UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

“DEFICIENCIA HÍDRICA EN DOS ETAPAS FENOLÓGICAS DE 7 GENOTIPOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.), Y SUS EFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO”

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTORES

Bach. JHONNY JORGE COLLANTES RIOJA

Bach. AMÉRICO VILLALOBOS MEDINA

LAMBAYEQUE – PERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

"DEFICIENCIA HÍDRICA EN DOS ETAPAS FENOLÓGICAS DE 7 GENOTIPOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.), Y SUS EFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO"

PRESENTADO POR:

Bach. JHONNY JORGE COLLANTES RIOJA
Autor

Bach. AMÉRICO VILLALOBOS MEDINA
Autor

APROBADO POR:

Ing. M.Sc. GILBERTO CHÁVEZ SANTA CRUZ
PRESIDENTE

Dr. WILFREDO NIETO DELGADO
SECRETARIO

Ing. M.Sc. AMÉRICO CELADA BECERRA
VOCAL

Ing. M.Sc. JOSÉ AVERCIO NECIOSUP GALLARDO
PATROCINADOR

LAMBAYEQUE – PERÚ

2015

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis hijos:
Jorge Fernando, Cecilia Sthefany, Jhonny Jorge, Karla Angelina y Yahaira Anthonella*; quienes son mis amores permanentes y mi fuerza inagotable, motivo y fuente de inspiración para continuar luchando en esta vida, ojala pueda llegar a ser un ejemplo a seguir por ustedes; pues esto es mi legado.*

Además la dedico a mi señora madre ***Rosenda Rioja Vallejos****, mujer abnegada que muchas veces dejó de comer por dar lo mejor a su hijo, por trabajar incansablemente para que en casa no falte el pan de cada día, desempeñando el rol de Padre y Madre a la vez.*

También dedico esta tesis a la Sra. ***Dolores Saldarriaga Deyra****, mi Suegra, que está en los cielos, mujer bendita que con tanto sacrificio procreó, crió, educó y amó a su hija Cecilia Marilú, para mí, la que ahora es la madre de mis hijos y la reina de mi hogar.*

Jhonny Jorge Collantes Rioja.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis:

A mis padres ***Deogracias Villalobos Flores*** *y* ***Elicenda Medina Santacruz****, por su inmenso amor y apoyo incondicional recibido durante toda mi vida; ya que todos mis logros se lo debo únicamente a ustedes.*

Asimismo se la dedico a mi esposa ***Carmen Calvay Camizan*** *y a mi hijo* ***Darwin Alexander Villalobos Calvay,*** *mi hermano* ***Mijael Villalobos Medina*** *por su amor fraterno que he recibido, por ayudarme a solucionar muchos de mis problemas, y por apoyarme durante mi formación profesional.*

Además dedico mi tesis a mis Queridos Abuelos: ***Julio Villalobos Torres*** *y* ***Venancia Flores Huamán****, par de ancianitos cargados de Amor y Abnegación, quienes en innumerables veces me ayudaron y se preocuparon por sacar adelante a todos sus hijos, nietos y bisnietos.*

Américo Villalobos Medina.

AGRADECIMIENTO

De manera muy especial, infinitamente agradezco a Dios por todo lo que he pasado para llegar a ser lo que soy ahora; TÚ, MI SEÑOR JESÚS, muy bien sabes y me conoces mejor que nadie; plasmo estas líneas con palabras de infinita gratitud que tengo para TÍ y siempre me demostraste que EXISTES y en todo momento has estado conmigo ayudándome, protegiéndome, perdonándome y bendiciéndome todos los días de mi vida.

Mi Señor, te pido perdón porque yo no he sido un hombre correcto, te he ofendido y solo me he acordado de ti con tanto afán, cuando tenía graves problemas, solo ahí oraba con tanta desesperación, clamándote ayuda y comprensión, por todo este mal proceder,… PERDÓNAME MI SEÑOR JESÚS.
Gracias una vez más mi Dios, mi Señor y Salvador por hacer realidad mi sueño tan anhelado, el llegar a ser un Profesional y te pido que sigas conmigo para lograr el ÉXITO PERMANENTE.

Mi gratitud especial a nuestro Asesor de Tesis: Ing. M.Sc José Avercio Neciosup Gallardo, gracias a él por su paciencia, sus consejos, correcciones, por enseñarnos y compartir sus conocimientos y experiencias agronómicas; y por su amistad, demostrándonos encontrar en él a un Profesor de Alto Nivel Académico y un amigo incondicional.

*También agradezco a todos mis profesores de Primaria y Secundaria del Colegio San Luis Gonzaga Fé y Alegría N° 22 de Jaén - Cajamarca; y a los Catedráticos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional "Pedro Ruíz Gallo" - Lambayeque. Todos ellos formadores de buenos hombres y forjadores de Excelentes Profesionales,……**GRACIAS SEÑORES EDUCADORES, ÚNICOS MOTORES DE DESARROLLO DE LA NACIÓN, PORQUE SOLO CON LA EDUCACIÓN LOS PAÍSES PROSPERAN INTELECTUAL Y ECONÓMICAMENTE.***

Jhonny Jorge Collantes Rioja.

AGRADECIMIENTO

Mi especial agradecimiento a Dios Todopoderoso, por darme y mantenerme con salud y vida; por escuchar mis oraciones, perdonarme y bendecirme al concretar este sueño que tanto he deseado: ser un profesional.

También mi agradecimiento a mis profesores de primaria y secundaria, de quienes recibí los conocimientos básicos que despertaron mi inquietud académica. Asimismo para mis profesores catedráticos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional "Pedro Ruíz Gallo" de Lambayeque, encargados de forjar excelentes profesionales al servicio del país.

.Además agradezco a mi Asesor de Tesis Ing. M.Sc José Avercio Neciosup Gallardo, por su enseñanza y apoyo constante, en las aulas y en el campo de la práctica, gracias por volcar todos sus conocimientos con sus alumnos y por comprendernos en todo momento, compartiendo sus experiencias académicas y agronómicas.

Finalmente agradezco a mis Tíos: Eufemia Villalobos Flores y Catalino Arévalo Tucto, por brindarme hospitalidad, alimentación y alojamiento en su casa, haciéndome sentir un miembro más en su hogar; ésta ayuda que por cierto me sirvió de mucho mientras cursaba mi formación profesional.

A todos ustedes muchas gracias.

Américo Villalobos Medina.

INDICE GENERAL

RESUMEN 8
ABSTRACT 9
I. INTRODUCCIÓN 10
II. REVISIÓN DE LITERATURA 11
2.1 EL AGUA EN LAS PLANTAS. 11
2.2 CONCEPTOS DE SEQUÍA. 11
2.3 RESISTENCIA A SEQUÍA. 13
2.4 EFECTO DE LA SEQUÍA SOBRE LAS PLANTAS. 13
2.5 REFERENCIAS RELACIONADOS CON EL CULTIVO DE MAÍZ. 15
2.6 ESTIMACION DE LA RESISTENCIA A SEQUIA. 22
III. MATERIALES Y MÉTODOS 24
3.1 UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL. 24
3.2 CONDICIONES CLIMATICAS. 24
3.3 MUESTREO DE SUELO EXPERIMENTAL. 24
a) Para determinar las características físico-químico. 24
b) Para determinar las constantes y porcentaje de humedad. 24
3.4 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO. 26
3.5 MATERIAL GENÉTICO. 26
3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL. 27
3.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO. 27
3.7.1 Preparación del Terreno. 27
3.7.2 Siembra. 27
3.7.3 Fertilización. 27
3.7.4 Desahije. 28
3.7.5 Aporque. 28
3.7.6 Riegos. 28
3.7.7 Deshierbo. 28
3.7.8 Aspecto entomológico. 28
3.7.9 Cosecha. 29
3.8 CARACTERÍSTICAS EVALUADAS. 29
3.8.1 Días al 50% de floración masculina. 29
3.8.2 Días al 50% de floración femenina. 29
3.8.3 Días a la madurez fisiológica. 29
3.8.4 Altura de planta. 29
3.8.5 Peso de mazorcas por parcela. 30
3.8.6 Longitud de mazorca. 30
3.8.7 Diámetro de Mazorca. 30
3.8.8 Número de hileras por mazorca. 30
3.8.9 Número de granos por hilera. 30
3.8.10 Materia seca total. 30
3.8.11 Índice de cosecha. 30
3.8.12 Rendimiento de grano. 31

3.8.13 Peso de 1000 granos. 31
3.8.14 Porcentaje de desgrane. 31
3.8.15 Índice de susceptibilidad a la sequía. 31
3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO. 31
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 33
4.1 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL SUELO Y CONSTANTES DE HUMEDAD. 33
4.2 DATOS CLIMATOLOGICOS. 35
4.3 ANÁLISIS DE VARIANCIA DEL EXPERIMENTO. 36
4.4 COMPARACIÓN DE LOS NIVELES DE HUMEDAD. 38
4.5 COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS GENOTIPOS EN CADA TRATAMIENTO DE HUMEDAD. 39
4.5.1 Rendimiento de Grano. 39
4.5.2 Rendimiento de Grano. 44
4.5.3 Días al 50% de Floración Masculina. 46
4.5.4 Días al 50% de Floración Femenina. 49
4.5.5 Días a la madurez fisiológica. 52
4.5.6 Altura de planta. 56
4.5.7 Peso de mazorcas por parcela. 59
4.5.8 Longitud de Mazorca. 62
4.5.9 Número de hileras por mazorca. 65
4.5.10 Número de granos por hilera. 69
4.5.11 Peso de 1000 granos. 72
4.5.12 Diámetro de Mazorca. 76
4.5.13 Porcentaje de desgrane. 79
4.5.14 Índice de Cosecha. 82
4.5.15 Materia Seca Total. 86
4.6 ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD A LA SEQUÍA. 89
4.7 REGRESIONES Y CORRELACIONES SIMPLES ENTRE EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES. 91
4.7.1 Rendimiento en Grano y Número de Granos por Hilera. 91
4.7.2 Rendimiento en Grano y Número de Hileras por Mazorca. 91
4.7.3 Rendimiento en Grano y Peso de Mazorcas por Parcela. 91
4.7.4 Rendimiento de grano y peso de 1000 semillas. 92
4.7.5 Rendimiento de grano y peso de 1000 granos. 92
V. CONCLUSIONES 95
VI. RECOMENDACIONES 97
VII. RESUMEN 98
VIII. BIBLIOGRAFIA 101
IX. LINKOGRAFIA 104
ANEXOS 105
1. ANAVAS 105
2. FOTOS 120

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Porcentaje de humedad semanal en los cuadro ambientes: Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013 34
FIGURA 2: Temperaturas mínimas, medias y máximas, registradas durante la conducción del trabajo experimental. Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013 35
FIGURA 3: Rendimiento de Grano. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) y sus efectos sobre el rendimiento. Fundo "la peña", Lambayeque, Perú 2013. 41
FIGURA 4: Rendimiento de Grano. Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.). Fundo "la peña", Lambayeque, Perú 2013 41
FIGURA 5: Días al 50% de floración masculina. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013. 48
FIGURA 6: Días al 50% de floración masculina. Tratamiento de Humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013 48
FIGURA 7: Días al 50% de floración Femenina. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013. 51
FIGURA 8: días al 50% de floración Femenina. Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013 51
FIGURA 9: Días a la madurez fisiológica. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013 55
FIGURA 10: Días a la madurez fisiológica. Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.). Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013. 55
FIGURA 11: Altura de planta (cm). Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013 58
FIGURA 12: Altura de Planta (cm). Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013. 58
FIGURA 13: Peso de mazorcas por parcela. Deficiencia hidrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013. 61
FIGURA 14: Peso de mazorcas por parcela. Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013. 61
FIGURA 15: Longitud de mazorca. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013. 64
FIGURA 16: Longitud de mazorca Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013. 64
FIGURA 17: Numero de hileras por mazorca. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013. 68

FIGURA 18: Numero de hileras por mazorca. Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.). Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013 68
FIGURA 19: Número de granos por hilera. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013 71
FIGURA 20: Número de granos por hilera. Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013 71
FIGURA 21: Peso de 1000 granos. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.). Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013 75
FIGURA 22: peso de 1000 granos. Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013. 75
FIGURA 23: Diámetro de mazorca. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013. 78
FIGURA 24: Diámetro de mazorca. Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013. 78
FIGURA 25: Porcentaje de desgrane. Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013. 81
FIGURA 26: Porcentaje de desgrane. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.). Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013. 81
FIGURA 27: Índice de cosecha. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013. 85
FIGURA 28: Índice de cosecha. Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013. 85
FIGURA 29: Materia seca total. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013 88
FIGURA 30: Materia seca total. Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013 88
FIGURA 31: Rendimiento de grano Vs. Grano por hilera. 93
FIGURA 32: Rendimiento de grano Vs. Hileras por mazorca 93
FIGURA 33: Rendimiento de grano Vs. Peso de mazorca por parcela 94
FIGURA 34: Rendimiento de grano Vs. Peso de 1000 semillas 94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Análisis Textural y Químico del Suelo Experimental. Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú. 2013. 33

Tabla 02: Constantes de humedad, determinación de porcentaje de humedad en muestreos semanales de suelo durante la conducción del trabajo experimental, según el ambiente (ESE, EEV, EER, EEVR) en el Fundo "La Peña", Lambayeque, 2013. 34

Tabla 03: Datos climatológicos observados durante la conducción del trabajo experimental en el Fundo la Peña, Lambayeque- Perú, 2013. 35

Tabla 04: Cuadrados medios del análisis de variancia (Combinado: R0 + R1 R2 + R3) para las características evaluadas de siete genotipos de Maíz amarillo duro (Zea mays L.) en condiciones de deficiencia hídrica, en la Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013. 37

Tabla 5: Promedio de las características evaluadas, de acuerdo a los niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3) y el efecto en porcentaje de los niveles de deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y su efecto sobre el rendimiento. Fundo "la Peña" Lambayeque - Perú 2013 38

Tabla 06: Rendimiento de grano (t/ha). Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4, niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4 , niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013 40

Tabla 07: Rendimiento de grano (tn/ha). Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013 45

Tabla 8: Días al 50% de floración masculina. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4 , niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013. 47

Tabla 9: Días al 50% de floración femenina. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3 /4), niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013. 50

Tabla 10: Días a la madurez fisiológica. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad

(R0+R1+R2+R3) /4 , niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013. 54

Tabla 11: Altura de planta (cm). Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4, niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013. 57

Tabla 12: Peso de mazorcas por parcela (kg). Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4 , niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013. 60

Tabla 13: Longitud de mazorca (cm). Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4, niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013. 63

Tabla 14: Número de hileras por mazorca. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4, niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013. 67

Tabla 15: Número de granos por hilera. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4, niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013. 70

Tabla 16: Peso de 1000 granos (g). Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4, niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013. 74

Tabla 17: Diámetro de mazorca (cm). Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4, niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013. 77

Tabla 18: Porcentaje de desgrane. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4, niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013. 80
Tabla 19: Índice de cosecha. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4, niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013. 84
Tabla 20: Materia seca total (tn/ha). Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4, niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013. 87
Tabla 21: Índice de susceptibilidad a sequia de seis genotipos de maíz (Zea mays l.) en tres ambientes de deficiencia hídrica: ESE, EER, EEV, EEVR. Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013. 90
Tabla 22: Correlación y regresión lineal simple entre el rendimiento en grano (t/ha) y sus componentes. ... 92

RESUMEN

Según el desarrollo de la presente tesis, se pudo observar que para la región de Lambayeque es necesario contar con cultivos alternativos que demanden de menor cantidad de agua para ejercer las actividades agrícolas, siendo así el maíz un cultivo que requiere de menor cantidad de agua que el cultivo de arroz el cual duplica al maíz en su consumo de agua, el cultivo de arroz por tradición es cultivado en su mayor área a nivel nacional en la región Lambayeque. Es por eso que aun así dentro del cultivo de maíz hemos investigado que hay diferentes variedades o genotipos que demandan de menor cantidad de agua que otros genotipos al interior del mismo cultivo de maíz. Tal es sí que después de haber ejecutado este trabajo de investigación se concluye que el genotipo **DOW-B688** es el que obtuvo mayor producción por unidad de área; seguido por el genotipo **DE-7088** por lo tanto se recomienda a la población inmersa en épocas de sequía, ya que nuestra región presenta problemas de deficiencia del recurso hídrico.

ABSTRACT

According to the development of this thesis, it was possible to observe that for the region of Lambayeque it is necessary to have alternative crops that demand less water to carry out the agricultural activities, thus maize is a crop that requires less water than Rice cultivation which doubles maize in its water consumption, rice cultivation is traditionally cultivated in its largest area at the national level in the Lambayeque region. That is why even within the maize crop we have investigated that there are different varieties or genotypes that demand less water than other genotypes within the same maize crop. Such is the fact that after carrying out this research it is concluded that the genotype DOW-B688 is the one that obtained the highest production per unit of are; Followed by the genotype DE-7088 is therefore recommended to the population immersed in times of drought, since our region presents problems of water resource deficiency.

I. INTRODUCCIÓN

La región de Lambayeque presenta un clima sub-tropical seco, lo que hace que sea un lugar con ausencia de lluvias; por ello esta región desarrolla su agricultura sujeta a la precipitaciones que ocurren en la sierra en época de verano y cuyas aguas son almacenadas en represas que existen en esta región como es Olmos, Tinajones; sin embargo cuando las precipitaciones ocurren en forma irregular, o se ausentan en la serranía, trae como consecuencia la falta de recurso hídrico para desarrollar la campaña agrícola causando pérdidas en la producción de cultivos diversos, y encareciendo los productos agrícolas en la población.

Los agricultores de nuestra región se han dedicado a la siembra de cultivos exigentes en agua, como el arroz y la caña de azúcar, que constituyen cultivos que limitan la siembra de otros, importantes también para el consumo y alimento de la población.

Por la naturaleza de nuestras condiciones es importante realizar trabajos de investigación para determinar la respuesta de los cultivos a las limitaciones de agua, y cuantificar sus efectos. El cultivo de maíz, por ser un cultivo importante en la dieta alimenticia de la población y también animal, puede ser un buen indicador y motivo para realizar investigaciones en condiciones de deficiencia hídrica, planteándonos el siguiente *objetivo*:

- **DETERMINAR EL EFECTO DE LA DEFICIENCIA HÍDRICA EN DOS ETAPAS FENOLÓGICAS DE 7 GENOTIPOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) Y SUS EFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO.**

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 EL AGUA EN LAS PLANTAS.

El agua es el componente esencial en la vida de las plantas, constituye aproximadamente el 85 a 90 % de su peso y está presente en todos los procesos vitales que tienen lugar en su interior; por lo tanto la falta de agua ocasiona una serie de trastornos fisiológicos, bioquímicos, morfológicos y anatómicos que afectan en diverso grado el adecuado crecimiento y desarrollo de las plantas **(Turner, 1991; Kramer, 1989).**

El agua es responsable del mantenimiento de la turgencia de las células; la disminución de agua ocasiona la pérdida de turgencia en las plantas, cierre de estomas y por consiguiente reducción en la fotosíntesis; con ello también interferencias con muchos procesos metabólicos, e incluso llegando a ocasionar la muerte.

2.2 CONCEPTOS DE SEQUÍA.

Se ha definido a la sequía como un evento meteorológico y ambiental que consiste en una ausencia de lluvias por un período de tiempo suficientemente grande, para causar una reducción de la humedad del suelo que ocasione daños en la plantas, originando reducción en sus rendimientos o en su calidad por abajo de su potencial genético **(May y Milthorpe, 1962; Kramer, 1980; Quizenberry, 1987).**

Una definición general de sequía, designada sequía agrícola, se refiere a un fenómeno complejo que involucra intercambios dinámicos dentro del continuo suelo-planta-atmósfera **(Nix, 1982).**

Considerada uno de los fenómenos medioambientales que más afectan al desarrollo del ser humano y de todas las formas posibles de vida, la sequía

puede ser descripta como la ausencia de riego o de agua en la tierra o superficie. La sequía es usualmente causada por la falta de lluvias en una región, y mientras en algunos casos puede tener que ver con el ciclo común de los eventos (es decir, en zonas que son proclives a la sequía), en otros puede suceder de manera inesperada.
(**http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/sequia.php**)

La sequía puede generarse por varias razones, todas ellas vinculadas con la ausencia de agua. En este sentido, algunos casos de sequía pueden darse ante la falta continua de precipitaciones que sirven como riego natural para la tierra. En otros casos puede deberse al descenso drástico de cuencas de agua de diferente tamaño (por lo general, cuencas de agua estancada como lagos o lagunas, aunque también arroyos o pequeños ríos pueden secarse). En cualquiera de los dos casos, la sequía aparece en escena como la consecuencia del cambio climático que provoca el aumento de las temperaturas y la redistribución arbitraria de fenómenos naturales como puede ser la lluvia, logrando que mientras en un mismo país se sucedan duras y extensas sequías también se sucedan grandes e incontrolables inundaciones. Tal como se dijo al principio, el principal problema de la sequía es que la misma presenta importantes dificultades para el normal desarrollo de la vida, ya sea esta de las plantas, de los animales o del ser humano. La sequía hace que los suelos, además, pierdan sus nutrientes, su humedad, volviéndose imprácticos e inadecuados para la agricultura o para el pastoreo, limitando entonces aún más las posibilidades de sobrevivencia. Las sequías prolongadas e incontrolables pueden fácilmente hacer que una tierra antes rica y fértil se convierta en un desierto, fenómeno conocido como desertificación.

Define a la sequía como una falta de agua en el ambiente capaz de producir déficits internos de humedad en la planta **(Rodríguez ,1992).**

2.3 RESISTENCIA A SEQUÍA.

Se define resistencia a sequía en términos ecológicos como la capacidad o habilidad de una planta para permanecer viva durante períodos de bajo abastecimiento de agua. Sugiere además que los mecanismos para la resistencia a sequía sean divididos en: mecanismos de escape, de evitación y de tolerancia a la sequía. El escape a la sequía tiende a minimizar la interacción de la sequía con el crecimiento del cultivo y su rendimiento; la tolerancia proporciona la capacidad para producir a pesar de la pérdida en la condición de humedad de la planta; y la evitación aumenta la capacidad para mantener una condición hídrica relativamente alta de la planta, a pesar de la insuficiencia en el ambiente. **(Lebitt, 1972)**

Por otro lado la resistencia a sequía se define como la capacidad de una planta para rendir aceptablemente bajo condiciones de sequía en función de su potencial genético y de la interacción de este potencial con las variaciones ambientales de humedad. **(Muñoz, 1986; Christiansen y Lewis, 1991)**

La resistencia a la sequía ha sido definido como la habilidad de un cultivar para crecer y rendir satisfactoriamente en condiciones de baja disponibilidad de humedad en base a la posesión de una serie de mecanismos o características morfológicas y bioquímicas por las cuales el daño de déficit hídrico puede ser evitado o minimizado permitiéndoles producir un rendimiento máximo bajo sequía. **(Quizenberry, 1987)**

2.4 EFECTO DE LA SEQUÍA SOBRE LAS PLANTAS.

Considerando que el agua representa un papel esencial en los procesos metabólicos y fisiológicos, así como en el transporte de sustancias y en el mantenimiento de la turgencia, una deficiencia de este elemento limita el crecimiento y desarrollo de la planta, llegando al grado de morir en condiciones muy drásticas .**(Arnon, 1972)**

Indica que el efecto de la deficiencia temporal de agua en el rendimiento final, depende del momento del ciclo de crecimiento de la planta en que se produce. Así, la sequía temporal afecta a distintas componentes del rendimiento en momentos diferentes; y a su vez, los efectos de los componentes se combinan para producir un amplio período crítico. **(Black, 1975)**

El efecto del déficit hídrico impuesto en diferentes etapas de desarrollo no es independiente de la actividad de la planta en otras etapas fenológicas. Por lo que se considera que el rendimiento de los cultivos, es la suma de los efectos del déficit hídrico sobre los diferentes órganos de la planta, reflejados sobre los componentes del rendimiento. **(López, 1986)**

Manifiestan que el déficit hídrico primeramente causa reducciones en el proceso de alargamiento de las células y posteriormente en el de la división, lo que repercute en una menor área foliar y producción de biomasa; causa disminuciones en la síntesis de proteínas en la velocidad del intercambio gaseoso; en la fotorrespiración y senescencia; se afecta la translocación de fotosintatos y reguladores de crecimiento. La magnitud de los daños dependen principalmente de la duración e intensidad y en menor proporción de la velocidad con la que ocurre, entre más rápido se produzca la deficiencia de agua, mayores serán los cambios estructurales en el protoplasma y por lo tanto más lenta será su recuperación. **(Beadle, *et al*., 1988)**

Refiere que la reducción en crecimiento vegetativo debido a un déficit hídrico, puede no ser atribuido a influencias directas sobre la fotosíntesis y respiración, sino más bien a una influencia directa sobre la división y alargamiento celular asociadas con una menor síntesis de proteínas que influencian el desarrollo del área foliar afectándose el tamaño de la fuente de fotosintatos para el crecimiento de las plantas. **(Kramer, 1989)**

Manifiesta que el déficit de agua en las plantas afecta el funcionamiento estomatal, propiciando el cierre estomático, que repercute sobre el abastecimiento de bióxido de carbono hacia los espacios intercelulares. El cierre total o parcial de los estomas durante el período de sequía reduce la transpiración, permite restaurar el crecimiento y desarrollo, protege los organelos de la hoja que son los más sensitivos y en general propicia una mejor adaptación a las deficiencias de agua. **(Kurudavi, 1990)**

Se ha detectado, que algunas plantas que se desarrollan bajo deficiencias de agua acumulan mayor cantidad de ácido abscísico, de prolina y de algunos azúcares solubles. La mayor parte de ácido abscísico es sintetizado en los plastidios durante los déficits de agua; en las células, las membranas del cloroplasto se hacen más permeables al ácido abscísico, lo que ocasiona un incremento de su concentración en el citoplasma. La concentración del ácido abscísico por efecto del déficit hídrico ocasiona principalmente un cierre estomatal , con ello se reduce la entrada de CO2 . **(Macc Robbie, 1991)**

2.5 REFERENCIAS RELACIONADOS CON EL CULTIVO DE MAÍZ.

Los déficit de agua durante o poco después de la antesis causan efectos muy devastadores en el rendimiento de grano en el cultivo de maíz **(Begg y Turner, 1976).**

Han analizado la productividad de las plantas bajo condiciones áridas y semi-áridas en términos de agua total transpirada, la eficiencia con la que esta agua es usada y el índice de cosecha. Asi el rendimiento bajo condiciones limitantes de humedad estuvo determinado por la transpiración total y el índice de cosecha **(Fisher y Turner, 1978).**

Ha descrito dos filosofías principales del mejoramiento genético dirigido a la obtención de mejores genotipos en su resistencia a condiciones limitantes:

"El primero y más común de los enfoques se acepta que una variedad con rendimiento superior al nivel potencial, también rendirá relativamente bien, bajo niveles sub-potenciales. La resistencia a sequía puede estar presente en tal variedad y expresarse como un componente no identificado de la estabilidad en comportamiento bajo varios ambientes. Durante el proceso de mejoramiento, el rendimiento y la estabilidad en comportamiento se manejan como un complejo. La acumulación de genes ambientales estables se iguala con un mejor comportamiento bajo situaciones desfavorables" **(Blum , 1979).**

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 **(CIMMYT, 1980).**

Concluyó que los híbridos resistentes a la presión de densidad fueron también más resistentes a sequía. Sin embargo este autor advirtió que mientras la selección para una reducción en el intervalo entre antesis y aparición de estigmas bajo alta densidad y condiciones no limitantes de humedad mejoraría la resistencia a sequía **(Dow ,1981).**

Estudian algunos procesos fisiológicos sobre un grupo de variedades sintéticas de maíz con diferentes grados de resistencia a sequía y heladas, encontrando que los sintéticos resistentes a sequía aumentaron su sensibilidad estomática, permitiendo con esto un cierre estomático a más altos potenciales hídricos. En contraste, los sintéticos no resistentes, redujeron su sensibilidad estomática, lo que provocó el cierre estomático a más bajos potenciales hídricos **(Muñoz *et al*. ,1983).**

En maíz, el tipo resistente contiene un sistema radicular más vigoroso con raíces adventicias más gruesas y cortas que le permiten perder menor cantidad de agua por unidad de superficie hacia el suelo seco, comparadas con las raíces del maíz normal que son más delgadas y largas. Así también existe una mayor relación raíz/parte aérea en condiciones de sequía que en riego **(Rodríguez, 1986).**

Señalan que si el déficit hídrico ocurre durante el crecimiento activo de los olotes, el rendimiento puede ser afectado, debido a que el desarrollo final de esos órganos puede ser reducido grandemente y los granos alcanzan un tamaño menor de lo normal **(Hernández y Muñoz ,1987).**
Cuando el déficit hídrico ocurre durante la polinización del maíz, que es cuando se difiere el número real de granos, el número de ellos a la maduración puede ser abatido grandemente, debido a que el polen puede perder su viabilidad por las condiciones ambientales que generalmente acompañan a las bajas disponibilidades de agua, o bien porque ocurra la pérdida de la sincronía floral debido a un retraso en el desarrollo del jilote y/o porque los estigmas no están receptivos en el momento de la antesis **(Rocha, 1987; Sinclair, *et al*., 1990)**

Señala que los déficits de agua durante o poco después de la antesis causan efectos muy devastadores en el rendimiento de grano en maíz **(Peña ,1988).**

Indica que el principal factor limitante del crecimiento y rendimiento en áreas de secano es la cantidad y frecuencia de la precipitación, una posibilidad de mejorar el rendimiento de estas regiones es la selección de genotipos con un menor requerimiento de agua, cantidad de materia seca producida por unidad de agua utilizada por evapotranspiración **(López, 1992).**

Ubicado en Texcoco, Estado de México, y con un presupuesto anual para investigación de 43 millones de dólares, el CIMMYT inició recientemente trabajos en materia de biofortificación, es decir, el mejoramiento de las plantas para que tengan más calidad en micronutrientes, como vitamina A, hierro y zinc. Asimismo, realiza prácticas agronómicas que reducen los costos de producción, aumentan la productividad y conservan recursos naturales como el suelo, el agua y el aire.

Aunque México no realiza por el momento experimentación de maíz transgénico —pero África sí—, el CIMMYT genera en laboratorios y viveros trigo transgénico resistente a sequía, y está a la espera de que el gobierno federal autorice la solicitud que envió para experimentarlo en campo.

