



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE AGRONOMÍA



ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Estimación de los índices de susceptibilidad, tolerancia y estabilidad del rendimiento en deficiencia hídrica, de siete híbridos de maíz amarillo (*Zea mays* L.), fundo “La Peña”, región Lambayeque.

TESIS

Para optar el título profesional de:

INGENIERA AGRÓNOMA

AUTORES

Jesús Aidé Jiménez Peña

Georgina Tan Chamaya

ASESOR

Dr. José Avercio Neciosup Gallardo

Lambayeque - Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE AGRONOMÍA



ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Estimación de los índices de susceptibilidad, tolerancia y estabilidad del rendimiento en deficiencia hídrica, de siete híbridos de maíz amarillo (*Zea mays* L.), fundo “La Peña”, región Lambayeque.

TESIS

Para optar el título profesional de:

INGENIERA AGRÓNOMA

AUTORES

Jesús Aidé Jiménez Peña

Georgina Tan Chamaya

**Lambayeque - Perú
2023**

**Estimación de los índices de susceptibilidad, tolerancia y estabilidad
del rendimiento en deficiencia hídrica, de siete híbridos de maíz
amarillo (*Zea mays* L.), fundo “La Peña”, Región Lambayeque.**

POR:

Jiménez Peña Jesús Aidé

Tan Chamaya Georgina

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

INGENIERA AGRÓNOMA

APROBADO POR:


.....
Dr. Ricardo Chávarry Flores
Presidente del Jurado


.....
Ing. Neptalí Peña Orrego
Secretario del Jurado


.....
Ing. M. Sc. Oscar Fernández Aurazo
Vocal del Jurado


.....
Dr. José Avercio Neciosup Gallardo
Asesor

Lambayeque, 2023

DEDICATORIA

A nuestros padres;

A quienes les debemos nuestro respeto, por habernos brindado la confianza y seguridad para seguir adelante y luchar por lograr nuestras metas. Valoramos profundamente sus esfuerzos para culminar este importante trabajo.

A nuestros hermanos y hermanas;

Por brindarnos su apoyo incondicional, moral y económica día tras día en el desarrollo de nuestra carrera universitaria.

Jesús Aidé Jiménez Peña

Georgina Tan Chamaya

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por protegernos durante todo nuestro camino y darnos fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de nuestras vidas.

A nuestros padres por sabios consejos, que con su ejemplo nos enseñaron a no desfallecer ni rendirnos ante nada y perseverar siempre para lograr esta importante meta.

A nuestro asesor Dr. José Avercio Neciosup Gallardo por habernos guiado en este proyecto, que en base a su experiencia ha direccionado sabiamente nuestros conocimientos.

Gracias a todas las personas que nos ayudaron directa e indirectamente en la realización de este importante proyecto.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCION	1
II.	LITERATURA	3
2.1.	Antecedentes	3
2.2.	El déficit hídrico en las plantas.....	14
III.	METODOLOGÍA	19
3.1.	Ubicación	19
3.2.	Tipo de investigación.....	19
3.3.	Hipótesis	19
3.4.	Metodología	19
3.4.1.	Contrastación de hipótesis.....	19
3.4.2.	Material genético	19
3.4.3.	Materiales, herramientas y equipos	20
3.4.4.	Diseño experimental	20
3.4.5.	Características físico-químicas del área experimental	21
3.4.6.	Registro de datos climatológicos.	22
3.4.7.	Tratamientos en estudio	24
3.4.8.	Porcentaje de humedad del suelo	24
3.4.9.	Constantes de humedad.....	24
3.4.10.	Manejo agronómico del experimento.	26
3.5.	Características registradas	27
3.5.1.	Características reproductivas y de crecimiento.....	27
3.5.2.	Características de rendimiento y componentes.....	27
3.5.3.	Estimación de Índice de susceptibilidad a sequía (ISS), índice de estabilidad del rendimiento (YSI) e índice de tolerancia a sequía (ITS).	28
3.6.	Análisis estadístico	29
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1.	Análisis estadístico combinado	31
4.2.	Efecto del estrés hídrico en las características	31
4.3.	Análisis de las características registradas.....	34
4.3.1.	Días a la floración masculina	34
4.3.2.	Días a la floración femenina	34
4.3.3.	Altura de planta	36

4.3.4.	Área foliar	36
4.3.5.	Longitud de mazorca	38
4.3.6.	Diámetro de mazorca	38
4.3.7.	Número de hileras por mazorca.....	40
4.3.8.	Número de granos por hilera	40
4.3.9.	Peso de mazorca	42
4.3.10.	Peso de grano por mazorca	42
4.3.11.	Peso de 1000 granos	44
4.3.12.	Rendimiento de grano	44
4.4.	Índice de susceptibilidad a sequía (ISS), índice de tolerancia a sequía (ITS), e índice de estabilidad del rendimiento (YSI).	47
4.5.	Análisis de Clúster.....	49
4.5.1.	Análisis de clúster en deficiencia hídrica	49
4.5.2.	Análisis de clúster en condiciones de riego	49
V.	CONCLUSIONES	52
VI.	RECOMENDACIÓN	53
VII.	REFERENCIAS	54
VIII.	ANEXO	61

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Propiedades físico - químico del suelo, parte baja del Valle Chancay, Lambayeque, 2019-2020.	22
Tabla 2 Temperatura, precipitación y humedad relativa. Distrito de Lambayeque, 2019 – 2020.	23
Tabla 3 Porcentajes de humedad semanal, capacidad de campo y punto de marchites permanente.	26
Tabla 4 Cuadrados medios del análisis de variancia de las características evaluadas en siete híbridos de maíz amarillo en dos ambientes de humedad.	33
Tabla 5 Efecto de la deficiencia hídrica en las características evaluadas, en los híbridos de maíz amarillo.	34
Tabla 6 Días a la floración masculina en siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.	36
Tabla 7 Días a la floración femenina en siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.	36
Tabla 8 Altura de planta de siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.	38
Tabla 9 Área foliar (dm ²) de siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.	38
Tabla 10 Longitud de mazorca (cm) de siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.	40
Tabla 11 Diámetro de mazorca (cm) de siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.	40
Tabla 12 Número de hileras por mazorca de siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.	42

Tabla 13	Número de granos por hilera de siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.	42
Tabla 14	Peso de mazorca (g) de siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.	44
Tabla 15	Peso grano por mazorca (g) de siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.	44
Tabla 16	Peso de 1000 granos de siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.	46
Tabla 17	Rendimiento de grano de siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.	46
Tabla 18	Índice de susceptibilidad a sequía (ISS), índice de estabilidad de rendimiento (YSI) e índice de tolerancia a sequía (ITS), de siete híbridos de maíz.	49

INDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Temperatura máxima, mínima y media. Distrito, Provincia, Región Lambayeque, 2019-2020.	24
Figura 2	Porcentaje de humedad semanal en los ambientes de humedad, capacidad de campo y punto de marchites permanente. Lambayeque.	27
Figura 3	Rendimiento de grano en condiciones de riego y deficiencia hídrica.	34
Figura 4	Rendimiento de grano (kg/ha) de siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.	47
Figura 5	Dendrograma de siete genotipos de maíz amarillo , en condiciones de déficit hídrico.	52
Figura 6	Dendrograma de siete genotipos de maíz amarillo, en condiciones de riego.	53

RESUMEN

El trabajo se instaló en la Región de Lambayeque, Costa Norte del Perú, ubicada geográficamente entre los 6° 42'04" L.S. y 79° 54'17" L.O, teniendo como objetivo estimar los índices de susceptibilidad (ISS), tolerancia (ITS) y estabilidad del rendimiento (YSI), de siete genotipos híbridos de maíz en condiciones de deficiencia hídrica. Se establecieron dos ambientes de humedad: riego (R0) y déficit hídrico (R1). Las características de suelo y las condiciones climatológicas fueron adecuadas para el desarrollo y crecimiento de maíz. La fertilización y eliminación de malezas fueron ejecutadas oportunamente; así mismo el control de plagas. Se determinaron los porcentajes de humedad del suelo con una frecuencia semanal, la Capacidad de Campo (CC) y el Punto de Marchitamiento Permanente. Se aplicó el Diseño de Experimentos en Serie con Bloques Completos al Azar, con análisis de experimentos factoriales. Analizadas las características concluyó que: Los híbridos ADVANTA – 9559 y DK – 399 fueron los más susceptible a la deficiencia hídrica ($ISS > 1$), reduciendo su rendimiento en 35.88 y 35.48%; los híbridos ATLAS 777 y SYN - 750 tuvieron un comportamiento estable, con índice de susceptibilidad < 1 , pero de bajos rendimientos. Los híbridos DK – 7500 y DK – 399, presentaron los mejores rendimientos en condiciones de deficiencia hídrica, por lo tanto, los mayores valores de Índice de Tolerancia a la Sequía (ITS). Los mayores valores de Índice de Estabilidad del Rendimiento (YSI), fue registrado por los híbridos ATLAS – 777 y SYN – 750, con 0.855 y 0.797, pero con bajos rendimientos en ambos ambientes. El número de hileras por mazorca fue menos afectado por acción de la deficiencia hídrica que el número de granos por hilera, peso de mazorca y peso de grano por mazorca. La característica más afectada por la deficiencia hídrica, fue el rendimiento de grano.

Palabras claves: Deficiencia hídrica, híbridos de maíz, índices

ABSTRACT

The work was installed in the Lambayeque Region, North Coast of Peru, geographically located between 6° 42'04" L.S. and 79° 54'17" L.O, with the objective of estimating the susceptibility indices (ISS), tolerance (ITS) and yield stability (YSI), of seven maize hybrid genotypes under water deficiency conditions. Two humidity environments were established: irrigation (R0) and water deficit (R1). The soil characteristics and weather conditions were adequate for the development and growth of corn. The fertilization and elimination of weeds were executed opportunely; likewise, pest control. The soil moisture percentages were determined with a weekly frequency, the Field Capacity (CC) and the Permanent Wilting Point. The Design of Serial Experiments with Complete Random Blocks was applied, with analysis of factorial experiments. After analyzing the characteristics, it was concluded that: ADVANTA - 9559 and DK - 399 hybrids were the most susceptible to water deficiency ($ISS > 1$), reducing their yield by 35.88 and 35.48%; the hybrids ATLAS 777 and SYN - 750 had a stable performance, with a susceptibility index <1 , but with low yields. The hybrids DK - 7500 and DK - 399, presented the best yields in conditions of water deficiency, therefore, the highest values of Drought Tolerance Index (ITS). The highest Yield Stability Index (YSI) values were registered by the hybrids ATLAS - 777 and SYN - 750, with 0.855 and 0.797, but with low yields in both environments. The number of rows per ear was less affected by the action of water deficiency than the number of grains per row, ear weight and grain weight per ear. The characteristic most affected by water deficiency was grain yield.

Keywords: Water deficiency, maize hybrids, indices

I. INTRODUCCION

El maíz es un cultivo de mucha importancia en el ámbito agrícola nacional, constituyendo un insumo primordial para la industria avícola y porcina; sin embargo, la producción nacional no logra cubrir la demanda, por lo que el estado se ve en obligación de importar un 70% del total requerido. El departamento de Lambayeque contribuye con 10.20% de la producción nacional, que conjuntamente con los departamentos de San Martín, Amazonas, Piura y La Libertad concentran el 71% de la producción total.

Los cultivos de mayor impacto social en el departamento de Lambayeque, son el arroz y maíz, otros cultivos de importancia industrial como la caña de azúcar y el algodón. La agricultura en Lambayeque depende mucho de las precipitaciones que ocurren en la parte alta, en la sierra de Cajamarca; muchas veces las campañas agrícolas en la región de Lambayeque se han visto afectados por las sequías que ocurren en el departamento de Cajamarca.

Las pérdidas económicas causadas por las sequías, constituyen un reto para la sociedad; Las sequías son producto de varias causas, una de ellas es el cambio climático, se incluye al crecimiento de la población y agrega a ello los cambios en los patrones de consumo y una creciente preocupación por el medio ambiente.

La agricultura utiliza en torno al 70% de los recursos hídricos, por lo que será el principal sector afectado por una disminución en la disponibilidad de agua (La Fundación del Agua, 2016).

La sequía se desarrolla por la acción combinada de la deficiencia de agua en el suelo con altas tasas de evaporación. Cuando la cantidad de agua disponible en el suelo no es

suficiente para atender los cultivos se convierte en una sequía agrícola. (Tallaksen and Lanen, 2004, mencionado en SENAMHI, 2016). Debido a que la cantidad de agua que necesita cada cultivo es distinta, no es posible establecer umbrales de sequía agrícola válidos ni tan siquiera para una única área geográfica (Valiente, 2001, mencionado en SENAMHI, 2016).

Para afrontar las sequías, existe un plan de contingencia agrícola establecido por la autoridad nacional del agua, sin embargo es necesario continuar realizando trabajos de investigación en el sector agrícola, que nos permita conocer los efectos causados por las deficiencias hídricas en los cultivos y seleccionar material genético que funcione en esas condiciones; consideramos al maíz amarillo, que es un cultivo importante en la agricultura regional, para la ejecución de nuestro trabajo de investigación planteando como **objetivo general**: Estimar los índices de susceptibilidad a sequía, tolerancia a sequía y estabilidad del rendimiento y el rendimiento de grano y sus componentes, de siete híbridos de maíz amarillo.

II. LITERATURA

2.1. Antecedentes

Hernández-Campos, *et al*, (2021), realizaron su trabajo con el objetivo de evaluar en las fases de germinación y vegetativa el efecto de la aplicación de ácidos húmicos, en dos condiciones de humedad, con y sin estrés hídrico, en poblaciones seleccionadas de maíz (*Zea mays* L.), nativas de regiones con incidencia de sequía, en Oaxaca, México. Los ácidos húmicos afectaron a las semillas retrasando su germinación, pero después, concentraciones altas la estimularon. La aplicación de ácidos húmicos encontró mejor respuesta en la población Cuilapam, en la fase de germinación; así mismo redujo los efectos adversos provocados por el estrés hídrico inducido, en las tres poblaciones de maíz, promoviendo parámetros de crecimiento y contenido total de proteínas.

Castro-Rivera, *et al*, (2021), evaluó en invernadero, el efecto del vermicompost en la humedad del suelo y en la fisiología y el crecimiento de plántulas de maíz Tuxpeño, utilizando dos cultivares tolerante y susceptible a sequía. Se midió la capacidad de campo, el punto de marchitez permanente y el potencial de agua (Ψ_A) del sustrato; así mismo se midió la conductancia estomática (gs), transpiración (E), asimilación de CO₂ (A), biomasa y contenido de prolina. Se observó que la humedad aprovechable y las variables fisiológicas se redujeron, sin embargo, el vermicompost estimuló la producción de biomasa. (pág. 1).

Gómez Cerna, *et al*. (2021), estudiaron la adaptación agronómica a la sequía de 30 accesiones de maíz bajo tres regímenes hídricos, durante las épocas secas de enero-mayo 2020 y diciembre 2020-marzo 2021 en Zamorano, Honduras; evaluaron el rendimiento por se, índices de media geométrica y reducción del rendimiento, y rasgos secundarios. Concluyeron que accesiones como Capulín, indio, Olotillo, Planta Baja y Olotillo Mejorado,

a través de las estimaciones aplicando los índices de tolerancia combinados con los rasgos secundarios, fueron útiles para identificarlos como tolerantes a la sequía y estables a través de los regímenes hídricos aplicados y las épocas de evaluación. Los rasgos secundarios como senescencia foliar, peso de cien semillas, altura de mazorca, mazorcas por planta, aspecto de la planta y aspecto de la mazorca mostraron una mayor asociación con el rendimiento de grano y con valores altos de heredabilidad en condiciones de sequía. (pág. 48).

Ibarra Sánchez, (2021), realiza un trabajo sobre selección de líneas de maíz tolerantes a la sequía por marcadores morfológicos y moleculares *ssr*, encontrando un alto grado de variación genética en las líneas segregantes de maíz S2, en las características medidas de floración masculina, floración femenina, asincronía, altura de mazorca, altura de planta, peso de 100 granos y rendimiento de grano. En las líneas susceptibles, el nivel de sequía aplicado redujo el rendimiento de grano en 81.5%, causando además un retraso de 7.2 días en el ASI (intervalo entre la antesis y emergencia de estigmas); encontró que el rendimiento de grano correlacionó negativa y alta significación con la floración femenina en un 65 %, lo que indicó que la línea de mayor rendimiento mostró mayor precocidad para iniciar la floración femenina. Se determinó asociación estadística importante entre las bandas producidas por el marcador *bnlg1863* y la expresión contrastante del rendimiento y floración femenina, explicando el polimorfismo de bandas en un 23.5 % de la variación total del rendimiento y de un 16.6% en la floración femenina. (pág. 97).

Ibarra Sánchez, et al. (2020) cuantificaron la respuesta agronómica de un grupo de 96 líneas S2 segregantes, dos líneas testigo y dos líneas no seleccionadas para sequía de maíz en ambientes de riego y sequía, así como seleccionar líneas con tolerancia al déficit hídrico, en Ayala, Morelos, México; estimándose los índices de susceptibilidad a la sequía (ISS) y el

índice de tolerancia (IT), así mismo se midieron 10 variables morfológicas. Se observó una reducción del rendimiento de grano en 77.7% (0.7 t ha^{-1} por efecto de la sequía, tomando como referencia el rendimiento en riego (3.14 t ha^{-1}). Los índices ISS e IT identificaron a las líneas LUM69, LUM82 y LUM30 como tolerantes a sequía, solo LUM69 mostró un rendimiento competitivo en ambos ambientes. Los índices de ISS e IT como criterio para identificar genotipos tolerantes, no seleccionaron a las líneas con mejor rendimiento de grano bajo condiciones de riego, por lo que se debe incluir en los criterios de selección al promedio de rendimiento a través de los ambientes de humedad.

