca (cm).

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	0.44444444	0.22222222	n.s
Genotipo	5	86.44444444	17.28888889	**
Error	10	0.88888889	0.08888889	
Total	17	87.77777778		
C.V (%)	2.46			

TABLA 20A. ANAVA. (R0). Numero de hileras por mazorca.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	0.33333333	0.16666667	n.s
Genotipo	5	11.83333333	2.36666667	n.s
Error	10	8.33333333	0.83333333	
Total	17	20.50000000		
C.V (%)	6.93			

TABLA 21A. ANAVA. (R0). Numero de granos por hilera.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	34.77777778	17.38888889	n.s
Genotipo	5	206.4444444	41.28888889	n.s
Error	10	176.5555556	17.65555556	
Total	17	417.7777778		
C.V (%)	15.49			

TABLA 22A. ANAVA. (R0). Materia seca total (t/ha).

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	37.61310000	18.80655000	n.s
Genotipo	5	70.34831667	14.06966333	n.s
Error	10	413.8708333	41.3870833	
Total	17	521.8322500		
C.V (%)	36.37			

TABLA 23A. ANAVA. (R0). Rendimiento de grano (kg/ha).

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	157503.15	78751.58	n.s
Genotipo	5	52359519.40	10471903.88	**
Error	10	11416557.70	1141655.77	
Total	17	63933580.26		
C.V (%)	24.11			

TABLA 24A. ANAVA. (R0). Peso de 1000 granos (g).

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Repetición	2	0.00000000	0.00000000	n.s
Genotipo	5	0.00033333	0.00006667	n.s
Error	10	0.00086667	0.00008667	
Total	17	0.00120000		
C.V (%)	8.72			