En un trabajo sobre Rendimiento, componentes de rendimiento y resistencia a sequía en trigo (*Triticum aestivum* L.)" donde se analizó el rendimiento potencial y rendimiento bajo estrés de 89 genotipos de trigo provenientes de CIMMYT e ICARDA, sembrados en ocho medioambientes (4 temporadas), en ensayos con y sin riego, en el Noreste de México (Obregón) y en Chile (Santiago) y 10 genotipos provenientes de INIA evaluados en cuatro medioambientes (2 temporadas, con y sin riego) en Santiago. Los objetivos fueron estudiar el rendimiento, el índice de respuesta al estrés hídrico y la estabilidad del rendimiento de los genotipos. El rendimiento medio de los genotipos varió entre 3,4 y 6,9 T/ha de acuerdo al medioambiente. En los ensayos regados y no regados se observó una fuerte interacción genotipo X medioambiente, la que explicó más de un 34% de la varianza del rendimiento. Las variaciones en rendimiento potencial entre genotipos estuvieron asociadas a un componente principal (r = 0,84***) determinado por el número de granos por m^2, el índice de cosecha y la tasa de producción de granos. Las diferencias en rendimiento bajo estrés hídrico de los genotipos estuvieron asociadas negativamente a un componente principal (r = -0,86***) determinado por el número de días a antesis y el número de días a madurez fisiológica. La mayor parte de la variación en rendimiento bajo estrés se atribuyó al índice de respuesta al

estrés hídrico, que se asoció significativamente con biomasa, número de granos por m2 y tasa de producción de granos. Los genotipos provenientes de INIA mostraron el mayor rendimiento potencial promedio; los genotipos provenientes de ICARDA mostraron el mayor rendimiento bajo estrés hídrico (**Acevedo, *et al*, 2000).**

En un trabajo sobre **respuesta a altos niveles de estrés hídrico en maíz**1Carlos Hugo Avendaño-Arrazate2, José Domingo Molina-Galan2, Carlos Trejo-López2 , Cándido López-Castañeda2 , Jorge Cadena-Iñiguez; cuyo objetivo fue comparar la respuesta a la sequía, en términos de crecimiento vegetativo, desarrollo reproductivo y la acumulación de materia seca, de cuatro variedades de maíz sometidas a diferentes niveles de estrés hídrico, en el Colegio de Postgraduados, México durante el año 2003. Las variedades fueron: Zacatecas 58 original (Zo), Cafi me original (Co), Zacatecas 58 SM19 (Z19) y Cafi me SM16 (C16). Los niveles de sequía se aplicaron cuando el suelo llegó al punto de marchitez permanente, siendo éstos: 4, 10 y 20 días de sequía, seguidos de la aplicación inmediata de un riego de recuperación y riegos continuos hasta la cosecha. El crecimiento se detuvo por efecto de la sequía en las cuatro variedades, pero una vez que se aplicó el riego de recuperación, éste ocurrió de manera progresiva, de tal forma que las plantas sometidas a sequía igualaron y en algunos casos llegaron a superar a las de riego como ocurrió en Z19. El número de días a fl oración y asincronía fue mayor en Z19 y C16 que Zo y Co; en el índice de cosecha, las variedades originales disminuyeron menos que las mejoradas; mientras que, la biomasa fue menos afectada en las variedades mejoradas que en las originales conforme se prolongó el periodo de sequía. Por lo anterior, se concluyó que las variedades mejoradas han desarrollado un mecanismo de resistencia a sequía llamado “latencia”; mediante el cual, las plantas detienen su crecimiento en condiciones extremas de sequía, pero en el momento en que nuevamente hay humedad en el suelo, reinician su desarrollo hasta completarlo **(Avendaño, 2003).**

Refiere que la disponibilidad hídrica es la principal limitante del ambiente que presenta Uruguay para el desarrollo de maíz, debido a la baja capacidad de almacenamiento de agua de los suelos, las elevadas demandas atmosféricas y la irregularidad de las precipitaciones (PP), y realiza un trabajo sobre producción de maíz con estrés hídrico provocado en diferentes etapas de desarrollo, que consistió en determinar los rendimientos de maíz en situaciones de bienestar hídrico (T1) y cuantificar las disminuciones de rendimiento generadas por la ocurrencia de estrés hídrico durante: el periodo crítico (PC) (T2), el llenado de grano (T3), la etapa vegetativa y el PC (T4); además se evaluó un testigo en secano (T5). El estrés hídrico en distintas etapas se generó a través de simuladores de sequía y el bienestar hídrico por medio de riego suplementario. Los resultados mostraron que el rendimiento sin deficiencias hídricas se ubicó entre 13,5 y 15,3 t ha-1 aproximadamente. Las deficiencias de agua durante el PC provocaron pérdidas de rendimiento aproximadas al 50% del potencial.

El estrés hídrico en el llenado de grano generó disminuciones del rendimiento cercanas a 30% y las deficiencias acumuladas en la etapa vegetativa y el PC provocaron un descenso del rendimiento de 56% **(Giménez, 2008).**

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.milenio.com/node/231461 (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.

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

Resultados de un proyecto apoyado en 2009-2010 por Fundación Produce Sinaloa, A. C., a través de su Consejo Consultivo zona centro, señalan que la aplicación de fitorreguladores es posible reducir el impacto negativo del estrés hídrico del maíz.

La investigación refiere que con el uso de paclobutrazol (más 6 mil 500 metros cúbicos de agua por hectárea) se produjeron 438 kilogramos más de grano por hectárea, superando al testigo. El paclobutrazol es un producto hormonal que induce el desarrollo de las raíces, lo que amplía la capacidad de buscar agua en el subsuelo para minimizar el estrés hídrico de la planta. Otro tratamiento empleado en el proyecto fue Biofer- Potafert Plant, más tres riegos de auxilio, que superó al testigo absoluto con 249 kilogramos por hectárea. Biofer-Potafer Plant es un producto orgánico que promueve y activa el crecimiento de la planta de maíz.

Según el proyecto, para producir un kilogramo de maíz con paclobutrazol se necesitaron 0.393 metros cúbicos de agua; con Biofer, 0.398 metros cúbicos de agua; en el testigo 1: 0.429 metros cúbicos; mientras que con el testigo absoluto, 0.497 metros cúbicos agua. Con el uso de fitorreguladores es posible reducir el volumen de agua para el cultivo de maíz (de ocho mil a seis mil 500 metros cúbicos por hectárea), sin afectar negativamente su rendimiento.

http://www.fps.org.mx/divulgacion/index.php?option=com_content&v

iew=article&id=605:reducen-con-fitorreguladores-impacto-del-estres-hidrico-en-maiz-&catid=37:sinaloa-produce&Itemid=373 (2010).

En un laboratorio universitario en plena región agrícola argentina, la bióloga Raquel Chan logró aislar un gen resistente a la sequía que, injertado en soja, maíz y trigo, promete multiplicar rendimientos en una verdadera revolución. Al frente del Instituto de Agrobiotecnología de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), Chan coordinó el grupo de investigación que estudió el girasol y logró identificar entre su complejo genoma al gen HAHB-4, que lo hace resistente a la sequía y la salinidad del suelo. Inoculados con ese gen, la soja, el trigo y el maíz "aumentan enormemente la productividad".

Escrito por AFP, abc.com.py - See more at:

http://nolaboreo.es/publicaciones/noticias/pdf/090610.Desvelado_gen.pdf (2015).

2.6 ESTIMACION DE LA RESISTENCIA A SEQUIA.

Para separar los efectos del potencial de rendimiento de la susceptibilidad a sequía, Fisher y Maurer (1978), propusieron un índice de susceptibilidad (S). En este modelo, el rendimiento bajo sequía es representado por:

$$Y_d = Y_p (1 - SD)$$

Donde Y_d es el rendimiento estresado, Y_p es el potencial de rendimiento bajo condiciones no estresadas, y D es la intensidad de sequía, calculada por $D = (1 - X_d/X_p)$ donde X_d y X_p son las media de los rendimientos de todas las variedades bajo condicione estresada y no estresada respectivamente. El índice de susceptibilidad es definido por la siguiente ecuación:

$$S = (1 - Y_d/Y_p) / D$$

En esta expresión se está asumiendo que Y_d está constituido por dos componentes: Y_p y S. En un estudio original Fisher y Maurer's encontraron una correlación positiva entre S y Y_p, sin embargo la independencia de estas características han sido observadas (Fereres *et al.,* 1986). Aunque S representa a la cantidad de variaciones del rendimiento potencial entre

cultivares, debe incluirse un efecto debido al nivel del rendimiento potencial. Así en trigo S no encontró una relación para las relaciones hídricas de la planta, pero estuvo relacionado a varios atributos sin estrés que afectan el rendimiento **(Fisher y Wood, 1979).**

Las variedades con susceptibilidad a la sequía, tienen un valor igual a 1. Valores de S menores de 1, indican menos susceptibilidad, y gran resistencia a la sequía con valores de S = 0 (la sequía no afecta al rendimiento). Diferencias genotípicas en S, realmente serían más detectable en experimentos donde la intensidad de la sequía es intermedia (e.g. valores de D = 0.5). La variación de valores de S, en un grupo de genotipos, indican que ellos están mejor adaptados a ciertos tipos de sequía y condiciones ambientales **(Hall and Patel, 1985).**

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL.

El presente trabajo de investigación se llevó cabo en el fundo "La Peña" de la Facultad de Agronomía de la U.N.P.R.G., Lambayeque; durante los meses de diciembre del 2012 hasta mayo del 2013. Geográficamente se encuentra ubicado en la parte media del Valle Chancay, a una altitud de 20 m.s.n.m., con 6o 42' de latitud sur y 79o 55' de longitud oeste. Ecológicamente, según el SENAMHI - Método de Werren Thornthwaite, corresponde a una zona de clima semi cálido, desértico, con deficiencia de lluvia en todas las estaciones, con humedad relativa calificada como húmedo *(E (d) B'1H3).*

3.2 CONDICIONES CLIMATICAS.

Durante los meses de conducción del experimento se registraron los datos meteorológicos, que incluye: temperatura máxima, mínima y media, humedad relativa, precipitación pluvial.

3.3 MUESTREO DE SUELO EXPERIMENTAL.

a) Para determinar las características físico-químico.

En el área experimental se tomaron tres muestras simples de suelo, a una profundidad de 30 cm de profundidad para cada tratamiento de humedad; de las tres muestras se obtuvo una muestra compuesta para cada uno de los tratamientos. Las muestras se llevaron al laboratorio para su análisis respectivo.

b) Para determinar las constantes y porcentaje de humedad.

Se realizaron muestreos semanales durante el período del cultivo, a una profundidad de 60 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 gravimétrico empleando la siguiente fórmula:

$$H(\%) = PSH - PSS / PSS$$

Dónde: H(%)= Contenido de humedad

PSH = Peso de suelo húmedo

PSS = Peso de suelo seco (estufa)

Por otro lado, las constantes de humedad: Capacidad de campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP), se determinaron indirectamente mediante el método de columnas y el método de deshidratación. El método de columna consiste en utilizar mangueras de 30 cm de longitud, transparentes, los cuales fueron hermetizados en la parte inferior, para luego colocar en cada uno, suelo muestreado del área experimental para proceder de inmediato a colocar 15 ml de agua, el cual drenó durante 24 horas, extrayéndose después una muestra del tercio medio del perfil húmedo, determinándose en ella el porcentaje de humedad, que tiene un valor similar a la capacidad de campo determinado mediante métodos directos.

En lo que se refiere a la determinación del PMP se utilizó vasos de plástico en los cuales se colocó uniformemente el suelo experimental, y luego se procedió a la siembra del cultivo considerado; 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).**

3.4 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.

Se aplicaron cuatro tratamientos de humedad edáfica:

a) **Estrés hídrico en la etapa vegetativa y reproductiva (EEVR=R0)**: Se condujo bajo condiciones limitantes de humedad durante todo el período del cultivo. Se consideró solo un riego adicional (12 días después de la siembra) al riego de remojo.

b) **Sin estrés hídrico (ESE = R1)**: Fue conducido bajo condiciones normales de humedad durante todo el periodo del cultivo. (**Tratamiento Testigo**)

c) **Estrés hídrico etapa reproductiva (EER = R2)**: Fue conducido bajo condiciones limitantes de humedad durante la etapa reproductiva.

d) **Estrés hídrico etapa vegetativa (EEV = R3)**: Fue conducido bajo condiciones limitantes de humedad durante la etapa vegetativa.

3.5 MATERIAL GENÉTICO.

Se utilizó cuatro genotipos de maíz.

CLAVE	GENOTIPOS	PROCEDENCIA
1	**DK-7088**	Procedente del CIMMYT- Mexico
2	**MARGINAL 28-T**	Procedente de EEAVF - INIA-Lambayeque
3	**DOW-2B688**	Procedente de DOW AGROSCIENCIES Bolivia S.A.
4	**INIA 617**	Procedente de EEAVF - INIA
5	**AGRHICOL**	Procedente de SEMENTES SEMEALI Brasil.
6	**AGRI-201**	Procedente de AGROCONSEED TROPICAL GENETICS Bolivia.
7	**INIA 605**	Procedente de EEAVF - INIA

3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL.

El trabajo de investigación se adecuó al diseño experimental, de Experimento en Series con Bloques Completos al Azar **(Martínez, 1988).** Los tratamientos de humedad fueron conducidos en forma separada, constituyendo cada uno un experimento, con tres repeticiones; la distribución del material genético dentro de cada repetición se hizo en forma aleatoria. Entre los tratamientos de humedad hubo una separación de tres metros con el propósito de evitar la infiltración de humedad de un tratamiento a otro. Cada parcela experimental consistió de seis surcos de cinco metros de largo, separados a 0.70 m.

3.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO.

3.7.1 Preparación del Terreno.

Se llevó a cabo mediante pasada de rastra, nivelación del campo, remojo, arado y cruza con rastra; finalmente se surcó a un distanciamiento de 0.70 m. Posteriormente se trazó el campo, acorde al diseño experimental planteado.

3.7.2 Siembra.

Previo a la siembra la semilla fue tratada con Orthene (5 g/kg de semilla) y Rhizolet (5 g/kg de semilla) para protegerla del gusano de tierra, grillos y hongos del suelo. La siembra se realizó el 23 de diciembre del 2012, depositando 4 semillas por golpe en la costilla del surco, a un distanciamiento de 0.35 m entre golpes a una profundidad de 3 cm aproximadamente.

3.7.3 Fertilización.

Se aplicó Urea (46% N) como fuente nitrogenada, se realizó en forma fraccionada: 50% a los 8 días después de la siembra (dds) y el 50% restante al aporque (40 dds). Como fuente fosforada se aplicó Superfosfato triple de calcio (46% P), todo a los 8 dds.y como fuente potásica se aplicó sulfato de potasio.

3.7.4 Desahije.

Se efectuó a mano, dejando 3 plantas por golpe, a los 15 días después de la siembra (dds)

3.7.5 Aporque.

Esta labor se hizo a los 35 días después de la siembra.

3.7.6 Riegos.

Se dio un riego de remojo previo a la preparación del terreno. Teniendo en cuenta los tratamientos de humedad, al tratamiento **R0 (EEVR)** se le dió un riego adicional al riego de remojo, a los 20 dds; al **R1 (ESE)** se le proporcionó cinco riegos adicionales al riego de remojo, a los 15, 35, 55, 75 y 95 dds; al tratamiento **R2 (EER)** se le proporcionó tres riegos adicionales al riego de remojo, a los 15, 35 y 55 dds; al tratamiento **R3 (EEV)** se le proporcionó tres riegos adicionales al riego de remojo, a los 55, 75 y 95 dds. Hay que señalar que los riegos proporcionados fueron con agua de pozo (sub suelo).

3.7.7 Deshierbo.

Se realizaron oportunamente en forma manual y palana, durante los primeros días de la etapa de crecimiento del cultivo. Las maleza que se presentó en mayor cantidad, fue "cadillo" (*Cenchrus equinatus*) .

3.7.8 Aspecto entomológico.

Se detectó el ataque de "gusano de tierra" (*Prodenia Sp.*) en estado de plántula; fue controlado con aplicaciones químicas de Methamidophos a la dosis del 2 $^{o}/_{oo}$ a por mochila de 20 litros. A los 35 días se presentó el ataque de Gusano Cogollero *(Spodoptera frugiperda*), que fue controlado oportunamente con aplicaciones de Dipterex granulado, directamente al cogollo o cartucho del maíz. Durante el llenado de grano, se presentó ataques de "gusano de la mazorca" (*Heliothis zea*); el control de esta plaga se realizó con aplicaciones de Cyfluthrin al 2$^{o}/_{oo}$.

3.7.9 Cosecha.

Se realizó cuando el 100% de las mazorcas presentaban el grano maduro, identificándose mediante la presencia de la capa negra en el grano, para cada tratamiento de humedad. La cosecha sucedió primero en el ambiente de sequía para lo cual los genotipos se fueron cosechando gradualmente acorde al período vegetativo de cada uno de ellos. La operación de cosecha consistió en cortar la base de los tallos y dejarlos secar por espacio de cinco días, para después proceder al despancado, pesada de las mazorcas y posteriormente el desgrane y pesada de grano.

3.8 CARACTERÍSTICAS EVALUADAS.

3.8.1 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 polén.

3.8.2 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.

3.8.3 Días a la madurez fisiológica.

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

3.8.4 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.

3.8.5 Peso de mazorcas por parcela.

Se registró el peso de las mazorcas de los surcos centrales de cada parcela.

3.8.6 Longitud de mazorca.

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

3.8.7 Diámetro de Mazorca.

Se registró en diez mazorcas tomadas al azar en cada unidad experimental. Se midió el diámetro de la parte media en cada mazorca.

3.8.8 Número de hileras por mazorca.

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

3.8.9 Número de granos por hilera.

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

3.8.10 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 tomó un metro lineal, en los surcos centrales, para cada parcela. Las muestras se sometieron a estufa por espacio de 48 hrs. a 75° C, hasta obtener un peso constante.

3.8.11 Índice de cosecha.

Se calculó a la madurez de cosecha, considerando la muestra para determinar materia seca total de la característica anterior. Se calculó mediante la siguiente relación:

IC = Producción de grano / Materia seca total.

3.8.12 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.

3.8.13 Peso de 1000 granos.

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

3.8.14 Porcentaje de desgrane.

Se registró, utilizando la siguiente fórmula:

% Desgrane = Peso de grano / Peso de grano+peso de coronta x 100

3.8.15 Índice de susceptibilidad a la sequía.

3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Todas las variables se analizaron siguiendo dos procedimientos:

a) Para el análisis de varianza de cada una de las condiciones: R0, R1, R2 y R3, se utilizó el modelo de bloques al azar:

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

Dónde:

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

μ = es la media general del experimento

αi = 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

b) Para el análisis de la interacción de los genotipos por niveles de humedad, se utilizó el modelo correspondiente al diseño experimental considerado (análisis combinado R0 + R1 + R2 + R3), (Martínez, 1988).

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

Dónde:

Y_{ijk} = Es el valor de la característica en estudio observado en la condición 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 el tratamiento de humedad i

ε_{ijk} = es el efecto aleatorio asociado a la parcela del genotipo k en el bloque j y en el tratamiento 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 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL SUELO Y CONSTANTES DE HUMEDAD.

Los resultados del análisis físico-químico del suelo experimental, son presentados en la **Tabla 01**. Se puede observar que el suelo tuvo las siguientes características: un pH alcalino, con alto grado de salinidad, bajo porcentaje de materia orgánica, contenido medio de fósforo, y alto de potasio, un bajo porcentaje de nitrógeno. El suelo presentó una textura Franco Arenoso.

Tabla 01: Análisis Textural y Químico del Suelo Experimental. Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú. 2013.

Ambientes	Clase Textural	pH	M.O. %	C.Ex10^3 mmhos/cm^{-1}	P ppm	N %	K ppm	$CaCO_3$ (%)
I	Fr.Ao	7.20	0.62	11.30	6.50	NS	212	1.27
II	Fr.Ao	7.30	0.72	12.00	6.70	NS	2.34	2.10
III	Fr.Ao	7.40	0.64	11.90	6.30	NS	220	1.25
IV	Fr.Ao	7.30	0.70	8.65	6.90	NS	236	1.90

Fuente: Laboratorio de Suelos EEA "Vista Florida" - INIA - Lambayeque (Ing. Dante Bolivia.)

NS= *No significativo: donde el %N existente en el campo, es igual al 5% del contenido de materia orgánica, siendo ésta de bajo porcentaje.*

En cuanto a las constantes de humedad, se detectaron valores de Capacidad de Campo (CC) equivalente a 17.19 y Punto de Marchitez Permanente (PMP) de 4.05%. 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 el régimen R0, caen hasta 4.50%, valor cercano al PMP; mientras que el régimen R1, cae hasta 11.69%. **(Tabla 02).**

Estos resultados indican que los tratamientos fueron impuestos adecuadamente.

.

Tabla 02: Constantes de humedad, determinación de porcentaje de humedad en muestreos semanales de suelo durante la conducción del trabajo experimental, según el ambiente (ESE, EEV, EER, EEVR) en el Fundo "La Peña", Lambayeque, 2013.

	CONSTANTES DE HUMEDAD											
	Capacidad de campo (CC)					Punto de marchites permanente (PMP)						
	17.19					4.05						
	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
	31/12/12	07/01/13	14/01/13	21/01/13	28/01/13	4/02/13	11/02/13	18/03/13	25/02/13	4/03/13	11/03/13	18/03/13
ESE	17.77	14.57	16.86	14.05	16.91	14.9	17.03	14.29	17.19	15.03	17.20	15.23
EER	17.02	14.45	16.38	12.98	16.31	15.02	16.85	14.20	11.01	8.56	5.35	4.12
EEV	17.89	15.00	13.25	11.21	9.27	6.32	4.97	17.01	14.53	13.28	16.53	15.33
EEVR	16.97	15.31	13.51	10.89	8.79	6.48	5.50	4.23	3.68	3.21	3.24	3.18

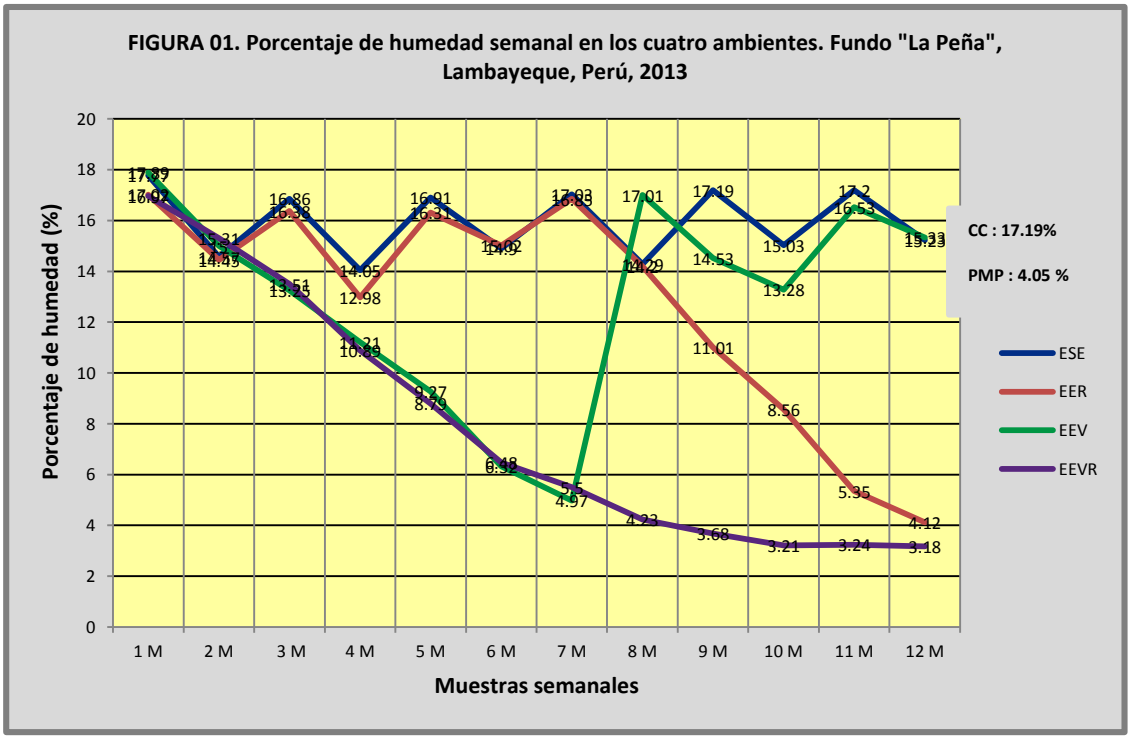


FIGURA 1: Porcentaje de humedad semanal en los cuadro ambientes: Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013

4.2 DATOS CLIMATOLOGICOS.

Los datos meteorológicos (**Tabla 03 y Figura 02**), se ajustan a los requeridos por el cultivo de maíz.

Tabla 03: Datos climatológicos observados durante la conducción del trabajo experimental en el Fundo la Peña, Lambayeque- Perú, 2013.

Meses	TEMPERATURAS °C			Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)
	Máxima	Medía	Mínima		
Dic-12	25.7	21.9	18.1	77	0.0
Ene-13	28.7	24.5	20.3	73	1.0
Febr-13	29.5	25.2	20.9	72	0.8
Marz-13	28.3	24.45	20.6	76	11
Abr-13	25.1	21.2	17.3	80	1.0
May-13	24.5	21.0	17.6	78	0.0

Fuente: Estación Meteorológica Senamhi,. Lambayeque 2013.

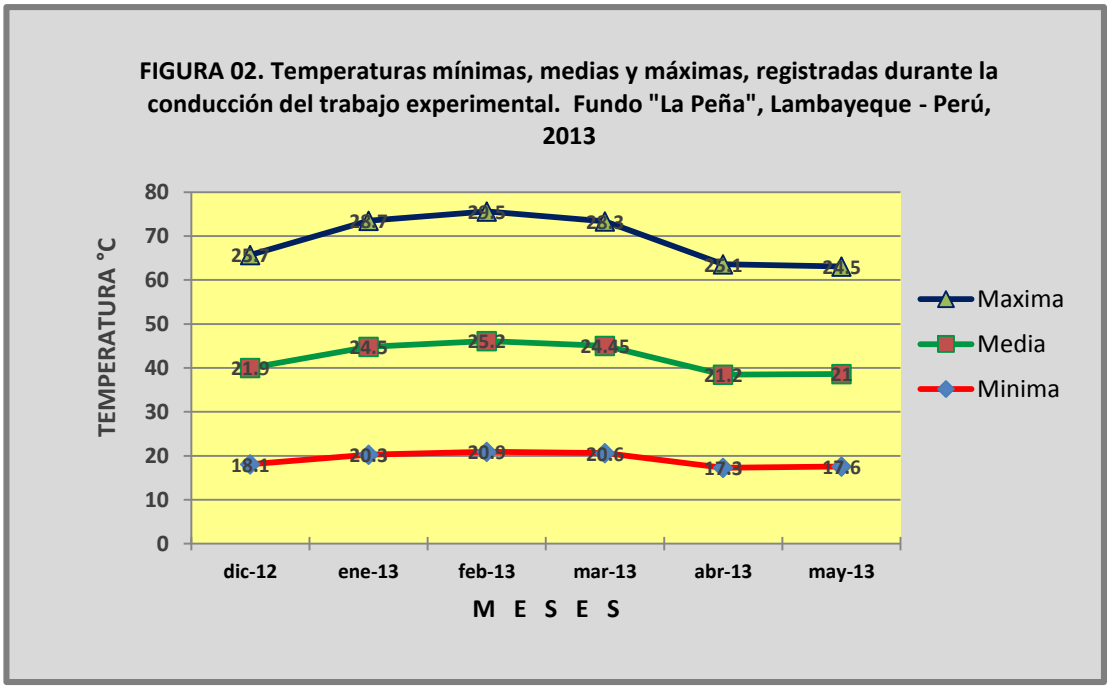


FIGURA 2: Temperaturas mínimas, medias y máximas, registradas durante la conducción del trabajo experimental. Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013

4.3 ANÁLISIS DE VARIANCIA DEL EXPERIMENTO.

Los resultados de los análisis de variancia para cada uno de los tratamientos (R0, R1, R2 y R3), para las características en estudio se presentan en la tabla 1A del apéndice.

En la **Tabla 04** se indican los cuadrados medios, la significancia estadística, el coeficiente de variabilidad (C.V.), respecto a los efectos combinados de R0 + R1 + R2 + R3 para las características evaluadas. En esta tabla se observa que para la fuente de variación **Tratamiento de Humedad**, todas las características, mostraron significación y alta significación estadística, lo que quiere decir que la expresión de las características de los genotipos evaluados se afectó, variando al pasar de un ambiente de humedad a otro. En cuanto a la fuente **Genotipo** (G), con excepción de las características peso de mazorcas por parcela, rendimiento de grano, longitud de mazorca, índice de cosecha y porcentaje de desgrane, las características restantes mostraron significación y alta significación estadística, lo que se interpreta como la expresión variable de acuerdo a las características genéticas y fenotípicas de los genotipos de maíz amarillo en estudio. Para la interacción **Genotipos por Niveles de humedad (TH x G),** características como peso de mazorcas por parcela, madurez fisiológica y rendimiento de grano mostraron significación estadística, lo que implica que los niveles de humedad afectaron la expresión de dichas características en forma positiva o negativamente; el resto de característica no mostraron significación estadística, lo que podría indicar que los efectos causado por los niveles de humedad sobre la expresión de estas características fueron moderados, o mostraron una expresión estable.

Tabla 04: Cuadrados medios del análisis de variancia (Combinado: R0 + R1 R2 + R3) para las características evaluadas de siete genotipos de Maíz amarillo duro (Zea mays L.) en condiciones de deficiencia hídrica, en la Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013.

CARACTERÍSTICAS		TRAT. HUM	GENOTIPO	TH X G	ERROR	C.V. (%)
	G.L	3	6	18	48	
Inicio de flor masculina		19.57 **	15.96 **	2.07 n.s	2.94	2.76
Inicio de flor femenina		16.33 **	15.02 **	2.19 n.s	3.42	2.86
Madurez fisiológica		575.69 **	27.83 **	6.90 **	2.06	1.24
Altura de planta (cm)		9894.44 **	401.10 **	282.33 n.s	241.88	10.37
Peso de mazorcas/parcela		314505829.66 **	2672022.82 n.s	3023412.76 *	1360450.40	20.98
Longitud de mazorca (cm)		119.27 **	1.00 n.s	2.12 n.s	1.42	9.84
No. hileras / mazorca		17.48 *	40.67 **	2.36 n.s	4.62	15.25
N° granos / hilera		937.28 **	43.71*	11.37 n.s	13.90	15.74
Diámetro de mazorca		2.35 **	0.35 **	0.50 n.s	1.10	7.23
% de desgrane		198.11 **	42.23 n.s	31.47 n.s	27.24	6.70
Rendto. de grano (t/ha)		203.37 **	1.63 n.s	1.88 **	0.91	22.20
Materia seca total (kg/ha)		452363142.86 **	96720742.86 **	36530342.86 n.s	31018771.43	22.53
Peso 1000 granos (g)		8651.98 **	3382.94 **	776.06 n.s	704.56	9.01
Indice de cosecha		0.25 **	0.01 n.s	0.01 n.s	3.2E-03	32.08

***: Significativo **: Altamente Significativo N.S: .No significativo con niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01.**

4.4 COMPARACIÓN DE LOS NIVELES DE HUMEDAD.

En la **Tabla 05** se presenta los resultados referentes a los efectos causados por la deficiencia hídrica sobre las características evaluadas.

Tabla 5: Promedio de las características evaluadas, de acuerdo a los niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3) y el efecto en porcentaje de los niveles de deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y su efecto sobre el rendimiento. Fundo "la Peña" Lambayeque - Perú 2013

CARACTERISTICAS	NIVELES DE HUMEDAD				R0/R1 X 100	R2/R1 X 100	R3/R1 x 100
	ESE (R1)	EEVR (R0)	EER (R2)	EEV (R3)			
Rendimiento de grano (t/ha)	8.73	1.47	3.21	3.79	16.83	36.76	43.41
Días a la floración masculina	62.76	61.80	63.14	61.00	98.47	100.60	98.70
Días a la floración femenina	64.95	65.19	65.24	63.38	100.37	100.44	97.582
Dias madurez fisiológica	122.04	109.85	118.28	114.33	90.01	96.92	93.68
Altura de planta	175.00	122.07	152.91	149.74	69.75	87.37	85.56
Peso mazorcas / parcela (kg)	11.04	1.98	4.25	4.97	17.93	38.49	45.02
Longitud de mazorca	15.58	10.04	10.94	12.92	64.44	70.22	82.93
No. de hileras / mazorca	15.22	13.05	13.79	14.31	85.74	90.60	94.02
No. de granos / hilera	32.50	17.27	20.01	24.95	53.14	61.57	76.76
Peso de 1000 granos (g)	311.90	271.43	283.81	311.43	87.02	90.99	99.84
% de desgrane	81.61	74.14	77.42	78.33	90.85	94.86	95.98
Indice de cosecha	0.33	0.08	0.13	0.16	24.24	39.39	48.48
Materia seca total (t/ha)	28.13	18.06	25.06	27.65	64.20	89.09	98.29

Podemos observar que la mayoría de las características fueron afectadas por la deficiencia hídrica impuesta en las etapas fenológicas vegetativa y reproductiva; el rendimiento de grano fue la característica más afectada cuando la deficiencia hídrica se impuso durante todo el periodo vegetativo

del cultivo reduciéndose en un 83.17%, comparado con el rendimiento obtenido en condiciones normales de humedad (16.83% del obtenido en condiciones normales de humedad). Cuando la deficiencia hídrica se impuso en la etapa reproductiva y la etapa vegetativa, el rendimiento se redujo en un 63.24 y 56.59% (36.76 y 43.41% del rendimiento obtenido en condiciones normales de humedad). Otras características que fueron seriamente afectadas por la deficiencia hídrica impuesta en las etapas reproductiva (EER), vegetativa (EEV) y vegetativa-reproductiva (EEVR) fueron el peso de mazorcas por parcela, longitud de mazorca, número de granos por hilera e índice de cosecha. Es evidente que cuando la deficiencia hídrica se aplica durante todo el periodo del cultivo la expresión de la característica se afecta, pero cuando se aplica deficiencia hídrica en la etapa reproductiva la expresión se afecta más que cuando se aplica en la etapa reproductiva como ocurrió con el peso de 1000 granos.