En la cuantificación del efecto de la sequía en plantas cultivadas, se han desarrollado índices que permiten medir la respuesta de genotipos al déficit hídrico, la mayoría de los índices se calculan con base en el rendimiento de grano en condiciones de riego y sequía (Fischer y Maurer, 1978; Rosielle y Hamblin, 1981, mencionado en Ibarra Sánchez, et al., 2020, pág. 1512), lo que hace necesario identificar características agronómicas relacionadas con la adaptación a condiciones limitantes de humedad, lo que facilita la selección de genotipos sobresalientes en forma práctica y eficiente. (Ibarra Sánchez, et al., 2020, pág. 1512)

Villalobos-Gonzales, et al. (2018), con el objetivo de evaluar la respuesta de un grupo de variedades híbridas antiguas (H-28 y H-30), modernas (H-48 y H-50) y criollas (grano blanco y azul) de maíz (*Zea mays* L.), en términos de acumulación de materia seca de raíces, en condiciones de riego, sequía y deficiencia de nitrógeno en invernadero, pudieron determinar en sus resultados, que el estrés hídrico provocó una mayor ($p \leq 0.05$) concentración de materia seca en raíces produciendo mayor cantidad de peso seco que el peso seco de raíces obtenido en riego. Así mismo se observó que las diferencias registradas entre los pesos secos

de raíces entre los niveles de nitrógeno fueron menores que lo obtenido entre los tratamientos de humedad edáfica. Las variedades mejoradas fueron más eficientes en acumular la materia seca de las raíces que las variedades criollas, en condiciones de deficiencia hídrica y deficiencia de nitrógeno.

Dalmasso, (2016), en su trabajo sobre la influencia del déficit hídrico en diferentes etapas fenológicas sobre el rendimiento y calidad del zapallo, concluye que, en cuanto a la primera hipótesis planteada en el trabajo, “El riego deficitario controlado, en cada etapa fenológica del zapallo tipo Anco cv. Cokena INTA, afecta diferencialmente disminuyendo el rendimiento de los frutos y la producción de semillas”, se rechaza dicha hipótesis, refiere que existe una tendencia a mayor número de frutos y mayor peso individual por fruto cuando se riega con plena suplencia hídrica; así mismo señala que el rendimiento total y comercial es mayor cuando se cumple el 100 % de la evapotranspiración del cultivo. Respecto a la segunda hipótesis propuesta en su trabajo “La mayor susceptibilidad hídrica ocurre durante la etapa de floración”, es rechazada, y se concluye que el riego deficitario aplicado durante la mayor concentración de flores, alcanzó la mayor eficiencia en el uso del recurso, porque con una menor lámina de agua se obtuvo un rendimiento similar al resto de los tratamientos.

Bacallao, et al., (2016); evaluaron 28 accesiones del germoplasma de tomate (*Solanum L.* sección *Lycopersicon* subsección *Lycopersicon*) conservado ex situ en las colecciones cubanas, en condiciones de estrés por deficiencia hídrica con el objetivo de identificar las accesiones más tolerantes. Se detectó materiales con índices de tolerancia y porcentaje de fructificación altos cuando fueron sometidos a condiciones estresantes y no estresantes lo que indica que en el germoplasma cubano de tomate conservado ex situ, puede

ser de utilidad para los programas de mejoramiento genético que permita desarrollar híbridos o cultivares que funcionen en su comportamiento bajo condiciones de deficiencia hídrica.

Estrada-Prado, et al. (2016), evaluaron 15 cultivares de frijol para determinar la tolerancia al déficit hídrico en un experimento que se desarrolló en el municipio Bayamo, provincia Granma, Cuba, aplicándose un tratamiento de riego y otro en condición de sequía. Los resultados, indicaron influencia significativa ($p \leq 0,05$) de la deficiencia hídrica en el comportamiento de los cultivares de frijol; la mayor tolerancia fue expresada por la variedad CC-25-9R, y la más susceptible, la variedad Tomeguín-93. (pág. 79).

Silvera, (2015), su estudio para observar el efecto de un producto mitigador del estrés hídrico constituido por oligogalacturónidos en variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L), permitió observar diferente respuesta del crecimiento en las variedades, cuando la deficiencia hídrica fue aplicada en la etapa de germinación, emergencia y crecimiento vegetativo inicial. En todas las características evaluadas se observó variación significativa entre las variedades, el estrés hídrico y la interacción de variedades*estrés hídrico; pudiendo, estos resultados calificar a la albahaca como alternativo para condiciones de déficit hídrico en ecosistemas semiáridos. La variedad Sweet Genovese mostró mayor sensibilidad, mientras que la variedad Dolly presentó mayor tolerancia a la deficiencia hídrica. El producto bioactivo con oligogalacturónidos y su efecto mitigador permitió mejorar el crecimiento en la variedad Dolly; mientras en Sweet Genovese, aumentó su tolerancia a través de variables morfométricas, bioquímicas y fisiológicas.

Giménez, (2014), en su trabajo sobre efectos de las deficiencias hídricas en diferentes etapas de desarrollo sobre el rendimiento de soja encuentra que en el periodo crítico (R4-R6) las deficiencias hídricas provocaron disminuciones significativas en los rendimientos de soja;

cuantificándose pérdidas de grano que variaron entre 44 y 50 %; mientras que las reducciones del rendimiento por deficiencias en las etapas no críticas (ENC) previas al periodo crítico (PC) fueron de 23 %, y el estrés hídrico durante el periodo crítico provocó menor acumulación de MS afectando negativamente la tasa de crecimiento del cultivo en dicha etapa y el principal componente del rendimiento, es decir el número de granos por m⁻². En las ENC las deficiencias provocaron disminuciones en la acumulación de MS sin afectar significativamente el número de granos. (Pág. 63).

Correa, et al. (2013) en su trabajo sobre el efecto del déficit hídrico en el crecimiento y desarrollo de frutos de naranja Valencia, en el piedemonte del Meta, Colombia, observaron en sus resultados, que un estrés moderado en la primera fase de crecimiento del fruto puede suplirse con el aporte de las lluvias en las siguientes fases, sin que se afecten la calidad y la producción. Señalan que el potencial hídrico del tallo indicó claramente el comportamiento de las plantas en los niveles de agua aplicados, mostrando en el testigo que esta variedad presenta una rápida recuperación ante condiciones adecuadas de abastecimiento hídrico. Aunque la etapa de estrés (fase I) no afectó el diámetro ecuatorial de los frutos, sí se presentó repercusión sobre el desarrollo final; así mismo se detectó que el estrés de agua no afectó significativamente la productividad de los árboles en los tratamientos estudiados, pero sí se observó un incremento en el aborto floral de las plantas que recibieron una menor lámina de agua. (Pág. 146)

Giménez, (2012), realizó trabajo sobre producción de maíz con estrés hídrico provocado en situaciones de control, periodo crítico, llenado de grano, etapa vegetativa y el periodo crítico; además de evaluar un testigo en seco. La deficiencia hídrica en las situaciones indicadas se provocó mediante simuladores de sequía y el tratamiento control o

bienestar hídrico se manejó con riego suplementario. Se obtuvieron rendimientos entre 13.5 y 15.3 t h⁻¹ en condiciones controladas; cuando la deficiencia hídrica ocurrió en el periodo crítico, los rendimientos sufrieron pérdidas del 50% del potencial. Cuando la deficiencia hídrica ocurrió durante el llenado de grano, el rendimiento disminuyó en 30% y cuando sucedió durante el periodo crítico y etapa vegetativa el rendimiento sufrió un descenso del 56%.

Avendaño-Arrazate, et al., (2008), sometieron a cuatro variedades de maíz a diferentes niveles de estrés hídrico con el objetivo de comparar la respuesta a la sequía, en términos de crecimiento vegetativo, desarrollo reproductivo y la acumulación de materia seca, en el Colegio de Postgraduados, México durante el año 2003. Cuando el suelo llegó al punto de marchitez permanente, fue aplicado los niveles de déficit hídrico, 4, 10 y 20 días de sequía, aplicando luego un riego de recuperación y riegos continuos hasta la madurez de cosecha. Por efecto de la deficiencia las cuatro variedades limitaron su crecimiento, pero con el riego de recuperación, las plantas igualaron y en algunos casos fueron superiores a las que crecieron bajo condiciones de riego, como sucedió en Zacatecas 58 SM19 (Z19). El número de días a floración y asincronía fue mayor en Z19 y Cafime SM16 (C16) que Zacatecas 58 (Zo) y Cafime original (Co); las variedades mejoradas fueron más afectadas que las variedades originales en su índice de cosecha; mientras que sucedió todo lo contrario con la formación de biomasa, las variedades originales fueron más afectadas que las mejoradas, cuando el periodo de sequía se amplió.

El sistema radical se modifica como respuesta a la deficiencia hídrica, siendo expresado por algunas variedades de maíz; mientras que otras expresan una menor capacidad de adaptación y se refleja en las pérdidas del rendimiento. Esta variación, como respuesta a

la deficiencia hídrica pareciera ser heredable, por lo tanto, puede ser útil como indicador de selección para trabajos de mejoramiento. (Zobel, 1991, citado en Villalobos-Gonzales et al., 2018).

López-Salinas, et al (2008), en invierno-primavera 2007 evaluaron un grupo de genotipos de frijol de la raza Mesoamericana en riego y sequía, instalados en Medellín de Bravo, Ver., México; el propósito fue observar su comportamiento en ambos ambientes para poder clasificar los genotipos de frijol por su tolerancia y eficiencia en el rendimiento. Para estimar la tolerancia a la deficiencia hídrica se aplicaron estimadores como índice de susceptibilidad a sequía (ISS), la media geométrica (MG) y el índice de eficiencia relativa (IER), y otras características. El rendimiento se afectó por la deficiencia hídrica sufriendo un decremento del 68.8 los genotipos Los genotipos ELS-15-55, NGO 17-99 y ‘Negro INIFAP’ mostraron ser los más tolerantes a sequía, registrando valores de $ISS < 0.86$. Con la media geométrica (MG) y el índice de eficiencia relativa (IER), se seleccionaron en ambos ambientes de humedad los genotipos con los mejores rendimientos, mientras que con el índice de susceptibilidad a sequía se tuvo en cuenta los genotipos que fueron menos afectados en su rendimiento por la deficiencia hídrica. Los genotipos NGO 17-99 y ‘Negro INIFAP’ destacaron por sus mayores MG con 1.70 y 1.63, y DOR-667 registró el mayor IER con 1.56. El peso de semilla influenció para que se incrementara el rendimiento tanto en riego ($r = 0.83^{**}$) como en sequía ($r = 0.88^{**}$), mientras que la variable que más correlación con el rendimiento, fue el número de semillas por vaina ($r = 0.78^{**}$). (pág. 35).

Biasutti, C. A., & Galiñanes, V. A. (2001). Los objetivos de su trabajo fue determinar si la selección en maíz efectuada en ambientes altamente variables produjo una respuesta indirecta en la capacidad de germinar bajo estrés hídrico, e identificar las variables bajo estrés

que estén asociadas con el rendimiento en campo. Se sembraron semillas en agua destilada y en solución de polyetilenglicol 8000 (-1.5 MPa) de los ciclos de selección, en condiciones de laboratorio; se midió el porcentaje de germinación bajo estrés, longitud del coleóptilo, longitud raíz primaria, número de raíces secundarias, radio radical, peso fresco y seco de biomasa aérea y de biomasa radical, relación biomasa seca radical: biomasa seca aérea. Se observó que no se presentó una asociación entre la respuesta a la selección para el rendimiento que se registró en campo bajo estrés con las características estimadas en el laboratorio. Se presume que la selección natural puede haber explotado la mayor parte de la variabilidad genética positiva para los caracteres de plántula evaluados en este trabajo. (pág. 37).

Rebolloza-Hernández, et al., (2020). Afirma que los objetivos de su trabajo fueron seleccionar líneas de rendimiento alto e intervalo entre antesis y emergencia de estigma (ASI) corto con base al sistema riego-sequía, y estimar la heredabilidad y la correlación de caracteres cuantitativos. Se cruzaron las líneas Ac7643 y B39 que derivó 193 líneas S1, las mismas que junto con el testigo y progenitores se evaluaron bajo el diseño alfa látice en un arreglo 14 x 14 con dos repeticiones en dos localidades de Morelos, México. Se observó reducción del 40 % en rendimiento de grano (RG) bajo sequía (0.75 t ha^{-1}) con respecto a riego (1.26 ton ha^{-1}), el intervalo entre antesis y emergencia de estigmas (ASI) fue de 5 y 2 días en sequía y en riego, respectivamente. La heredabilidad para RG y ASI fue de 0.41. Se observó la existencia de líneas con herencia transgresiva para RG y ASI. La correlación del RG con floración femenina (FF) y ASI fue de -0.23^{**} y -0.37^{**} , respectivamente. (pág. 20).

Núñez-Cano, et al., (2018), con el objetivo de determinar el índice hídrico de dos cultivares de maíz (híbrido y variedad) mediante la utilización de la temperatura de la planta,

establecieron un ensayo bajo dos sistemas de siembra (riego y secano), en el Ejido, Los Santos, Panamá. La temperatura del follaje del cultivo y del suelo se determinó con un termómetro infrarrojo digital; mientras que la humedad del suelo, se realizó por gravimetría, tensiómetro y bulbos; el contenido de clorofila, con un clorofilómetro, el índice hídrico por diferencia entre la temperatura del cultivo y la del aire. Se determinó que el contenido de biomasa y clorofila, porcentaje de humedad se relaciona con el índice hídrico tanto del híbrido como de la variedad; resultando esto útil para predecir el contenido de las mismas, durante el desarrollo del cultivo. Por otro lado, el índice hídrico de los dos cultivares tiene relación negativa con el contenido de humedad del suelo, indicando que la planta no está bajo déficit hídrico.

Arrazate, et al (2005), realizaron su trabajo para estimar la tolerancia a la sequía en cuatro variedades de maíz, Zacatecas 58 original, Cafime original y sus respectivas variedades mejoradas para resistencia a la sequía, Zacatecas 58 Selección Masal 19 y Cafime Selección Masal 16 en condiciones de invernadero; para ello, tomaron en cuenta la medición de los potenciales hídricos, concentración de biomasa y de prolina. Cuando la sequía fue prolongada se hizo más intensa, provocando la disminución de los potenciales hídrico (Ψ_w) y osmótico (Ψ_π); se observó que los Ψ_w y Ψ_π fueron menores en las variedades mejoradas que en las originales; la concentración de prolina aumentó en las cuatro variedades, en diferente proporción, pero en las variedades mejoradas fue mayor, con excepción de Zacatecas 58 Selección Masal 19, que a los 38 días de sequía mostró menor concentración que Zacatecas 58 original, y mayor acumulación de biomasa. Concluyeron que, en condiciones de deficiencia hídrica en el suelo, las variedades mejoradas por selección masal han desarrollado un mecanismo de resistencia a sequía que les confiere la capacidad de

sobrevivir en condiciones extremas, pudiéndose recuperar y reiniciar sus actividades metabólicas y crecimiento, normalmente cuando hay humedad; aquí la prolina juega un papel importante; este mecanismo es llamado latencia o resurrección, (pág. 560).

Zarco-Perelló, et al., (2005), en su trabajo sobre marcadores fisiológicos de la tolerancia a sequía en maíz, determinaron que las líneas tolerantes a sequía se caracterizaron por presentar menores pérdidas en número de granos por planta, tasa fotosintética y biomasa aérea; en cambio la tolerancia a sequía de las líneas no se asociaron con, la asincronía floral, la turgencia de la inflorescencia femenina o jilote y la magnitud del gradiente del contenido de sacarosa entre hoja y jilote. Así mismo estimaron que existió una asociación parcial entre la respuesta determinada en condiciones in vitro de las cuatro líneas de maíz con la respuesta de las mismas en condiciones de déficit hídrico en campo. (pág. 517).

Nájera, et al. (2000), seleccionó líneas de maíz por resistencia a sequía en 77 líneas S5 del programa de maíz del Campo Experimental Cotaxtla (CECOT) y cuatro líneas liberadas CML's tolerantes a sequía del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Se utilizaron cuatro índices para estimar la tolerancia a la sequía basado en la selección por rendimiento de grano: índice de sequía (IS), media aritmética (MA), media geométrica (MG) e índice de tolerancia a sequía (ITS), y el quinto índice, G+GxS (índice de tolerancia a sequía) que tiene en cuenta todas las variables evaluadas para estimar la tolerancia a la sequía. Sus resultados evidenciaron que todas las características evaluadas se afectaron por la sequía impuesta. El IS que selecciona germoplasma de menor promedio de rendimiento, mostró diferencias con el resto de índices en las líneas seleccionadas. Por otro lado, los índices MA, MG, ITS y G+GxS, fueron similares al seleccionar las mismas líneas

y con rendimiento promedio superior a aquellas que seleccionó el IS. Se determinó que cinco líneas y las líneas testigo CML 273 y CML 274, del 10% de líneas seleccionadas por cada índice, se presentaron con mayor frecuencia. Se concluyó que, para mejorar por resistencia a sequía, el índice G+GxS es mejor opción. (pág. 163).

2.2. El déficit hídrico en las plantas

El déficit hídrico hace referencia a cualquier limitación en el abastecimiento de agua en los tejidos, considerándose como sinónimo de estrés hídrico, o como un componente de otros tipos de estrés, como en situaciones de sequía, salinidad y bajas temperaturas (Bray, 1997, mencionado en Silvera, 2015, pág. 5). En muchos casos la sequía denota una interacción entre baja disponibilidad hídrica, alta temperatura y alta irradiación; escasez de precipitaciones por un período largo, reduciendo la disponibilidad del agua en el suelo, y, por tanto, restricciones en el suministro hídrico a la planta (Sánchez y Aquirreola, 2000, citados en Silvera, 2015, pág. 5); sin embargo, estrés hídrico, sequía y déficit hídrico son términos usados indistintamente en numerosos trabajos.