Existieron características que fueron ligeramente afectadas por la deficiencia hídrica como ocurrió con los días a la floración masculina y femenina, así como también el número de hileras por mazorca, que por esta respuesta se puede considerar altamente heredable, o tiene una ligera interacción genotipo-ambiente.

4.5 COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS GENOTIPOS EN CADA TRATAMIENTO DE HUMEDAD.

4.5.1 Rendimiento de Grano.

Comparando los valores promedios obtenidos de promediar los niveles de humedad (**R0 + R1 + R2 + R3 / 4**), la prueba de Tukey detectó similitud estadística entre los genotipos híbridos, fluctuando entre 4.86 y 3.71 t/ha, correspondiendo estos valores a los genotipos **DOW-2B688** y **MARGINAL 28T (Tabla 06).**

Tabla 06: Rendimiento de grano (t/ha). Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4, niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4 , niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013

GENOTIPOS	PROMEDIO (R0+R1+R2+R3)/ 4	NIV. DE HUMEDAD				R0/R1 x 100	R2/R1 x 100	R3/R1 x 100
		R1	R2	R3	R0			
DOW-2B688	4.86 A	8.30 A	3.78 A	3.54 A	3.80 A	45.78	45.54	42.65
DK-7088	4.65 A	9.27 A	3.82 A	3.89 A	1.62 B	17.47	41.20	41.96
AGRHICOL	4.31 A	9.16 A	3.28 A	4.15 A	0.64 B	6.98	35.80	45.30
INIA-605	4.21 A	8.00 A	3.06 A	4.50 A	1.30 B	16.25	38.25	56.25
AGRI-201	4.20 A	8.78 A	3.44 A	3.55 A	1.04 B	11.84	39.17	40.43
INIA-619	4.16 A	8.14 A	3.74 A	3.60 A	1.15 B	14.12	45.94	44.22
MARGL-28T	3.71 A	9.43 A	1.37 A	3.33 A	0.72 B	7.63	14.52	35.31
DMS	1.19	3.05	3.43	2.48	1.55			
			COMPARACIÓN DE AMBIENTES DE HUMEDAD					
				PROMEDIO		Sig. (α = 0.05)		
			R1 (ESE)	8.73		A		
			R3 (EEV)	3.79		B		
			R2 (EER)	3.21		B		
			R0 (EEVR)	1.47		C		
			DMS	0.78				

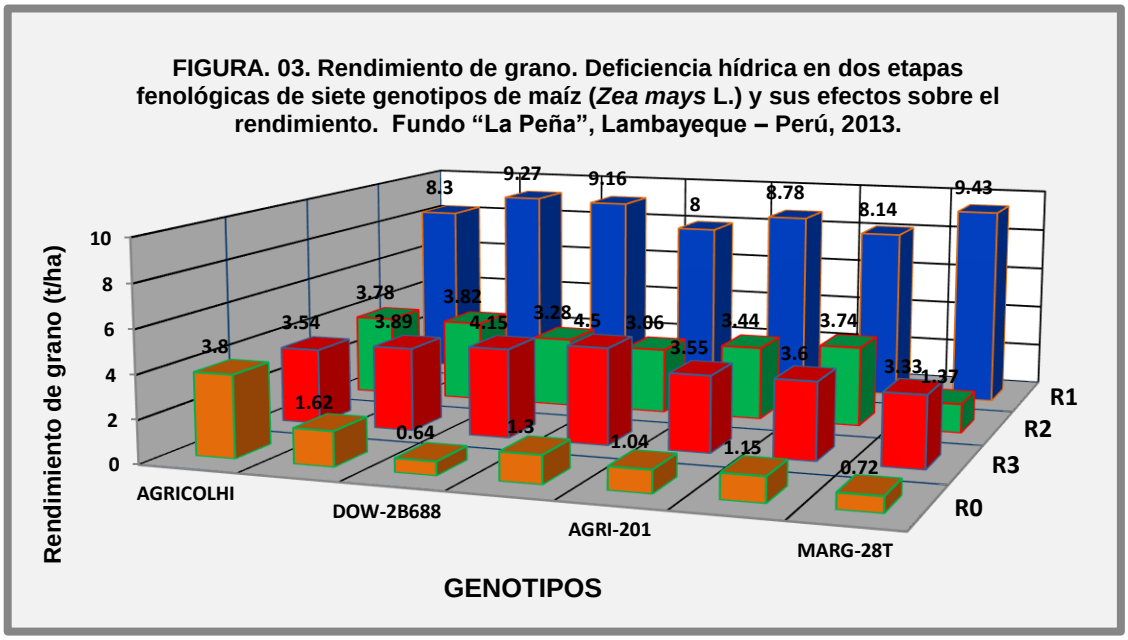


FIGURA 3: Rendimiento de Grano. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) y sus efectos sobre el rendimiento. Fundo "la peña", Lambayeque, Perú 2013.

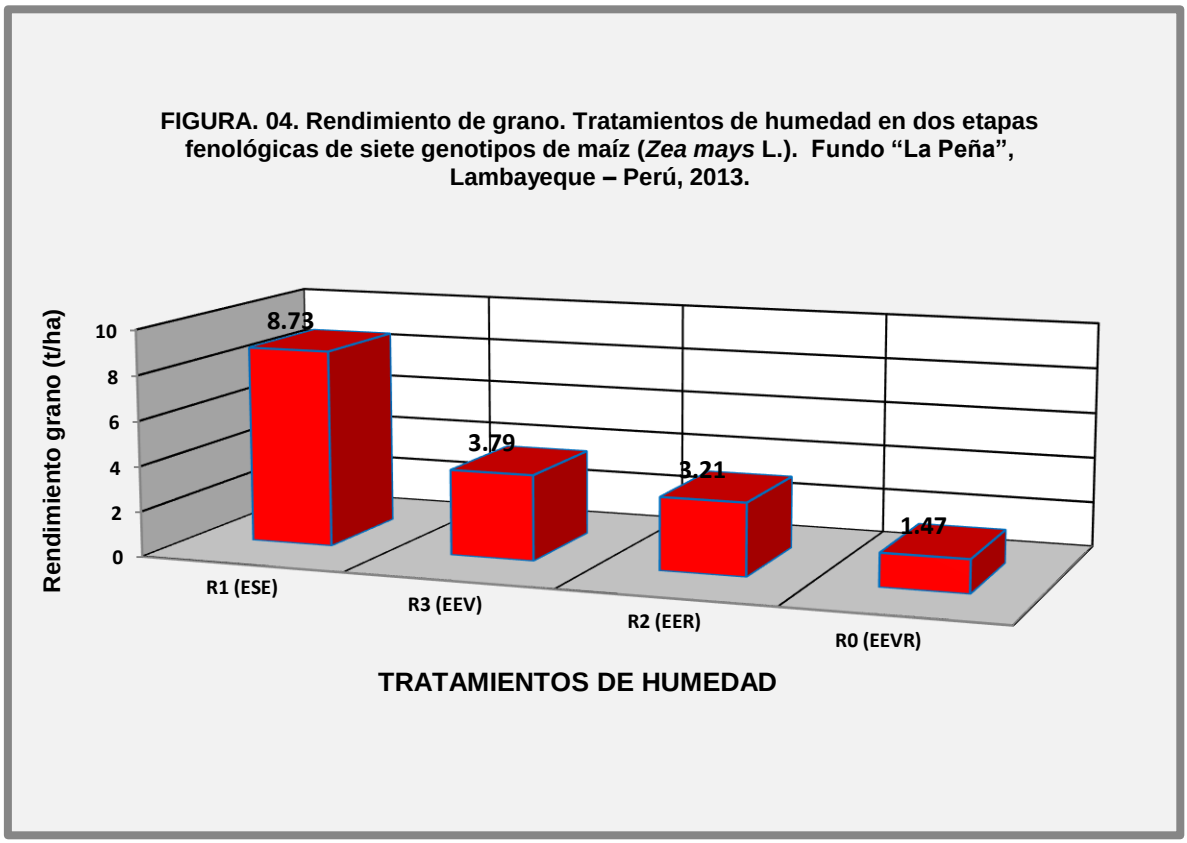


FIGURA 4: Rendimiento de Grano. Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.). Fundo "la peña", Lambayeque, Perú 2013

Cuando el estrés se aplicó durante todo el periodo del cultivo (**EEVR)**, el comportamiento de los genotipos fue variable estadísticamente registrando el mayor rendimiento de grano el genotipo hibrido **INIA 605** (3.80 t/ha), el cual a la vez fue superior a los genotipos restantes, registrando el menor rendimiento **AGRHICOL** con 0.64 t/ha.

Por otro lado los rendimientos no variaron estadísticamente cuando los genotipos híbridos fueron conducidos bajo condiciones normales de humedad (ESE); los valores oscilaron entre 9.43 y 8.00 t/ha correspondiendo estos valores a los genotipos **MARGINAL-28T e INIA 605** (**Tabla 06**); resultados similares registro **Piscoya** (1996) para **Marginal 28-T,** equivalente a 7731.3 kg/ha. El mismo comportamiento se produjo en los ambientes estresados en la etapa vegetativa (**EEV**) y reproductiva **(EER**)., pero con rendimientos inferiores (**Tabla 06**).

Cuando comparamos el ambiente sin estrés (**ESE**) con el ambiente estresado durante todas sus etapas (**EEVR**), se determinó que los genotipos que más se afectaron, fue **AGRHICOL** y **MARGINAL 28T**, que redujeron su rendimiento en un 93.02 y 92.37% (se logró solo un 6.98 y 7.63% del rendimiento registrado en condiciones normales de humedad). Caso similar obtuvo **Mendoza–Tantalean** (**2012**) en cuanto al comportamiento de MARGINAL-28T que registró el menor rendimiento, con 4.04 t/ha, causado por la deficiencia hídrica.
Cuando se comparó el comportamiento de los genotipos híbridos, dentro del tratamiento **ESE** con el comportamiento dentro de los tratamientos **EER** y **EER**, se pudo apreciar que los genotipos redujeron más su rendimiento de grano, cuando se aplicó la deficiencia hídrica en la etapa reproductiva (**EER**). El híbrido **DOW-2B688** es el que menos reduce su rendimiento, y muestra una mayor estabilidad debido a que expresa una similar reducción de su rendimiento al pasar de uno a otro ambiente (**Tabla 06**).

Comparando los resultados obtenidos en cada uno de los ambientes de humedad, se puede apreciar que se registró un mayor rendimiento de grano en condiciones normales de humedad (**ESE**) con 8.73%(mostrándose superior estadísticamente sobre los rendimientos registrados en los ambientes **EEV, EER, EEVR**, y con 3.79, 3.21 y 1.417 t/ha. **Mendoza-Tantalean** (2012) en un trabajo donde se considera solo dos ambientes, riego y estrés, al comparar ambos determinan diferencias estadísticas, registrándose un valor de 9.28 t/ha en condiciones de riego, superior al obtenido en condiciones estresadas, con 5.18 t/ha, lo que indica que el rendimiento se redujo en un 44.18%. Por otro lado **Piscoya** (**1996**), observó que los rendimientos se redujeron seriamente cuando la intensidad de estrés fue mayor, como es el caso del efecto causado al pasar del régimen R2 (riego) a R0 (estresado), registrando reducciones del rendimiento en el orden de 65.95%, 56.70% y 52.98% de los genotipos **MARGINAL-28T, NUTRI MAIZ-INIA y SV-101** respectivamente.

Podemos considerar también, que el rendimiento de grano se vio afectado por diversas causas, como reducción en la elongación celular, reducción en los procesos metabólicos básicos como la fotosíntesis etc. Sinclair *et al.,* (1990) mencionan que en maíz, el déficit de agua impuesto cerca a la antesis ocasiona los mayores decrementos ya que los procesos fisiológicos que suceden en este estado y durante los primeros estados de desarrollo del grano, son más vulnerables.

4.5.2 Rendimiento de Grano.

En la **Tabla 07,** cuando se **combinaron los factores se obtuvo 28 tratamientos** que al compararlos mediante la prueba de Tukey, se pudo observar que todos los genotipos conducidos en el **ambiente controlado** (ESE) mostraron los mayores rendimientos de grano con 9.43, 9.27, 9.16, 8.78, 8.30, 8.14 y 8.00 tn/ha., correspondiente a los genotipos **MARGINAL-28T, DEKALL-7088, AGRHICOL, AGRI-201, DOW-2B688, INIA-619 e INIA-605**; estos mostraron similitud estadística, pero fueron superiores al resto de tratamientos, cuyos valores fluctuaron entre 4.50 y 0.64 tn/ha, correspondiente estos a los tratamientos **EEV-INIA-605 y EEVR-AGRHICOL**.

Según los resultados contemplados en esta tabla, evidentemente los más bajos rendimientos se registraron cuando la deficiencia hídrica ocurrió en las dos etapas fenológicas de los genotipos (EEVR), equivalentes a 1.62 (**DEKALL-7088**), 1.30 (**INIA-605**), 1.15 (**INIA-619**), 1.04 (**AGRI-201**), 0.72 (**MARGINAL-28T**) y 0.64 (**AGRHICOL)** t/ha.

Podemos destacar el comportamiento del hibrido **EEVR - DOW-2B688** registró un rendimiento superior **(3.80 tn/ha)** a los indicados, pero también superior a los genotipos que crecieron y desarrollaron en condiciones de deficiencia hídrica aplicadas durante la etapa vegetativa **(EEV)** y en la etapa reproductiva **(EER)**; este comportamiento hace presumir que éste **híbrido presentaría tolerancia a la deficiencia hídrica.**

Asimismo cabe señalar que el genotipo **EER – MARGINAL - 28T,** registró un rendimiento inferior **(1.37 tn/ha)** a los de su mismo ambiente, ya que esté recibió el estrés hídrico en su etapa reproductiva, siendo así se presume que éste **genotipo es susceptible a sequía.**

Tabla 07: Rendimiento de grano (tn/ha). Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013

ESE - MARGINAL-28T	9.43 3	A
ESE - DEKALL -7088	9.27 3	A
ESE – AGRHICOL	9.16 3	A
ESE - AGRI-201	8.78 3	A
ESE – DOW-2B688	8.30 3	A
ESE - INIA-619	8.14 3	A
ESE - INIA-605	8.00 3	A
EEV - INIA-605	4.50 3	B
EEV – AGRHICOL	4.15 3	B C
EEV – DEKALL-7088	3.89 3	B C D
EER - DEKALL -7088	3.82 3	B C D E
EEVR – DOW-2B688	3.80 3	B C D E
EER - DOW -2B688	3.78 3	B C D E
EER - INIA-619	3.74 3	B C D E
EEV - INIA-619	3.60 3	B C D E
EEV - AGRI-201	3.55 3	B C D E
EEV - DOW -2B688	3.54 3	B C D E
EER - AGRI-201	3.44 3	B C D E
EEV - MARGINAL-28T	3.33 3	B C D E
EER – AGRHICOL	3.28 3	B C D E
EER - INIA-605	3.06 3	B C D E
EEVR – DEKALL-7088	1.62 3	B C D E
EER - MARGINAL-28T	1.37 3	B C D E
EEVR - INIA-605	1.30 3	B C D E
EEVR - INIA-619	1.15 3	C D E
EEVR - AGRI-201	1.04 3	C D E
EEVR - MARGINAL-28T	0.72 3	D E
EEVR - AGRHICOL	0.64 3	E
DMS	3.2044	

4.5.3 Días al 50% de Floración Masculina.

Al comparar los valores promedios (**R0 + R1 + R2 + R3 / 4**) se detectó diferencias estadísticas, donde el genotipo **INIA 619** se comportó como el más tardío, necesitando de 63.93 días para iniciar la floración masculina, pero mostró similitud estadística con los genotipos **DK-7088, MARGINAL 28T, DOW-2B688,** pero con superioridad sobre **INIA-605, AGRI-201** y **AGRHICOL,** este último se mostró como el más precoz con 60.58 días (**Tabla 08**).

El comportamiento de los genotipos híbridos dentro de cada ambiente (R0, R1, R2, R3), fue similar estadísticamente; por otro lado, en cuanto a los efectos causados por la deficiencia hídrica se puede apreciar que esta característica se afectó ligeramente.

Cuando comparamos los valores promedios registrados en cada ambiente, se determinó diferencias estadísticas, donde el valor promedio 63.14 días registrado en el ambiente **R2 (EER)** fue similar estadísticamente a los valores promedio obtenidos en los ambientes **R1 (ESE)** y **R0 (EEVR)** con 62.76 y 61.81 días, pero superior al valor registrado en el ambiente **R3 (EEV),** espacio en la que se necesitó 61.00 días para iniciar la floración masculina (**Tabla 08**).

Obtuvo resultados similares en un trabajo sobre deficiencia hídrica en cultivo de maíz, encontrando que el efecto causado por el estrés hídrico sobre esta característica en cada genotipo, no fue severo; Sin embargo Detectó diferencia estadística cuando comparamos el valor obtenido en riego (55.42 días) con el estresado hídricamente (53.66 días) **(Mendoza-Tantalean, 2012).**

Tabla 8: Días al 50% de floración masculina. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4 , niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013.

GENOTIPOS	PROMEDIO (R0+R1+R2+R3)/4	NIV. DE HUMEDAD				R0/R1 x 100	R2/R1 x 100	R3/R1 x 100
		R1	R2	R3	R0			
INIA-619	63.92 A	64.33 A	64.33 A	63.00 A	64.00 A	99.48	100.00	97.93
DK-7088	63.17 A B	64.00 A	64.67 A	61.67 A B	62.33 A	97.39	101.04	96.35
MARGINAL-28T	62.75 A B	64.00 A	64.33 A	61.33 A B	61.33 A	95.83	100.51	95.82
DOW-2B688	61.92 A B C	63.00 A	61.33 A	60.67 A B	62.67 A	99.47	97.34	96.30
INIA-605	61.50 B C	63.00 A	62.00 A	60.33 B	60.67 A	96.30	98.41	95.76
AGRI-201	61.42 B C	60.67 A	63.33 A	60.67 A B	61.00 A	100.54	104.38	100.00
AGRHICOL	60.58 C	60.33 A	62.00 A	59.33 B	60.67 A	100.56	102.76	98.34
DMS	2.15	6.60	5.22	2.64	4.23			
			COMPARACIÓN DE AMBIENTES DE HUMEDAD					
				PROMEDIO		Sig. (α = 0.05)		
			R2 (EER)	63.14		A		
			R1 (ESE)	62.76		A		
			R0 (EEVR)	61.81		A B		
			R3 (EEV)	61.00		B		
			DMS	1.41				

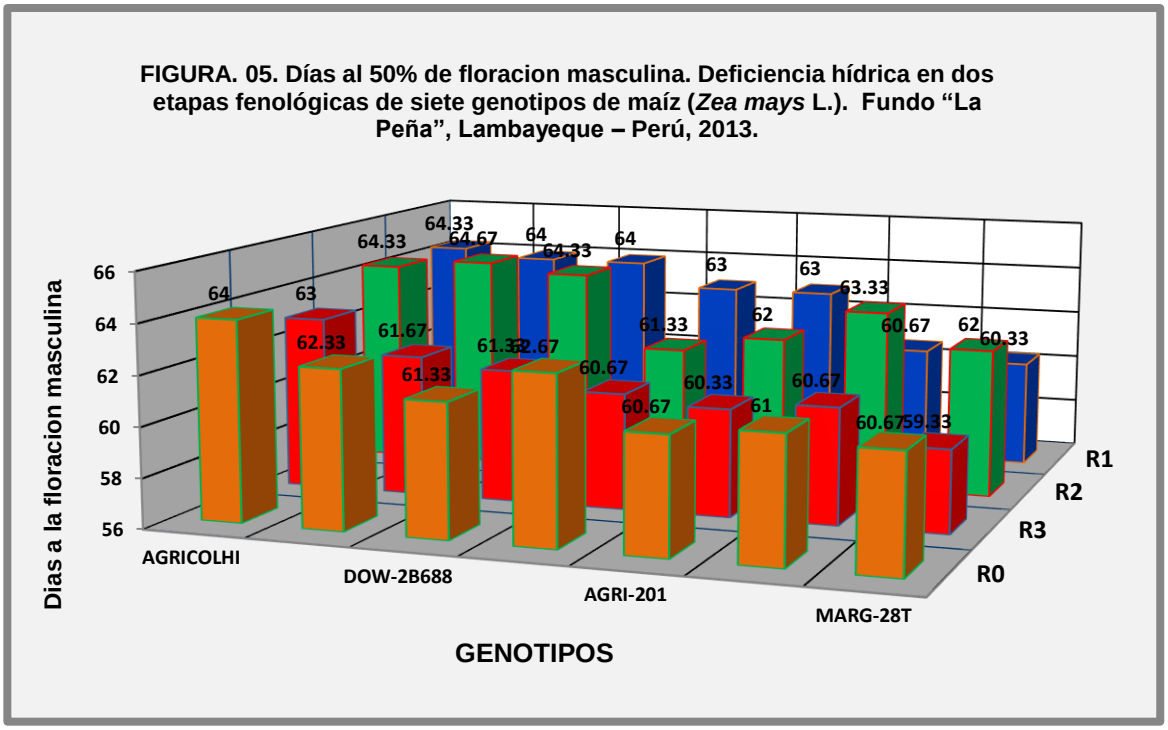


FIGURA 5: Días al 50% de floración masculina. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013.

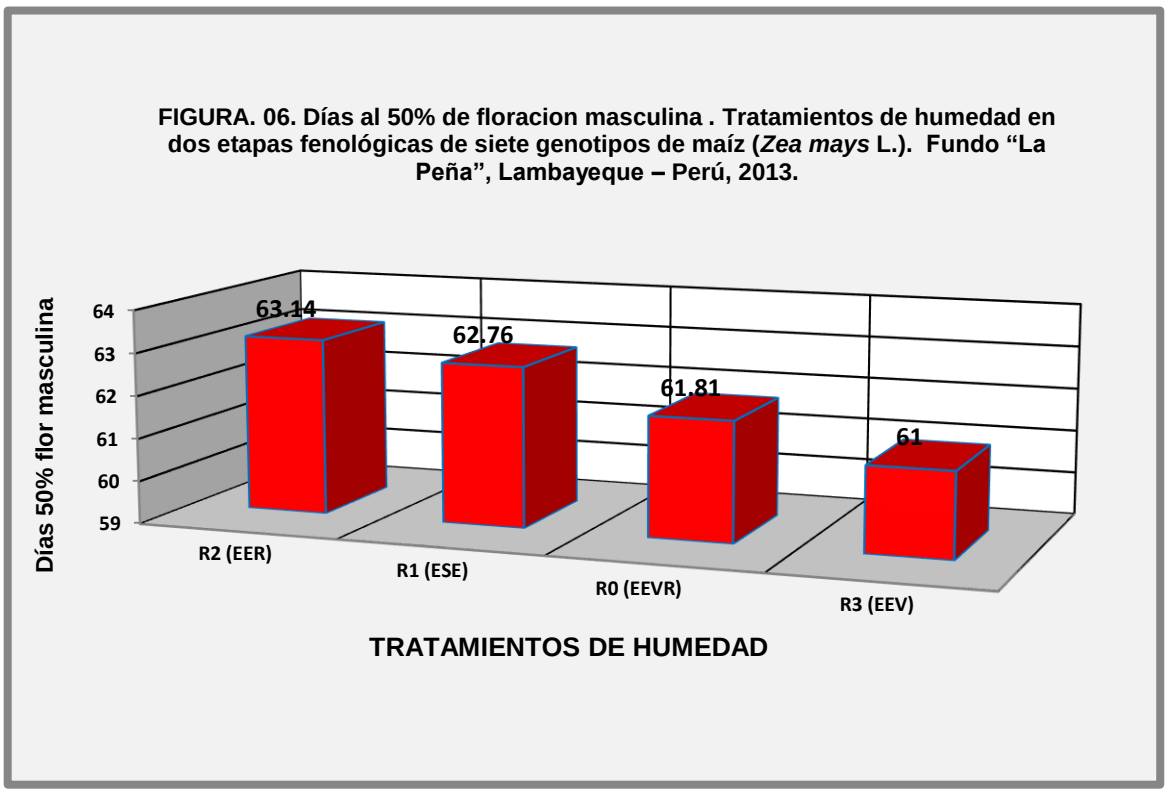


FIGURA 6: Días al 50% de floración masculina. Tratamiento de Humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013

4.5.4 Días al 50% de Floración Femenina.

Aplicada la prueba de Tukey, se determinó diferencias estadísticas entre los valores promedios (**R0+ R1 + R2 + R3** / **2**) obtenidos por los genotipos; el genotipo **INIA-619** se comportó como el más tardío con 66.25 días, mostrándose similar estadísticamente con los genotipos **MARGINAL-28T**, **DK-7088, INIA 605** y **DOW-2B688**, pero superior a **AGRI-201** y **AGRHICOL** que registraron valores de 63.83 y 63.17, comportándose como los más precoces **(Tabla 09).**

En cuanto al comportamiento de los genotipos dentro de cada ambiente **(R0, R1, R2 y R3)**, se mostraron similares estadísticamente. Por otro lado cuando se estimó la determinación de los efectos causados por la deficiencia hídrica sobre esta característica, estos no fueron severos; esto lo podemos apreciar en la **Tabla 09**, cuando los genotipos pasaron del ambiente **ESE** (sin estrés) a los ambientes **EEV, EER** y **EEVR**, los efectos causados no fueron significativos.

Cuando comparamos los valores promedio obtenidos en cada uno de los ambientes, se determinó que el valor obtenido en el ambiente **EER** (65.24 días) mostro igualdad estadística con los valores registrados en los ambientes **EEVR** (65.19 días) y **ESE** (64.95 días), pero superior al valor registrado en el ambiente EEV (63.38 días), cuyo valor muestra que bajo condiciones de estrés en la etapa vegetativa provoca una mayor precocidad (**Tabla 09**).

Mostraron resultados similares a los obtenidos en nuestro trabajo, para esta característica de días a la floración femenina, determinando que el ambiente de riego (R1) mostró diferencia estadística con el estrés hídrico (R0). Así mismo determinaron que el efecto causado por la deficiencia hídrica, no fue severo; y que la expresión de esta característica de los genotipos fue similar en ambos ambientes **(Mendoza-Tantalean, 2012).**

Tabla 9: Días al 50% de floración femenina. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3 /4), niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013.

GENOTIPOS	PROMEDIO (R0+R1+R2+R3)/4	NIV. DE HUMEDAD				R0/R1 x 100	R2/R1 x 100	R3/R1 x 100
		R1	R2	R3	R0			
INIA-619	66.25 A	67.00 A	66.67 A	65.00 A	66.33 A	99.00	99.50	97.01
MARG-28T	65.83 A B	66.33 A	67.00 A	64.00 A	66.00 A	99.50	101.01	96.48
DK-7088	65.17 A B C	66.00 A	66.33 A	63.33 A	65.00 A	98.48	100.50	95.95
INIA-605	64.58 A B C	65.67 A	65.00 A	63.00 A	64.67 A	98.47	98.97	95.93
DOW	64.00 A B C	64.33 A	62.67 A	63.33 A	65.67 A	102.08	97.42	98.44
AGRI-201	63.83 B C	62.67 A	65.00 A	63.33 A	64.33 A	102.64	103.72	101.53
AGRHICOL	63.17 C	62.67 A	64.00 A	61.67 A	64.33 A	102.64	102.12	98.40
DMS	2.32	5.73	6.05	3.60	5.38			
			COMPARACIÓN DE AMBIENTES DE HUMEDAD					
				PROMEDIO		Sig. (α = 0.05)		
			R2 (EER)	65.24		A		
			R0 (EEVR)	65.19		A		
			R1 (ESE)	64.95		A		
			R3 (EEV)	63.38		B		
			DMS	1.51				

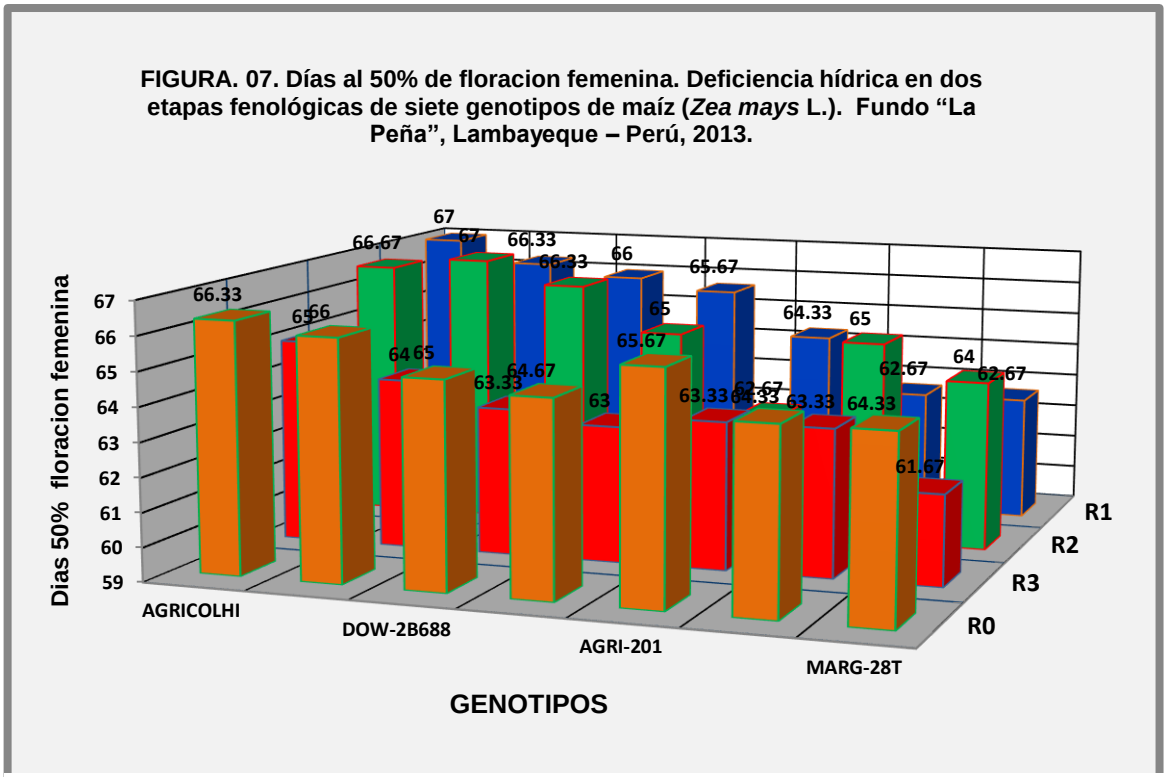


FIGURA 7: Días al 50% de floración Femenina. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013.

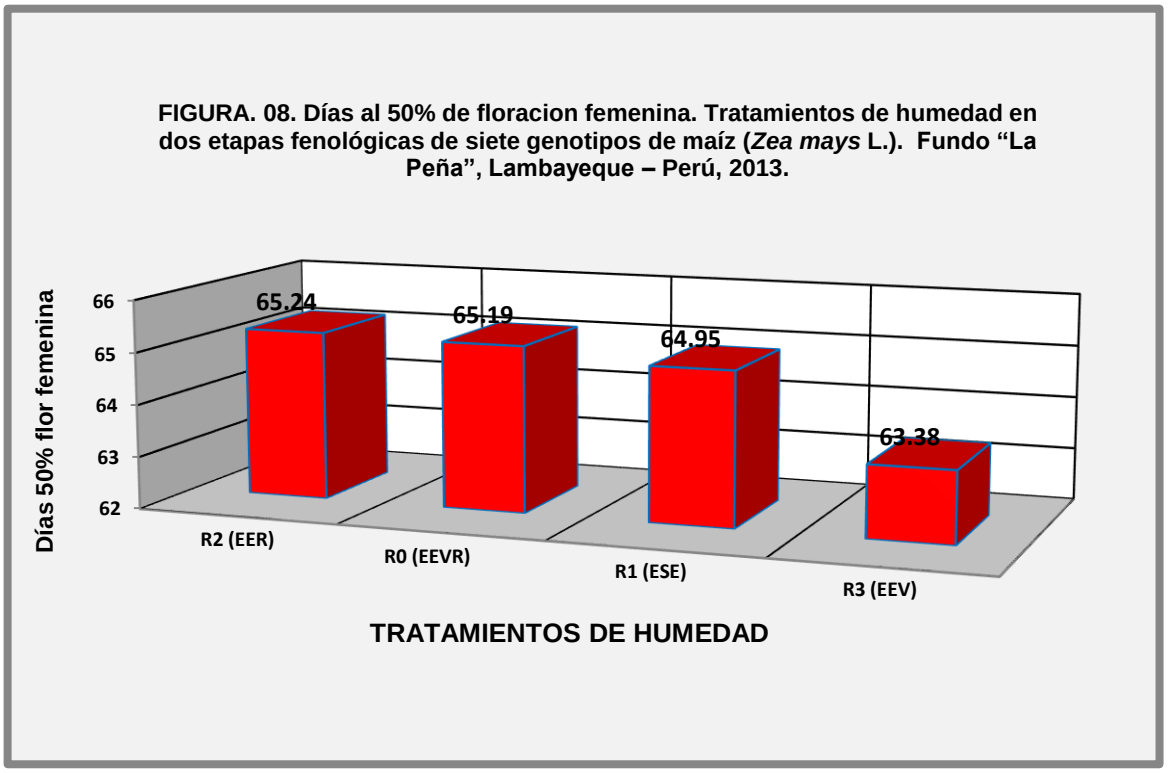


FIGURA 8: días al 50% de floración Femenina. Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013

4.5.5 Días a la madurez fisiológica.

Cuando se aplicó la prueba discriminatoria de Tukey se determinó diferencias estadísticas entre los valores promedio (**R0+R1+R2+R3/4**); el genotipo DK-7088 necesitó de un mayor número de días (118.25 días) para lograr la madurez fisiológica, mostrando similitud estadística con el genotipo DOW -2B688 (118.00 días), pero superior a los genotipos restantes, siendo el genotipo **INIA-619** el que se comportó como el más precoz necesitando 115.08 días para lograr su madurez fisiológica (**Tabla 10**).

En cuanto al comportamiento de los genotipos dentro de cada ambiente, podemos apreciar que cuando el estrés hídrico se aplicó durante todas las etapas del cultivo (**EEVR**) y durante la etapa reproductiva (**EER**) los genotipos mostraron un comportamiento variable: El genotipo **DK-7088** (121.67 días), mostró similitud estadística con el genotipo **DOW-2B688** (120.00 días), dentro del ambiente **EER**, pero superior a los genotipos restantes; este mismo comportamiento mostraron dentro del ambiente **EEVR**, siendo el genotipo **INIA-619** el que registró el menor número de días para lograr su madurez de fisiológica. Por otro lado, cuando el estrés de aplicó durante la etapa vegetativa (R3=EEV), los genotipos de maíz mostraron un comportamiento similar estadísticamente; lo mismo sucedió con el comportamiento de los genotipos en el ambiente controlado o sin estrés (R1=ESE).

Respecto a los efectos causado por la deficiencia hídrica, podemos apreciar en la **Tabla 10**, que los mayores efectos se dieron cuando los genotipos fueron sometidos al estrés hídrico durante todas sus etapas (EEVR /ESE X 100), siendo el genotipo **INIA-619** el más afectado, incrementando su precocidad o reduciendo el número de días para lograr su madurez fisiológica en 12.61% (reduciéndose hasta 88.70% al compararse con el tratamiento control = ESE). Cuando la deficiencia

hídrica se dio durante la etapa vegetativa (R3 = EEV) comparada con el tratamiento control (R1 = ESE), los genotipos **INIA-619** e **INIA-605** fueron los mayormente afectados, reduciendo el número de días para lograr la madurez fisiológica hasta 92.32 y 92.00 % (un efecto de reducción de 7.68 y 8.00% comparado con el tratamiento control) (**Tabla 10**).

Cuando se compara los valores obtenidos en cada ambiente, se aprecia que los genotipos en promedio se comportaron más tardíos cuando estos crecieron sin deficiencia hídrica (ESE) necesitando de 122.05 días, siendo este valor superior sobre los valores registrados en el ambiente **EER** (118.29 días), **EEV** (114.33) y **EEVR** (109.86 días), en este ultimo los genotipos en promedio se comportaron como más precoces. **(Tabla 10).**

Señalan que las plantas sometidas a sequía moderada alcanzan una mayor temperatura que aquellas que crecen con buena provisión de humedad, lo cual acelera su desarrollo fenológico **(Turner y Begg , 1981)**

Mencionan que el efecto causado por la deficiencia hídrica sobre la madurez fisiológica de los genotipos fue más evidente que el efecto causado sobre el inicio de la floración masculina y femenino, manifestándose en una mayor precocidad; como ocurrió con MARGINAL-28T que fue el más afectado en su ciclo biológico **(Mendoza-Tantalean ,2012).**

Tabla 10: Días a la madurez fisiológica. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4 , niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013.

GENOTIPOS	PROMEDIO (R0+R1+R2+R3)/4	NIV. DE HUMEDAD				R0/R1 x 100	R2/R1 x 100	R3/R1 x 100
		R1	R2	R3	R0			
DK-7088	118.25 A	124.00 A	121.67 A	114.67 A	112.67 A B	90.86	98.12	92.47
DOW	118.00 A B	121.67 A	120.00 A B	115.00 A	115.33 A	94.78	98.62	94.52
INIA-605	116.33 B C	123.00 A	117.33 B C	114.33 A	110.67 A B C	89.97	95.39	92.00
MARG-28T	115.58 C D	121.67 A	118.00 B C	114.67 A	108.00 B C	88.76	96.98	94.24
AGRHICOL	115.58 C D	121.33 A	117.00 C	115.33 A	108.67 B C	89.56	96.43	95.05
AGRI-201	115.08 C D	121.00 A	118.00 B C	114.00 A	107.33 C	88.70	97.52	94.21
INIA-619	114.08 D	121.67 A	116.00 C	112.33 A	106.33 C	87.39	95.33	92.32
DMS	1.80	4.36	2.70	4.21	4.81			
			COMPARACIÓN DE AMBIENTES DE HUMEDAD					
				PROMEDIO		Sig. (α = 0.05)		
			R1 (ESE)	122.05		A		
			R2 (EER)	118.29		B		
			R3 (EEV)	114.33		C		
			R0 (EEVR)	109.86		D		
			DMS	1.18				

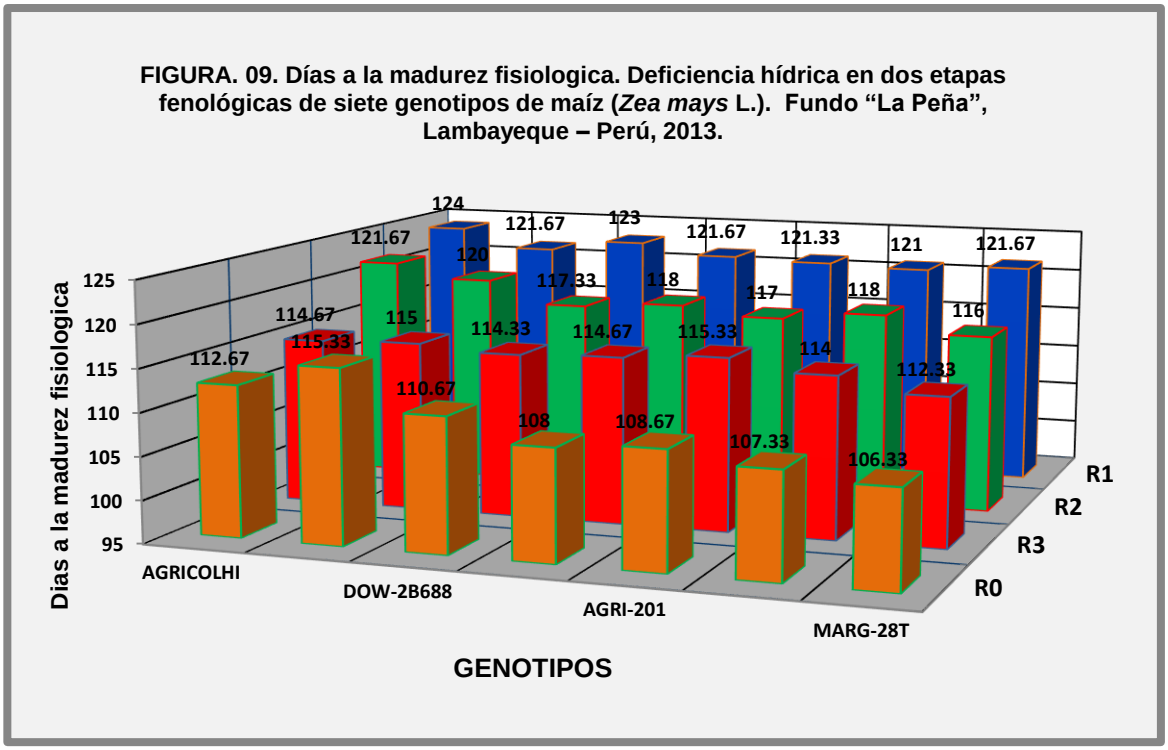


FIGURA 9: Días a la madurez fisiológica. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013

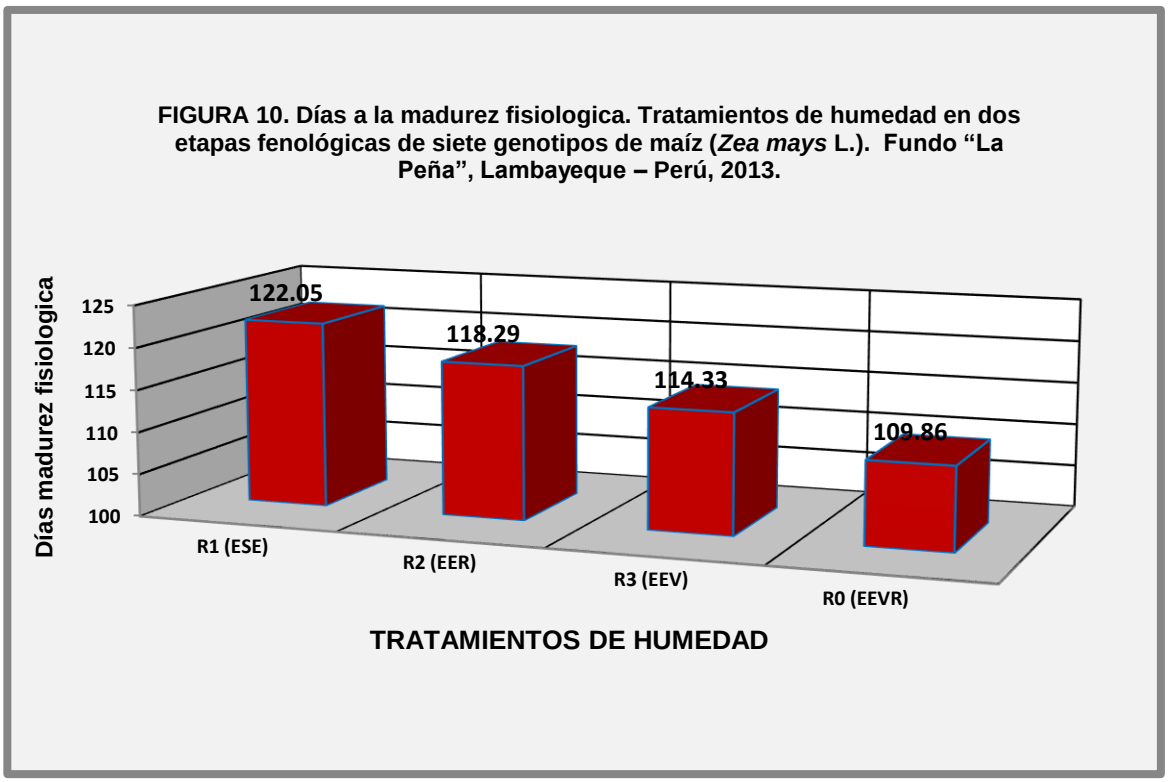


FIGURA 10: Días a la madurez fisiológica. Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.). Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013.

4.5.6 Altura de planta.

Los valores promedios (**R0+R1+R2+R3 / 4**) para esta característica mostraron similitud estadística, cuyos valores promedios oscilaron entre 160.06 y 143.44 cm, correspondiendo estos valores a los genotipos **MARGINAL-28T** y **AGRHICOL (Tabla 11).** En cuanto al comportamiento de los genotipos dentro de cada ambiente (**ESE, EEV, EER y EEVR**), la prueba de Duncan detectó igualdad estadística o con alturas de plantas similar (**Tabla 11**).

Respecto a los efectos causados por la deficiencia hídrica, es evidente que los mayores efectos se observó cuando se aplicó la deficiencia hídrica durante todas las etapas del cultivo (**EEVR**), siendo los genotipos más afectados **DOW-2B688 y AGRHICOL**, reduciendo sus alturas en un 39.27 y 37.24 % (comparado con el ambiente de riego = ESE, las alturas llegaron a reducirse hasta 60.73 y 62.76%). Cuando el estrés hídrico se aplicó tanto en la etapa reproductiva (**EER**) como en la vegetativa (**EEV**), los efectos causados sobre la altura de los genotipos, fue variable en el sentido que unos genotipos fueron afectados mayormente cuando se aplicó la deficiencia hídrica en la etapa vegetativa, caso de INIA-605, **AGRI-201 y MARGINAL 28T** y otros cuando se aplicó en la etapa reproductiva, caso de **DOW-2B688 y AGRHICOL** (reducción que disminuyó hasta llegar al 76.22 y 75.55%, que comparado con el ambiente sin estrés, se traduce en una reducción en su altura de 23.78 y 24.45%) (**Tabla 11**). Cuando comparamos los valores promedio de altura registrado en cada ambiente, observamos que el comportamiento promedio de los genotipos que crecieron el ambiente sin estrés (**ESE**) registraron una altura de 175.00 cm, superior estadísticamente los valores promedio registrados en los otros ambientes (EER = 152.90 días, EEV = 149.74 días, EEVR = 122.07 días) (**Tabla 11**). Reportan en cultivo de trigo, que la altura de planta se reduce únicamente cuando la sequía se impone en la etapa de emergencia a embuche, no afectándose cuando el estrés se impuso en el estado de embuche **(López y Rodríguez, 1990).**

Tabla 11: Altura de planta (cm). Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4, niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013.

GENOTIPOS	PROMEDIO (R0+R1+R2+R3)/4	NIV. DE HUMEDAD				R0/R1 x 100	R2/R1 x 100	R3/R1 x 100
		R1	R2	R3	R0			
MARGINAL-28T	160.06 A	180.63 A	154.08 A	170.67 A	134.88 A	74.67	85.30	94.48
INIA-605	154.91 A	175.29 A	143.33 A	162.21 A	138.79 A	79.17	81.76	92.53
INIA-619	149.88 A	173.50 A	160.38 A	149.46 A	116.17 A	66.95	92.43	86.14
DOW-2B688	148.23 A	180.71 A	164.71 A	137.75 A	109.75 A	60.73	91.14	76.22
AGRI-201	147.99 A	171.25 A	140.75 A	155.25 A	124.71 A	72.82	82.18	90.65
DK-7088	145.00 A	166.92 A	154.46 A	139.33 A	119.29 A	71.46	92.53	83.47
AGRHICOL	143.44 A	176.71 A	152.63 A	133.50 A	110.92 A	62.76	86.37	75.55
DMS	19.53	58.29	38.18	40.16	37.83			
			COMPARACIÓN DE AMBIENTES DE HUMEDAD					
				PROMEDIO		Sig. (α = 0.05)		
			R1 (ESE)	175.00		A		
			R2 (EER)	152.90		B		
			R3 (EEV)	149.74		B		
			R0 (EEVR)	122.07		C		
			DMS	12.77				

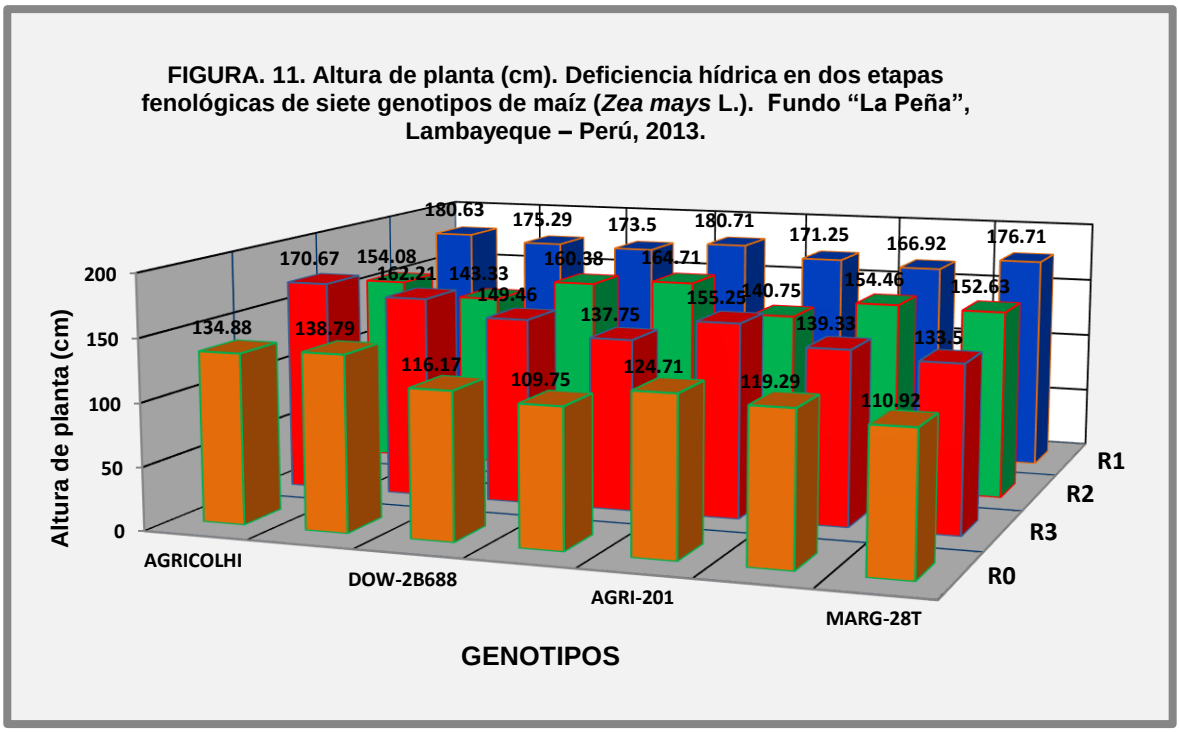


FIGURA 11: Altura de planta (cm). Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013

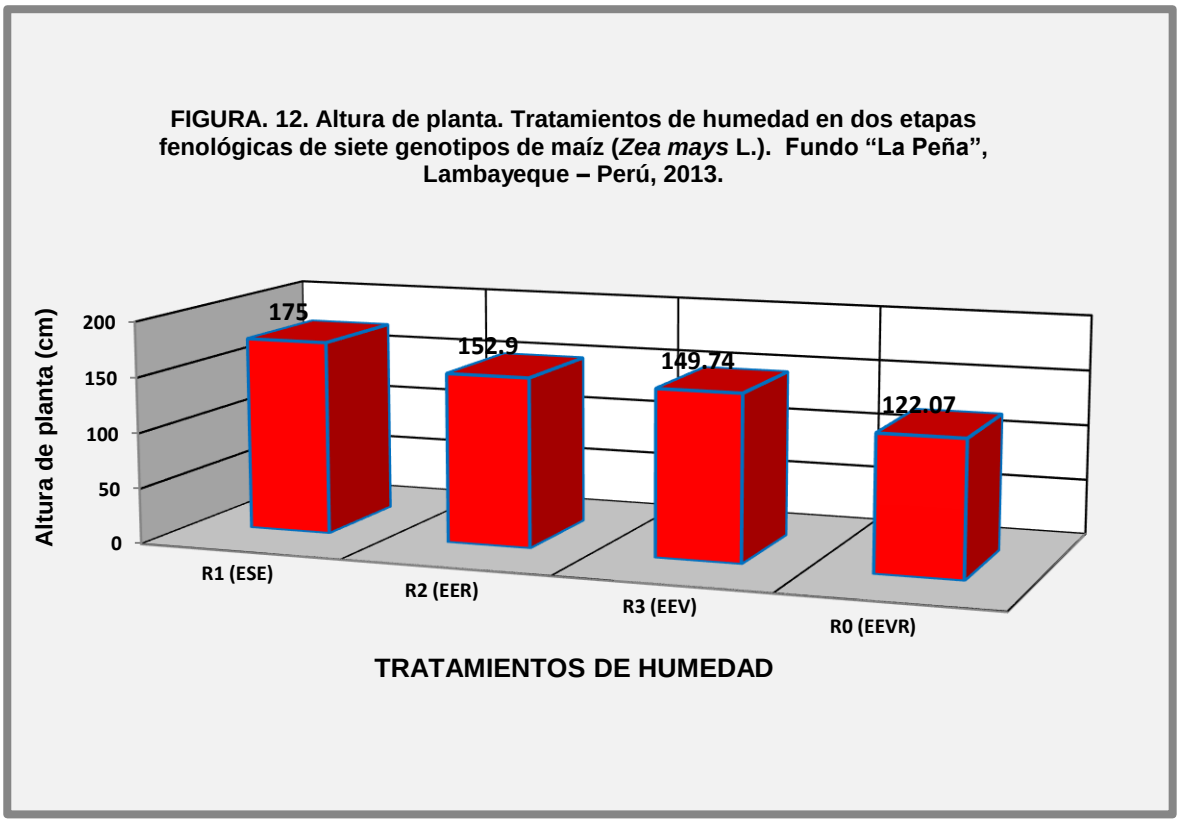


FIGURA 12: Altura de Planta (cm). Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013.

4.5.7 Peso de mazorcas por parcela.

Los valores promedio **(R0+R1+R2+R3 / 4)** para esta variable, se diferenciaron estadísticamente, donde el genotipo **DOW-2B688** registro el mayor valor con un peso de 6.30 kg/parcela, pero con similitud estadística con los genotipos **DK-7088, INIA-605, AGRI-201, AGRHICOL** e **INIA 619,** pero superior al genotipo **MARGINAL-28T,** que registro el menor peso de mazorcas por parcela con 4.80 kg (**Tabla 12**).

El comportamiento de los genotipos dentro de los ambientes R1, R2 y R3, fue de valores similares estadísticamente; sin embargo en el ambiente R0, el genotipo **DOW-2B688**, se mostró superior, registrando un valor de 5.053 kg, sobre los genotipos restantes, cuyos valores oscilaron entre 1.990 y 0.991, correspondiendo estos a los genotipos **DK-7088 y MARGINAL-28T** (**Tabla 12**).

En esta característica se pudo evidenciar el efecto causado por los tratamientos deficientes en humedad; el mayor efecto se observó cuando se aplicó la deficiencia hídrica en las etapas vegetativa-reproductiva (**R0=EEVR**) comparado con el tratamiento control (**R1=ESE**), encontrándose que el genotipo **MARGINAL-28T** redujo drásticamente su peso de mazorcas en un 91.63% (**R0/R1 x 100 = 8.37%**), todo lo contrario sucedió con **DOW-2B688** que fue el menos afectado reduciendo su peso de mazorcas en un 52.20% (**R0/R1 x 100 = 47.80**). Cabe señalar que cuando el estrés hídrico por deficiencia se aplicó en la etapa reproductiva (**EER**) y en la etapa vegetativa (**EEV**), los efectos causados y expresado por la **reducción en el peso de mazorcas** en cada genotipo estuvo entre el 40% y el 50%, pero es importante indicar que el genotipo **MARGINAL-28T** fue el más afectado, por lo tanto podemos decir que este genotipo se presentó como el más sensible a las deficiencia hídricas. Por otro lado, como podemos apreciar en los resultados, que el hibrido **DOW-2B688** fue el que menos interaccionó con los ambientes, en otras palabras se mostró estable.

Tabla 12: Peso de mazorcas por parcela (kg). Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4 , niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013.

GENOTIPOS	PROMEDIO (R0+R1+R2+R3)/4	NIV. DE HUMEDAD				R0/R1 x 100	R2/R1 x 100	R3/R1 x 100
		R1	R2	R3	R0			
DOW-2B688	6.30 A	10.57 A	4.886 A	4.665 A	5.053 A	47.80	46.22	44.13
DK-7088	5.95 A B	11.67 A	5.025 A	5.090 A	1.990 B	17.05	43.06	43.62
INIA-605	5.50 A B	10.19 A	4.256 A	5.736 A	1.796 B	17.62	41.77	56.29
AGRI-201	5.50 A B	11.14 A	4.668 A	4.761 A	1.398 B	12.55	41.90	42.74
AGRHICOL	5.50 A B	11.45 A	4.178 A	5.386 A	0.851 B	7.43	36.49	47.04
INIA-619	5.50 A B	10.39 A	4.910 A	4.743 A	1.768 B	17.02	47.26	45.65
MARGINAL-28T	4.80 B	11.84 A	1.818 A	4.435 A	0.991 B	8.37	15.35	37.45
DMS	1.50	3.35	4.654	2.752	1.988			
			COMPARACIÓN DE AMBIENTES DE HUMEDAD					
				PROMEDIO		Sig. (α = 0.05)		
			R1 (ESE)	11.040		A		
			R3 (EEV)	4.974		B		
			R2 (EER)	4.250		B		
			R0 (EEVR)	1.978		C		
			DMS	0.957				

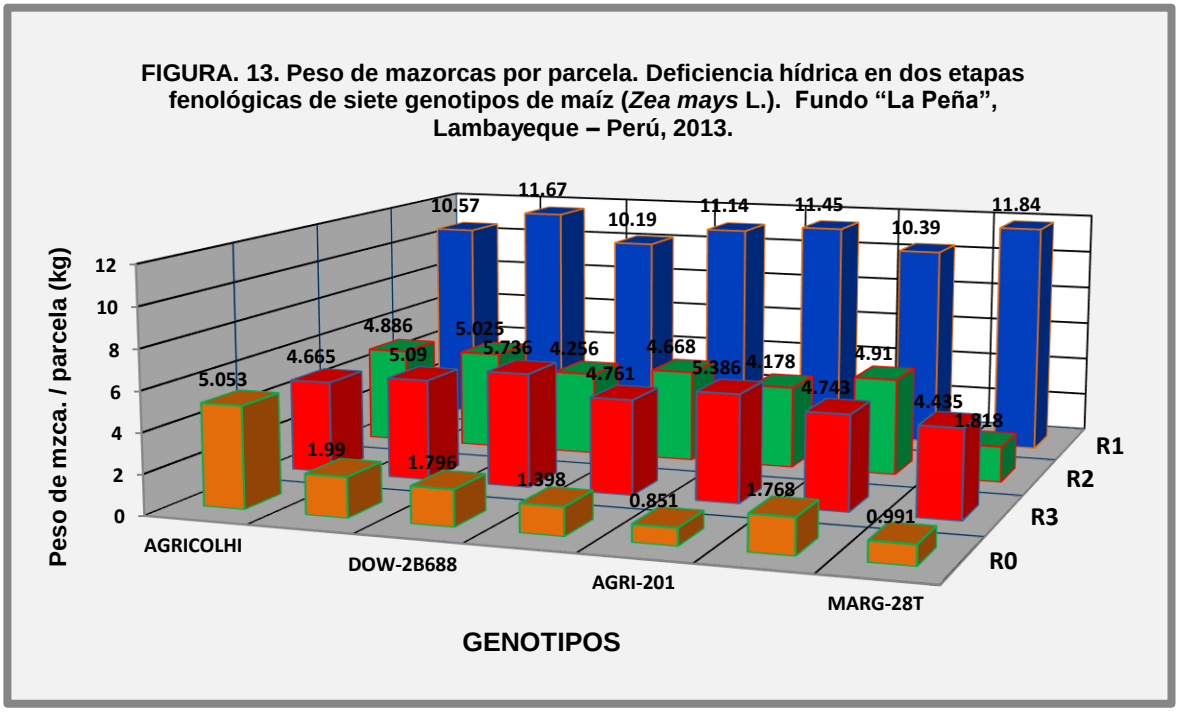


FIGURA 13: Peso de mazorcas por parcela. Deficiencia hidrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013.

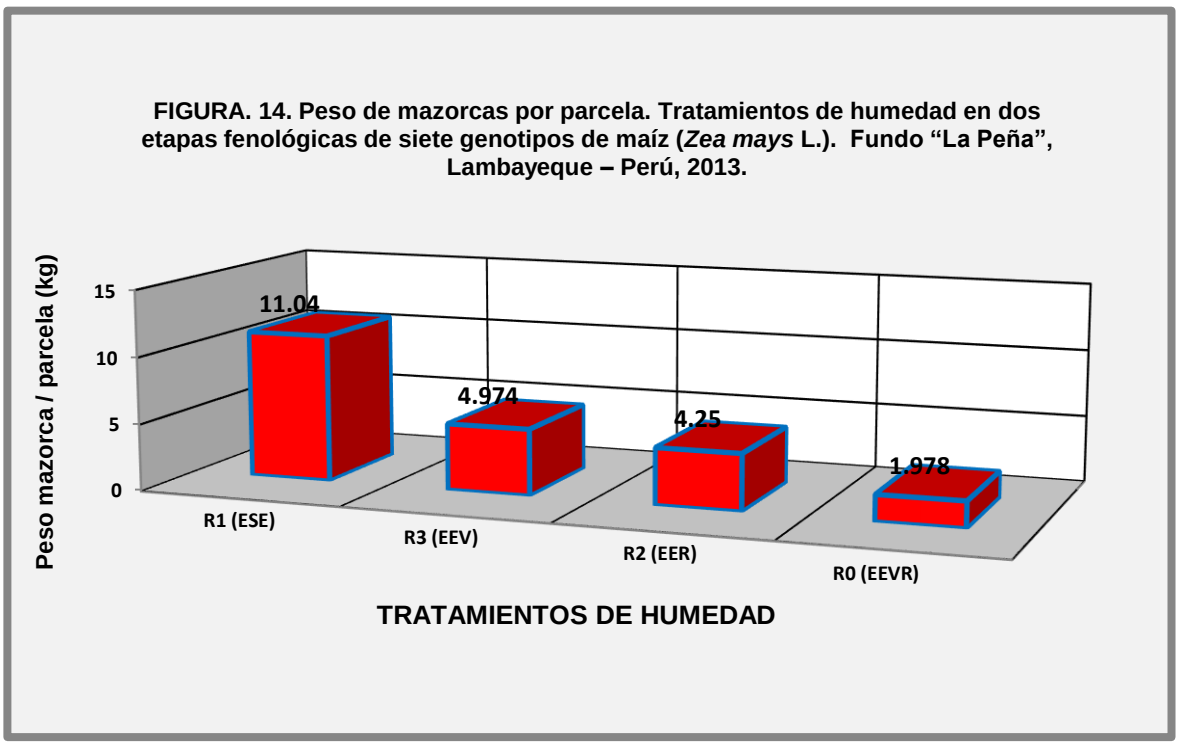


FIGURA 14: Peso de mazorcas por parcela. Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013.