Gupta, Rico-Medina, & Caño-Delgado, (2020), mencionan que la sequía por sí sola causa más pérdidas anuales en el rendimiento de los cultivos que todos los patógenos combinados; las plantas para adaptarse a las variaciones de humedad del suelo, alteran su fisiología, modifican el crecimiento y la arquitectura de las raíces y cierran los estomas en sus segmentos por encima del suelo. Señalan que estas respuestas específicas de tejido modifican el flujo de señales celulares, lo que da como resultado una floración temprana o un crecimiento atrofiado y, a menudo, un rendimiento reducido. Análisis fisiológicos y moleculares de la planta modelo *Arabidopsis thaliana* han identificado la señalización de fitohormonas como clave para regular la respuesta a la sequía o la insuficiencia de agua. Aquí

discutimos cómo la ingeniería de señalización hormonal en células específicas y dominios celulares puede facilitar mejores respuestas de las plantas a la sequía. Exploramos el conocimiento actual y las preguntas futuras fundamentales para la búsqueda de producir cultivos de alto rendimiento y resistentes a la sequía.

La deficiencia hídrica, según sea su intensidad, duración y la etapa fenológica en la que ocurre afectará el rendimiento de grano de maíz. Cuando el déficit hídrico ocurre en la etapa vegetativa, el efecto se refleja en una reducción del tamaño de la planta, de la tasa de fotosíntesis debido que se afecta el periodo de duración del área foliar; sin embargo, se ha detectado que el periodo entre una semana antes y dos semanas después de floración masculina, es la más sensible en las plantas de maíz. (Stone et al., 2001; Avendaño et al., 2005, mencionados en Ibarra Sánchez, et al., 2020, pág. 1512)

Silvera, (2015), señala que el término “estrés” aunque se ha utilizado en fisiología vegetal, es de dificultosa definición, por tal motivo muchas de las aproximaciones que se han formulado en relación con este concepto son a veces imprecisas y no exentas de una fuerte dosis de subjetividad (Tambussi, 2004). El término estrés fue definido por Levitt (1980) como “cualquier factor ambiental potencialmente desfavorable para los organismos vivos” y también lo define como “la expresión extrema de un factor del ambiente que inhibe el crecimiento y desarrollo en las plantas y, en consecuencia, su productividad”.

“La intensidad y duración del estrés hídrico influye en los efectos y la capacidad de las plantas para resistirlo” (Engelbrecht, 2001; Garau et al., 2009, mencionados en Luna Flores, 2012). “En condiciones de deficiencia hídrica se afecta la eficiencia de uso de agua en la productividad (EUA_p), debido a que se produce cambios en la acumulación de biomasa y la evapotranspiración” (Turner, 1986, mencionado en Luna Flores, 2012).

Medrano, et al. (2007), “refieren que las plantas, frecuentemente están expuestas a situaciones de déficit hídrico; y que su crecimiento y el rendimiento de las cosechas en el mundo están sometidas a la disponibilidad del recurso hídrico, constituyendo este, el primer factor limitante”. (Pág. 69).

“Se menciona que el sistema radical en condiciones de sequía y bajo de nitrógeno ha sido poco estudiado; las características de la raíz, importantes para un mejor comportamiento del cultivo en condiciones de bajo contenido de nitrógeno, son inexploradas” (Smith y Zobel, 1991, mencionado por Villalobos-Gonzales et al., 2018, pág. 4).

Se afirma que la cantidad de agua transpirada, que esté directamente relacionada con la biomasa producida, tiene que ver con un alto porcentaje de germinación y supervivencia de plántulas bajo sequía, o con características que afecten la capacidad de supervivencia. Por lo tanto, maíces que posean la capacidad de germinar en suelo con deficiente humedad o que presente una alta relación raíz/tallo en el estadio de plántula, constituyen el idiotipo de maíz para tolerancia a la sequía. (Edmeades et al., 1996, mencionado en Biasutti y Galiñanes, 2001, pág. 38).

El efecto del estrés hídrico sobre el rendimiento de grano en maíz, es evidente cuando sucede en la etapa de prefloración y en el periodo de llenado de grano; el efecto será mayor o menor de acuerdo a la intensidad. (Daryanto et al., 2016; mencionado en Rebolloza-Hernández, et al., 2020, pág. 24). La disminución del rendimiento se produce, porque el estrés hídrico afecta sus componentes de rendimiento u otras características secundarias. Los componentes de rendimiento como número de granos por mazorca, peso de grano por mazorca y peso de mazorca, son importante tenerlos en cuenta como criterio de selección

para tolerancia a sequía. (Frova et al., 1999; mencionado en Rebolloza-Hernández, et al., 2020, pág. 24).

Tarazona-Meza, et al., (2022). Según sea la fase de crecimiento del maíz, los requerimientos hídricos van a variar, teniendo en cuenta que las plantas crecen y desarrollan diariamente e incrementan el área foliar, así mismo se formaran los órganos reproductivos. Recomiendan conocer la cantidad de agua que se exporta de manera indirecta, a través de estimaciones de huella hídrica; Utilizando de forma adecuada esta información, el productor tomará conciencia, se mejorará la toma de decisiones de los administradores del recurso y se elaborará políticas adecuadas para el uso cada vez más sostenible del agua.

Las funciones vitales de las plantas en su mayor parte, son afectadas por la deficiencia hídrica, teniendo en cuenta que un alto porcentaje de su estructura está constituido por agua; se estima que en plantas herbáceas el 80 – 90% del peso fresco es agua. Por lo tanto, un déficit de este elemento en la planta, afecta su morfología o estructura, su fisiología y sus actividades metabólicas (Sánchez-Díaz & Aguirreolea 2008, mencionado en Fleta Soriano, 2017, pág. 3). “A nivel estructural el estrés por sequía puede causar varias alteraciones a nivel de planta entera, de órganos y células, como cambios en la distribución de las raíces en el suelo” (Kuster et al. 2012, mencionado en Fleta Soriano, 2017, pág. 4).

La disminución del volumen celular es uno de los acontecimientos más rápidos causado por el déficit hídrico, que se refleja en la reducción de la presión de turgencia de la célula. Al reducirse la presión de turgencia se afecta la elongación celular que al mismo tiempo afecta el crecimiento de la planta (Lawlor & Cornic, 2002; Taiz et al. 2006; mencionados en Fleta Soriano, 2017, pág. 4-5).

Núñez Barrios, Ritchie, & Smucker, (1998), investigaron el impacto del estrés hídrico en el crecimiento foliar y en la intercepción de luz, la conductancia estomática y producción de materia seca en frijol, en diferentes etapas fenológicas: etapa vegetativa (EV), inicio de floración (IF) y llenado de las semillas (LS). Observaron que, cuando la deficiencia hídrica fue aplicada en el inicio de floración, el índice de área foliar se afectó rápidamente, causando la reducción en la intercepción de la luz; así mismo la conductancia estomática y la fotosíntesis se redujeron, pero las tasas de fotosíntesis sólo disminuyeron significativamente cuando la apertura estomática estuvo por debajo de $0,8 \text{ cm}^{-2}/\text{seg}$. La intercepción de luz se relacionó significativamente con la producción de materia seca; sin embargo, a la misma cantidad de luz interceptada, en el inicio de la floración, la producción de materia seca fue menor en un 6,5% comparado con el testigo.

III. METODOLOGÍA

3.1. Ubicación

Se instaló en el Fundo “La Peña”, distrito, provincia, región Lambayeque, con coordenadas geográficas de 6° 42’04” L.S. y 79° 54’17” L.O, y una altura de 18 m.s.n.m.

3.2. Tipo de investigación

Es una investigación aplicada

3.3. Hipótesis

Los índices de susceptibilidad, tolerancia y estabilidad del rendimiento, en deficiencia hídrica, son similares para los híbridos de maíz amarillo en evaluación.

3.4. Metodología

3.4.1. Contrastación de hipótesis

H_0 = Los índices de los híbridos de maíz amarillo no se afectan

por las condiciones de déficit hídrico.

H_a = Los índices de los híbridos de maíz amarillo se afectan por las condiciones de déficit hídrico.

3.4.2. Material genético

Se utilizaron siete híbridos comerciales de maíz amarillo: DK – 7500, DK – 399, ADVANTA – 9559, ATLAS–777, INIA – 619, ARG - 8700 y SYN - 750

3.4.3. Materiales, herramientas y equipos

Materiales y herramientas

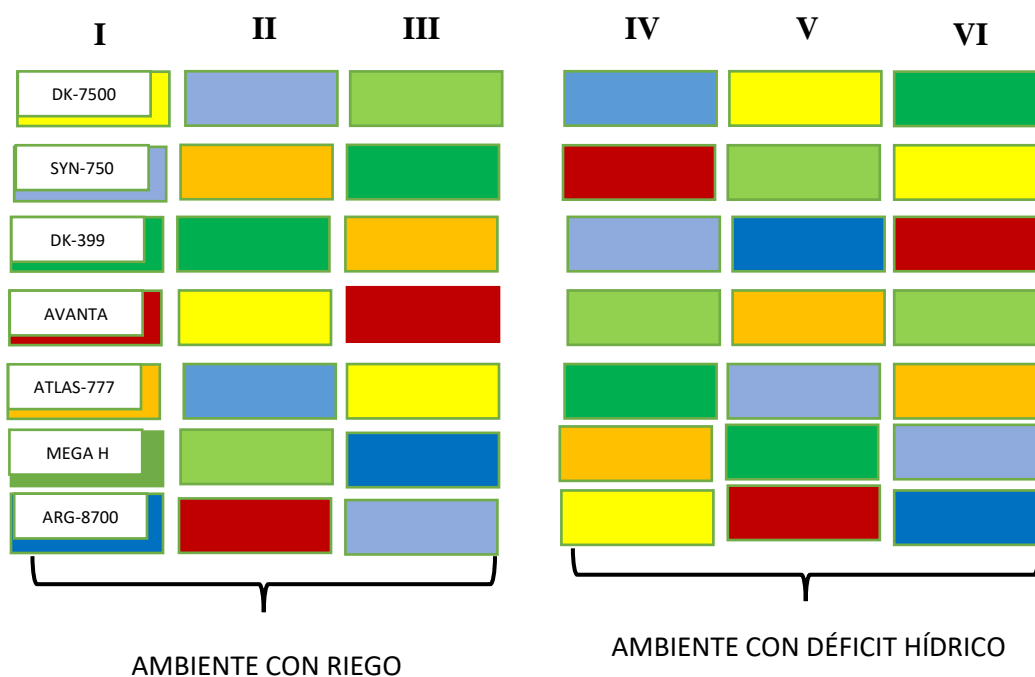
Semilla, yeso, cordel, wincha, plumones, estacas, productos químicos (pesticidas, herbicidas), lápices, libretas, bolsas, reglas, tubos de 5 m, fertilizantes, palanas, semillas, vernier, software estadístico.

Equipos

Mochilas pulverizadoras manuales, cámara fotográfica, balanzas, estufa, computadora e impresora.

3.4.4. Diseño experimental

El diseño de Series de Experimentos con Bloques Completos al Azar fue el que mejor se adecuó el trabajo experimental. Se consideró tres repeticiones por ambiente de humedad.



3.4.5. Características físico-químicas del área experimental

El análisis del suelo, se realizó en una muestra compuesta de 12 muestras simples, para determinar sus propiedades físico – químico; los resultados presentados en la tabla 1 indica que fue un suelo de textura Franco Arenoso, con pH moderadamente básico, ligeramente salino, con bajo contenido de materia orgánica, niveles bajos de fosforo, contenido alto de potasio. Las condiciones de suelo se consideran aceptables para el desarrollo del cultivo de maíz.

Los Métodos de análisis utilizados fueron:

- Método de Bouyoucos para determinar la característica textural del suelo.
- Mediante el extracto de saturación, utilizando el Potenciómetro para determinar el pH del suelo.
- Se aplicó el método de Walkley – Black para estimar el contenido de materia orgánica.
- Para la determinación del fósforo (P) disponible se aplicó el método de Olsen modificado y para potasio (K) disponible se aplicó el y Olsen-extracción con acetato amónico, respectivamente.
- En el extracto de saturación usando el Conductímetro, se determinó la conductividad eléctrica ($\text{mmhos}/\text{cm}^{-1}$).

Tabla 1

Propiedades físico - químico de suelo, parte baja del Valle Chancay, Lambayeque, 2019-2020.

	Clase Textural	pH	C.E mmhos/cm	M.O. (%)	N (%)	P ppm	K Ppm
Riego	Fr Ar A ₀	7.82	3.66	1.98	0.103	5.91	430
Déficit hídrico	Fr Ar A ₀	7.60	1.94	2.09	0.109	6.30	480

Laboratorio CYSAG, Laboratorio agrícola, análisis de suelos y agua

3.4.6. Registro de datos climatológicos.

La temperatura constituye un factor primario para el desarrollo del maíz. Como sean sus requerimientos térmicos para que cumpla con las etapas de desarrollo, los cultivares de maíz se clasifican en maíces de maduración temprana o tardía; el requerimiento térmico se mide por el tiempo térmico que cuantifica la temperatura que se acumula por encima de un mínimo y por debajo de un máximo adecuados para el desarrollo; las unidades de tiempo térmico son los grados-días. En las zonas tropicales, las regiones que producen maíz se ubican a diferentes altitudes, caracterizándolas como ambientes de tierras bajas, media y tierras altas, sin embargo, es la temperatura el factor abiótico y de media altitud está entre 30° y 34°C, y se considera que para los maíces tropicales de tierras altas está alrededor de 21°C (Ellis y col, 1992, mencionados en Yzarra Tito, Trebejo Varillas, & Noriega Nalvarte, 2010).

Para un cereal C4 como el maíz se estima que el rendimiento máximo será obtenido a una temperatura media de 20° a 22°C (Squire, 1990, mencionado en Yzarra Tito, Trebejo Varillas, & Noriega Nalvarte, 2010).

En la Tabla 2 y Figura 1, se muestran los datos climatológicos que se presentaron durante el desarrollo del trabajo experimental de temperaturas, máxima, mínima y media, estuvieron dentro de requerimiento del cultivo de maíz; no se produjo precipitaciones, teniendo en cuenta las condiciones naturales que caracterizan a la región Lambayeque.

Tabla 2

Temperatura, precipitación y humedad relativa. Distrito de Lambayeque, 2019 – 2020.

Mes/año	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
	Máxima	Mínima	Media		
Dic. 19	26.94	19.81	23.37	0.06	80.23
Ene. 20	28.46	20.90	24.68	0.00	80.27
Feb. 20	28.83	21.48	25.15	0.006	82.06
Mar. 20	30.50	22.26	26.38	0.00	75.95

Fuente: Datos recogidos del SENAMHI

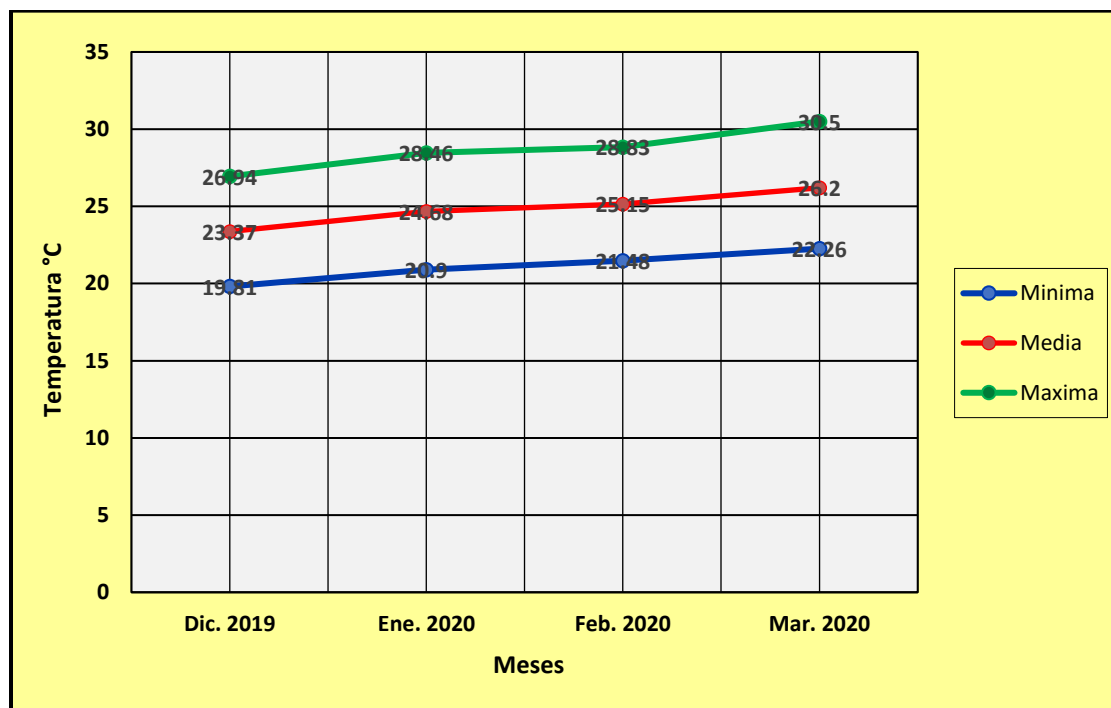


Figura 1: *Temperatura máxima, mínima y media. Distrito, Provincia, Región Lambayeque, 2019-2020.*

3.4.7. Tratamientos en estudio

Se consideraron dos ambientes de humedad

R0 = Ambiente en la que los híbridos se condujeron bajo condiciones controladas de humedad durante todo el ciclo de desarrollo del cultivo.