Los resultados obtenidos, donde el genotipo MARGINAL-28T fue el más afectado, registrando el menor peso y reduciendo su peso en 40.98 %. El valor promedio obtenido en el ambiente **ESE** fue de 11.04 kg mazorca /parcela, superior estadísticamente sobre los valores promedio obtenidos en los ambientes **EEV** (4.97 kg), **EER** (4.25 kg) y **EEVR** (1.97 kg). Estos resultados evidencia claramente que los mayores efectos se produjo cuando la deficiencia hídrica se aplicó en todas la etapas de los genotipos (**EEVR**) coinciden con los obtenidos por **Mendoza-Tantalean, (2012).**

4.5.8 Longitud de Mazorca.

Los valores promedios producto de la combinación (**R0+R1+R2+R3/4**), no difirieron estadísticamente, y fluctuaron entre 12.94 y 12.26 cm, correspondiendo estos valores a los genotipos **DOW-2B688** y **DK-7088**.

En cuanto al comportamiento de los genotipos dentro de cada ambiente **(ESE, EER, EEV, EEVR),** se puede apreciar que fue similar estadísticamente. Sin embargo es evidente, que el efecto ocasionado por la deficiencia hídrica, fue más severo cuando se aplicó durante todo el ciclo biológico de los genotipos **(EEVR)**; el genotipo más afectado fue DOW-2B688 que redujo su longitud de mazorca en un 39.17% comparado con el ambiente controlado (R0 / R1 x 100 = 60.83%), el menos afectado fue **INIA-605**. Cabe indicar, que cuando la deficiencia hídrica se aplicó en la etapa reproductiva de los genotipos (**EER**), los efectos fueron mayores que cuando la deficiencia fue aplicada durante la etapa vegetativa (**EER**), lo que implica que el desarrollo de las mazorcas se vio limitado, teniendo una explicación en la elongación celular, la cual en condiciones limitadas de humedad tiene más importancia que la división celular.

Tabla 13: Longitud de mazorca (cm). Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4, niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013.

GENOTIPOS	PROMEDIO (R0+R1+R2+R3)/4	NIV. DE HUMEDAD				R0/R1 x 100	R2/R1 x 100	R3/R1 x 100
		R1	R2	R3	R0			
DOW-2B688	12.94 A	16.85 A	11.99 A	12.68 A	10.25 A	60.83	71.15	8.00
INIA-605	12.59 A	15.08 A	11.43 A	13.33 A	10.51 A	69.69	71.15	88.39
AGRI-201	12.43 A	15.38 A	11.17 A	13.22 A	9.96 A	64.75	72.62	85.59
AGRHICOL	12.42 A	15.57 A	10.73 A	13.01 A	10.39 A	66.73	68.89	83.55
INIA-619	12.34 A	15.19 A	12.41 A	11.47 A	10.29 A	67.75	81.69	75.51
MARGINAL-28T	12.26 A	15.61 A	9.16 A	14.16 A	10.10 A	64.70	58.68	90.71
DK-7088	12.01 A	15.38 A	9.71 A	12.54 A	10.40 A	67.62	63.13	81.53
DMS	1.53	4.57	3.83	2.76	2.35			
			COMPARACIÓN DE AMBIENTES DE HUMEDAD					
				PROMEDIO		Sig. (α = 0.05)		
			R1 (ESE)	15.58		A		
			R3 (EEV)	12.92		B		
			R2 (EER)	10.94		C		
			R0 (EEVR)	10.27		C		
			DMS	1.00				

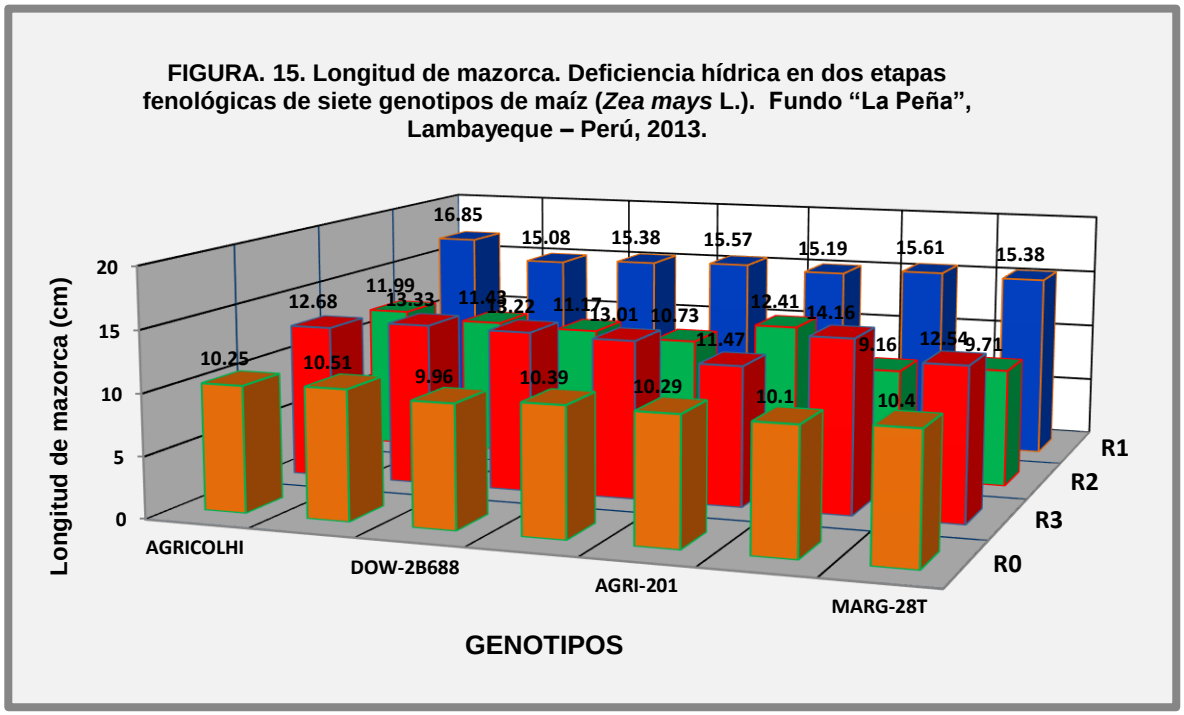


FIGURA 15: Longitud de mazorca. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013.

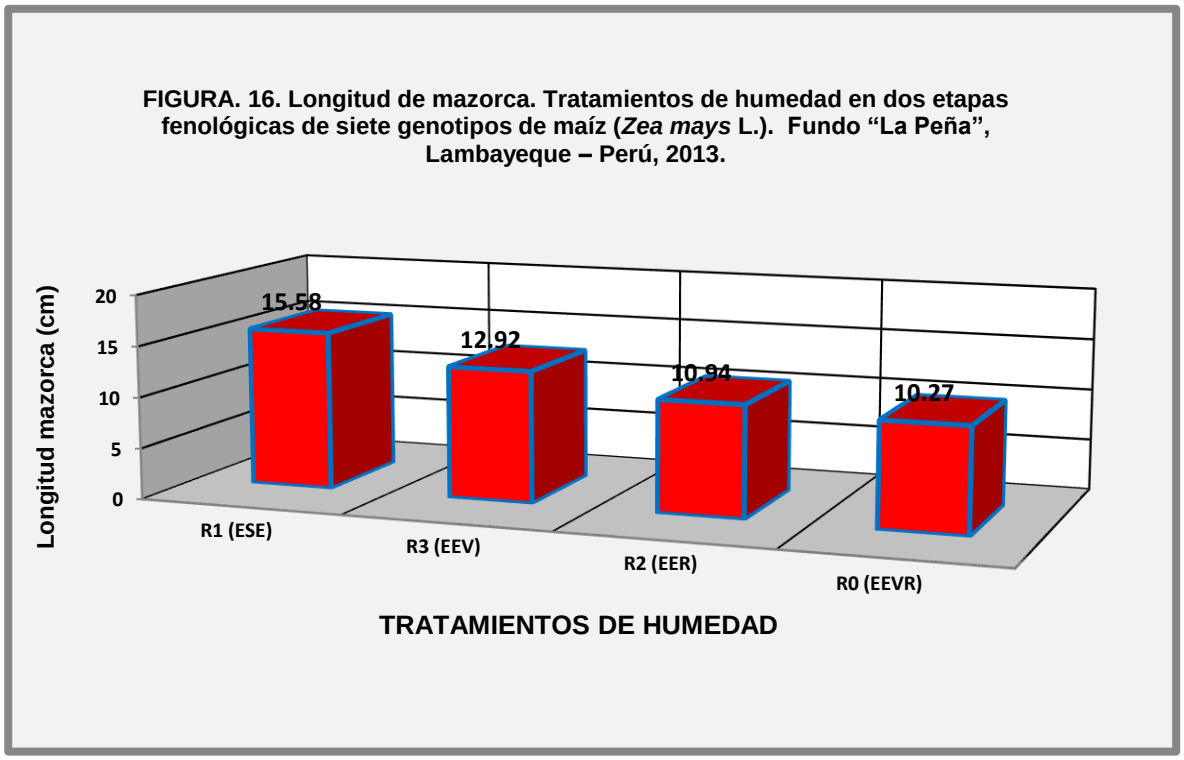


FIGURA 16: Longitud de mazorca Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013.

Comparando los valores promedios obtenido para cada ambiente de humedad, se determinó que variaron estadísticamente, siendo la longitud de mazorca mayor en condiciones controladas (**ESE**) con 15.58 cm, y superior a los registrados en los tratamientos **EEV** (1.92 cm), **EER** (10.94 cm) y **EEVR** (10.27 cm). Es evidente que la longitud de mazorca se ve más afectada cuando la deficiencia hídrica se aplicó durante la etapa reproductiva, reduciéndose en un 34.08% lo que equivale a 5.31cm (**Tabla 13**).

4.5.9 Número de hileras por mazorca.

Los valores promedio (R0+R1+R2+R3 / 4) obtenidos por los genotipos, resultado de la combinación de ambientes de humedad, difirieron estadísticamente, donde el genotipo **DK-7088, AGRI-201 y DOW-2B688** registraron los mayores valores con 16.17, 16.03 y 15.87 hileras mostrando superioridad estadística sobre los genotipos **INIA-619, INIA-605, MARGINAL-28T** y **AGRHICOL**, este último registro el menor número de hileras por mazorca con 12.13 (**Tabla 14**).

En cuanto al comportamiento de los genotipos en los ambientes R1, R2 y R3, como se puede apreciar en la tabla de resultados, mostraron igualdad estadística; lo que no sucedió con el comportamiento de los genotipos dentro del ambiente R3 = EEVR, donde los genotipos **DK-7088, AGRI-201** y **DOW-2B688**, registraron los mayores valores de hileras por mazorca con 14.93, 15.07, y 14.93 hileras, mostrando igualdad estadística con los genotipos **INIA-619** y **MARGINAL-28T**, pero superiores a los genotipos INIA-605 y AGRHICOL que registraron 11.33 y 11.20 hileras respectivamente (**Tabla 14**).

Los efectos causados por la deficiencia hídrica aplicada durante las etapas Vegetativa-Reproductiva (**EEVR**), sobre los genotipos de maíz en estudio, fue más severo; el genotipo **INIA-605** redujo el número de hileras en un 26.10% (R0/R1 x 100 = 73.90%), los demás genotipos sufrieron menores reducciones, por debajo del 30%. Cuando la deficiencia hídrica ocurrió en la etapa reproductiva (**EER**), los genotipos más afectados fueron **INIA-605**, **MARGINAL-28T**, reduciendo el número de hileras en un 21.73 y 22.92% (R2/R1 x 100); el resto de genotipos fueron ligeramente afectados. La expresión de esta característica en los genotipos, al pasar del ambiente sin estrés (**ESE**) al ambiente donde la deficiencia hídrica ocurrió en la etapa vegetativa (EEV), fue ligeramente afectada en algunos genotipos como ocurrió con **MARGINAL-28T** e **INIA-605**; en otros genotipos el número de hileras no se alteró como es el caso de **AGRI-201** e **INIA-619.**

Cuando comparamos el comportamiento promedio de los genotipos en cada uno de los ambientes, los resultados indican que existió variación estadística, el valor obtenido en el ambiente **ESE** (15.22 hileras) mostro igualdad estadística con los valores promedio registrados en los ambientes **EEV** (14.30 hileras) y **EER** (13.79 hileras), pero superior al valor promedio registrado cuando la deficiencia hídrica se aplicó en la etapa vegetativa-reproductiva **(EEVR)**.

De una u otra forma, esta característica se presenta como estable, es decir no interacciono fuertemente con los ambiente de deficiencia hídrica, como ha ocurrido con algunas características que hemos discutido anteriormente.

Tabla 14: Número de hileras por mazorca. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4, niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013.

GENOTIPOS	PROMEDIO (R0+R1+R2+R3)/4	NIV. DE HUMEDAD				R0/R1 x 100	R2/R1 x 100	R3/R1 x 100
		R1	R2	R3	R0			
DK-7088	16.17 A	17.87 A	15.73 A	16.13 A	14.93 A	83.54	88.02	90.26
AGRI-201	16.03 A	15.87 A	15.87 A	17.33 A	15.07 A	94.95	100.00	109.19
DOW-2B688	15.87 A	16.40 A	17.07 A	15.07 A	14.93 A	94.07	104.08	91.89
INIA-619	13.13 B	13.07 A	13.20 A	14.13 A	12.13 A B	92.80	100.90	108.11
INIA-605	12.97 B	15.33 A	12.00 A	13.20 A	11.33 B	73.90	78.27	86.10
MARGINAL-28T	12.33 B	14.53 A	11.20 A	11.87 A	11.73 A B	80.72	77.08	81.69
AGRHICOL	12.13 B	13.47 A	11.47 A	12.40 A	11.20 B	83.14	85.15	92.05
DMS	2.69	6.68	6.13	7.54	3.37			
			COMPARACIÓN DE AMBIENTES DE HUMEDAD					
				PROMEDIO		Sig. (α = 0.05)		
			R1 (ESE)	15.22		A		
			R3 (EEV)	14.30		A B		
			R2 (EER)	13.79		A B		
			R0 (EEVR)	13.05		B		
			DMS	1.76				

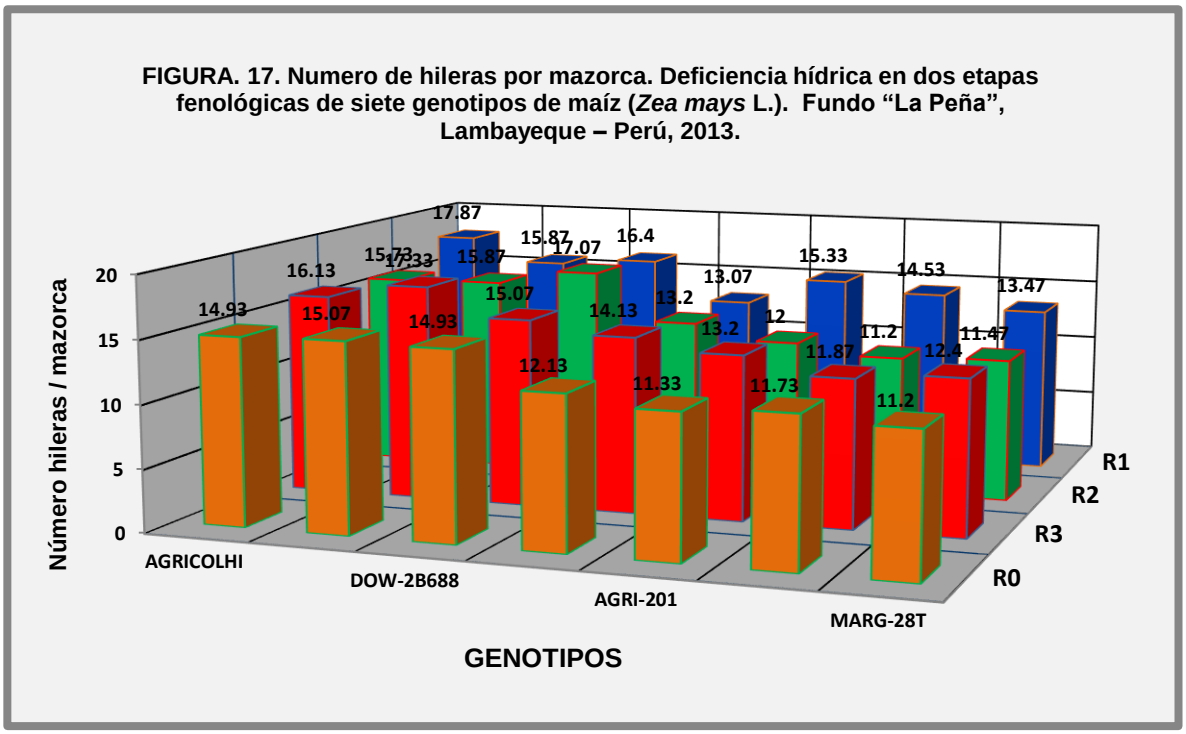


FIGURA 18: Numero de hileras por mazorca. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013.

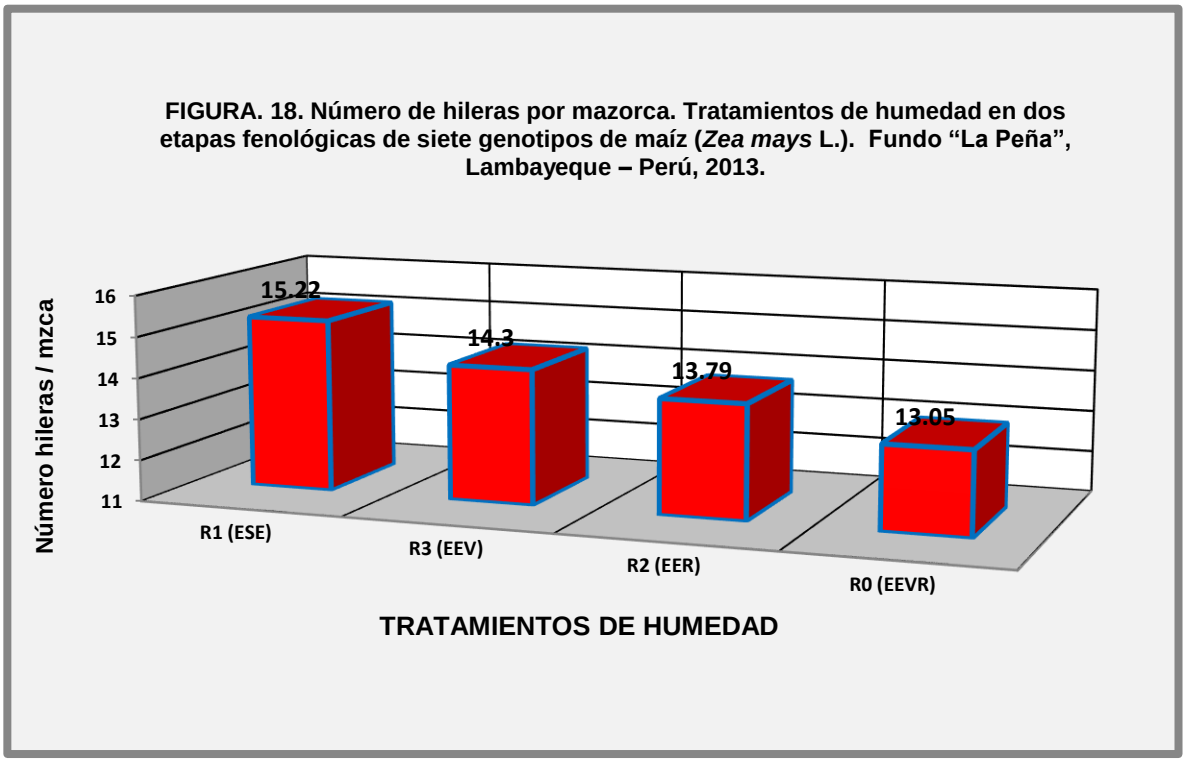


FIGURA 17: **Numero de hileras por mazorca. Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.). Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013**

4.5.10 Número de granos por hilera.

Cuando comparamos los valores promedios **(R0+R1+R2+R3 / 4)** aplicando la prueba de Tukey, se detectó diferencias estadísticas, donde el genotipo **DOW-2B688** registró el mayor número de granos por hilera con 26.52 mostrando igualdad estadística con los genotipos **DK-7088, INIA 605**, **AGRHICOL** y **MARGINAL-28T** pero superior a los genotipos **AGRI-201** e **INIA-619** que obtuvieron el menor número de granos por hilera con 23.27 y 21.81 respectivamente (**Tabla 15**).

El comportamiento de los genotipos dentro de cada ambiente humedad (R0, R1, R2 y R3), fue similar estadísticamente.

En cuanto a los efectos causados por la deficiencia hídrica sobre los genotipos, fue más severo cuando se aplicó durante todas las etapas fenológicas (**R0=EEVR**), siendo los genotipos **AGRHICOL** y **MARGINAL-28T** los que redujeron en mayor porcentaje el número de granos siendo de 52.66% (R0/R1 x 100 = 47.37%), 53.20% (R0/R1 x 100 = 46.80). Como podemos apreciar en la **Tabla 15,** cuando se aplicó la deficiencia hídrica durante la etapa reproductiva (**EER**) de los genotipos, estos redujeron en mayor proporción el número de granos por hilera, que cuando se aplicó en la etapa vegetativa, reducciones que fueron entre 49.84% (R2/R1 x 100 = 50.16%) a 24.61 % (R2/R1 x 100 = 75.39%), correspondiendo estas reducciones a los genotipos **MARGINAL-28T** e **INIA-619**.

Los valores promedio obtenido para cada ambiente difirieron estadísticamente, registrándose un mayor número de hileras en el tratamiento control (**ESE**) con 32.50, mostrándose superior sobre los valores promedio obtenido en los ambientes **EEV** (24.95 granos), **EER** (20.01 granos) y **EEVR** (17.28 granos). Estos resultados, evidencian que esta característica fue severamente afectada cuando la deficiencia hídrica se aplicó durante todas las etapas fenológicas del cultivo.

Tabla 15: Número de granos por hilera. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4, niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013.

GENOTIPOS	PROMEDIO (R0+R1+R2+R3)/4	NIV. DE HUMEDAD				R0/R1 x 100	R2/R1 x 100	R3/R1 x 100
		R1	R2	R3	R0			
DOW-2B688	26.52 A	35.84 A	24.31 A	26.29 A	19.62 A	54.74	67.82	73.35
DK-7088	25.20 A B	34.36 A	19.91 A	27.00 A	19.53 A	56.84	57.94	78.57
INIA-605	24.23 A B	31.29 A	18.96 A	27.71 A	18.96 A	60.59	60.59	88.55
AGRHICOL	23.83 A B	33.29 A	20.96 A	25.33 A	15.76 A	47.34	62.96	76.08
MARGINAL-28T	23.27 A B	33.67 A	16.89 A	26.78 A	15.76 A	46.80	50.16	79.54
AGRI-201	21.81 B	31.31 A	18.13 A	22.16 A	15.64 A	49.95	57.90	70.77
INIA-619	20.94 B	27.76 A	20.93 A	19.40 A	15.67 A	56.44	75.39	69.88
DMS	4.68	11.92	13.68	10.07	4.79			
			COMPARACIÓN DE AMBIENTES DE HUMEDAD					
				PROMEDIO		Sig. (α = 0.05)		
			R1 (ESE)	32.50		A		
			R3 (EEV)	24.95		B		
			R2 (EER)	20.01		C		
			R0 (EEVR)	17.28		C		
			DMS	3.06				

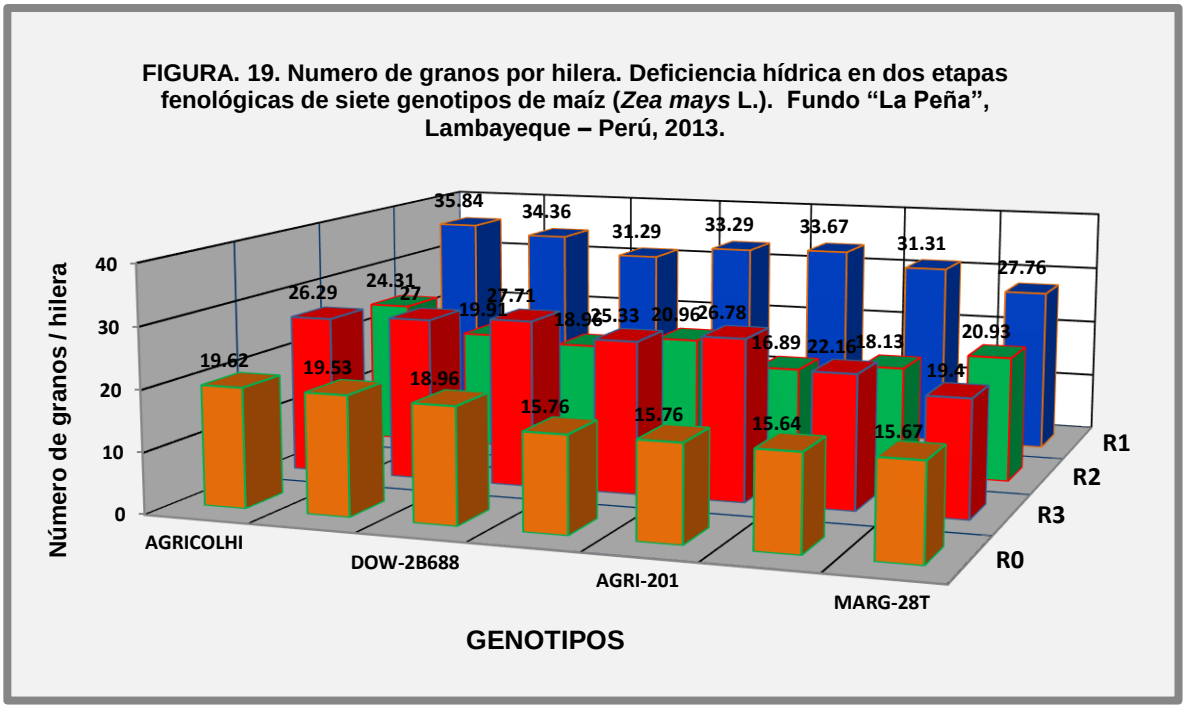


FIGURA 19: Número de granos por hilera. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013

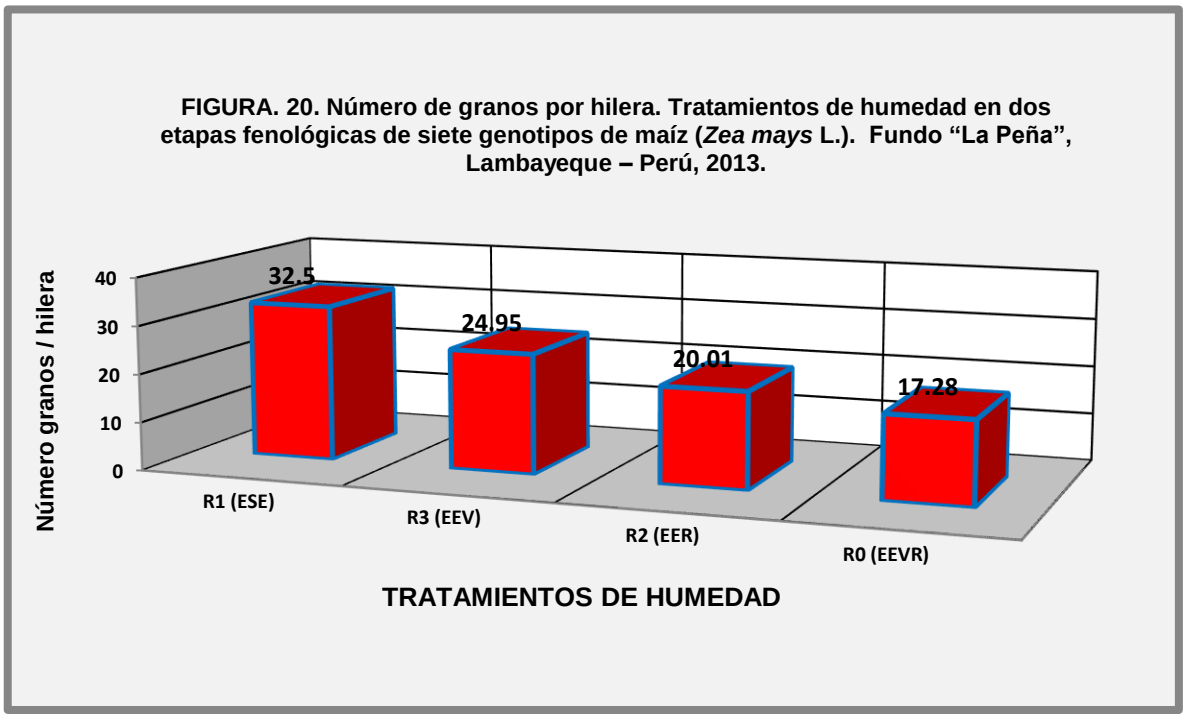


FIGURA 20: Número de granos por hilera. Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013

El llenado de grano que se vio afectado, se puede explicar debido que en condiciones con limitaciones hídricas, la cantidad de fotoasimilados que se transportan hacia las partes reproductivas es baja, mayormente son destinados hacia la parte radicular; estas reducciones también puede estar relacionado con la fertilización, la cual puede verse afectado por el estrés hídrico, no permitiendo la formación de grano Trabajando con maíz reporta que el número de granos fijados es más sensible cuando el déficit por humedad ocurre en la polinización (2 a 7 días después de la emisión de los estigmas). **(Cortez, 1997). Grant *et al*., (1989).**

4.5.11 Peso de 1000 granos.

Los valores promedios (R0+R1R2+R3 / 4), mostraron diferencias estadísticas, donde los genotipos **AGRI-201**, **MARGINAL-28T**, **AGRHICOL** e **INIA-605** registraron los mayores pesos de 1000 granos con 310.00, 305.83, 305.83 y 300.00 gramos, mostrando igualdad estadística con los genotipos **INIA-619** y **DOW-2B688**, pero superioridad sobre el genotipo **DK-7088**, que registró el menor peso de 1000 granos con 264.17 gramos (**Tabla 16**).

El comportamiento de los genotipos de maíz, fue similar estadísticamente, cuando la deficiencia hídrica se aplicó en la etapa reproductiva (**R2=EER**), en todas las etapas del cultivo (**R0=EEVR**), y en el tratamiento control (**R1=ESE**); lo que no sucedió en el ambiente cuando se aplicó la deficiencia hídrica en la etapa vegetativa donde el genotipo **MARGINAL-28T** registro el mayor peso con 353.33 gramos, mostrando similitud estadística con los genotipos **AGRI-201, AGRHICOL, INIA-605 e INIA-619**, pero superior a los genotipos **DOW-2B688 y DK-7088**. (**Tabla 16**).

En cuanto a los efectos causado por la deficiencia hídrica, fue claro que fue más severo cuando la limitación de humedad ocurrió en todas las etapas **(EEVR)** de los genotipos, siendo el genotipo más sensible **INIA-605** que redujo su peso de grano en 22.92% (R0/R1 x 100 = 77.08%). Según los resultados mostrados en la **Tabla 15**, cuando la deficiencia hídrica ocurrió en la etapa reproductiva la reducción en peso de grano fue mayor que cuando la limitación de humedad sucedió en la etapa vegetativa. Podemos señalar también que el genotipo que interaccionó ligeramente con los ambientes fue **AGRHICOL y DK-7088**.

El valor promedio obtenido en el ambiente control **(ESE),** equivalente a 311.90 gramos, mostro igualdad estadística con el valor promedio obtenido en el ambiente **EEV** (311.43 gramos), pero supero a los valores obtenidos en los ambientes donde se aplicó el estrés hídrico en la etapa reproductiva **(EER)** y en todas las etapas **(EEVR)**, equivalentes a 283.81 y 271.43 gramos.

Refieren que la explicación a estos resultados, es similar al que ocurre para la formación de grano, pues la cantidad reducida de fotoasimilados formados en estas condiciones y las sustancias de reservas acumuladas, son generalmente destinadas al crecimiento de la raíz, sacrificándose el llenado y formación de grano **(Mendoza-Tantalean, 2012).**

Tabla 16: Peso de 1000 granos (g). Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4, niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013.

GENOTIPOS	PROMEDIO (R0+R1+R2+R3)/4	NIV. DE HUMEDAD				R0/R1 x 100	R2/R1 x 100	R3/R1 x 100
		R1	R2	R3	R0			
AGRI-201	310.00 A	336.67 A	303.33 A	320.00 A B	280.00 A	83.16	90.09	95.04
MARGINAL-28T	305.83 A	313.33 A	283.33 A	353.33 A	273.33 A	87.23	90.42	112.76
AGRHICOL	305.83 A	316.67 A	290.00 A	323.33 A B	293.33 A	92.63	90.42	102.10
INIA-605	300.00 A	320.00 A	313.33 A	320.00 A B	246.67 A	77.08	97.91	100.00
INIA-619	297.50 A B	323.33 A	280.00 A	316.67 A B	270.00 A	83.50	86.59	111.85
DOW-2B688	279.17 A B	296.67 A	260.00 A	283.33 B	276.67 A	93.25	87.78	95.50
DK-7088	264.17 B	276.67 A	256.67 A	263.33 B	260.00 A	93.97	92.77	95.18
DMS	33.34	80.78	67.16	62.92	89.53			
			COMPARACIÓN DE AMBIENTES DE HUMEDAD					
				PROMEDIO		Sig. (α = 0.05)		
			R1 (ESE)	311.90		A		
			R3 (EEV)	311.43		A		
			R2 (EER)	283.81		B		
			R0 (EEVR)	271.43		B		
			DMS	21.80				

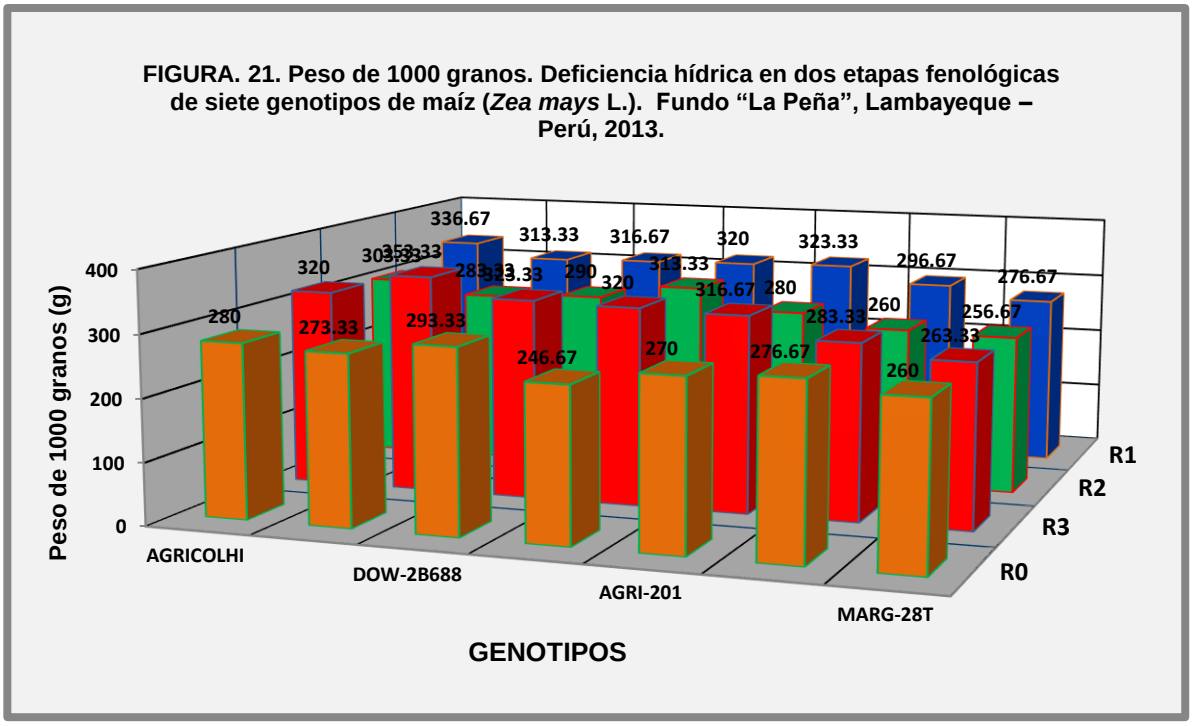


FIGURA 21: Peso de 1000 granos. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.). Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013

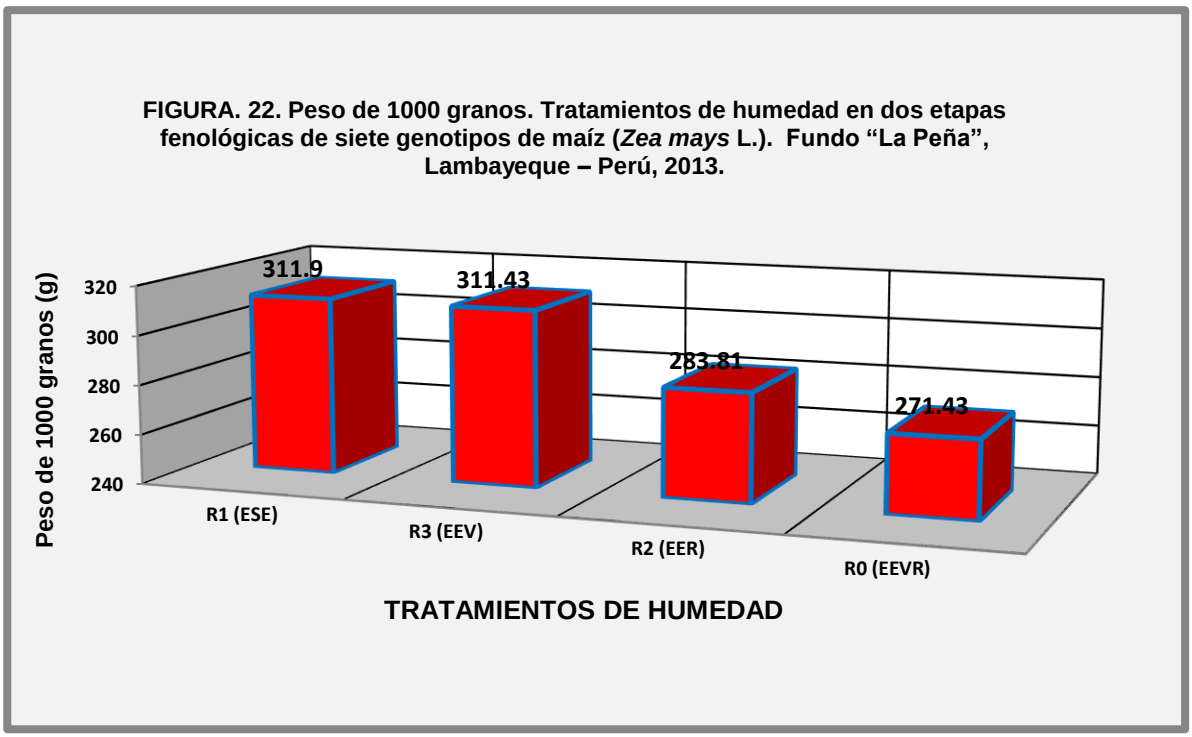


FIGURA 22: peso de 1000 granos. Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013.

4.5.12 Diámetro de Mazorca.

Los valores promedio de los genotipos **(R0+R1+R2+R3 / 4)** producto de la combinación de los ambientes, mostraron diferencias estadísticas; el diámetro obtenido por los genotipos **AGRI-201** (4.52 cm) y **DOW-2B688** (4.46 cm), mostraron igualdad estadística con los genotipos **DK-7088, MARGINAL-28T, AGRHICOL** e **INIA-605**, pero superior al genotipo **INIA-619** que registro el menor diámetro de mazorca **(Tabla 17).**

En cuanto al comportamiento de los genotipos híbridos de maíz dentro de cada ambiente **(R1=ESE, R2=EER, R3=EEV, R0=EEVR)**, todos mostraron un comportamiento similar estadísticamente.

Los efectos causados por la deficiencia hídrica sobre el diámetro de mazorca, fue más severo cuando la deficiencia se aplicó en todas las etapas **(EEVR)** de los genotipos de maíz, siendo los más afectados **DK-7088** e **INIA-605** que redujeron su diámetro en 21.56% **(R0/R1 x 100 = 78.44%)** y 20.74% **(R0/R1 x 100 = 79.26%).** Los efectos causados sobre los genotipos por la deficiencia hídrica, cuando este se aplicó durante la etapa reproductiva fueron mayores que cuando se aplicó durante la etapa vegetativa, pero inferior a los ocasionados cuando los genotipos sufrieron limitación de humedad en todas sus etapas **(EEVR).**

Cuando comparamos los valores promedio obtenidos en cada ambiente, observamos que se registró un mayor diámetro (4.74 cm) en el ambiente control **(ESE)**, con superioridad estadística sobre los valores promedio obtenidos en los ambientes **EEV** (4.30 cm), **EER** (4.25 cm) y **EEVR** (3.92 cm), todo esto evidencia el comportamiento y respuesta de los genotipos en cada ambiente.

Tabla 17: Diámetro de mazorca (cm). Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4, niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013.

GENOTIPOS	PROMEDIO (R0+R1+R2+R3)/4	NIV. DE HUMEDAD				R0/R1 x 100	R2/R1 x 100	R3/R1 x 100
		R1	R2	R3	R0			
AGRI-201	4.52 A	4.92 A	4.46 A	4.60 A	4.12 A	83.73	90.65	93.49
DOW-2B688	4.46 A	4.97 A	4.58 A	4.30 A	3.99 A	80.28	92.15	86.52
DK-7088	4.39 A B	5.01 A	4.27 A	4.33 A	3.93 A	78.44	85.22	86.43
MARGINAL-28T	4.28 A B	4.69 A	4.09 A	4.27 A	4.06 A	86.56	87.20	91.04
AGRHICOL	4.24 A B	4.57 A	4.19 A	4.25 A	3.95 A	86.43	91.68	92.99
INIA-605	4.19 A B	4.63 A	4.07 A	4.40 A	3.67 A	79.26	87.90	95.03
INIA-619	4.03 B	4.36 A	4.07 A	3.95 A	3.74 A	85.77	93.34	90.59
DMS	0.39	1.02	1.01	0.91	0.48			
			COMPARACIÓN DE AMBIENTES DE HUMEDAD					
				PROMEDIO		Sig. (α = 0.05)		
			R1 (ESE)	4.74		A		
			R3 (EEV)	4.30		B		
			R2 (EER)	4.25		B		
			R0 (EEVR)	3.92		C		
			DMS	0.25				

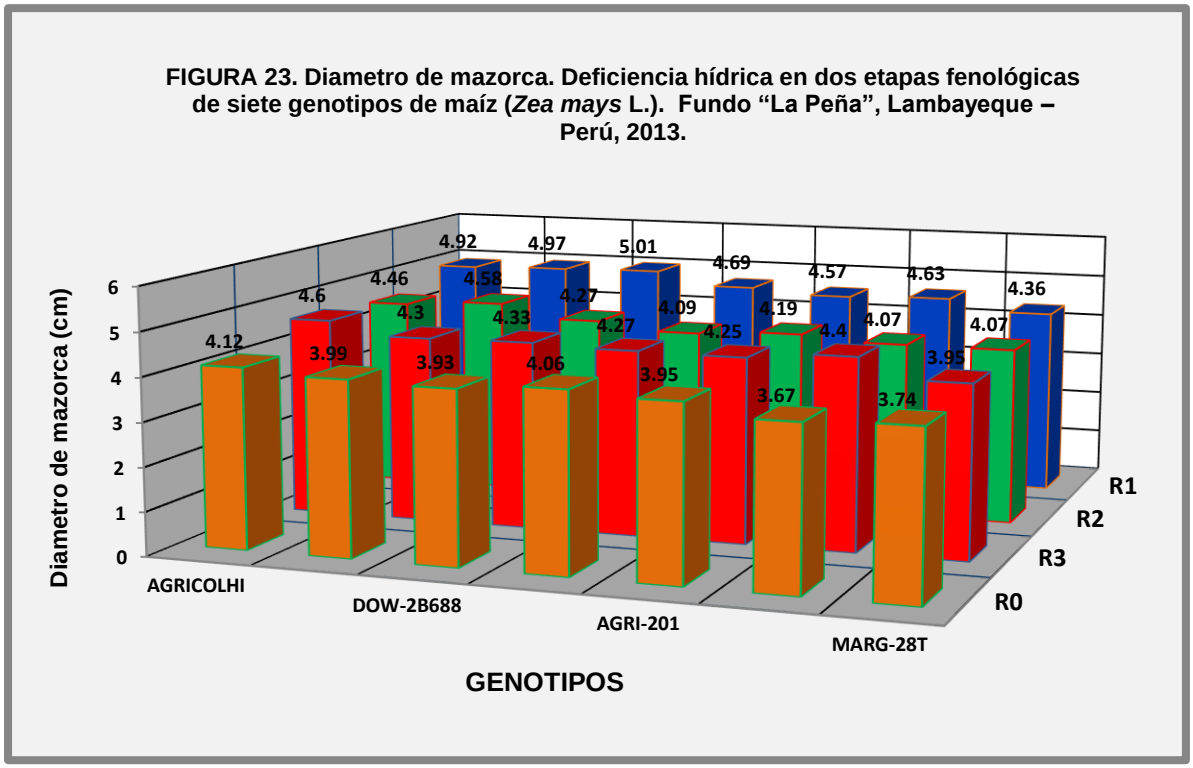


FIGURA 23: Diámetro de mazorca. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013.

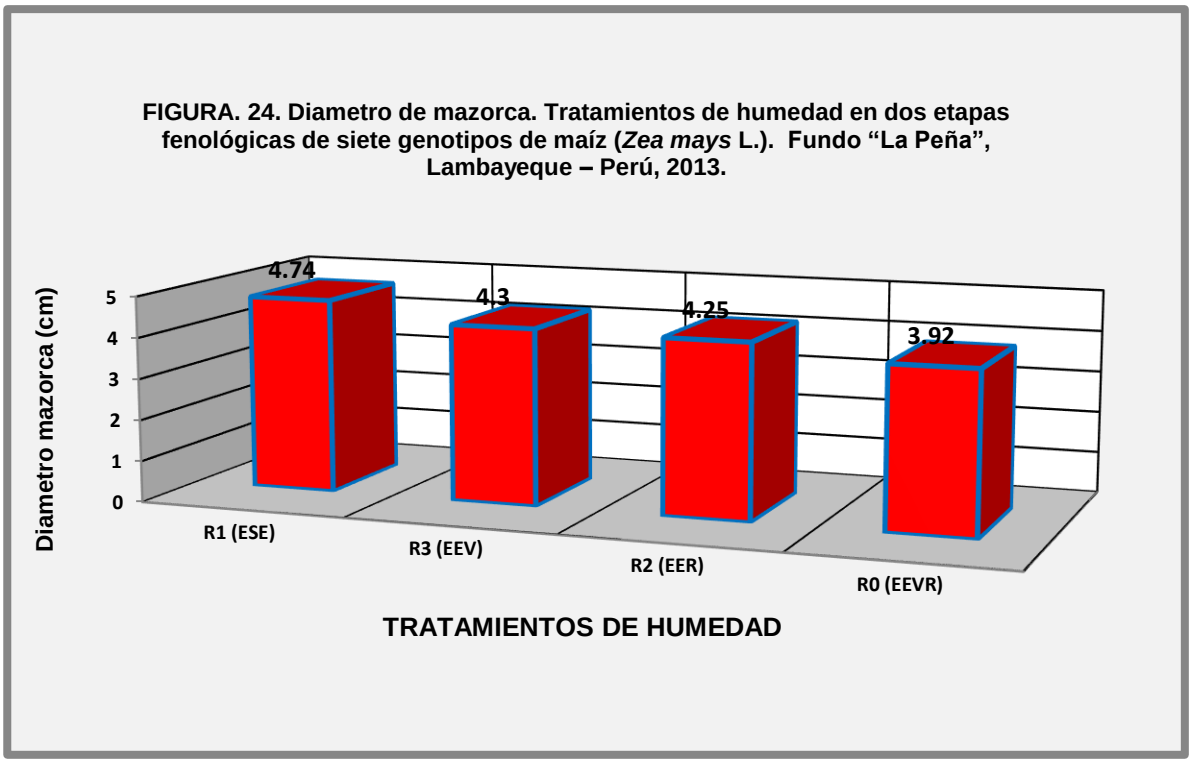


FIGURA 24: Diámetro de mazorca. Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013.

4.5.13 Porcentaje de desgrane.

Los valores promedios (R0+R1+R2+R3 / 4) de los genotipos, producto de la combinación de los ambientes, no difirieron estadísticamente, y sus valores fluctuaron entre 80.63% y 75.93%, correspondiendo estos valores a los genotipos **DK-7088** y **MARGINAL-28T (Tabla 18).**

El comportamiento de los genotipos dentro de cada ambiente **(R1=ESE, R2=EER, R3=EEV, R0=EEVR)**, fue similar estadísticamente, lo que quiere decir que los genotipos híbridos dentro de cada ambiente no variaron en la producción de grano comparado con el peso de mazorca.

Por otro lado se pudo apreciar que los efectos causados por la deficiencia hídrica en esta característica, no fue severo para algunos genotipos cuando se aplicó la deficiencia hídrica en todas las etapas fenológicas | como es el caso del genotipo **DK-7088** que no redujo su porcentaje de desgrane; sin embargo sí ocurrió con los genotipos **INIA-605** (R0/R1 x 100 = 76.79%) e **INIA-619** (R0/R1 x 100 = 82.86%). La respuesta de los genotipos a la deficiencia hídrica aplicada en la etapa vegetativa y reproductiva, se tradujo en una reducción ligera del porcentaje de desgrane **(Tabla 18).**

El porcentaje de desgrane registrado para el ambiente control **(ESE),** equivalente a 81.61%, fue similar estadísticamente a los valores de porcentaje de desgrane de los ambientes **EEV** (78.33%) y **EER** (77.42%), pero superior al valor registrado en el ambiente **EEVR,** equivalente a 74.14%. Estos resultados evidencian claramente que el porcentaje de desgrane si se afecta por la deficiencia hídrica, lo que no se pudo observar con claridad, con la respuesta de cada uno de los genotipos a las condiciones limitantes de humedad.

Los resultados obtenidos, indican que la formación de grano en una mazorca es mayor en condiciones normales de humedad.

Tabla 18: Porcentaje de desgrane. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4, niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013.

GENOTIPOS	PROMEDIO (R0+R1+R2+R3)/4	NIV. DE HUMEDAD				R0/R1 x 100	R2/R1 x 100	R3/R1 x 100
		R1	R2	R3	R0			
DK-7088	80.63 A	82.05 A	78.88 A	78.09 A	83.48 A	101.74	96.14	95.17
AGRHICOL	79.29 A	82.60 A	82.54 A	79.10 A	72.95 A	88.32	99.92	95.76
DOW-2B688	79.26 A	81.22 A	79.69 A	78.15 A	77.98 A	96.01	98.12	96.22
AGRI-201	77.64 A	81.29 A	76.38 A	76.32 A	76.58 A	94.69	93.95	93.88
INIA-605	76.42 A	81.09 A	74.53 A	80.80 A	69.27 A	76.79	91.91	99.64
INIA-619	75.96 A	80.84 A	77.66 A	78.36 A	66.99 A	82.86	96.07	96.93
MARGINAL-28T	75.93 A	82.16 A	72.29 A	77.52 A	71.73 A	87.30	87.99	94.35
DMS	6.55	5.71	14.56	9.28	23.63			
			COMPARACIÓN DE AMBIENTES DE HUMEDAD					
				PROMEDIO		Sig. (α = 0.05)		
			R1 (ESE)	81.61		A		
			R3 (EEV)	78.33		A B		
			R2 (EER)	77.42		A B		
			R0 (EEVR)	74.14		B		
			DMS	4.28				

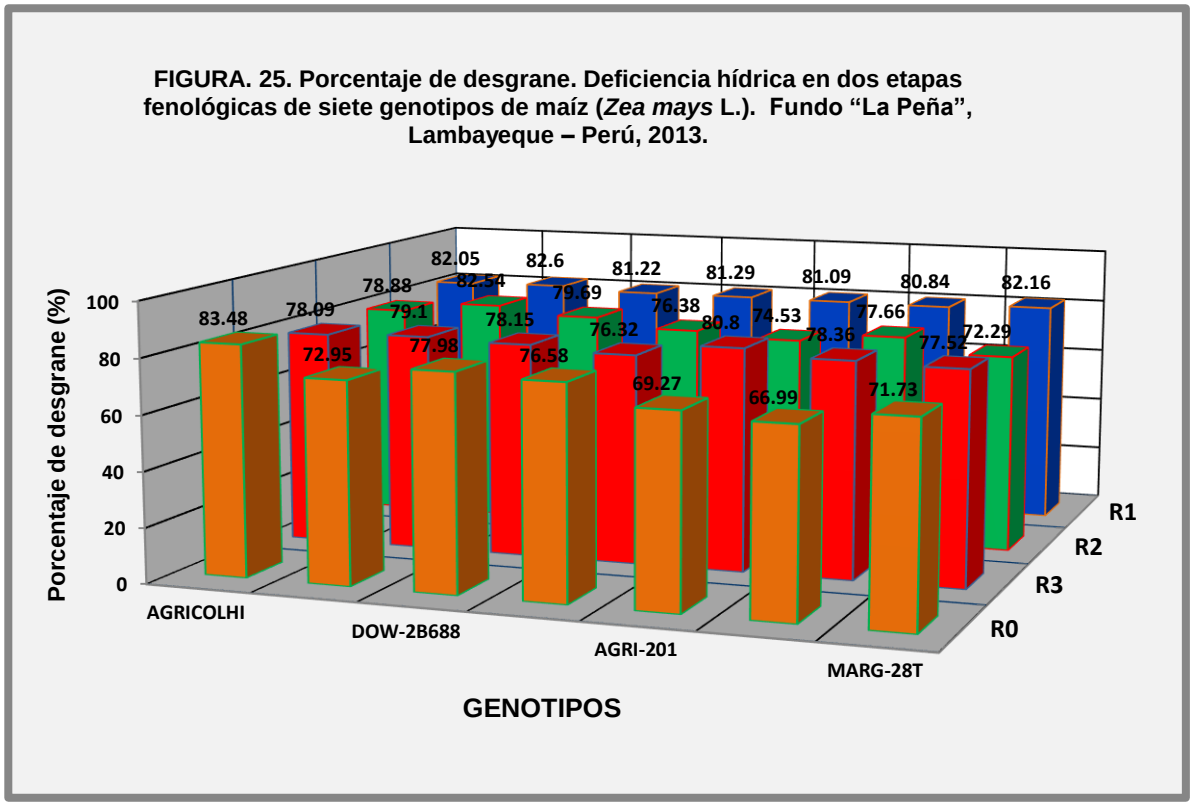


FIGURA 26: Porcentaje de desgrane. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.). Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013.

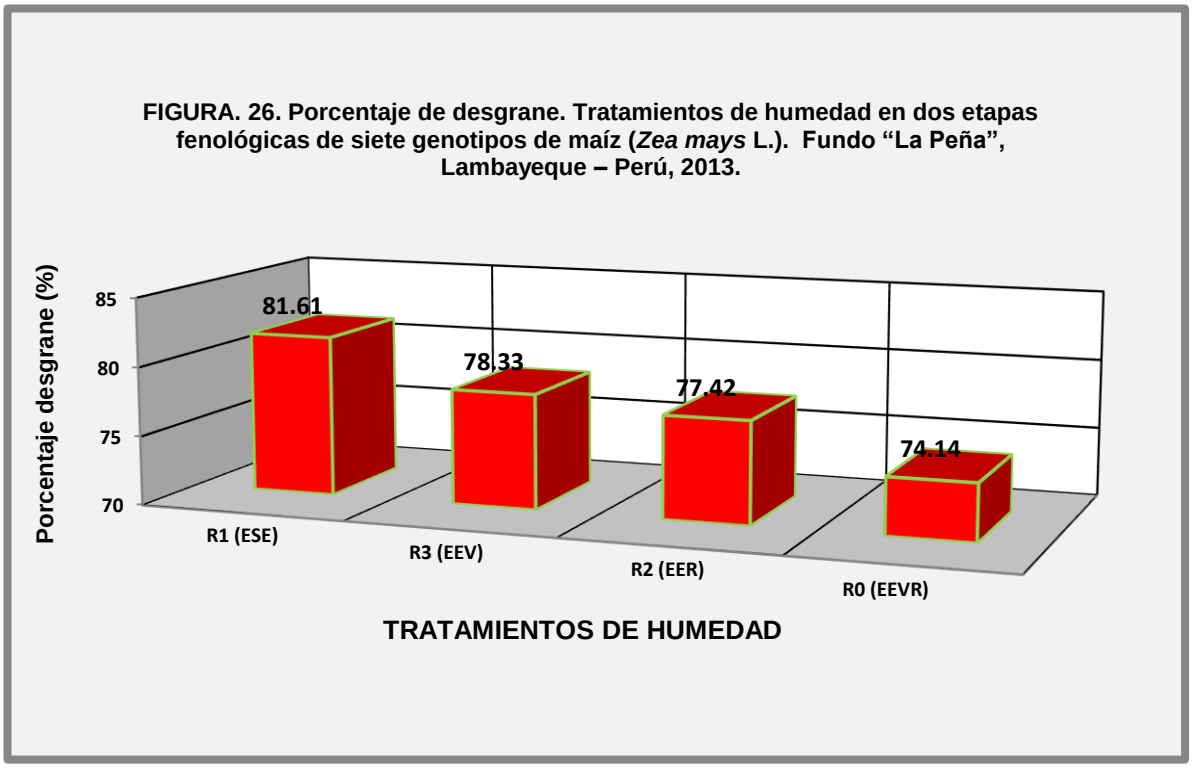


FIGURA 25: Porcentaje de desgrane. Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013.

4.5.14 Índice de Cosecha.

Los valores promedios **(R0+R1+R2+R3 / 4)** obtenidos por los genotipos difirieron estadísticamente; .el genotipo AGRHICOL registró el mayor valor de índice de cosecha con 0.21, mostrando similitud estadística con los genotipos **DK-7088, DOW-2B688, INIA-619, AGRI-201** e **INIA-605**, pero supero al genotipo **MARGINAL-28T** que registró el menor valor de índice de cosecha con 0.13. **(Tabla 19).**

El comportamiento dentro del ambiente R1=ESE, fue variable, donde el genotipo AGRHICOL obtuvo el mayor valor de índice de cosecha con 0.45, mostrando igualdad estadística con los genotipos **DK-7088 y AGRI-201**, pero superior estadísticamente a los genotipos **DOW-2B688, INIA-619, INIA-605 y MARGINAL-28T; INIA-605**, registro el menor valor con 0.27. Similar comportamiento de los genotipos se presentó en el ambiente donde la deficiencia hídrica se aplicó durante todas las etapas (R0=EEVR), pues el genotipo DOW-2B688 mostro un valor de índice de cosecha (0.17), superior a los genotipos restantes, el genotipo **MARGINAL-28T** y **AGRHICOL** mostraron los menores índice de cosecha, con valores equivalentes a 0.05.

Por otro lado el comportamiento de los genotipos dentro del ambiente donde se aplicó deficiencia hídrica en la etapa vegetativa y reproductiva fue similar.

El efecto causado por la deficiencia hídrica fue drástico cuando se aplicó en todas las etapas de los genotipos **(EEVR);** el genotipo **AGRHICOL** fue el más afectado reduciendo su valor en un 88.89% (R0/R1 x 100 = 11.11%), el menos afectado fue **DOW-2B688** con una reducción de 41.38% (R0/R1 x 100 = 58.62%).

Cuando los genotipos pasaron de un ambiente normal de humedad **(ESE)** a una ambiente estresado hídricamente en la etapa reproductiva **(EER)**, estos también fueron afectados, siendo el genotipo **MARGINAL-28T** el que más redujo su valor de índice de cosecha en un equivalente a 80.65% (R0/R2 x 100 = 19.35%); el menos afectado fue **INIA-605**, al pasar del ambiente sin estrés **(ESE)**(100%) al ambiente estresado en la etapa reproductiva (62.93%) traduciéndose en una reducción de 37.07% **(Tabla 19)**.

El efecto causado sobre los genotipos, cuando estos pasaron del ambiente controlado (ESE) (100%) al ambiente estresado hídricamente en la etapa vegetativa, fue menor que cuando el estrés se aplicó en la etapa reproductiva y en todas las etapas:

En términos comunes, los valores obtenidos por todos los genotipos, se afectaron ligeramente al pasar del ambiente de riego al ambiente limitado de humedad.

Comparando el valor promedio obtenido en condiciones controladas **(ESE)** (0.33), con los valores registrados por los otros ambientes, difirieron estadísticamente, mostrándose superior. En el ambiente donde la deficiencia hídrica se aplicó en todas las etapas **(EEVR)**, registro el menor valor de índice de cosecha con un valor equivalente a 0.08 **(Tabla 19).**

La deficiencia hídrica afectó la capacidad que tiene una planta para formar grano en relación a la biomasa total.

Tabla 19: Índice de cosecha. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4, niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013.