R1 = Ambiente, donde los híbridos se manejaron bajo condiciones de déficit hídrico a partir de los 50 días después de la siembra

3.4.8. Porcentaje de humedad del suelo

Se extrajeron muestras de suelo semanalmente, a una profundidad de 40 cm, determinando en las mismas el porcentaje de humedad; para ello, la muestra se pesó al momento que fue extraída y luego llevada a estufa por espacio de 72 horas a una temperatura de 95° C, para nuevamente pesarla. Las medidas de humedad se registraron a partir de los 15 días después de la siembra, hasta cuando se inició la floración. El porcentaje de humedad se estimó mediante el método gravimétrico aplicando la siguiente fórmula.

$$\%H = \frac{\text{Peso de suelo húmedo} - \text{Peso de suelo seco}}{\text{Peso de suelo seco}} \times 100$$

3.4.9. Constantes de humedad

Capacidad de Campo (CC), se determinó extrayendo muestra de suelo del área experimental a una profundidad de 40 cm, la misma que fue secada, tamizada y colocada en tubos de manguera de 30 cm de longitud. Hermetizada la parte superior e inferior del tubo se colocó 10 ml de agua; las mangueras fueron colocadas en forma vertical; después de 24 horas se extrajo el tercio medio del perfil húmedo de suelo a la misma que se le determinó el porcentaje de humedad, equivalente a 8.60%.

Punto de marchites permanente (PMP), para su determinación se utilizó la muestra de suelo extraída del área experimental, la cual fue colocada en la misma cantidad en macetas del mismo volumen (1.5 kg). En cada maceta se sembró tres semillas, se colocó 15 ml de agua cada tres días para su germinación y crecimiento. A los 21 días después de la siembra, se retiró el riego hasta cuando las plantas presentaran signos de marchitez, estado en la cual se destruyó las macetas extrayendo el volumen del tercio medio, en la cual se determinó el porcentaje de humedad, equivalente a 3.62%.

Tabla 3

Porcentajes de humedad semanal, capacidad de campo y punto de marchites permanente.

CONSTANTES DE HUMEDAD		PORCENTAJE DE HUMEDAD
Capacidad de Campo (CC)		8.60 %
Punto de Marchites Permanente (PMP)		3.62 %
PORCENTAJE DE HUMEDAD SEMANAL		
Días después de la siembra	R1 (Déficit hídrico)	R0 (Riego)
14 dds	9.50	9.00
21 dds	9.36	9.28
28 dds	9.85	10.02
35 dds	8.79	10.10
42 dds	7.87	8.51
49 dds	6.12	9.44
56 dds	6.60	9.27
63 dds	6.01	8.45
70 dds	5.30	8.53
77 dds	4.35	8.05
84 dds	4.30	8.00

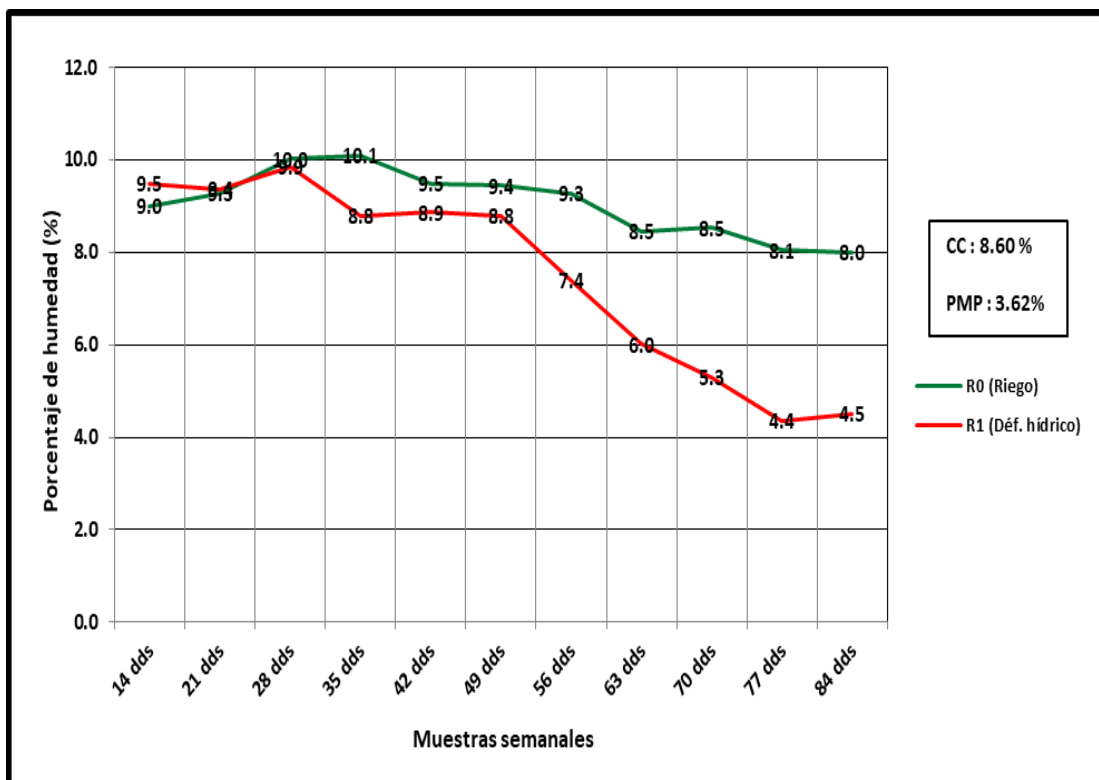


Figura 2: Porcentaje de humedad semanal en los ambientes de humedad, capacidad de campo y punto de marchites permanente.

3.4.10. Manejo agronómico del experimento.

El terreno se preparó con tractor y rastra pesada, se cruzó y luego se niveló y surcó a una distancia de 0.80 m. Se trazó teniendo en cuenta el diseño experimental, considerando cuatro surcos por parcela experimental. El trabajo se instaló el 15 de diciembre del 2019, la semilla fue tratada con Acefato y Carboxin a razón de 3 gramos por kilo de semilla, esto para prever el ataque de gusano de tierra y microorganismos del suelo; se colocó 3 semillas por golpe a una distancia de 0.50 m; se aplicó Nicosulfuron para el control de malezas durante los primeros 45 días después de la siembra. El gusano cogollero, plaga común en este cultivo, se controló aplicando Chlorantraniliprole. Para las necesidades hídrica del cultivo, se regó por gravedad los primeros 50 días después de la siembra en ambos ambientes, después se impuso los tratamientos de humedad para el ambiente de deficiencia hídrica y el ambiente

controlado. Después de 10 días, una vez germinado y emergido las plántulas se realizó la fertilización de arranque utilizándose urea, fosfato diamónico y sulfato de potasio; a los 45 días después de la siembra, con el aporque, se completó la fertilización nitrogenada con aplicación de urea y sulfato de amonio.

3.5. Características registradas

3.5.1. Características reproductivas y de crecimiento

- a) Floración masculina
- b) Floración femenina
- c) Altura de planta
- d) Área foliar
- e) Diámetro de mazorca
- f) Longitud de mazorca

3.5.2. Características de rendimiento y componentes

- a) Peso de mazorca
- b) Peso de grano por mazorca
- c) Número de granos por hilera
- d) Número de hileras por mazorca
- e) Peso de 1000 granos
- f) Rendimiento de grano

3.5.3. Estimación de Índice de susceptibilidad a sequía (ISS), índice de estabilidad del rendimiento (YSI) e índice de tolerancia a sequía (ITS).

Para estimar el Índice de Susceptibilidad a Sequía (ISS), se aplicó la ecuación propuesta por Fischer y Maurer (1978): $ISS = 1 - (Y_{ii}/Y_{ci})/IIS$, donde Y_{ii} = promedio de rendimiento de cada híbrido sin riego a partir de inicio de floración; Y_{ci} = promedio de rendimiento de cada híbrido en condición de riego durante el ciclo. El índice de intensidad a la sequía (IIS), se estima con la fórmula: $IIS = 1 - (Y_i/Y_c)$, en la que Y_i = promedio de rendimiento sin riego y Y_c = promedio de rendimiento con aplicación de riego durante el ciclo. El Índice de Tolerancia a Sequía (ITS) se estima, aplicando el cálculo establecido por Fernández (2013), como:

$$ITS = Y_p \times Y_s / (Y_p)^2$$

donde:

ITS= Índice de tolerancia a la sequía.

Y_p = Rendimiento potencial de un híbrido en riego.

Y_s = Rendimiento de un híbrido en déficit hídrico.

$(Y_p)^2$ = Cuadrado del promedio de rendimiento de todos los híbridos en riego.

Con valores de ITS altos se seleccionan en forma indirecta materiales con mejor rendimiento potencial y tolerantes al estrés hídrico. En ITS está incorporado la intensidad del estrés de Fischer y Maurer (1978). El índice de Estabilidad del Rendimiento (YSI), permite calcular el comportamiento estable o con menores reducciones causado por el déficit hídrico comparado con el comportamiento en el ambiente de riego.

3.6. Análisis estadístico

Para cada característica registrada se realizó en el análisis de varianza, de acuerdo al modelo que corresponde al Diseño Experimental aplicado.

Todas las características se analizaron siguiendo dos procedimientos:

- a. El análisis de varianza se realizó para cada característica y para cada condición de humedad por separado aplicando el modelo de bloques al azar:

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

Donde :

Y_{ij} = es la observación del i-ésimo híbrido en el j-ésimo bloque

μ = es la media general del experimento

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

β_j = es el efecto asociado al j-ésimo bloque

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

- b. Para interacción de los híbridos por condición de humedad, se aplicó el modelo del diseño experimental (combinado R0 + R1), (Martínez, 1988).

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

donde:

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

μ = es la media general

α_i = es el efecto de la condición de humedad i

β_{ij} = es el efecto del bloque j dentro de la condición de humedad i

γ_k = es el efecto del híbrido k

$(\alpha\gamma)_{ik}$ = es el efecto de la interacción del híbrido k por la condición de humedad i

ε_{ijk} = es el efecto aleatorio asociado a la parcela del híbrido k en el bloque j y en la condición de humedad i

Para la comparación de medias de los tratamientos de humedad, para los genotipos, se utilizó la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de 5%. Se realizó el análisis de Clúster y una matriz de correlaciones.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis estadístico combinado

En la tabla 4, observamos que para la fuente de variación Ambientes de Humedad, los cuadrados medios para la mayor parte de las características mostraron alta significación estadística, a excepción de la altura de planta, número de hileras y peso de 1000 granos. Los cuadrados medio para la fuente de variación Híbridos, todas las características presentaron alta significación estadística, por lo tanto, la expresión de las mismas fue diferente, indicando por lo tanto el rechazo de la hipótesis nula. En cuanto a la interacción Ambiente x Híbrido, que tiene que ver con el efecto de la deficiencia hídrica en las características evaluadas cuando se les ubicó en ambientes controlados comparado cuando se ubicaron en ambiente deficiente de humedad. Los coeficientes de variación se encuentran dentro del rango aceptable para las características evaluadas.

4.2. Efecto del estrés hídrico en las características

En la tabla 5, podemos apreciar de las características más afectadas por la deficiencia hídrica fue el rendimiento de grano que se redujo en 26.96% seguido del peso de mazorca, peso de grano/mazorca y el área foliar, que redujeron su expresión en 21.43, 22.61 y 18.86% respectivamente. El resto de características mostraron una expresión estable en uno y otro ambiente, como ocurrió con la floración, número de hileras /mazorca, diámetro de mazorca, peso de 1000 granos y granos por hilera. Los efectos del estrés hídrico se reflejan en el crecimiento de las plantas, reduciéndose la altura, tallo, raíces, área foliar, peso foliar específico y biomasa (Farooqi et al., 1994; Engelbrecht, 2001; Khurana y Singh, 2004; Singh y Singh, 2006, mencionado por Luna Flores, 2012).

Tabla 4

Cuadrados medios del análisis de variancia de las características evaluadas en siete híbridos de maíz amarillo en dos ambientes de humedad.

Características	Ambiente Humedad		Híbrido	Ambiente x Híbrido	Error	C.V. (%)
	g.l.	1	6	6	24	
Floración masculina		38.29 **	6.53**	0.66 n.s	0.61	1.19
Floración femenina		34.38 **	9.11**	0.12 n.s	0.61	1.13
Altura de planta		0.50 **	0.01*	0.01 *	4.2E-03	3.57
Área foliar		1354.86**	334.18**	95.51*	36.01	11.00
Diámetro de mazorca		0.46 **	0.21**	0.05 n.s	0.02	3.43
Longitud de mazorca		19.26 **	4.01 **	0.98 n.s	0.80	6.74
Peso de mazorca		13776.28**	1597.94**	640.69 n.s	322.09	11.91
Peso de grano/mazorca		11009.20**	1198.87**	525.83 n.s	224.25	11.79
N° granos/ hilera		67.74**	40.08**	0.25 n.s	2.14	4.74
N° hileras / mazorca		2.03 n.s	9.08**	0.46 n.s	0.68	5.25
Peso de 1000 granos		338.76 n.s	1466.25**	323.46**	81.32	3.15
Rendimiento de grano		30237162.98**	4444424.83**	720490.71 n.s	498966.47	12.97

Altamente significativo (**), Significativo (*), No significativo (ns)

Tabla 5

Efecto de la deficiencia hídrica en las características evaluadas, en los híbridos de maíz amarillo.

Características	DMS	Riego (R0)	Déficit hídrico (R1)	R0 – R1	R1/R0 x 100
Floración masculina	0.490	66.73 A	64.82 B	1.91	97.14
Floración femenina	0.490	69.78 A	67.97 B	1.81	97.41
Altura de planta (m)	0.040	1.92 A	1.70 B	0.22	88.54
Área foliar (dm ²)	3.820	60.23 A	48.87 B	11.36	81.14
Longitud de mazorca (cm)	0.570	13.97 A	12.61 B	1.36	90.26
Diámetro de mazorca (cm)	0.097	4.59 A	4.38 B	0.21	95.42
Hileras / mazorca	0.526	15.98 A	15.54 A	0.44	97.25
N° de granos/hilera	0.930	32.12 A	29.58 B	2.54	92.09
Peso de mazorca (g)	11.43	168.79 A	132.62 B	36.17	78.571
Peso de grano/mazorca (g)	9.530	143.22 A	110.84 B	32.38	77.39
Peso de 1000 granos (g)	5.740	289.39 A	283.71 A	5.68	98.03
Rendimiento de grano (kg/ha)	449.910	6294.64 A	4597.67 B	1696.97	73.04

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

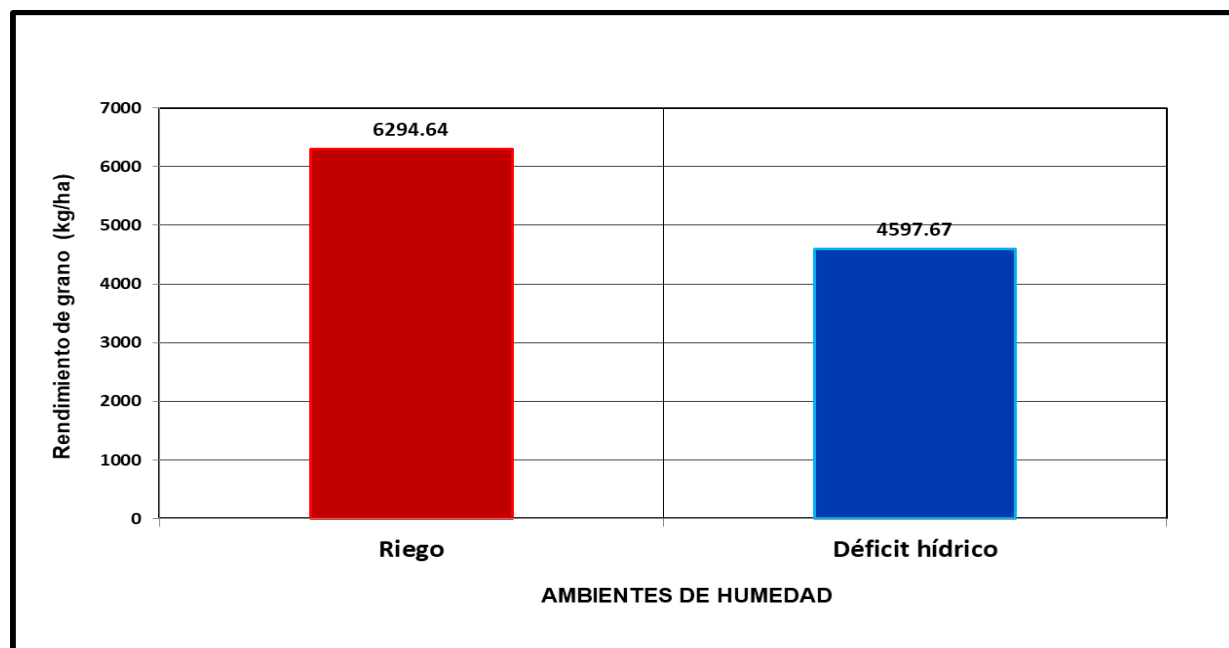


Figura 3: Rendimiento de grano en condiciones de riego y deficiencia hídrica.

4.3. Análisis de las características registradas

4.3.1. Días a la floración masculina

Los valores promedios difirieron estadísticamente; el híbrido DK – 399 e INIA – 619 necesitaron de 67.17 y 66.95 días, comportándose como los más tardíos, y difiriendo estadísticamente del resto de materiales. Los híbridos ATLAS – 777 y ADVANTA – 9559 se mostraron como los más precoces con 64.83 y 64.50 días respectivamente. Dentro del ambiente de riego (R0) los híbridos se mostraron diferentes mientras que en el ambiente de déficit hídrico (R1) se mostraron similares estadísticamente. El efecto causado por la deficiencia hídrica fue muy ligero, indicando esto, que la reproducción masculina se inició en un tiempo muy similar en ambos ambientes (Tabla 6).

4.3.2. Días a la floración femenina

Los híbridos INIA-619 y DK – 399 se comportaron como los más tardíos para iniciar su floración femenina, requiriendo de 70.47 y 70.33 días seguidos de SYN – 750, pero superiores a los valores registrados por el resto de los materiales híbridos. Los híbridos ARG – 8700, ATLAS – 777 y ADVANTA – 9559. Dentro de los ambientes de riego (R0) y de déficit hídrico (R1), los híbridos se mostraron diferentes estadísticamente. El efecto causado por la deficiencia hídrica sobre cada uno de los híbridos en la expresión de esta característica no fue notorio, de tal manera que el comportamiento fue similar en ambos ambientes. (Tabla 7).

Tabla 6

Días a la floración masculina en siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.

Híbridos	Medias (R0 + R1 /2)	Riego (R0)	Déficit hídrico (R1)	R1/R0 x 100
DK - 399	67.17 A	68.33 A	66.00 A	96.59
INIA – 619	66.95 A	68.13 A B	65.77 A	96.53
SYN - 750	66.33 A B	67.33 B C	65.33 A	97.03
DK - 7500	65.33 B C	66.67 C	64.00 A	95.99
ARG – 8700	65.33 B C	65.67 D	65.00 A	98.98
ATLAS – 777	64.83 C	65.67 D	64.00 A	97.46
ADVANTA - 9559	64.50 C	65.33 D	63.67 A	97.46
DMS	1.45	0.895	3.03	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 7

Días a la floración femenina en siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.

Híbridos	Medias (R0 + R1 /2)	Riego (R0)	Déficit hídrico (R1)	R1/R0 x 100
INIA – 619	70.47 A	71.13 A	69.80 A	98.13
DK - 399	70.33 A	71.33 A	69.33 A	97.19
SYN - 750	69.50 A B	70.33 A B	68.67 A B	97.63
DK - 7500	68.67 B C	69.67 B C	67.67 A B	97.13
ARG – 8700	67.83 C	68.67 C D	67.00 A B	97.57
ATLAS – 777	67.75 C	68.83 C D	66.67 B	96.86
ADVANTA - 9559	67.58 C	68.50 D	66.67 B	97.33
DMS	1.44	1.00	2.98	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

4.3.3. Altura de planta

La mayor altura de planta, fue registrada por los híbridos INIA – 619 y SYN – 750, con 1.88 y 1.86 m respectivamente, y fueron similares estadísticamente con el resto de híbridos, con excepción de ATLAS – 777 que obtuvo la menor altura de planta con 1.72 m. En el ambiente de riego (R0) los híbridos se mostraron estadísticamente diferentes, mientras que en el ambiente de déficit hídrico se comportaron iguales. El híbrido ARG-8700 fue el más afectado por la deficiencia hídrica, reduciendo su altura en 19.91%; mientras que el híbrido SYN – 750 redujo su altura solo en 6.25%; el resto de genotipos híbridos redujeron su altura en cantidades entre el 10 al 12%. La altura se reduce a causa de la deficiencia hídrica porque las células sufren reducción en su expansión, lo que se refleja en una menor elongación internodal, traduciéndose en un menor tamaño de la planta. (Tabla 8).

4.3.4. Área foliar

El área foliar obtenido por los híbridos variaron estadísticamente; INIA – 619 registró el mayor promedio ($R0 + R1 / 2$) con 68.63 dm^2 seguido de DK – 399 con 60.99 dm^2 , pero superando a los materiales híbridos restantes. Los híbridos DK – 7500 y SYN – 750 presentaron los menores valores de área foliar, con 49.44 y 48.51 dm^2 , respectivamente. Dentro de cada condición de humedad, los híbridos presentaron valores de área foliar variables. En cuanto al efecto que causó el déficit hídrico en la expresión de esta característica, se reflejó en una severa reducción del área foliar en los híbridos ARG – 8700, ADVANTA – 9559 e INIA – 619, que redujeron en 31.56, 25.88 y 25.44% (Tabla 9).

Tabla 8*Altura de planta de siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.*

Híbridos	Medias (R0 + R1 /2)	Riego (R0)	Déficit hídrico (R1)	R1/R0x 100
INIA – 619	1.88 A	1.97 A B	1.78 A	90.35
SYN - 750	1.86 A	1.92 A B	1.80 A	93.75
ADVANTA - 9559	1.82 A B	1.91 A B	1.72 A	90.05
DK - 399	1.81 A B	1.92 A B	1.70 A	88.54
ARG – 8700	1.81 A B	2.01 A	1.61 A	80.09
DK - 7500	1.80 A B	1.91 A B	1.69 A	88.48
ATLAS – 777	1.72 B	1.82 B	1.62 A	89.01
DMS	0.119	0.177	0.19	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Tabla 9***Área foliar (dm^2) de siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.*

Híbridos	Medias (R0 + R1 /2)	Riego (R0)	Déficit hídrico (R1)	R1/R0 x 100
INIA – 619	68.63 A	78.44 A	58.49 A B	74.56
DK - 399	60.99 A B	60.67 A B	61.32 A	101.07
ADVANTA - 9559	53.80 B C	61.79 A B	45.80 B C	74.12
ARG – 8700	50.77 B C	60.39 A B	41.15 C	68.14
ATLAS – 777	49.91 B C	51.12 B	48.71 A B C	95.29
DK - 7500	49.44 C	55.31 B	43.56 C	78.76
SYN - 750	48.51 C	53.92 B	43.09 C	79.91
DMS	11.125	19.31	14.66	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4.3.5. Longitud de mazorca

Los valores promedio ($R0 + R1 / 2$) obtenido por los genotipos híbridos mostraron diferencias estadísticas; INIA – 619 mostró la mayor longitud de mazorca con 14.03 cm, siendo igual estadísticamente con un grupo de cinco híbridos, pero diferente al híbrido SYN – 750 que registró el menor valor de longitud de mazorca con 11.87 cm. En el ambiente de riego (R0) los genotipos híbridos mostraron diferencias estadísticas, mientras que dentro del ambiente de deficiencia hídrica (R1) los híbridos expresaron valores iguales estadísticamente. De los híbridos evaluados, ADVANTA – 9559 fue el más afectado por el déficit hídrico, reduciendo su tamaño en 18.43% ($100\% - 81.57\%$), seguido de DK – 399 e INIA - 619 que redujeron su tamaño de mazorca en 13.13 y 12.18%; el resto de materiales mostraron un comportamiento estable en uno y otro ambiente. (Tabla 10).

4.3.6. Diámetro de mazorca

Los híbridos difirieron estadísticamente en sus valores promedios ($R0 + R1 / 2$); DK – 7500, DK – 399 y ADVANTA – 9559 registraron los mayores diámetro de mazorca con 4.70, 4.66 y 4.64 cm, superando estadísticamente a los híbridos SYN – 750, ARG – 8700 e INIA-619 que obtuvieron valores de 4.34, 4.30 y 4.26 cm respectivamente. Dentro del ambiente controlado o de riego los materiales híbridos mostraron diferencias estadísticas, lo que no sucedió en el ambiente de deficiencia hídrica. El efecto causado por la deficiencia hídrica en la expresión de esta característica fue ligero; siendo más evidente en el híbrido DK – 399 que redujo su diámetro de mazorca en 8.71%; los materiales restantes redujeron su diámetro en menor porcentaje. (Tabla 11).

Tabla 10

Longitud de mazorca (cm) de siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.

Híbridos	Medias (R0 + R1 /2)	Riego (R0)	Déficit hídrico (R1)	R1/R0 x 100
INIA – 619	14.03 A	14.94 A	13.12 A	87.82
ATLAS – 777	13.89 A	13.96 A B	13.82 A	98.99
DK - 399	13.66 A	14.62 A	12.70 A	86.87
DK - 7500	13.60 A	14.28 A B	12.91 A	90.41
ARG – 8700	13.57 A	14.07 A B	13.06 A	92.82
ADVANTA- 9559	12.41 A B	13.67 A B	11.15 A	81.57
SYN - 750	11.87 B	12.22 B	11.52 A	94.27
DMS	1.659	2.13	2.918	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 11

Diámetro de mazorca (cm) de siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.

Híbridos	Medias (R0 + R1 /2)	Riego (R0)	Déficit hídrico (R1)	R1/R0 x 100
DK - 7500	4.70 A	4.84 A B	4.57 A	94.42
DK - 399	4.66 A	4.94 A	4.51 A	91.29
ADVANTA-9559	4.64 A	4.77 A B C	4.48 A	93.92
ATLAS – 777	4.48 A B	4.47 A B C	4.38 A	97.99
SYN - 750	4.34 B	4.43 B C	4.25 A	95.94
ARG – 8700	4.30 B	4.37 B C	4.23 A	96.79
INIA – 619	4.26 B	4.29 C	4.22 A	98.37
DMS	0.285	0.50	0.362	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

4.3.7. Número de hileras por mazorca

Los valores promedio ($R0 + R1 / 2$) obtenidos por los materiales híbridos se mostraron diferentes estadísticamente; el híbrido DK-7500 presentó el mayor número de hileras con 17.33 sin mostrar diferencias con los híbridos ADVANTA – 9559 y DK – 399, pero si, con los híbridos SYN – 750, ARG – 8700 e INIA – 619 que mostraron los menores valores, con 15.13, 14.45 y 14.32 hileras respectivamente. Tanto en el ambiente controlado como en el ambiente de deficiencia hídrica, los híbridos mostraron diferencias estadísticas. El déficit hídrico causó una reducción de 8.42 y 6.65 % en el número de hileras sobre los híbridos SYN 750 y ATLAS 777; mientras el efecto causado sobre el resto de genotipos híbridos fue muy ligero; lo que indicaría que se trata un carácter muy estable a las condiciones ambientales y por lo tanto de alta herencia. (Tabla 12).

4.3.8. Número de granos por hilera

Los híbridos difirieron estadísticamente; ATLAS – 777 presentó el mayor valor promedio ($R0 + R1 / 2$) con 34.77, similar estadísticamente a los híbridos DK – 7500 y AGR – 8700; pero superior a los híbridos INIA – 619, DK – 399, ADVANTA – 9559 y SYN – 750, que registraron valores de 30.57, 30.28, 28.98 y 26.77 granos por hilera. En el ambiente de riego (R0) los híbridos se mostraron diferentes; lo mismo sucedió en el ambiente de deficiencia hídrica. El déficit hídrico afectó, disminuyendo ligeramente el número de granos por hilera en todos los genotipos; lo que indicaría que los estigmas se presentan receptivos y los granos de polen aún viables en estas condiciones de tal manera que pueda ocurrir la fecundación y la formación de grano. (Tabla 13).

Tabla 12

Número de hileras por mazorca de siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.

Híbridos	Medias (R0 + R1 /2)	Riego (R0)	Déficit hídrico (R1)	R1/R0 x 100
DK - 7500	17.33 A	17.40 A	17.27 A	99.25
ADVANTA - 9559	16.85 A B	16.87 A B	16.83 A B	99.76
DK - 399	16.82 A B	16.83 A B	16.80 A B	99.82
ATLAS – 777	15.40 B C	15.93 A B C	14.87 A B C	93.35
SYN - 750	15.13 C	15.80 A B C	14.47 B C	91.58
ARG – 8700	14.45 C	14.43 C	14.47 B C	100.28
INIA – 619	14.32 C	14.58 B C	14.07 C	96.50
DMS	1.533	2.31	2.413	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 13

Número de granos por hilera de siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.

Híbridos	Medias (R0 + R1 /2)	Riego (R0)	Déficit hídrico (R1)	R1/R0 x 100
ATLAS – 777	34.77 A	35.71 A	33.82 A	94.71
DK - 7500	32.39 A B	33.64 A B	31.14 A B	92.57
ARG – 8700	32.19 A B	33.44 A B	30.94 A B	92.52
INIA – 619	30.57 B C	32.19 B C	29.07 A B C	90.31
DK - 399	30.28 B C	31.49 B C	28.95 A B C	91.93
ADVANTA - 9559	28.98 C D	30.36 C D	27.60 B C	90.91
SYN - 750	26.77 D	28.00 D	25.54 C	91.21
DMS	2.711	3.06	5.051	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

4.3.9. Peso de mazorca

Se detectó diferencias estadísticas entre los valores promedios ($R0 + R1 / 2$) obtenidos por los híbridos. Los híbridos DK 7500, DK – 399, ADVANTA – 9559y ATLAS – 777, registraron los mayores valores de peso de mazorca con 164.55, 164.28, 162.87 y 153.78 gramos, con superioridad sobre el híbrido SYN – 750 que obtuvo el menor peso con 119.53 gramos. Se determinó que dentro de los ambientes de humedad los híbridos mostraron diferencias significativas estadísticas. La deficiencia hídrica afectó a todos los genotipos híbridos; fue más evidente el efecto sobre los híbridos ADVANTA – 9559, DK – 399, ARG – 8700, que redujeron su peso en 36.01, 28.22 y 22.95% respectivamente. (Tabla 14).

4.3.10. Peso de grano por mazorca

Los promedios ($R0 + R1 / 2$) de peso de grano por mazorca obtenidos por los genotipos híbridos fueron significativamente diferentes; el híbrido DK – 7500 registró el mayor valor con 142.48 gramos, similar estadísticamente a los híbridos DK – 399, ADVANTA – 9559, ATLA – 777, INIA – 619 y ARG – 8700, pero superior a SYN – 750 que obtuvo el menor peso de grano con 100.18 gramos. Dentro de cada ambiente de humedad, los híbridos se comportaron de forma diferente. Fue evidente el efecto causado por el déficit hídrico, reflejado en una reducción del peso de grano por mazorca en todos los híbridos; los más afectados fueron ADVANTA – 9559, DK – 399, ARG – 8700, reduciendo su peso en 39.09, 30.03 y 22.92%; mientras que el híbrido SYN – 750 fue el menos afectado, reduciendo su peso en 10.43%. (Tabla 15).

Tabla 14

Peso de mazorca (g) de siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.

Híbridos	Medias (R0 + R1 /2)	Riego (R0)	Déficit hídrico (R1)	R1/R0 x 100
DK - 7500	164.55 A	179.07 A B	150.03 A	83.79
DK - 399	164.28 A	191.27 A	137.30 A B	71.78
ADVANTA - 9559	162.87 A	198.83 A	127.23 A B	63.99
ATLAS – 777	153.78 A	164.40 A B	143.17 A B	87.09
INIA – 619	148.42 A B	163.53 A B	133.31 A B	81.52
ARG – 8700	141.35 A B	159.67 A B	123.03 A B	77.05
SYN - 750	119.53 B	124.80 B	114.27 B	91.56
DMS	33.27	63.27	35.44	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 15

Peso grano por mazorca (g) de siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.

Híbridos	Medias (R0 + R1 /2)	Riego (R0)	Déficit hídrico (R1)	R1/R0 x 100
DK - 7500	142.48 A	155.07 A B	129.90 A	83.77
DK - 399	137.37 A	161.63 A	113.10 A B	69.97
ADVANTA - 9559	135.65 A	168.60 A	102.70 A B	60.91
ATLAS – 777	130.98 A	140.77 A B	121.20 A B	86.09
INIA – 619	122.45 A B	135.20 A B	109.70 A B	81.14
ARG – 8700	119.38 A B	134.83 A B	103.93 A B	77.08
SYN - 750	100.88 B	106.43 B	95.33 B	89.57
DMS	27.76	53.44	28.39	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4.3.11. Peso de 1000 granos

Los genotipos híbridos difirieron estadísticamente en sus promedios ($R0 + R1 / 2$); los mayores pesos de 1000 granos lo obtuvieron los híbridos INIA – 619, DK – 399, ARG – 8700 y ADVANTA – 9559, con 300.71, 300.67, 299.00 y 289.67 gramos, que no difirieron estadísticamente, pero fueron superiores a SYN – 750, DK – 7500 y ATLAS – 777, que mostraron los menores valores con 282.00 y 277.00 gramos, respectivamente. Los genotipos híbridos se mostraron diferentes estadísticamente dentro de cada ambiente de humedad. La deficiencia hídrica afectó ligeramente el peso de 1000 granos; el híbrido DK – 399 sufrió la mayor reducción en el peso de 1000 granos, con 9.71% ($100 - 90.29\%$). (Tabla 16).

4.3.12. Rendimiento de grano

Considerando el promedio de los niveles de humedad ($R0 + R1 / 2$), se encontró significación estadística; el híbrido DK – 7500 obtuvo el mayor rendimiento de grano con 6638.45 kg/ha, similar estadísticamente con DK – 399, INIA – 619, ARG – 8700 y ADVANTA – 9559 que obtuvieron rendimientos de 6240.35, 5465.20, 5355.50 y 5346.58 kg/ha respectivamente. En el ambiente de riego ($R0$) los híbridos mostraron diferencias estadísticas, siendo DK – 7500 y DK – 399 los que mostraron los mayores rendimientos de grano con 7553.24 y 7586.37 kg/ha; el mismo comportamiento, pero con menor rendimiento ocurrió dentro del ambiente de deficiencia hídrica. El efecto causado por la deficiencia de humedad (Tabla 17, Figura 4) fue más evidente que en cualquier otra característica evaluada en este trabajo; este efecto se refleja en todos los híbridos, siendo los híbridos DK – 399 y ADVANTA – 9559 los más afectados, reduciendo su rendimiento de grano en 35.49 ($100 - 64.51\%$) y 35.88% ($100 - 64.12\%$); mientras que ATLAS – 777 tuvo un comportamiento más estable, disminuyendo su rendimiento de grano en 14.49%.

Tabla 16

Peso de 1000 granos (g) de siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.