GENOTIPOS	PROMEDIO (R0+R1+R2+R3)/4	NIV. DE HUMEDAD				R0/R1 x 100	R2/R1 x 100	R3/R1 x 100
		R1	R2	R3	R0			
AGRHICOL	0.21 A	0.45 A	0.16 A	0.19 A	0.05 B	11.11	35.55	42.22
DK-7088	0.19 A B	0.34 A B	0.15 A	0.18 A	0.08 B	23.53	44.12	52.94
DOW-2B688	0.18 A B	0.29 B	0.11 A	0.15 A	0.17 A	58.62	37.93	51.72
INIA-619	0.18 A B	0.31 B	0.15 A	0.19 A	0.06 B	19.35	48.38	61.29
AGRI-201	0.17 A B	0.33 A B	0.14 A	0.14 A	0.06 B	18.18	42.42	42.42
INIA-605	0.17 A B	0.27 B	0.17 A	0.15 A	0.08 B	29.63	62.93	55.55
MARGINAL-28T	0.13 B	0.31 B	0.06 A	0.11 A	0.05 B	16.13	19.35	35.48
DMS	0.07	0.13	0.13	0.24	0.08			
			COMPARACIÓN DE AMBIENTES DE HUMEDAD					
				PROMEDIO		Sig. (α = 0.05)		
			R1 (ESE)	0.33		A		
			R3 (EEV)	0.16		B		
			R2 (EER)	0.13		B		
			R0 (EEVR)	0.08		C		
			DMS	0.04				

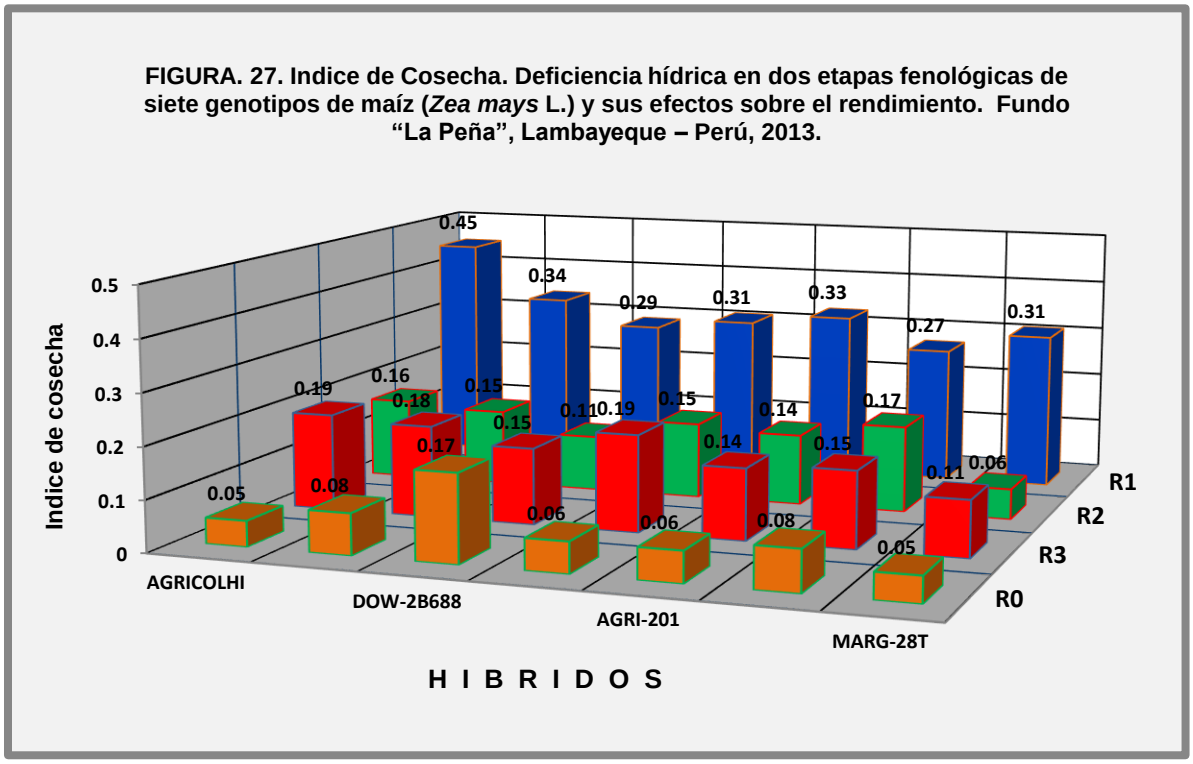


FIGURA 27: Índice de cosecha. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013.

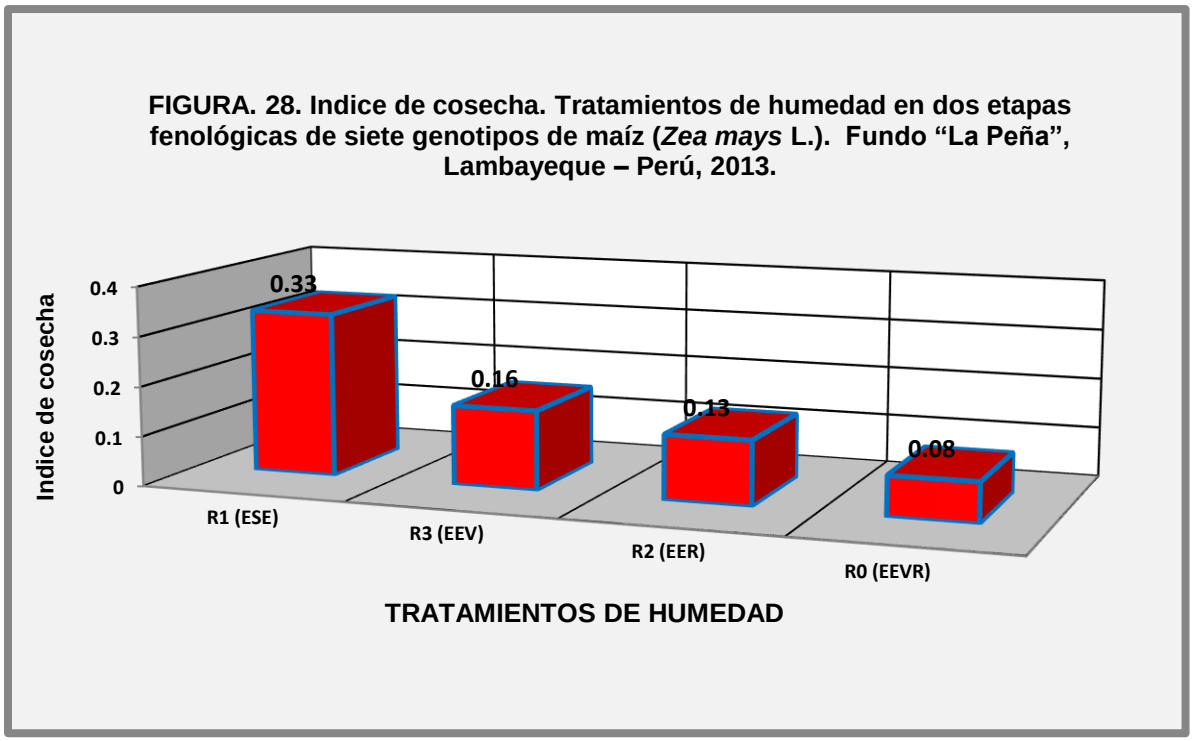


FIGURA 28: Índice de cosecha. Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013.

4.5.15 Materia Seca Total.

Los promedios (R0+R1+R2+R3 / 4) obtenidos por los genotipos difirieron estadísticamente. El genotipo **DOW-7088** registró el mayor peso de materia seca con 29.070 tn/ha, mostrando similitud estadística con los genotipos **DK-7088, INIA-619, MARGINAL-28T, INIA-605** y **AGRI-201**, pero superior al genotipo AGRHICOL que obtuvo un valor promedio equivalente a 19.36 tn/ha **(Tabla 20).**

Dentro de los ambientes **ESE, EEV** y **EEVR**, los genotipos no variaron, fueron similares estadísticamente. En el ambiente R2=EER, el comportamiento de los genotipos fue variable, el genotipo **DOW-2B688** fue superior en la acumulación de materia seca con 35.640 t/ha, mostrándose similar estadísticamente con los genotipos DK-7088, INIA-619 y MARGINAL-28T, pero superior a los híbridos INIA-605, AGRHICOL **(Tabla 20).**

En cuanto a los efectos causados por la deficiencia hídrica, esto fue más severo cuando se aplicó la limitación de humedad en todas las etapas fenológicas de los genotipos de maíz (EEVR); en esta condición el genotipo que fue más afectado fue **MARGINAL-28T**, cuando paso del ambiente control **(ESE)** (100%) al ambiente con deficiencia hídrica (46.86%), redujo el rendimiento de materia seca en un 53.14%. Cuando los genotipos desarrollaron en el ambiente con limitación de humedad en la etapa reproductiva **(EER)** comparado con el ambiente control **(ESE)** (100%), redujeron la producción de materia seca en una proporción mayor que la que ocurrió cuando se sometieron a una deficiencia hídrica aplicada en la etapa vegetativa **(EEV).**

El valor promedio obtenido en el ambiente control **(ESE)** equivalente a 28.125 t/ha, fue similar estadísticamente a los valores registrados para los ambientes **EEV** (27.65 t/ha) y **EER** (25.05 t /ha), pero superior al valor registrado en el ambiente estresado hídricamente en todas las etapas fenológicas, equivalente a 18.062 t/ha.

Tabla 20: Materia seca total (tn/ha). Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (Zea mays L.) y sus efectos sobre el rendimiento. Promedio de los niveles de humedad (R0+R1+R2+R3) /4, niveles de humedad (R0, R1, R2 y R3), y el efecto en porcentaje del estrés hídrico (R2, R3 y R0) respecto a riego (R1). Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013.

GENOTIPOS	PROMEDIO (R0+R1+R2+R3)/4	NIV. DE HUMEDAD				R0/R1 x 100	R2/R1 x 100	R3/R1 x 100
		R1	R2	R3	R0			
DOW-2B688	29.070 A	30.240 A	35.640 A	26.680 A	23.720 A	78.43	117.86	82.75
DK-7088	25.490 A B	28.200 A	26.600 A B	26.440 A	20.720 A	73.47	94.33	93.76
INIA-619	24.950 A B	27.360 A	25.560 A B	25.920 A	20.960 A	76.61	93.42	93.42
MARG-28T	24.920 A B	31.240 A	21.560 A B	32.240 A	14.640 A	46.86	69.01	103.20
INIA-605	24.710 A B	31.080 A	19.360 B	32.040 A	16.360 A	52.64	62.29	103.08
AGRI-201	24.570 A B	27.360 A	26.120 A B	28.120 A	16.680 A	60.96	95.46	102.77
AGRHICOL	19.360 B	21.400 A	20.560 B	22.120 A	13.360 A	62.43	96.07	103.36
DMS	6.995	13.545	14.459	20.087	14.735			
			COMPARACIÓN DE AMBIENTES DE HUMEDAD					
				PROMEDIO		Sig. (α = 0.05)		
			R1 (ESE)	28.125		A		
			R3 (EEV)	27.651		A		
			R2 (EER)	25.057		A		
			R0 (EEVR)	18.062		B		
			DMS	4.57				

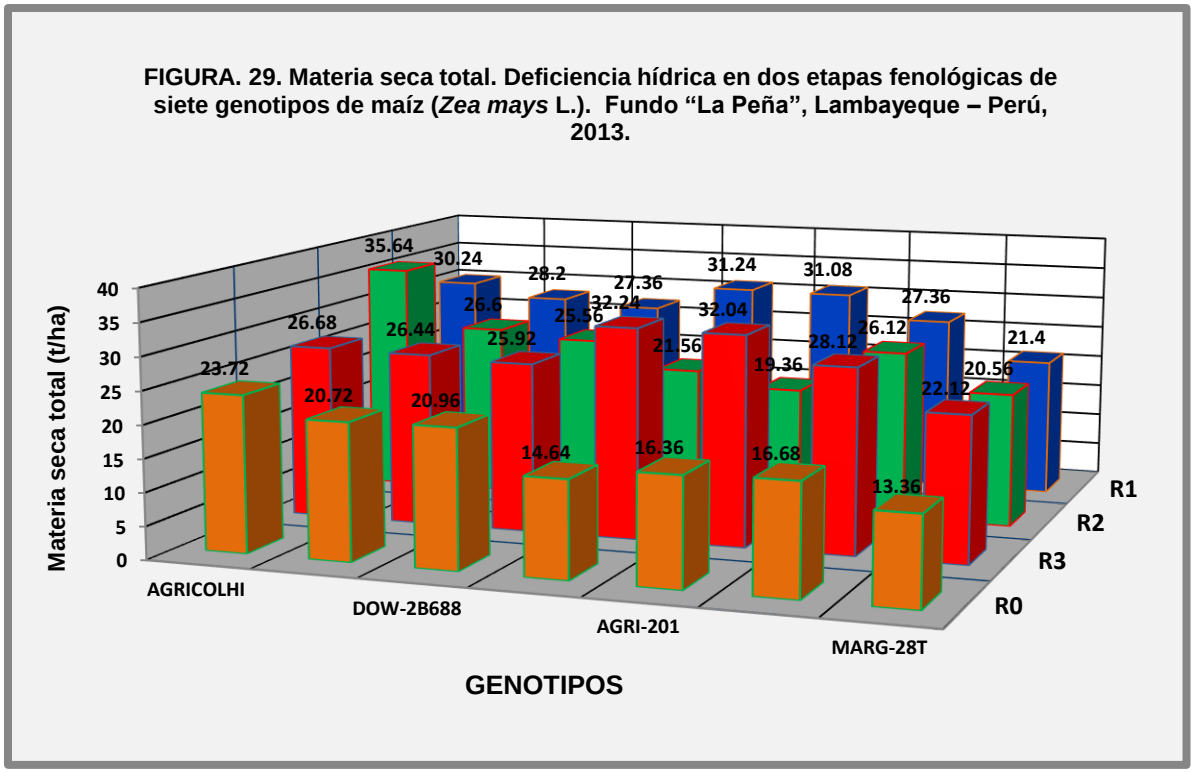


FIGURA 30: Materia seca total. Deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013

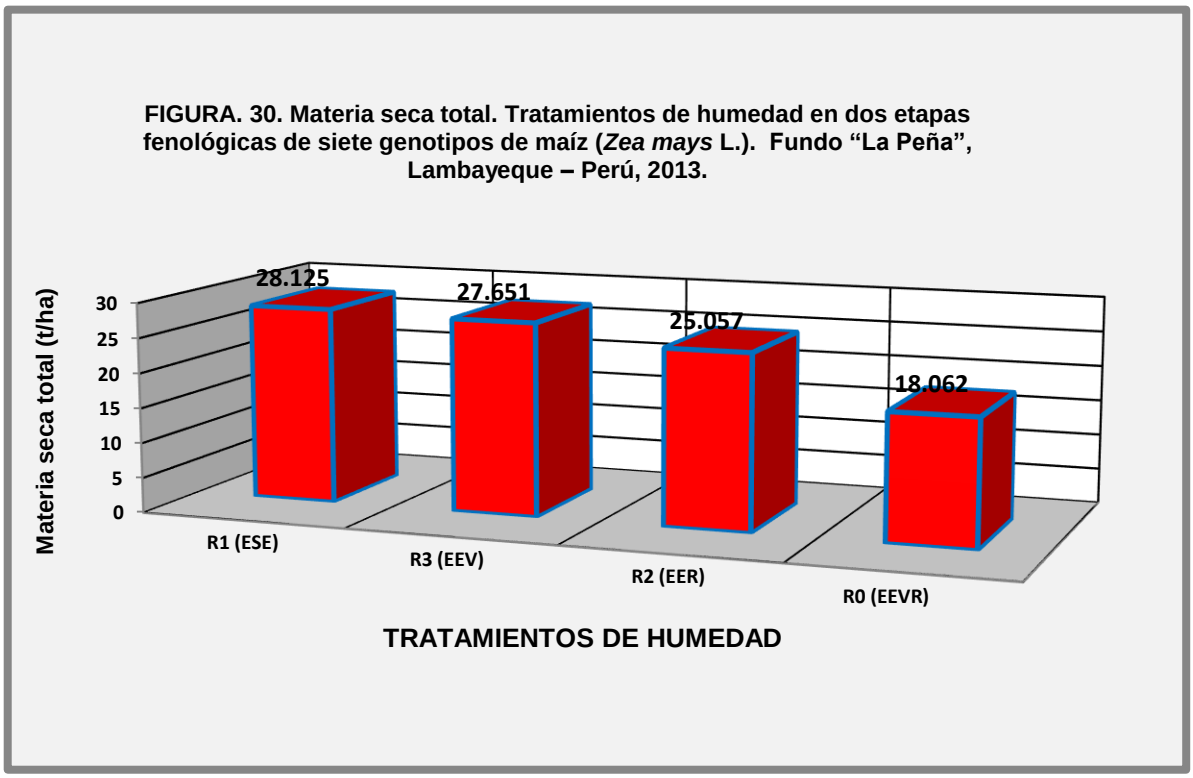


FIGURA 29: Materia seca total. Tratamiento de humedad en dos etapas fenológicas de siete genotipos de maíz (Zea maysL.) . Fundo "La Peña", Lambayeque, Perú 2013

Queda claro que esta característica se afectó, reduciéndose por acción de la deficiencia hídrica; cabe señalar que las plantas sometidas a estrés hídrico son afectadas en su actividad fotosintética, debido a la reducción en el intercambio gaseoso por cierre de los estomas; por tanto la disponibilidad de asimilados es bajo; por otro lado la elongación celular se ve afectada negativamente, ello reduce el tamaño de la planta y con ello también la acumulación de materia seca.

En su trabajo con trigo, reporta que las deficiencias hídricas ocasionan reducciones de materia seca de hojas, espigas y tallos de la planta de trigo y consecuentemente en la materia seca total **(Cortázar, 1994).**

4.6 ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD A LA SEQUÍA.

Para separar los efectos del potencial de rendimiento de la susceptibilidad a sequía, Fisher y Maurer (1978), propusieron un índice de susceptibilidad (S). En este modelo, el rendimiento bajo sequía es representado por:

$$Y_d = Y_p (1 - SD)$$

Donde Y_d es el rendimiento estresado, Y_p es el potencial de rendimiento bajo condiciones no estresadas, y D es la intensidad de sequía, calculada por $D = (1 - X_d/X_p)$ donde X_d y X_p son las media de los rendimientos de todas las variedades bajo condicione estresada y no estresada respectivamente. El índice de susceptibilidad es definido por la siguiente ecuación:

$$S = (1 - Y_d/Y_p) / D$$

Según los resultados que se presentan en la **Tabla 21**, cuando los genotipos se sometieron a estrés hídrico durante todas sus etapas de desarrollo **(EEVR)** comparado con el comportamiento de estos en condiciones normales de humedad se determinó que los que presentaron una mayor **susceptibilidad** a la deficiencia hídrica fueron **AGRHICOL y MARGINAL-28T**, contrastando con el genotipo **DOW-2B688** que mostró aparentemente una mayor resistencia a la sequía expresado en su valor de índice de susceptibilidad (0.6519).

Cuando los genotipos de maíz se sometieron a deficiencia hídrica durante la etapa reproductiva, se observó que los híbridos **DOW-2B688** e **INIA 619**, presentaron un comportamiento sobresaliente expresado en sus valores de susceptibilidad a la deficiencia hídrica equivalentes a 0.8612 y 0.8548, que contrastan con el genotipo de maíz **MARGINAL-28T** que se comporta como el más susceptible.

Cuando la deficiencia de humedad ocurre durante la etapa vegetativa, el genotipo que presenta una menor susceptibilidad es **INIA-605** (.07732), contrastado con **MARGINAL-28T** (1.1432) e **INIA-619** (1.3250).

En términos generales, el genotipo que mejor toleró a la deficiencia hídrica, según el Índice de Susceptibilidad es **DOW-2B688**, y el que resulta siendo más susceptible es el genotipo de maíz **MARGINAL-28 T.**

Tabla 21: Índice de susceptibilidad a sequia de seis genotipos de maíz (Zea mays l.) en tres ambientes de deficiencia hídrica: ESE, EER, EEV, EEVR. Fundo "La Peña", Lambayeque – Perú, 2013.

	INDICE DE SUSCEPTIBILIDAD A SEQUIA		
GENOTIPOS	**ESE / EEVR**	**ESE / EER**	**ESE /EEV**
DOW-2B688	0.6519	0.8612	1.0135
DK-7088	0.9923	0.9298	1.0257
AGRHICOL	1.1184	1.0152	0.9666
INIA – 605	1.0070	0.9765	0.7732
AGRI-201	1.060	0.9618	1.05227
INIA – 619	1.0326	0.8548	1.3250
MARG-28T	1.1106	1.3517	1.1432

4.7 REGRESIONES Y CORRELACIONES SIMPLES ENTRE EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES.

4.7.1 Rendimiento en Grano y Número de Granos por Hilera.

Los estudios de correlación entre estos dos atributos, muestra que tienen alta asociación, con un coeficiente de correlación positivo y significativo, (r=0.9190 **). El coeficiente de determinación de R^2= 84.47 %, que indica, que del 100% de las variaciones en el rendimiento, el 84.47 % es atribuible al número de granos por hilera. El coeficiente de regresión b=0.41032 fue positivo y significativo, que indica que por cada grano se incremente en la hilera, el rendimiento en grano se incrementará en 0.41032 t/ha, bajo los límites considerados. **(Tabla 22, Figura 31).**

4.7.2 Rendimiento en Grano y Número de Hileras por Mazorca.

El estudio de correlación entre estos dos atributos, muestra que tienen alta asociación, con un coeficiente de correlación positivo y altamente significativo, r = 0.89619 **. El coeficiente de determinación fue de R^2= 80.31%, que indica, que del 100% de las variaciones en el rendimiento, se atribuye en un 80.31% al número de hileras por mazorca. El coeficiente de regresión de b=1.14311 **, positivo y altamente significativo, indica que por cada hilera que se incremente por mazorca, el rendimiento en grano se aumentará en 1.14311 t/ha. **(Tabla 22, Figura 32).**

4.7.3 Rendimiento en Grano y Peso de Mazorcas por Parcela.

Los estudios de correlación entre estas dos variables, muestra que tienen asociación, con un coeficiente de correlación positivo y altamente significativo, r = 0.9995 **. El coeficiente de determinación de R^2= 99.90%, que indica, que del 100% de las variaciones que se producen en el rendimiento, el 99.90 % es atribuible al peso de mazorcas por parcela. El coeficiente de regresión de b=0.80249**, positivo y significativo, indica que por cada kg que se incremente el peso de mazorcas por parcela, el

rendimiento en grano se incrementará en 0.80249 t/ha. **(Tabla 22, Figura 33).**

4.7.4 Rendimiento de grano y peso de 1000 semillas.

El estudio de correlación entre estas dos variables, muestra que tienen asociación, con un coeficiente de correlación positivo y significativo r = 0.45386 *, y un coeficiente de determinación de R^2= 20.59 %, que indica, que del 100% de las variaciones en el rendimiento, el 20.59 % es atribuible al peso de 1000 semillas. El coeficiente de regresión equivalente a b=0.04729, positivo y significativo, indica que por cada gramo en el peso de 1000 semillas que se incremente, el rendimiento en grano también aumentará en 0.04729 t/ha **(Tabla 22, Figura 34).**

4.7.5 Rendimiento de grano y peso de 1000 granos.

Los estudios de correlación entre estas dos variables, muestra que tienen una baja asociación, con un coeficiente de correlación positivo pero no significativo r = 0.1523 n.s. El coeficiente de determinación de R^2= 2.319 %, que indica, que del 100% de las variaciones en el rendimiento, el 2.319% es atribuible al peso de 1000 granos. El coeficiente de regresión de b=0.03617, positivo y no significativo, indica que por cada macollo que se incremente, el rendimiento en grano se incrementará en 0.0361 t/ha, bajo los límites considerados **(Tabla 17).**

Tabla 22: Correlación y regresión lineal simple entre el rendimiento en grano (t/ha) y sus componentes.

Rendimiento Vs.	Coef. de correlación (r)	Coef. de determinación (r^2 x 100)	Coeficiente regresión (b)	Ecuación de regresión
No. de granos por hilera	0.91902 **	84.47	0.41032 **	Y = -5.41903+ 0.4103 x
No. de hileras /mazorca	0.89619 **	80.31	1.14311 **	Y = -9.90594 + 1.1431 x
Peso de mazorcas/parcela	0.99951 **	99.90	0.80249 **	Y = -0.15842 + 0.8024 x
Peso de 1000 granos (g)	0.45386 *	20.59	0.04729 *	Y = -9.63273 + 0.0472 x

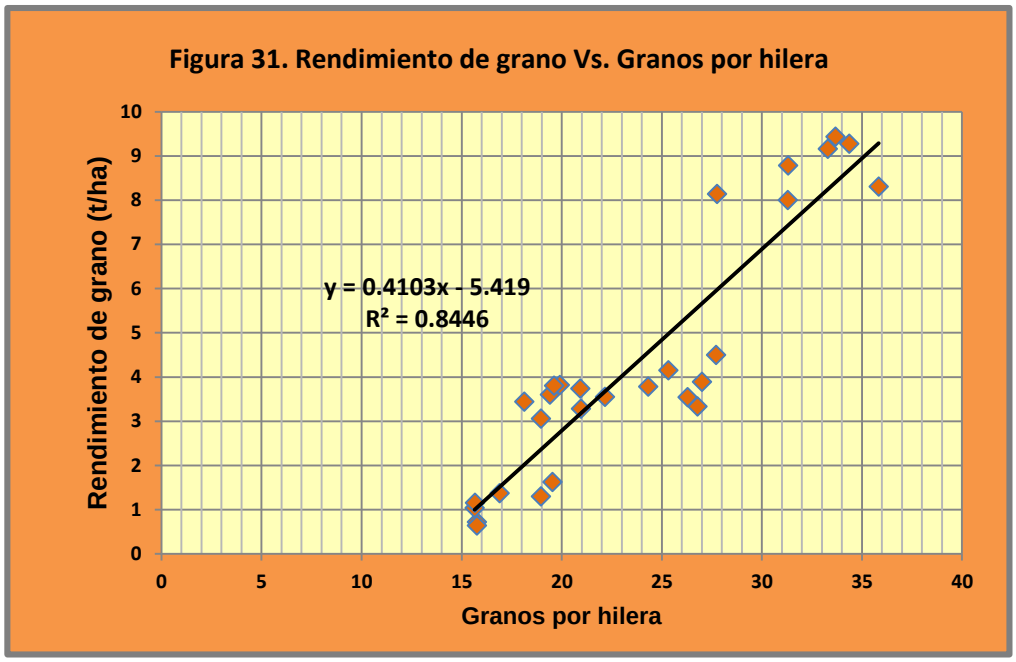


FIGURA 31: Rendimiento de grano Vs. Grano por hilera.

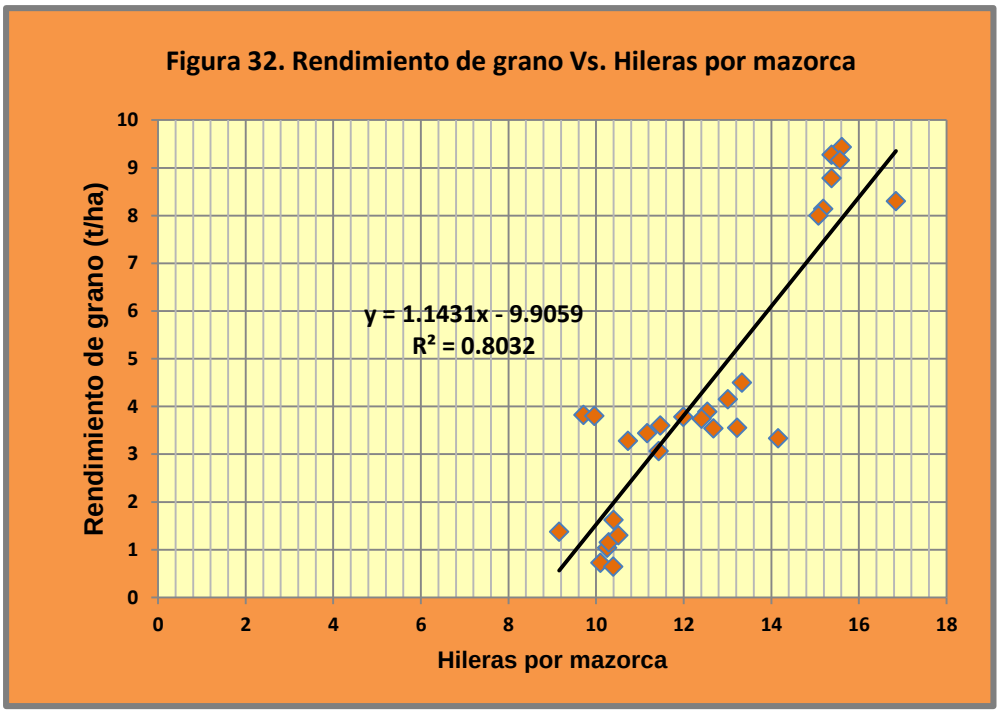


FIGURA 32: Rendimiento de grano Vs. Hileras por mazorca

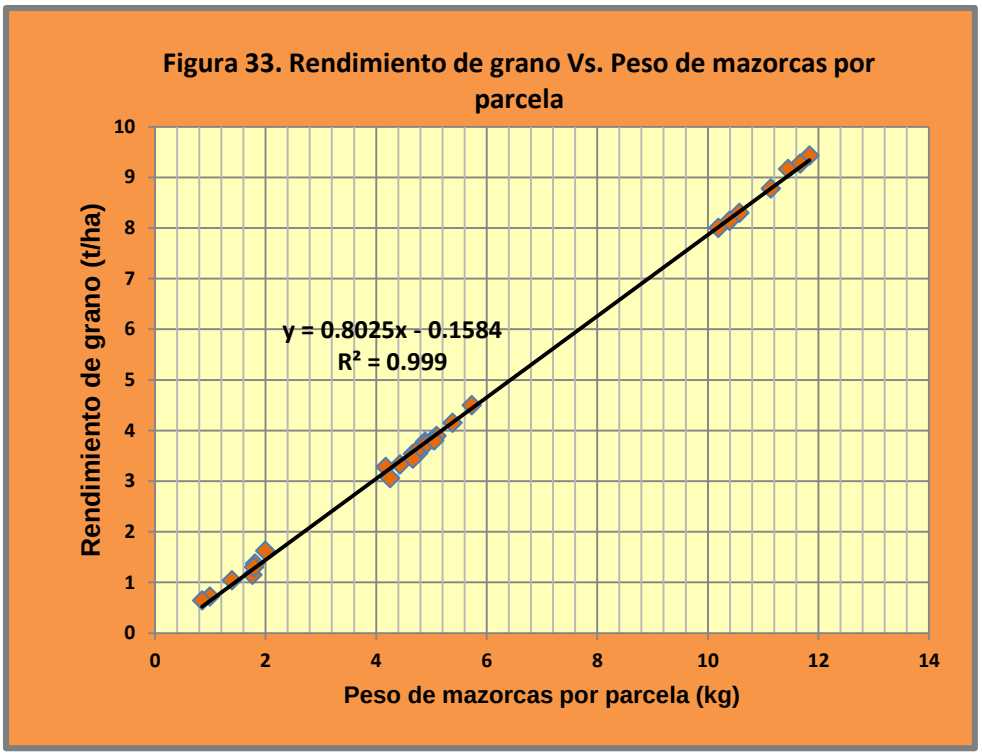


FIGURA 33: Rendimiento de grano Vs. Peso de mazorca por parcela

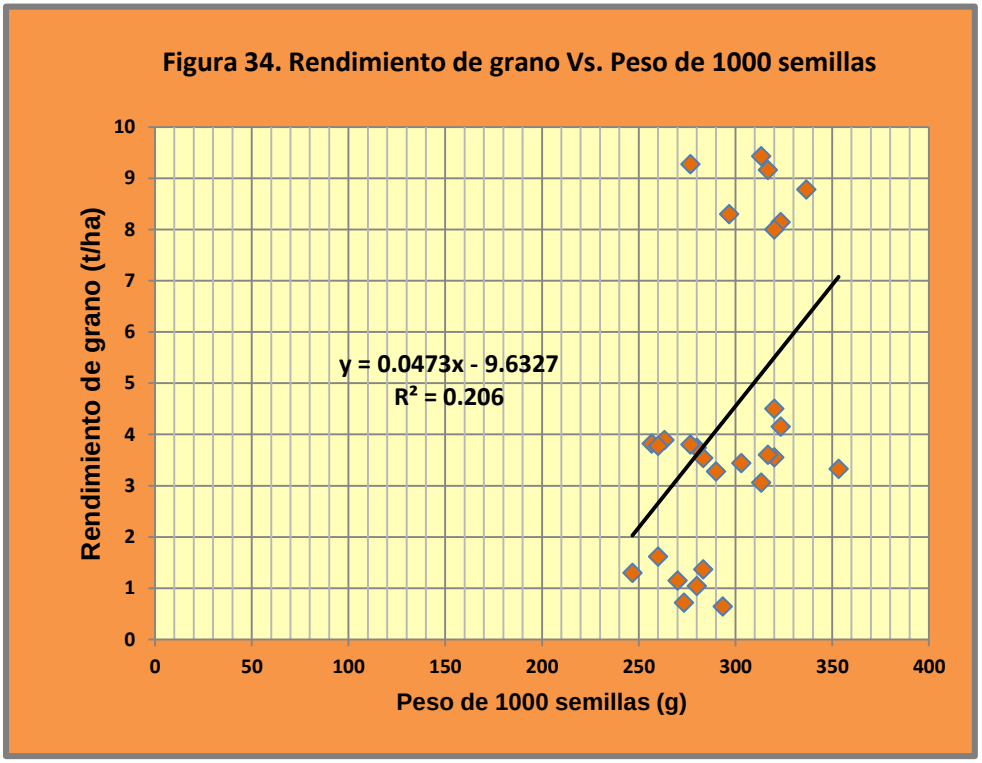


FIGURA 34: Rendimiento de grano Vs. Peso de 1000 semillas

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados, las condiciones en las que se realizó el presente trabajo de investigación, se concluye:

1. Los genotipos **AGRHICOL y MARGINAL-28T** fueron los más afectados cuando el estrés se aplicó durante todas las etapas fenológicas, reduciendo su rendimiento en **93.02** y **92.37%.** El resto de genotipos también fueron afectados.