Híbridos	Medias (R0 + R1 /2)	Riego (R0)	Déficit hídrico (R1)	R1/R0 x 100
INIA – 619	300.71 A	300.76 A B	300.67 A	99.97
DK - 399	300.67 A	316.00 A	285.33 A B	90.29
ARG – 8700	299.00 A	299.33 A B	298.67 A	99.78
ADVANTA - 9559	289.67 A B	298.67 A B C	280.67 A B	93.97
SYN - 750	282.00 B	286.00 B C	278.00 A B	97.20
DK - 7500	277.00 B C	272.00 C D	276.67 A B	101.72
ATLAS – 777	259.57 C	253.00 D	266.00 B	105.14
DMS	16.71	27.03	24.43	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 17

Rendimiento de grano (kg/ha) de siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.

Híbridos	Medias (R0 + R1 /2)	Riego (R0)	Déficit hídrico (R1)	R1/R0 x 100
DK - 7500	6638.45 A	7553.24 A	5723.65 A	75.78
DK - 399	6240.35 A B	7586.37 A	4894.32 A B	64.51
INIA – 619	5465.20 A B	6271.01 A B	4659.39 A B	74.30
ARG – 8700	5355.50 A B	6214.28 A B C	4496.71 A B	72.36
ADVANTA - 9559	5346.58 A B	6515.64 A B C	4177.52 A B	64.12
ATLAS – 777	5140.99 B C	5542.40 B C	4739.57 A B	85.51
SYN - 750	3936.02 C	4379.55 C	3492.49 B	79.75
DMS	1309.60	1944.51	2090.01	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Giménez (2021), registra disminuciones de rendimientos de grano más drásticos cuando la deficiencia hídrica se aplicó en el periodo crítico, provocando pérdidas de rendimiento aproximadas al 50% del potencial, y cuando la deficiencia hídrica fue aplicada en la etapa vegetativa y el periodo crítico, el rendimiento descendió en 56%. Sinclair, et al (1990), estimó que, bajo estrés severo, donde la biomasa acumulada fue inferior a aproximadamente 1100 g, el rendimiento de grano se redujo en mayor medida que la biomasa acumulada. Collantes y Villalobos (2015), afirman que, cuando el déficit hídrico ocurrió en todas las etapas fenológicas, el rendimiento de grano sufrió un decremento del 83.17%; cuando aplicaron la deficiencia hídrica en la etapa reproductiva, el rendimiento de grano se redujo en 63.24%, y en 56.59% cuando se aplicó en la etapa vegetativa.

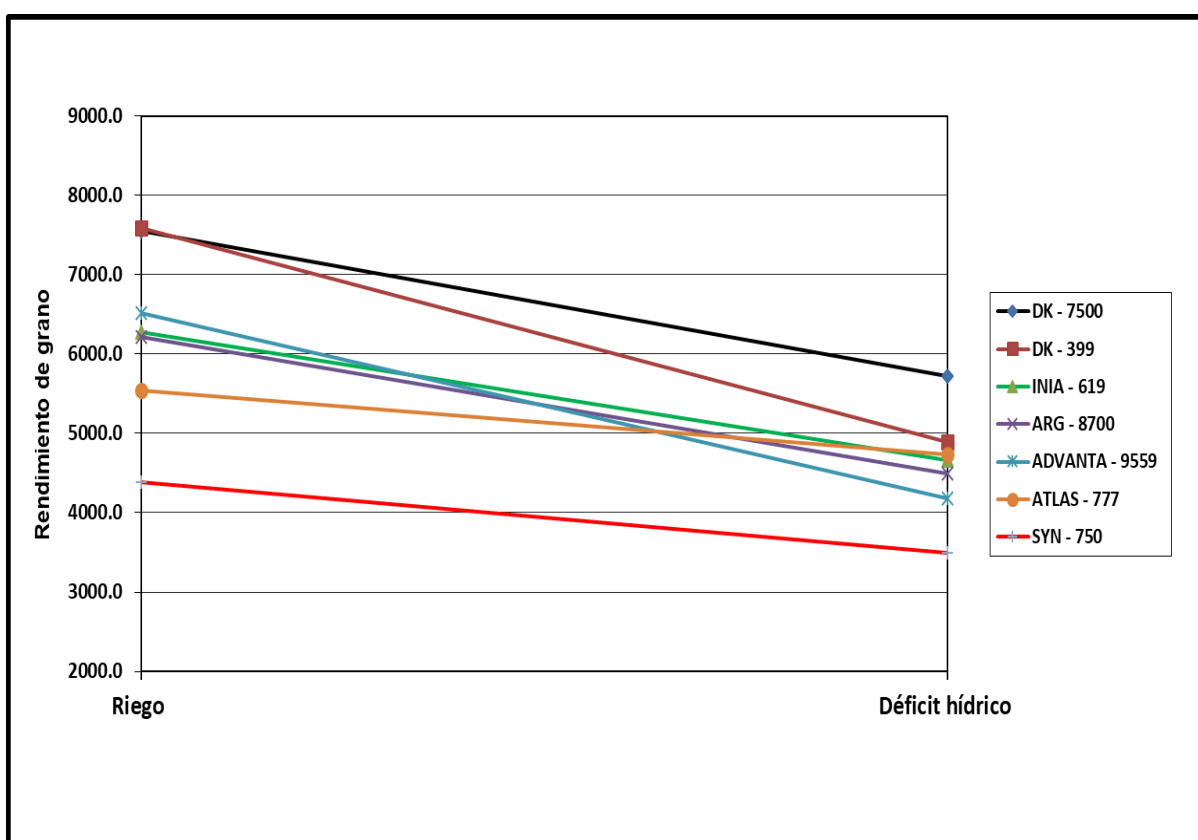


Figura 4: Rendimiento de grano (kg/ha) de siete híbridos de maíz amarillo en condiciones de riego y déficit hídrico.

4.4. Índice de susceptibilidad a sequía (ISS), índice de tolerancia a sequía (ITS), e índice de estabilidad del rendimiento (YSI).

Según los resultados obtenidos en el rendimiento de grano por cada uno de los genotipos híbridos en los ambientes de humedad controlado y en deficiencia hídrica, se pudo estimar la susceptibilidad de cada uno (Tabla 18). Aplicando el Índice de Susceptibilidad a Sequía, se determinó que los híbridos ADVANTA – 9559 y DK – 399 fueron los más susceptible a la deficiencia hídrica ($ISS > 1$), reduciendo el rendimiento de grano en 35.88 y 35.48%; mientras que los genotipos híbridos ATLAS 777 y SYN - 750 tuvieron un comportamiento equilibrado en ambas condiciones de humedad con índice de susceptibilidad de 0.538 y 0.753, pero con bajos rendimientos de grano. Collantes y Villalobos (2015), en un trabajo similar al nuestro, determinaron que, cuando el déficit hídrico se aplicó en todas las etapas fenológicas, el híbrido DOW-2B688 mostró un índice de susceptibilidad de 0.6519; un índice de 0.8612 cuando la deficiencia hídrica se aplicó durante la etapa reproductiva; cuando el déficit hídrico se aplicó durante la etapa vegetativa, el genotipo INIA-605 presentó un índice equivalente a 0.7732; sin embargo, MARGINAL-28T fue el genotipo de maíz que resultó más susceptible cuando la deficiencia hídrica se aplicó en todas las etapas.

Se observó que los mejores valores de índices de tolerancia a sequía (ITS) correspondieron con los mejores rendimientos ocurridos en el ambiente de deficiencia hídrica, como es el caso de los híbridos DK – 7500 y DK – 399, que obtuvieron valores de ITS equivalentes a 1.091 y 0.937. En cuanto al índice de estabilidad del rendimiento (YSI), observamos que los valores más altos lo registraron ATLAS – 777 y SYN – 750, equivalentes

a 0.855 y 0.797, que indica que estos híbridos no redujeron drásticamente su rendimiento, sin embargo, éstos fueron de bajos rendimientos tanto en riego como en deficiencia hídrica.

Por los resultados obtenidos con los índices, estos serán de utilidad cuando los rendimientos de grano en los ambientes de humedad sean altos. Gómez Cerna, et al. (2021), señalan que los índices de tolerancia a sequía utilizados en combinación con los rasgos secundarios son útiles para identificar accesiones por su tolerancia al estrés por sequía y estabilidad a través de los regímenes hídricos aplicados; por otro lado Ibarra Sánchez, et al. (2020), menciona que los índices ISS e IT, sirven para detectar genotipos tolerantes, pero no seleccionan los genotipos con mejor rendimiento de grano bajo condiciones de riego, por lo que se debe incluir en los criterios de selección al promedio de rendimiento a través de los ambientes de humedad.

Tabla 18

Índice de susceptibilidad a sequía (ISS), índice de estabilidad de rendimiento (YSI) e índice de tolerancia a sequía (ITS), de siete híbridos de maíz.

Híbridos	Déficit hídrico	Riego	ISS	YSI	ITS
DK - 7500	5723.65	7553.24	0.900	0.758	1.091
DK - 399	4894.32	7586.37	1.319	0.645	0.937
INIA – 619	4659.39	6271.01	0.955	0.743	0.737
ARG – 8700	4496.71	6214.28	1.027	0.724	0.705
ADVANTA - 9559	4177.52	6515.64	1.334	0.641	0.686
ATLAS – 777	4739.57	5542.40	0.538	0.855	0.663
SYN - 750	3492.49	4379.55	0.753	0.797	0.386

4.5. Análisis de Clúster

4.5.1. Análisis de clúster en deficiencia hídrica

El análisis de clúster en deficiencia hídrica, según el dendrograma (Figura 5) de tres clúster, evidencia que los genotipos ATLAS – 777, ADVANTA – 9559, DK – 399 y MEGAHÍBRIDO (INIA – 619) tuvieron características fenotípicas similares, y una de las características que refleja este resultado es el rendimiento de grano, entre los cuales no existió diferencias estadísticas; un segundo grupo conformado por ARG – 8700T y SYN – 750 que no se vinculan por el rendimiento de grano pero si por otras características; y en forma aislada aparece DK – 7500, que destaca por su mayor rendimiento de grano entre el material evaluado.

4.5.2. Análisis de clúster en condiciones de riego

El análisis de clúster en condición de riego, teniendo en cuenta el dendrograma (Figura 6), agrupa a los genotipos en tres grupos; un grupo conformado por ARG – 8700T, ADVANTA 9559, ATLAS – 777 y el MEGAHÍBRIDO (INIA 619), otro grupo por DK – 7500 y DK – 399 y un grupo integrado solo por el genotipo SYN – 750; estos agrupamientos han sido el resultado de un conjunto de características en común, siendo evidente la influencia del rendimiento de grano

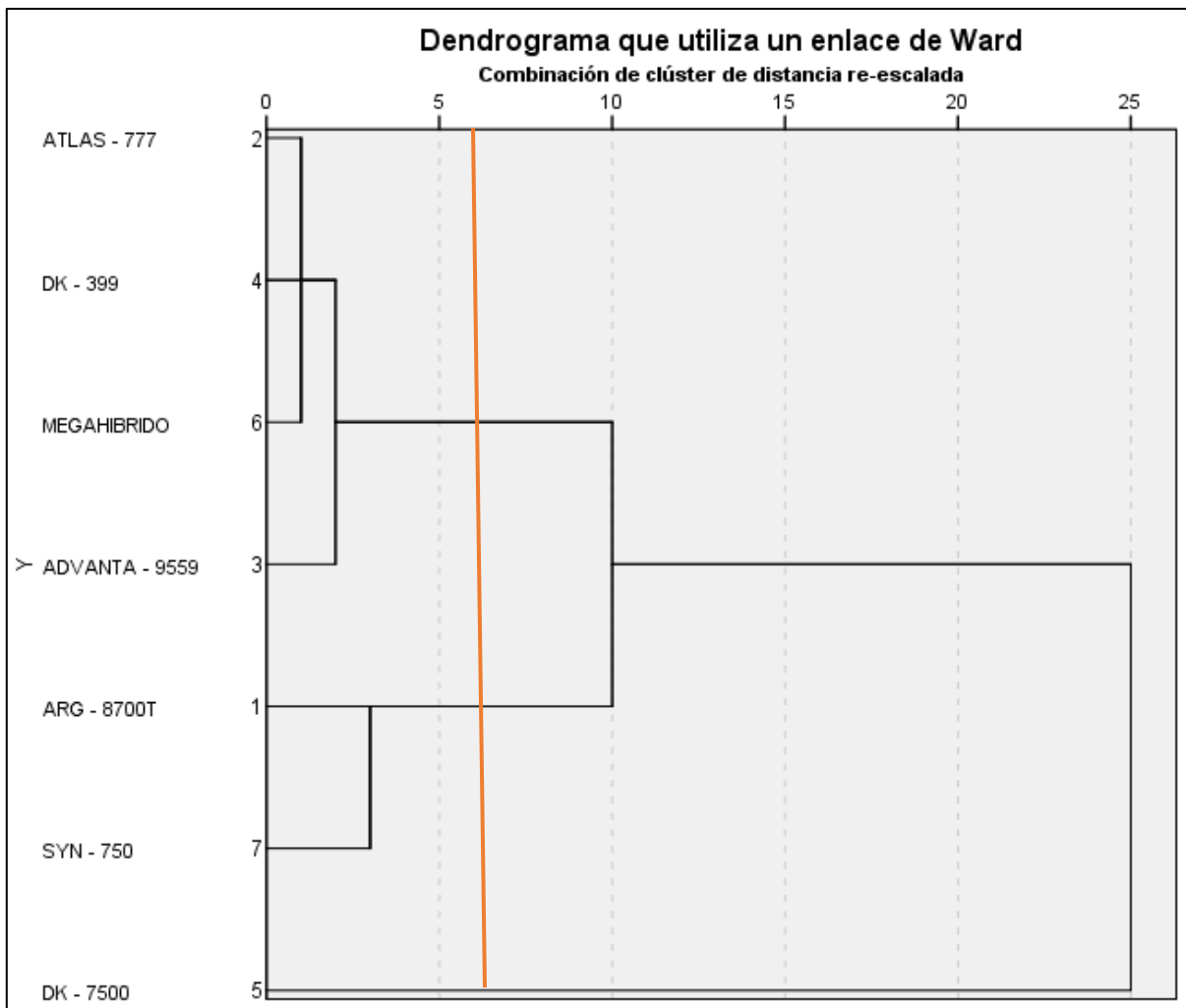


Figura 5: Dendrograma de siete genotipos de maíz amarillo, en condiciones de déficit hídrico.

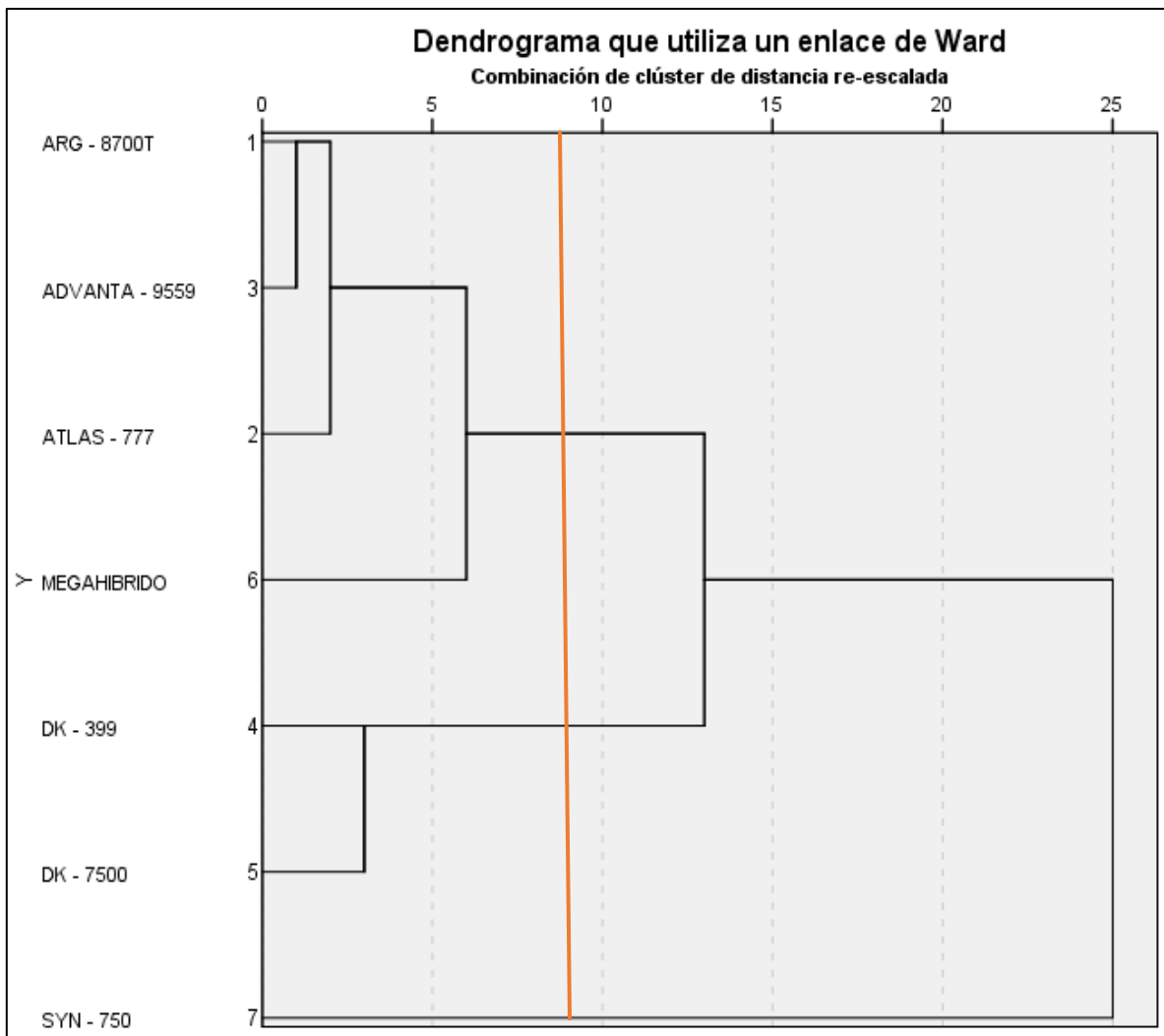


Figura 6: Dendrograma de siete genotipos de maíz amarillo, en condiciones de riego.

V. CONCLUSIONES

1. Los híbridos ADVANTA – 9559 y DK – 399 fueron los más susceptible a la deficiencia hídrica ($ISS > 1$), reduciendo su rendimiento en 35.88 y 35.48%. los genotipos híbridos ATLAS 777 y SYN - 750 tuvieron un comportamiento estable en ambas condiciones de humedad con índice de susceptibilidad de 0.538 y 0.753, pero de rendimientos de grano bajos.
2. Los híbridos DK – 7500 y DK – 399, obtuvieron los mejores rendimientos en condiciones de deficiencia hídrica, por lo tanto, los mejores valores de Índice de Tolerancia a la Sequía (ITS) con 1.091 y 0.937.
3. Los mayores valores de Índice de Estabilidad del Rendimiento (YSI), fue registrado por los híbridos ATLAS – 777 y SYN – 750, equivalentes a 0.855 y 0.797, pero de bajos rendimientos en ambos ambientes.
4. Todas las características fueron afectadas por la deficiencia hídrica, pero el rendimiento de grano sufrió la mayor reducción.
5. El número de hileras por mazorca de los híbridos fue menos afectado por acción de la deficiencia hídrica que el número de granos por hilera.
6. La deficiencia hídrica redujo el peso de mazorca y peso de grano por mazorca en todos los híbridos.

VI. RECOMENDACIÓN

Realizar trabajos similares en espacio y tiempo con híbridos comerciales de maíz amarillo que nos permita recomendar a los agricultores los híbridos con una mejor respuesta a las condiciones de deficiencia hídrica, con un enfoque de adaptación al cambio climático.

VII. REFERENCIAS

- Arrazate, C. H. A., López, C. T., Castañeda, C. L., Galán, J. D. M., Varela, A. S., & González, F. C. (2005). Comparación de la tolerancia a la sequía de cuatro variedades de maíz (*Zea mays* L.) y su relación con la acumulación de prolina. *Interciencia*, 30(9), 560-564. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/339/33910808.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/339/33910808.pdf)
- Avendaño-Arrazate, C. H., Molina - Galán, J. D., Trejo - López, C., López Castañeda, C., & Cadena-Iñiguez, J. (2008). Respuesta a altos niveles de estrés hídrico en maíz. *Agronomía Mesoamericana* 19(1): 27-37. 2008, 19(1). Recuperado el 17 de abril de 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/437/43711424004.pdf>
- Biasutti, C. A., & Galiñanes, V. A. (2001). Influencia del ambiente de selección sobre la germinación de semillas de maíz (*Zea mays* L.) bajo estrés hídrico. Relaciones entre caracteres de plántula con el rendimiento a campo. *AgriScientia*, 18, 37-44. [file:///C:/Users/Windows%2010/Downloads/natu,+Journal+manager,+NUM+5+\(2001\)%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Windows%2010/Downloads/natu,+Journal+manager,+NUM+5+(2001)%20(2).pdf)
- Bacallao, M. F., Bao Fundora, L., Lara Rodríguez, R., Alvarez Gil, M., Dueñas Hurtado, F., & Shagarodsky Scull, T. (enero de 2016). Evaluación de la tolerancia a la sequía en tomate (*Solanum lycopersicum*) utilizando los índices de tolerancia. *Cultivos Tropicales*, 37(1), 128 - 135. Recuperado el 17 de abril de 2022, de <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v37n1/ctr18116.pdf>

- Castro-Rivera, R., Aguilar-Benítez, G., Peña-Valdivia, C. B., Cruz-Crespo, E., Solís-Oba, M. M., & Lara-Ávila, J. P. (2022). Reacciones fisiológicas y crecimiento inicial de maíz tuxpeño con vermicompost y suspensión de riego. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25(1).
chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1446/1/UNESUM-ECUA-ING.MEDIO-56.pdf
- Collantes R. J., Villalobos M. A. (2015). 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 profesional de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque – Perú.
- Correa, D. L. G., Vélez-Sánchez, J. E., & Rodríguez, J. O. O. (2013). Efecto del déficit hídrico en el crecimiento y desarrollo de frutos de naranja Valencia (*Citrus sinensis* Osbeck) en el piedemonte del Meta, Colombia. *Acta Agronómica*, 62(2), 136-147
- Dalmasso, J. (2016). Influencia del déficit hídrico en diferentes etapas fenológicas sobre el rendimiento y calidad del zapallo *Cucurbita moschata* Duch. cv. Cokena INTA. Tesis, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Mendoza. Recuperado el 28 de abril de 2022, de https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/5198/INTA_CRMendoza-SanJuan_EEALaConsulta_Dalmasso_J_Influencia_deficit_hidrico_diferentes_etapas_fenologicas_rendimiento.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Estrada-Prado, Wilfredo, Jerez-Mompie, Eduardo, Nápoles-García, María C., Sosa-Rodríguez, Ariel, Maceo-Ramos, Yariuska C., & Cordoví-Dominguez, Cristóbal.

- (2016). Respuesta de cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) a la sequía utilizando diferentes índices de selección. *Cultivos Tropicales*, 37(3), 79-84. <https://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.5181.2082>
- Fernández, M. A. (2018). Estrés hídrico: sus efectos sobre el rendimiento de grano y la eficiencia de uso del agua de trigo pan (*Triticum aestivum* L.), trigo fideos (*Triticum durum* Desf.) y triticales (X *Triticosecale*, Wittmack). *Semiárida*, 23(1).
- Fleta Soriano, E. (2017). Mecanismos de protección frente al déficit hídrico reiterado en plantas. <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/114185>
- Giménez, L. (junio de 2014). Efecto de las deficiencias hídricas en diferentes etapas de desarrollo sobre el rendimiento de soja. *Agro ciencia* (Uruguay), 1(18). Obtenido de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482014000100006
- Giménez, L. (julio/diciembre de 2012). Producción de maíz con estrés hídrico provocado en diferentes etapas de desarrollo. *Agro ciencia Uruguay* , 16 (2). Recuperado el 17 de abril de 2022, de <http://www.scielo.edu.uy/pdf/agro/v16n2/v16n2a11.pdf>
- Gómez Cerna, M. J., Colbert, R. W., Rodriguez, I. Y., & Sotomayor, J. C. R. (2021). Comportamiento agronómico de accesiones de maíz de Honduras bajo estrés de sequía. *CEIBA.(Edición Zamorano Investiga)*, 36-51.
- Gupta, A., Rico-Medina, A., & Caño-Delgado, A. (17 de abril de 2020). La fisiología de las respuestas de las plantas a la sequía. *Science*, 368 (6488), 266 - 269. doi:DOI: 10.1126/science.aaz7614. <https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.aaz7614>

Hernández-Campos, R., Robles, C., & García, A. C. (2021). Efecto de ácidos húmicos en el crecimiento vegetal y la protección contra el estrés hídrico en poblaciones seleccionadas de maíz nativo de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(4), 561-561. <https://revfitotecnia.mx/index.php/RFM/article/view/887>

Ibarra Sánchez, E., Castillo Gutiérrez, A., Núñez Valdéz, M. E., Suárez Rodríguez, R., Andrade Rodríguez, M., & Perdomo Roldán, F. (2020). Caracterización de la respuesta a la sequía de líneas segregantes de maíz. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(7), 1511-1524.

Ibarra Sánchez, E. (Enero de 2021). Selección de líneas de maíz tolerantes a la sequía mediante marcadores morfológicos y moleculares ssr. (U. A. MORELOS, Editor) Recuperado el 13 de noviembre de 2022, de Doctor en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/1378/IASENL04T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/1378/IASENL04T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

La Fundación del agua (19 de febrero de 2016). Impacto de la sequía en la agricultura. Madrid, España. Recuperado de: <https://www.fundacionaquae.org/impacto-de-la-sequia-en-la-agricultura/>

López-Salinas, E., Tosquy-Valle, O. H., Ugalde-Acosta, F. J., & Acosta-gallegos, J. A. (2008). Rendimiento y tolerancia a sequía de genotipos de frijol negro en el estado de Veracruz. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(Especial_3), 35-35. <https://www.revfitotecnia.mx/index.php/RFM/article/view/1069>

Luna-Flores, W., Estrada-Medina, H., Jiménez-Osornio, J. J. M., & Pinzón-López, L. L. (2012). Efecto del estrés hídrico sobre el crecimiento y eficiencia del uso del agua en plántulas de tres especies arbóreas caducifolias. *Terra Latinoamericana*, 30(4), 343-353. Recuperado en 31 de julio de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792012000400343&lng=es&tlng=es.

Medrano, H., Josefina Bota, Josep Cifre, Jaume Flexas, Miguel Ribas-Carbó, & Javier Gulías. (2007). Eficiencia en el uso del agua por las plantas. *Investigaciones Geográficas* (43), 63 - 84. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/176/17604304.pdf>

Núñez Barrios, A., Ritchie, J., & Smucker, A. (01 de agosto de 1998). El efecto de sequía en el crecimiento, la fotosíntesis y la intercepción de luz en frijol común. *Agronomía Mesoamérica*, 9(2). Recuperado el 12 de abril de 2022, de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v09n02_001.pdf

Nájera, G. C., Cruz, E., Del Pino, R., Panzo, E., Montiel, M., & Filobello, L. (2000). Selección de las líneas de maíz por resistencia a sequía. *Agronomía Mesoamericana*, 11(1), 163-169.
file:///C:/Users/Windows%2010/Downloads/Dialnet-
SeleccionDeLasLineasDeMaizPorResistenciaASequia-5546904.pdf

Núñez-Cano, J. I., Gordón-Mendoza, R., Franco-Barrera, J., Jaén-Villarreal, J., Sáez-Cigarruista, A., Ramos-Manzané, F., & Ávila-Guevara, A. (2018). Índice hídrico de dos cultivares de maíz bajo dos sistemas de siembra. *Ciencia Agropecuaria*, (29), 99-

111.<http://revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/155/121>

Rebolloza-Hernández, H., Cervantes-Adame, Y. F., Broa-Rojas, E., Bahena-Delgado, G., & Olvera-Velona, A. (2020). Fenotipo y selección de líneas S1 segregantes de maíz tolerantes a estrés hídrico. *Biotecnia*, 22(3), 20-28. [hrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcgclefindmkaj/https://www.scielo.org.mx/pdf/biotecnia/v22n3/1665-1456-biotecnia-22-03-20.pdf](https://www.scielo.org.mx/pdf/biotecnia/v22n3/1665-1456-biotecnia-22-03-20.pdf)

Rivera, R. C., Benítez, G. A., Valdivia, C. B. P., Oba, M. M. S., & Ávila, J. P. L. (2021). Physiological reactions and initial growth of Tuxpeño corn with vermicompost and irrigation suspension. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25(1). [file:///C:/Users/Windows%2010/Downloads/3698-17492-2-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Windows%2010/Downloads/3698-17492-2-PB%20(1).pdf)

SENAMHI (2016). Análisis del riego en sequías en el sur del Perú. https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//9934_analisis-del-riesgo-de-sequias-en-el-sur-del-peru.pdf

Silvera, O. (2015). Efecto de un producto bioactivo compuesto por oligogalacturónidos como mitigador del estrés hídrico en variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L) (Doctoral dissertation, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste).

Sinclair, TR, Bennett, JM y Muchow, RC (1990). Sensibilidad relativa del rendimiento de grano y la acumulación de biomasa a la sequía en maíz cultivado en campo. *Ciencia de cultivos*, 30 (3), 690-693.

<https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci1990.0011183X003000030043x>

Tarazona-Meza, N. L., Chavarría-Párraga, J. E., & Moreira-Saltos, J. R. (2022). El cultivo de maíz y sus necesidades hídricas en Manabí, Ecuador. *Revista de Ciencias Agropecuarias ALLPA*. ISSN: 2600-5883., 5(9), 2-11.
<https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/allpa/article/view/349/561>

Villalobos-González, A., López-Castañeda, C., Miranda-Colín, S., Aguilar-Rincón, V. H., & López-Hernández, M. B. (2018). Efecto del estrés hídrico y nitrógeno en las raíces de variedades híbridas y criollas de maíz (*Zea mays* L.). *Agro productividad*, 11(1).
<https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/141/118>

Yzarra Tito, W., Trebejo Varillas, I., & Noriega Nalvarte, V. (2010). *Evaluación del efecto del clima en la producción y productividad del maíz amarillo duro en la costa central del Perú*. Recuperado el 22 de octubre de 2022, de SENAMHI - UNALM: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-10.pdf>

Zarco-Perelló, E., González-Hernández, V., López-Peralta, M. C., & Salinas-Moreno, Y. (Junio de 2005). Marcadores fisiológicos de la tolerancia a sequía en maíz (*Zea mays* L.). *Agrociencia*, 39 (5), 517 - 528. Obtenido de <http://valoragregado.org/ojsagrociencia/index.php/agrociencia/article/view/415/415>

VIII. ANEXO

ANÁLISIS DE VARIANCIA COMBINADO (R0 + R1)

Altura de planta (m)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.69	17	0.04	9.68	<0.0001
Humedad	0.50	1	0.50	119.26	<0.0001
Humedad>Repetición	0.03	4	0.01	2.00	0.1268
Híbridos	0.09	6	0.01	3.56	0.0116
Humedad*Híbridos	0.07	6	0.01	2.66	0.0403
Error	0.10	24	4.2E-03		
Total	0.79	41			
C.V. (%)	3.57				

Días a la floración masculina

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	86.26	17	5.07	8.27	<0.0001
Humedad	38.29	1	38.29	62.37	<0.0001
Humedad>Repetición	4.83	4	1.21	1.97	0.1317
Híbridos	39.19	6	6.53	10.64	<0.0001
Humedad*Híbridos	3.95	6	0.66	1.07	0.4063
Error	14.73	24	0.61		
Total	100.99	41			
C.V. (%)	1.19				

Días a la floración femenina

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	93.41	17	5.49	9.06	<0.0001
Humedad	34.38	1	34.38	56.66	<0.0001
Humedad>Repetición	3.65	4	0.91	1.50	0.2326
Híbridos	54.68	6	9.11	15.02	<0.0001
Humedad*Híbridos	0.70	6	0.12	0.19	0.9758
Error	14.56	24	0.61		
Total	107.98	41			
C.V. (%)	1.13				

Longitud de mazorca (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	54.20	17	3.19	3.98	0.0011
Humedad	19.26	1	19.26	24.04	0.0001
Humedad>Repetición	5.01	4	1.25	1.57	0.2158
Híbridos	24.04	6	4.01	5.00	0.0019
Humedad*Híbridos	5.89	6	0.98	1.23	0.3281
Error	19.23	24	0.80		
Total	73.42	41			
C.V. (%)	6.74				

Diámetro de mazorca (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.27	17	0.13	5.65	0.0001
Humedad	0.46	1	0.46	19.48	0.0002
Humedad>Repetición	0.26	4	0.07	2.78	0.0500
Híbridos	1.25	6	0.21	8.83	<0.0001
Humedad*Híbridos	0.29	6	0.05	2.07	0.0952
Error	0.57	24	0.02		
Total	2.84	41			
C.V. (%)	3.43				

Hileras por mazorca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	68.52	17	4.03	5.89	0.0001
Humedad	2.03	1	2.03	2.97	0.0975
Humedad>Repetición	9.22	4	2.31	3.37	0.0252
Híbridos	54.49	6	9.08	13.28	<0.0001
Humedad*Híbridos	2.77	6	0.46	0.67	0.6713
Error	16.41	24	0.68		
Total	84.93	41			
C.V. (%)	5.25				

Número de granos por hilera

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	322.12	17	18.95	8.86	<0.0001
Humedad	67.74	1	67.74	31.68	<0.0001
Humedad>Repetición	12.44	4	3.11	1.45	0.2469
Híbridos	240.46	6	40.08	18.74	<0.0001
Humedad*Híbridos	1.47	6	0.25	0.11	0.9937
Error	51.32	24	2.14		
Total	373.44	41			
C.V. (%)	4.74				

Peso de mazorca (g)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	28518.52	17	1677.56	5.21	0.0001
Humedad	13776.28	1	13776.28	42.77	<0.0001
Humedad>Repetición	1310.49	4	327.62	1.02	0.4183
Híbridos	9587.64	6	1597.94	4.96	0.0020
Humedad*Híbridos	3844.11	6	640.69	1.99	0.1070
Error	7730.21	24	322.09		
Total	36248.74	41			
C.V. (%)	11.91				

Peso de grano por mazorca (g)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	22187.11	17	1305.12	5.82	0.0001
Humedad	11009.20	1	11009.20	49.09	<0.0001
Humedad>Repetición	829.68	4	207.42	0.92	0.4659
Híbridos	7193.23	6	1198.87	5.35	0.0013
Humedad*Híbridos	3155.00	6	525.83	2.34	0.0634
Error	5382.08	24	224.25		
Total	27569.19	41			
C.V. (%)	11.79				

Peso de 1000 granos (g)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12533.97	17	737.29	9.07	<0.0001
Humedad	338.76	1	338.76	4.17	0.0524
Humedad>Repetición	1456.96	4	364.24	4.48	0.0076
Híbridos	8797.49	6	1466.25	18.03	<0.0001
Humedad*Híbridos	1940.76	6	323.46	3.98	0.0067
Error	1951.57	24	81.32		
Total	14485.53	41			
C.V. (%)	3.15				