2. Cuando la deficiencia hídrica se aplicó durante la etapa vegetativa, los efectos sobre los genotipos de maíz fueron menores a cuando se aplicó en la etapa reproductiva.

3. El genotipo **MARGINAL-28T** resultó siendo el más afectado, reduciendo su rendimiento en un **85.48%** cuando la deficiencia hídrica ocurrió en la etapa vegetativa. Cuando la deficiencia hídrica se aplicó durante la etapa reproductiva el genotipo **MARGINAL-28T** mostró el mismo comportamiento.

4. El genotipo de maíz **DOW-2B688**, fue el menos afectado por la deficiencia hídrica en todas las etapas: estrés en etapa vegetativa **(EEV),** estrés en etapa reproductiva **(EER),** estrés en etapa vegetativa y reproductiva **(EEVR).**

5. El rendimiento en términos generales, se redujo por efecto de la deficiencia hídrica en **83.17%** cuando se aplicó en todas las etapas fenológicas **(EEVR)**, en **63.24%** cuando la deficiencia hídrica ocurrió en la etapa reproductiva **(EER)**, y en **56.59%** cuando ocurrió en la etapa vegetativa **(EEV).**

6. Aparte del rendimiento de grano, las características que mayormente se afectaron por acción de la deficiencia hídrica fueron: altura de planta, longitud de mazorca, número de granos por hilera y peso de mazorcas por parcela.

7. La estimación del Índice de Susceptibilidad a Sequía determinó, que el genotipo **DOW-2B688** mostró una menor susceptibilidad **(0.6519)** cuando la deficiencia hídrica se aplicó durante todas las etapas fenológicas **(EEVR)**; este mismo comportamiento **(0.8612)** lo presentó cuando la deficiencia hídrica se aplicó durante la etapa reproductiva **(EER).** Cuando la deficiencia hídrica se aplicó durante la etapa vegetativa **(EEV)**, el genotipo que presentó menor susceptibilidad fue **INIA-605 (0.7732).** Sin embargo **MARGINAL-28T** fue el genotipo de maíz, según los Índices de Susceptibilidad, resultó siendo el más susceptible a la deficiencia hídrica.

8. El rendimiento de grano correlacionó significativamente con sus componentes: número de granos / hilera, peso de1000 granos, número de hileras por mazorca y peso de mazorcas por parcela.

VI. RECOMENDACIONES

1. Por las condiciones naturales de nuestra región, y siendo la sequía un fenómeno natural y que se acentuará con el cambio climático es necesario realizar trabajos de investigación en esta línea, en diferentes cultivos, que nos permita detectar mecanismos útiles que sean aprovechado para realizar trabajos de mejoramiento.

2. Es importante medir los módulos de agua para saber exactamente las cantidades de agua a las que puede responder favorablemente el cultivo de maíz.

3. Realizar trabajos en campos de agricultores con el propósito de demostrarle los efectos que causa las deficiencias hídricas, así como también busque mecanismos o estrategias para el buen uso de agua.

VII. RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó entre los meses de Diciembre 2012 a Mayo 2013, en el Fundo “La Peña” - Departamento de Lambayeque, geográficamente ubicado a 6°42' de Latitud Sur y a 79°55' de Longitud Oeste y una altitud de 20 m.s.n.m.

El objetivo fue: **Determinar el efecto de la deficiencia hídrica en dos etapas fenológicas de 7 genotipos de maíz (*Zea mays* L.) y sus efectos sobre el rendimiento**. Se registró las condiciones meteorológicas del lugar y durante la conducción del trabajo, así mismo se analizó las características físicas y químicas del suelo experimental. Se consideró cuatro tratamientos de humedad:

a. **Estrés hídrico en la etapa vegetativa y reproductiva (R0).**
b. **Sin estrés hídrico (R1).**
c. **Estrés hídrico etapa reproductiva (R2)**.
d. **Estrés hídrico etapa vegetativa (R3)**.

Se realizó las prácticas agronómicas adecuadas, como el control de plagas y eliminación de malezas 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 tratamiento de humedad. Por la naturaleza del trabajo, se determinó las constantes de humedad: Capacidad de Campo (CC) = 17.19% y Punto de Marchites Permanente (PMP) = 4.05% ; así mismo se realizaron muestreos de suelo para determinar el porcentaje de humedad y en función de las constantes de humedad controlar la humedad del suelo. Se evaluaron las siguientes características:

- Rendimiento de grano
- Días al 50% de floración masculina
- Días al 50% de floración femenina
- Días a la madurez fisiológica
- Altura de planta
- Peso de mazorcas por parcela
- Longitud de mazorca
- Diámetro de mazorca
- Número de hileras por mazorca
- Número de granos por hilera
- Materia seca total

- Índice de cosecha
- Rendimiento de grano
- Peso de 1000 granos
- Porcentaje de desgrane.

De acuerdo al modelo matemático del diseño experimental, se realizó el análisis de variancia de tales características y así mismo se aplicó la prueba de Tukey para comparar los promedios; se realizó regresiones y correlaciones simples del rendimiento y sus componentes principales. Analizado e interpretados los resultados se concluyó:

1. Los genotipos AGRHICOL y MARGINAL-28T fueron los más afectados cuando el estrés se aplicó durante todas las etapas fenológicas, reduciendo su rendimiento en 93.02 y 92.37%. El resto de genotipos también fueron seriamente afectados.

2. Cuando la deficiencia hídrica se aplicó durante la etapa vegetativa, los efectos sobre los genotipos de maíz fueron menores a cuando se aplicó en la etapa reproductiva.

3. El genotipo MARGINAL-28T resultó siendo el más afectado, reduciendo su rendimiento en un 85.48% cuando la deficiencia hídrica ocurrió en la etapa vegetativa. Cuando la deficiencia hídrica se aplicó durante la etapa reproductiva el genotipo MARGINAL-28T mostro el mismo comportamiento.

4. El genotipo de maíz DOW-2B688, fue el menos afectado por la deficiencia hídrica; **5**. El rendimiento en términos generales, se redujo por efecto de la deficiencia hídrica en 83.17% cuando se aplicó en todas las etapas fenológicas (EEVR), en 63.24% cuando la deficiencia hídrica ocurrió en la etapa reproductiva (EER), y en 56.59% cuando ocurrió en la etapa vegetativa (EEV).

5. Aparte del rendimiento de grano, las características que mayormente se afectaron por acción de la deficiencia hídrica fueron: altura de planta, longitud de mazorca, numero de granos por hilera y peso de mazorcas por parcela.

6. La estimación del Índice de Susceptibilidad a Sequía determinó, que el genotipo DOW-2B688 mostró una menor susceptibilidad (0.6519) cuando la deficiencia hídrica se aplicó durante todas las etapas fenológicas (EEVR); este mismo comportamiento (0.8612) lo presentó cuando la deficiencia hídrica se aplicó durante la etapa reproductiva (EER). Cuando la deficiencia hídrica se aplicó durante la etapa vegetativa (EEV), el genotipo que presentó menor susceptibilidad fue INIA-605 (0.7732). Sin embargo MARGINAL-28T fue el genotipo de maíz, según los Índices de Susceptibilidad, resulto siendo el más susceptible a la deficiencia hídrica

7. El rendimiento de grano correlacionó significativamente con sus componentes: número de granos / hilera, peso de1000 granos, numero de hileras por mazorca y peso de mazorcas por parcela.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ALDRICH, J.S. y LENG, E.R. 1974. Producción moderna de maíz. Ed. Hemisferio Sur. S.R.L., Buenos Aires.

2. ASTE J. T., SALHUANA W., REMY A. Y SEVILLA R. 1976. El uso del lenguaje común en la formación y recuperación de información de un banco de germoplasma. En informativo de maíz. Número extraordinario de investigación vol. II UNA - LA Molina. Lima.

3. BLACK, C.A. 1975. Relaciones suelo-planta. Tomo I. Ed. Hemisferio Sur. S.R.L. Buenos Aires. 444p.

4. BLUM. A. 1979. Genetic improvement of drougth resistance in crop plants: a case for sorghum. Pp. 429-445. Mussell, H., and R.C. Staples, eds. Stress Physiology in crop plants. Willey, interscience. New York.

5. CIMMYT. 1980. Informes anuales. México, D.F.

6. CORTAZAR R.M. 1994. Efectos fisiológicos de deficiencias hídricas en tres genotipos de trigo (*Triticum aestivum* L.). Tesis de Maestría. Especialista en Fisiología Vegetal. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. México, México.

7. DOW, E.W. 1981. Resistance to drougth and density stress in Canadian and European maize (*Zea mays*. L.) hibryd. M.Sc. Thesis. Univ. of Guelph, Ontario, Canada.

8. FISHER, K.S.; JOHNSON E.C. y G.O. EDMEADES. 1984. Mejoramiento y selección de maíz tropical para incrementar su resistencia a sequía. CIMMYT, El Batán, Texcoco, Edo. de México.

9. GRANT, R.F. 1989. Water deficit timing effects on yield components in maize. Agron. J. pp. 61-65.

10. HURD. E.A. 1976. Plant Breeding for drougth resistance. In: Water deficits and plant Growth. T.T. Koslowski, ed. New York, Academic Press E.E.U.U.

11. JUGENHEIMER, R. 1985. El maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Ed. Limusa. México. 841 pp.

12. KRAMER P.J. 1989. Relaciones hídricas de suelos y plantas. Ed. Harla, México. 538 pp.

13. LARQUE-SAAVEDRA, A. 1989. El agua en las plantas cultivadas. Centro de Botánica. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 117 pp.

14. LEBBITT, J. 1972. Responses of plants to enviromental stresses. New York, Academic Press.

15. LOPEZ C., C. 1992. A conparison of growth and water-use eficiency in temperate cereal crops. The Australian National University Ph.D. Camberra Australia. 161 p.

16. LOPEZ G.A. y J.L. RODRIGUEZ. 1990. Comportamiento de trigo en ambientes secos de la Mixteca alta Oaxaqueña. Revista de Fitotecnia, México.

17. MARTINEZ, G. 1988. Diseños experimentales. Ed. Trillas. México, D.F. 756 P.

18. MAY, L.H. and F.L. MILTHORPE. 1962. Drougth resistance of crop plants. Field Crops Abstr. 15: 171-179.

19. MUÑOZ, O.A. 1975. Relaciones agua-planta bajo sequía, en varios sintéticos de maíz resistente a sequía y heladas. Tesis de Doctor en Ciencias. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.

20. MUÑOZ, O.A. 1990. Modelo matemático Uno para evaluar la resistencia a sequía. Evaluación biológica. pp 93-106.

21. OSORIO, A.L. 1992. Resistencia a sequía en trigos ventureros (Triticum aestivum L.). Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. México.

22. ROSAS, Q.C. 1997. Análisis de crecimiento de ocho genotipos de caupi (Vigna unguiculata (L.) Wallp) en condiciones de estrés hídrico. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque-Perú.

23. SINCLAIR, T.R. 1990. Relative Sensitivy of grainyield and biomass acumulation to drought in field-grown maize. Crop Sci. 30: 690-693.

24. TURNER, N.C. and J.E. BEGG. 1981. Plant water relation and adaptation to stress. Plant and soil 58: 97-131.

25. VELASQUEZ, M.S. 1985. Studies on the responce of Phaseolus vulgaris L. to drought stress. Thesis Doctoral. Queen's University of Belfast, Northern, Ireland.

IX. LINKOGRAFIA

- http://www.milenio.com/node/231461 (2009)
- http://www.cronica.com.mx/nota.php?id_nota=436093. (2009).
- http://www.fps.org.mx/divulgacion/index.php?option=com_content&view=article&id=605:reducen-con-fitorreguladores-impacto-del-estres-hidrico-en-maiz-&catid=37:sinaloa-produce&Itemid=373 (2010).
- (Escrito por AFP, abc.com.py - See more at: http://nolaboreo.es/publicaciones/noticias/pdf/090610.Desvelado_gen.pdf 2015)
- (http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/sequia.php)
- http://www.milenio.com/node/231461 (2009).
- http://www.cronica.com.mx/nota.php?id_nota=436093 (2009).
- http://www.fps.org.mx/divulgacion/index.php?option=com_content&view=article&id=605:reducen-con-fitorreguladores-impacto-del-estres-hidrico-en-maiz-&catid=37:sinaloa-produce&Itemid=373 (2010).
- http://nolaboreo.es/publicaciones/noticias/pdf/090610.Desvelado_gen.pdf (2015).

ANEXOS

1. ANAVAS.

TABLA 01A. ANAVA. ESE. Días a la floración masculina.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	5.81	6.70	n.s
Hibrido	6	47.81	2.90	n.s
Error	12	64.19	7.97	
Total	20	117.81		
C.V (%)	3.69			

TABLA 02A. ANAVA. ESE. Días a la floración femenina.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	4.95	2.48	n.s
Hibrido	6	55.62	9.27	n.s
Error	12	48.38	4.03	
Total	20	108.95		
C.V (%)	3.09			

TABLA 03A. ANAVA. ESE. Días a la madurez fisiológica.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	2.67	1.33	n.s
Hibrido	6	20.29	3.38	n.s
Error	12	28.00	2.33	
Total	20	50.95		
C.V (%)	1.25			

TABLA 04A. ANAVA. ESE. Altura de plantas (m).

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	561.08	280.54	n.s
Hibrido	6	446.65	74.44	n.s
Error	12	4993.83	416.15	
Total	20	6001.56		
C.V (%)	11.66			

TABLA 05A. ANAVA. ESE. Número de granos por hilera.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	50.80	25.40	n.s
Hibrido	6	126.01	21.00	n.s
Error	12	208.95	17.41	
Total	20	385.76		
C.V (%)	12.84			

TABLA 06A. ANAVA. ESE. Número de hilera por mazorca.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	0.47	0.24	n.s
Hibrido	6	51.03	8.51	n.s
Error	12	65.77	5.48	
Total	20	117.27		
C.V (%)	15.38%			

TABLA 07A. ANAVA. ESE. Longitud de mazorca (cm).

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	3.39	1.69	n.s
Hibrido	6	6.28	1.05	n.s
Error	12	30.74	2.56	
Total	20	40.40		
C.V (%)	10.27%			

TABLA 08A. ANAVA. ESE. Diámetro de mazorca (cm).

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	0.06	0.03	n.s
Hibrido	6	1.05	1.37	n.s
Error	12	1.53		
Total	20	2.64		
C.V (%)	7.54			

TABLA 09A. ANAVA. ESE. Peso de mazorcas por parcela (kg).

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	1394373.81	697186.90	n.s
Hibrido	6	7763747.62	1293957.94	n.s
Error	12	16516859.52	1376404.96	
Total	20	25674980.95		
C.V (%)	10.63%			

TABLA 10A. ANAVA. ESE. Porcentaje de desgrane.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	2.57	1.29	n.s
Hibrido	6	7.75	1.29	n.s
Error	12	48.08	4.01	
Total	20	58.40		
C.V(%)	2.45%			

TABLA 11A. ANAVA. ESE. Peso de 1000 granos (g).

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	409.52	204.76	n.s
Hibrido	6	6923.81	1153.97	n.s
Error	12	9590.48	799.21	
Total	20	16923.81		
C.V (%)	9.06%			

TABLA 12A. ANAVA. ESE. Número de granos por hilera.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	0.66	0.33	n.s
Hibrido	6	6.12	1.02	n.s
Error	12	13.70	1.14	
Total	20	20.49		
C.V (%)	12.24%			

TABLA 13A. ANAVA. ESE. Materia seca total (kg/ha).

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	6921600.00	3460800.00	n.s
Hibrido	6	207930514.29	34655085.71	n.s
Error	12	269635200.00	22469600.00	
Total	20	484487314.29		
C.V (%)	16.85%			

TABLA 14A. ANAVA. ESE. Indice de cosecha.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	0.03	0.003	n.s
Hibrido	6	0.06	0.01	n.s
Error	12	0.03	0.03	
Total	20	0.10		
C.V (%)	14.69%			

TABLA 15A. ANAVA. EEV. Días a la floración masculina.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	21.71	10.86	**
Hibrido	6	24.00	4.00	*
Error	12	10.29	0.86	
Total	20	56.00		
C.V (%)	1.52			

TABLA 16A. ANAVA. EEV. Días a la floración femenina

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	15.52	7.76	*
Hibrido	6	18.29	1.91	n.s
Error	12	3.05	19.14	
Total	20	52.95		
C.V (%)	1.99%			

TABLA 17A. ANAVA. EEV. Días a la madurez fisiológica

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	1.24	0.62	n.s
Hibrido	6	17.33	2.89	n.s
Error	12	26.10	2.17	
Total	20	44.67		
C.V (%)	1.29%			

TABLA 18A. ANAVA. EEV. Altura de planta.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	1948.93	974.47	*
Hibrido	6	3418.86	569.81	n.s
Error	12	2370.04	197.50	
Total	20	7737.84		
C.V (%)	9.39%			

TABLA 19A. ANAVA. EEV. Número de granos por hilera

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	19.10	9.55	n.s
Hibrido	6	167.15	27.86	n.s
Error	12	149.30	12.44	
Total	20	335.56 20		
C.V (%)	14.14%			

TABLA 20A. ANAVA. EEV. Número de hileras por mazorca

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	6.05	3.02	n.s
Hibrido	6	71.76	11.96	n.s
Error	12	83.76	6.98	
Total	20	161.57		
C.V (%)	18.47%			

TABLA 21A. ANAVA. EEV. Longitud de mazorca (cm)

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	3.67	1.83	n.s
Hibrido	6	12.39	2.07	n.s
Error	12	11.23	0.94	
Total	20	27.29		
C.V (%)	7.49%			

TABLA 22A. ANAVA. EEV. Diámetro de mazorca (cm).

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	0.18	0.09	n.s
Hibrido	6	0.69	0.88	n.s
Error	12	1.24	0.11	
Total	20	2.11		
C.V (%)	7.47%			

TABLA 23A. ANAVA. EEV. Peso de mazorcas por parcela (kg)

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	1469045.24	734522.62	n.s
Hibrido	6	3749114.29	624852.38	n.s
Error	12	11135671.43	927972.62	
Total	20	16353830.95		
C.V (%)	19.37%			

TABLA 24A. ANAVA. EEV. Porcentaje de desgrane.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	78.08	39.04	n.s
Hibrido	6	34.47	5.74	n.s
Error	12	126.56	10.55	
Total	20	239.11		
C.V (%)	4.15%			

TABLA 25A. ANAVA. EEV. Peso de 1000 granos (g)

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	114.29	57.14	n.s
Hibrido	6	15523.81	2587.30	**
Error	12	5819.05	484.92	
Total	20	21457.14		
C.V (%)	7.07%			

TABLA 26A. ANAVA. EER. Rendimiento de grano (t/ha)

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	1.80	0.90	n.s
Hibrido	6	3.02	0.50	n.s
Error	12	9.09	0.76	
Total	20	13.91		
C.V (%)	22.96%			

TABLA 27A. ANAVA. EEV. Materia seca total (t/ha)

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	164122971.43	82061485.71	n.s
Hibrido	6	229619657.14	38269942.86	n.s
Error	12	592933028.57	49411085.71	
Total	20	986675657.14		
C.V (%)	25.42%			

TABLA 28A. ANAVA. EER. Indice de cosecha

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	0.01	0.01	n.s
Hibrido	6	0.02	2.8E-03	n.s
Error	12	0.09	0.01	
Total	20	0.12		
C.V (%)	23.80%			

TABLA 29A. ANAVA. EER. Días a la floración masculina.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	169.14	84.57	**
Hibrido	6	33.24	5.54	n.s
Error	12	40.19	3.35	
Total	20	242.57		
C.V (%)	2.90%			

TABLA 30A. ANAVA. EER. Días a la floración femenina

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	160.10	80.05	**
Hibrido	6	43.81	7.30	n.s
Error	12	53.90	4.49	
Total	20	257.81		
C.V (%)	3.25%			

TABLA 31A. ANAVA. EER. Días a la madurez fisiologica.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	10.57	5.29	*
Hibrido	6	66.95	11.16	**
Error	12	10.76	0.90	
Total	20	88.29		
C.V (%)	0.80%			

TABLA 32A. ANAVA. EER. Altura de planta (cm).

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	15475.46	7737.73	**
Hibrido	6	1315.08	219.18	n.s
Error	12	2143.02	178.59	
Total	20	18933.56		
C.V (%)	8.74%			

TABLA 33A. ANAVA. EER. Número de granos por hilera

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	516.27	258.13	**
Hibrido	6	103.89	17.32	n.s
Error	12	275.04	22.92	
Total	20	895.20		
C.V (%)	23.92%			

TABLA 34A. ANAVA. EER. Número de hileras por mazorca

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	48.20	24.10	*
Hibrido	6	103.45	17.24	*
Error	12	55.27	4.61	
Total	20	206.92		
C.V (%)	15.56%			

TABLA 35A. ANAVA. EER. Longitud de mazorca (cm)

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	45.32	22.66	**
Hibrido	6	24.80	4.13	n.s
Error	12	21.60	1.80	
Total	20	91.72		
C.V (%)	12.26 %			

TABLA 36A. ANAVA. EER. Diámetro de mazorca

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	1.63	0.81	*
Hibrido	6	0.74	0.12	n.s
Error	12	1.53	0.13	
Total	20	3.89		
C.V (%)	8.40%			

TABLA 37A. ANAVA. EER. Peso total de mazorcas por parcela.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	9894066.67	4947033.33	n.s
Hibrido	6	22604247.62	3767374.60	n.s
Error	12	31840766.67	2653397.22	
Total	20	64339080.95		
C.V (%)	38.34%			

TABLA 38A. ANAVA. EER. Porcentaje de desgrane

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	60.72	30.36	n.s
Hibrido	6	207.75	34.62	n.s
Error	12	311.59	25.97	
Total	20	580.06		
C.V (%)	6.58%			

TABLA 39A. ANAVA. EER. Peso de 1000 granos (g)

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	2638.10	1319.05	n.s
Hibrido	6	7828.57	1304.76	n.s
Error	12	6628.57	552.38	
Total	20	17095.24 20		
C.V (%)	8.28%			

TABLA 40A. ANAVA. EER. Rendimiento de grano (t/ha).

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	6.71	3.35	n.s
Hibrido	6	13.36	2.23	n.s
Error	12	17.37	1.45	
Total	20	37.44 20		
C.V (%)	37.45 %			

TABLA 41A. ANAVA. EER. Materia seca total (t/ha)

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	277641600.00	138820800.00	*
Hibrido	6	542014628.57	90335771.43	*
Error	12	307248000.00	25604000.00	
Total	20	1126904228.57		
C.V (%)	20.19			

TABLA 42A. ANAVA. EER. Indice de cosecha

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	0.01	3.7E-03	n.s
Hibrido	6	0.03	4.2E-03	n.s
Error	12	0.03	2.1E-03	
Total	20	0.06		
C.V (%)	34.62%			

TABLA 43A. ANAVA. EEVR. Días a la floración masculina.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	26.95	13.48	6.13 *
Hibrido	6	27.90	4.65	2.12 n.s
Error	12	26.38	2.20	
Total	20	81.24		
C.V (%)	2.40 %			

TABLA 44A. ANAVA. EEVR. Días a la floración femenina.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	72.67	36.33	**
Genotipo	6	11.90	1.98	n.s
Error	12	42.67	3.56	
Total	20	127.24		
C.V (%)	2.89%			

TABLA 45A. ANAVA. EEVR. Días a la madurez fisiológica.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	2.00	1.00	n.s
Hibrido	6	186.57	31.10	**
Error	12	34.00	2.83	
Total	20	222.57		
C.V (%)	1.53 %			

TABLA 46A. ANAVA. EEVR. Altura de planta.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	2675.39	1337.69	**
Hibrido	6	2307.87	384.65	n.s
Error	12	2103.10	175.26	
Total	20	7086.36		
C.V (%)	10.84 %			

TABLA 47A. ANAVA. EEVR. Número de granos por hilera.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	159.78	79.89	**
Hibrido	6	69.89	11.65	*
Error	12	33.85	2.82	
Total	20	263.51		
C.V (%)	9.72 %			

TABLA 48A. ANAVA. EEVR. Número de hileras por mazorca.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	13.96	6.98	*
Hibrido	6	60.31	10.05	**
Error	12	16.76	1.40	
Total	20	91.03		
C.V (%)	9.06 %			

TABLA 49A. ANAVA. EEVR. Longitud de mazorca (cm).

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	19.73	9.86	**
Hibrido	6	0.65	0.11	n.s
Error	12	8.16	0.68	
Total	20	28.54		
C.V (%)	8.03 %			

TABLA 50A. ANAVA. EEVR. Diámetro de mazorca (cm).

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	0.96	0.48	**
Hibrido	6	0.47	0.08	n.s
Error	12	0.34	0.03	
Total	20	1.78		
C.V(%)	4.32 %			

TABLA 51A. ANAVA. EEVR. Peso de mazorcas por parcela.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	6111628.57	3055814.29	*
Hibrido	6	36336457.14	6056076.19	**
Error	12	5808321.43	484026.79	
Total	20	48256407.14		
C.V (%)	35.16 %			

TABLA 52A. ANAVA. EEVR. Porcentaje de desgrane

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	**2**	102.36	51.18	**n.s**
Hibrido	**6**	569.88	94.98	**n.s**
Error	**12**	821.18	68.43	
Total	**20**	1493.43		
C.V (%)	**11.16 %**			

TABLA 53A. ANAVA. EEVR. Peso de 1000 granos (g)

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	**2**	**10485.71**	**5242.86**	*****
Hibrido	**6**	**3990.48**	**665.08**	**n.s**
Error	**12**	**11780.95**	**981.75**	
Total	**20**	**26257.14**		
C.V (%)	**11.54 %**			

TABLA 54A. ANAVA. EEVR. Rendimiento de grano (t/ha)

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	**2**	**3.49**	**1.74**	*****
Hibrido	**6**	**21.16**	**3.53**	******
Error	**12**	**3.57**	**0.30**	
Total	**20**	**28.22**		
C.V (%)	**37.19 %**			

TABLA 55A. ANAVA. EEVR. Materia seca total (kg/ha)

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	**2**	**13430400.00**	**6715200.00**	**n.s**
Hibrido	**6**	**258305828.57**	**43050971.43**	**n.s**
Error	**12**	**319084800.00**	**26590400.00**	
Total	**20**	**590821028.57**		
C.V (%)	**28.55 %**			

TABLA 56A. ANAVA. EEVR. Indice de Cosecha.

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	F
Bloque	2	0.01	0.01	**
Hibrido	6	0.03	0.01	**
Error	12	0.01	9.2E-04	
Total	20	0.06		
C.V (%)	38.54 %			

2. FOTOS.

03 DE ENERO DEL 2012 : PRIMER ABONAMIENTO DE NITRÓGENO (UREA).

APLICACIÓN DE UN INSECTICIDA (CLORPIRIFOS), UN FOLIAR Y UN COADYUVANTE (adherente) PARA GUSANO COGOLLERO Y OTROS LEPIDOPTEROS.

REALIZANDO DESHIERBO A LOS 4 AMBIENTES DE LA TESIS (CON APOYO DE LOS ESTUDIANTES DE FISIOLOGIA VEGETAL).

APLICANDO INSECTICIDA GRANULADO PARA GUSANO COGOLLERO (APLICACIÓN DE DIPTEREX GRANULADO)

EVALUANDO ATAQUE DE PLAGAS ENCONTRÁNDOSE DAÑOS OCASIONADOS POR LARVAS DE GUSANO COGOLLERO (Spodoptera frugiperda)

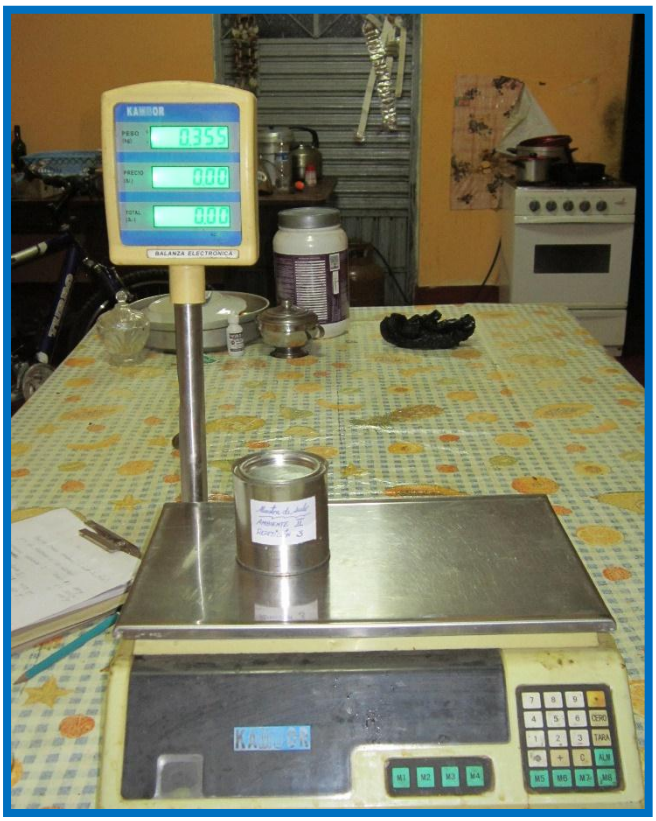
RECOLECCION DE SUELO EN CAMPO PARA DETERMINAR PORCENTAJE DE HUMEDAD

LOS TESISTAS EFECTUANDO UN RIEGO DE GRAVEDAD AL CULTIVO DE MAIZ EN EL CAMPO DE LA TESIS

MUESTRA DE SUELO RECOLECTADO PARA SER EVALUADO EN GABINETE.

CON AYUDA DE UNA BALANZA ELECTRÓNICA SE REALIZÓ EL PESADO DE LAS DIFERENTES MUESTRAS DE SUELO DE LAS TRES REPETICIONES DE LOS CUATRO AMBIENTES.

EFECTUANDO EL PESADO DE MUESTRAS DE SUELO CON AYUDA DE UNA BALANZA ELECTRÓNICA, PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE HUMEDAD.



KANSOR
REPSOL

KANSOR
REPSOL

FLORES FEMENINAS

ALTURA DE PLANTA

MAZORCA DECUMBENTE.

GRANO MADURO (Presencia de capa negra)

COSECHA: SACOS DE MAIZ COSECHADO

ESE - DEKALL -7088

ESE - MARGINAL-28T

EEV - INIA-605

EEV – AGRHICOL

EER - INIA-605

EER - DEKALL -7088

EER – AGRHICOL

EEVR – DEKALL-7088

REALIZANDO MEDICIONES DE MAZORCA

DESGRANANDO MAIZ