Rendimiento de grano (Kg/ha)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	61941163.12	17	3643597.83	7.30	<0.0001
Humedad	30237162.98	1	30237162.98	60.60	<0.0001
Humedad>Repetición	714506.94	4	178626.74	0.36	0.8359
Híbridos	26666548.96	6	4444424.83	8.91	<0.0001
Humedad*Híbridos	4322944.25	6	720490.71	1.44	0.2394
Error	11975195.32	24	498966.47		
Total	73916358.44	41			
C.V. (%)	12.97				

Área foliar (dm²)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3955.36	17	232.67	6.46	<0.0001
Humedad	1354.86	1	1354.86	37.62	<0.0001
Humedad>Repetición	22.34	4	5.59	0.16	0.9588
Híbridos	2005.09	6	334.18	9.28	<0.0001
Humedad*Híbridos	573.07	6	95.51	2.65	0.0406
Error	864.26	24	36.01		
Total	4819.62	41			
C.V. (%)	11.00				

ANÁLISIS DE VARIANCIA AMBIENTE DE RIEGO

Altura de planta (m)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.06	8	0.01	2.04	0.1285
Repetición	1.0E-03	2	5.1E-04	0.13	0.8763
Híbridos	0.06	6	0.01	2.67	0.0695
Error	0.05	12	3.9E-03		
Total	0.11	20			
C.V. (%)	3.23				

Días a la floración masculina

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	31.49	8	3.94	40.13	<0.0001
Repetición	4.13	2	2.06	21.05	0.0001
Híbridos	27.36	6	4.56	46.49	<0.0001
Error	1.18	12	0.10		
Total	32.67	20			
C.V. (%)	0.47				

Días a la floración femenina

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	28.17	8	3.52	28.51	<0.0001
Repetición	3.16	2	1.58	12.79	0.0011
Híbridos	25.01	6	4.17	33.76	<0.0001
Error	1.48	12	0.12		
Total	29.65	20			
C.V. (%)	0.50				

Longitud de mazorca (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16.03	8	2.00	3.58	0.0233
Repetición	2.16	2	1.08	1.93	0.1874
Híbridos	13.87	6	2.31	4.13	0.0175
Error	6.71	12	0.56		
Total	22.74	20			
C.V. (%)	5.36				

Diámetro de mazorca (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.34	8	0.17	5.36	0.0049
Repetición	0.17	2	0.09	2.80	0.1005
Híbridos	1.17	6	0.19	6.22	0.0036
Error	0.37	12	0.03		
Total	1.72	20			
C.V. (%)	3.85				

Número de hileras por mazorca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24.60	8	3.07	4.70	0.0084
Repetición	0.84	2	0.42	0.65	0.5418
Híbridos	23.75	6	3.96	6.05	0.0041
Error	7.85	12	0.65		
Total	32.45	20			
C.V. (%)	5.06				

Número de granos por hilera

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	115.09	8	14.39	12.48	0.0001
Repetición	2.76	2	1.38	1.20	0.3360
Híbridos	112.33	6	18.72	16.25	<0.0001
Error	13.83	12	1.15		
Total	128.92	20			
C.V. (%)	3.34				

Peso de mazorca (g)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11649.15	8	1456.14	2.97	0.0438
Repetición	912.25	2	456.13	0.93	0.4211
Híbridos	10736.90	6	1789.48	3.65	0.0268
Error	5883.96	12	490.33		
Total	17533.10	20			
C.V. (%)	13.12				

Peso de grano por mazorca (g)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8501.54	8	1062.69	3.04	0.0407
Repetición	647.65	2	323.83	0.93	0.4228
Híbridos	7853.89	6	1308.98	3.74	0.0247
Error	4197.64	12	349.80		
Total	12699.18	20			
C.V. (%)	13.06				

Peso de 1000 granos (g)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8806.26	8	1100.78	12.30	0.0001
Repetición	824.96	2	412.48	4.61	0.0327
Híbridos	7981.29	6	1330.22	14.86	0.0001
Error	1074.24	12	89.52		
Total	9880.49	20			
C.V. (%)	3.27				

Rendimiento de grano (kg/ha)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23072021.39	8	2884002.67	6.23	0.0026
Repetición	446283.73	2	223141.87	0.48	0.6290
Híbridos	22625737.65	6	3770956.28	8.14	0.0011
Error	5556279.61	12	463023.30		
Total	28628301.00	20			
C.V. (%)	10.81				

Área foliar (dm²)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1465.60	8	183.20	4.01	0.0155
Repetición	21.64	2	10.82	0.24	0.7928
Híbridos	1443.97	6	240.66	5.27	0.0071
Error	548.44	12	45.70		
Total	2014.04	20			
C.V. (%)	11.22				

ANÁLISIS DE VARIANCIA AMBIENTE DE DEFICIENCIA HÍDRICA

Altura de planta (m)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.13	8	0.02	3.50	0.0252
Repetición	0.03	2	0.02	3.59	0.0600
Híbridos	0.09	6	0.02	3.48	0.0315
Error	0.05	12	4.5E-03		
Total	0.18	20			
C.V. (%)	3.95				

Días a la floración masculina

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16.48	8	2.06	1.82	0.1678
Repetición	0.70	2	0.35	0.31	0.7381
Híbridos	15.78	6	2.63	2.33	0.1004
Error	13.56	12	1.13		
Total	30.04	20			
C.V. (%)	1.64				

Días a floración femenina

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	30.86	8	3.86	3.54	0.0243
Repetición	0.49	2	0.25	0.23	0.8015
Híbridos	30.37	6	5.06	4.64	0.0115
Error	13.08	12	1.09		
Total	43.94	20			
C.V. (%)	1.54				

Longitud de mazorca (cm)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	18.91	8	2.36	2.27	0.0974
Repetición	2.85	2	1.43	1.37	0.2915
Híbridos	16.06	6	2.68	2.57	0.0777
Error	12.51	12	1.04		
Total	31.42	20			
C.V. (%)	8.10				

Diámetro de mazorca (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.47	8	0.06	3.65	0.0218
Repetición	0.09	2	0.04	2.73	0.1054
Híbridos	0.38	6	0.06	3.96	0.0204
Error	0.19	12	0.02		
Total	0.66	20			
C.V. (%)	2.90				

Número de hileras por mazorca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	41.89	8	5.24	7.34	0.0013
Repetición	8.38	2	4.19	5.87	0.0167
Híbridos	33.51	6	5.58	7.83	0.0014
Error	8.56	12	0.71		
Total	50.45	20			
C.V. (%)	5.44				

Número de granos por hilera

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	139.28	8	17.41	5.57	0.0042
Repetición	9.69	2	4.84	1.55	0.2519
Híbridos	129.60	6	21.60	6.91	0.0023
Error	37.49	12	3.12		
Total	176.77	20			
C.V. (%)	5.98				

Peso de mazorca (g)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3093.10	8	386.64	2.51	0.0729
Repetición	398.24	2	199.12	1.29	0.3098
Híbridos	2694.86	6	449.14	2.92	0.0540
Error	1846.26	12	153.85		
Total	4939.36	20			
C.V. (%)	9.36				

Peso de grano por mazorca (g)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2676.37	8	334.55	3.39	0.0283
Repetición	182.03	2	91.02	0.92	0.4241
Híbridos	2494.34	6	415.72	4.21	0.0164
Error	1184.44	12	98.70		
Total	3860.81	20			
C.V. (%)	8.96				

Peso de 1000 granos (g)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3388.95	8	423.62	5.79	0.0036
Repetición	632.00	2	316.00	4.32	0.0386
Híbridos	2756.95	6	459.49	6.28	0.0035
Error	877.33	12	73.11		
Total	4266.29	20			
C.V. (%)	3.01				

Rendimiento de grano (kg/ha)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8631978.76	8	1078997.34	2.02	0.1319
Repetición	268223.21	2	134111.61	0.25	0.7822
Híbridos	8363755.55	6	1393959.26	2.61	0.0745
Error	6418915.70	12	534909.64		
Total	15050894.46	20			
C.V. (%)	15.91				

Área foliar (dm²)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1134.94	8	141.87	5.39	0.0048
Repetición	0.70	2	0.35	0.01	0.9867
Híbridos	1134.23	6	189.04	7.18	0.0020
Error	315.83	12	26.32		
Total	1450.77	20			
C.V. (%)	10.50				

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Altura de planta	42	1.81	0.14	0.95	0.2221
Flor masculina.	42	65.78	1.57	0.95	0.2634
Flor femenina.	42	68.88	1.62	0.95	0.2717
Longitud Mazorca	42	13.29	1.34	0.95	0.3202
Dia. Mazorca.	42	4.48	0.26	0.95	0.2697
Hileras/mazorca	42	15.76	1.44	0.95	0.2872
Granos/hilera	42	30.85	3.02	0.96	0.5883
Peso de mazorca.	42	150.68	29.73	0.96	0.5346
Peso grano/mazorca.	42	127.03	25.93	0.96	0.4695
Peso 1000	42	286.92	21.46	0.95	0.2079
Mat. Seca	42	417.23	120.82	0.96	0.4045
Rdto. Grano	42	5446.15	1342.70	0.96	0.4255
Área foliar. (dm2)	42	54.55	10.84	0.95	0.2244

Evidencias fotográficas de la investigación.



Ilustración 1: Prueba de germinación.



Ilustración 2: Siembra.



Ilustración 3: Híbridos en estado vegetativo.



Ilustración 4: Fertilización.



Ilustración 5: Muestreo de suelo para determinar porcentaje de humedad.



Ilustración 6: Peso de las muestras de suelo para determinar el peso de suelo húmedo.



Ilustración 7: Muestras de suelo colocado en la estufa por espacio de 72 horas para determinar el peso de suelo seco.



Ilustración 8: Ambiente de riego (Izquierda) – Ambiente de deficiencia hídrica (Derecha).



Ilustración 9: Maíz en floración masculina y femenina.



Ilustración 10: Ataque de larvas de Spodoptera en el tallo y mazorca.



Ilustración 11: Maíz en estado reproductivo.



Ilustración 12: Evaluación de altura de planta.



Ilustración 13: Muestreo de suelo para determinar capacidad de campo y punto de marchitez permanente.



Ilustración 14: Secado de las muestras de suelo para determinar la capacidad de humedad y punto de marchitez permanente.



Ilustración 15: Método de columnas para determinar la capacidad de campo.



Ilustración 16: Campo experimental.



Ilustración 17: Cosecha.



Ilustración 18: Secado de las mazorcas de maíz.



Ilustración 19: Mazorcas de los híbridos maíz en condiciones de riego.



Ilustración 20: Mazorcas de los híbridos de maíz en condiciones de deficiencia hídrica



Ilustración 21: Medición de longitud de mazorca.



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DECANATO



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 004-2023-D-FAG

En la ciudad de Lambayeque a los once días del mes de mayo del año dos mil veintitrés, siendo las diez de la mañana, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía los Miembros de Jurado evaluador de la tesis titulada: "ESTIMACION DE LOS INDICES DE SUSCEPTIBILIDAD, TOLERANCIA Y ESTABILIDAD DEL RENDIMIENTO EN DEFICIENCIA HIDRICA DE SIETE HIBRIDOS DE MAIZ AMARILLO (*Zea mays* L.) FUNDO "LA PEÑA", REGION LAMBAYEQUE", designados por Resolución N° 110-2022-VIRTUAL-D-FAG del 02 de diciembre del 2022, con la finalidad de evaluar y calificar la Sustentación de la Tesis antes mencionada, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Ricardo Chavarry Flores

Ing. Nepatali Peña Orrego

Ing. M. Sc. Oscar Fernández Aurazo

Dr. José A. Neciosup Gallardo

Presidente

Secretario

Vocal

Patrocinador

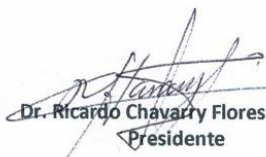
El acto de Sustentación fue autorizado por Resolución N° 078-2023-D-FAG, con fecha 05 de mayo del 2023.

La tesis fue presentada y sustentada por la Bachiller **GEORGINA TAN CHAMAYA**, tuvo una duración...*P.O.*... de minutos. Después de la sustentación y absueltas las preguntas y observaciones de los Miembros de Jurado, se procedió a la calificación respectiva otorgándole el calificativo de*16,58*... en la escala vigesimal, con mención

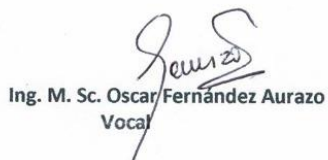
MUY BUENO.

Por lo que queda APTO para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo de acuerdo con la Ley Universitaria N° 30220 y la Normatividad vigente de la Facultad de Agronomía y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las *11.50 a.m.* se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad el presente acto con las firmas de los Miembros de Jurado.


Dr. Ricardo Chavarry Flores
Presidente


Ing. Nepatali Peña Orrego
Secretario


Ing. M. Sc. Oscar Fernández Aurazo
Vocal


Dr. José A. Neciosup Gallardo
Patrocinador



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DECANATO



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 003-2023-D-FAG

En la ciudad de Lambayeque a los once días del mes de mayo del año dos mil veintitrés, siendo las diez de la mañana, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía los Miembros de Jurado evaluador de la tesis titulada: "ESTIMACION DE LOS INDICES DE SUSCEPTIBILIDAD, TOLERANCIA Y ESTABILIDAD DEL RENDIMIENTO EN DEFICIENCIA HIDRICA DE SIETE HIBRIDOS DE MAIZ AMARILLO (*Zea mays* L.) FUNDO "LA PEÑA", REGION LAMBAYEQUE", designados por Resolución N° 110-2022-VIRTUAL-D-FAG del 02 de diciembre del 2022, con la finalidad de evaluar y calificar la Sustentación de la Tesis antes mencionada, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Ricardo Chavarry Flores
Ing. Nepatali Peña Orrego
Ing. M. Sc. Oscar Fernández Aurazo
Dr. José A. Neciosup Gallardo

Presidente
Secretario
Vocal
Patrocinador

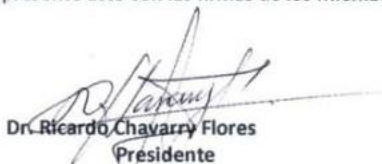
El acto de Sustentación fue autorizado por Resolución N° 078-2023-D-FAG, con fecha 05 de mayo del 2023.

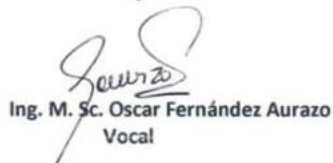
La tesis fue presentada y sustentada por la Bachiller JESUS AIDE JIMENEZ PEÑA, tuvo una duración.....80. de minutos. Después de la sustentación y absueltas las preguntas y observaciones de los Miembros de Jurado, se procedió a la calificación respectiva otorgándole el calificativo de 16.58 en la escala vigesimal, con mención

MUY BUENO.

Por lo que queda APTO para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo de acuerdo con la Ley Universitaria N° 30220 y la Normatividad vigente de la Facultad de Agronomía y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 11.50 a.m., se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad el presente acto con las firmas de los Miembros de Jurado.


Dr. Ricardo Chavarry Flores
Presidente


Ing. M. Sc. Oscar Fernández Aurazo
Vocal


Ing. Nepatali Peña Orrego
Secretario


Dr. José A. Neciosup Gallardo
Patrocinador

CONSTANCIA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS

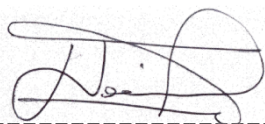
Yo **Dr. José Avercio Neciosup Gallardo**, Docente/ Asesor de tesis/ Revisor del trabajo de investigación, de las estudiantes **Georgina Tan Chamaya y Jesús Aidé Jiménez Peña**.

Titulada:

“Estimación de los índices de susceptibilidad, tolerancia y estabilidad del rendimiento en deficiencia hídrica, de siete híbridos de maíz amarillo (*Zea Mays L.*), fundo “La Peña”, región Lambayeque”, luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de **19%** verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito analizo dicho reporte y concluyo que cada uno de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Lambayeque, 22 de mayo del 2023



Dr. José Avercio Neciosup Gallardo

DNI: 17523422

ASESOR

TESIS AIDE JIMENEZ PEÑA - GEORGINA TAN CHAMAYA

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

www.researchgate.net

Fuente de Internet



José Avercio Neciosup Gallardo

1%

2

www.redsicta.org

Fuente de Internet

1%

3

cibnor.repositorioinstitucional.mx

Fuente de Internet

1%

4

docplayer.es

Fuente de Internet

1%

5

eprints.uanl.mx

Fuente de Internet

1%

6

cienciasagricolas.inifap.gob.mx

Fuente de Internet

1%

7

agenciadenoticias.unal.edu.co

Fuente de Internet

1%

8

repositorio.inta.gob.ar

Fuente de Internet


1%

9


biotecnia.unison.mx

Fuente de Internet

1%

10	www.agriscientia.unc.edu.ar Fuente de Internet	1 %
11	studylib.es Fuente de Internet	1 %
	 José Avercio Neciosup Gallardo	
12	www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa Fuente de Internet	1 %
13	www.omniascience.com Fuente de Internet	1 %
14	revistas.zamorano.edu Fuente de Internet	1 %
15	1library.co Fuente de Internet	1 %
16	www.scielo.edu.uy Fuente de Internet	1 %
17	revista-agroproductividad.org Fuente de Internet	<1 %
18	www.redalyc.org Fuente de Internet	<1 %
19	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
20	www.colibri.udelar.edu.uy Fuente de Internet	<1 %
21	www.revista.ccba.uady.mx Fuente de Internet	<1 %

22	revistafitotecniamexicana.org Fuente de Internet	<1 %
23	www.grafiati.com Fuente de Internet	<1 %
	 José Avercio Neciosup Gallardo	
24	www.riaa.uaem.mx Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.igte.ejercito.mil.pe Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.senamhi.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	www.iagua.es Fuente de Internet	<1 %
30	www.thefreelibrary.com Fuente de Internet	<1 %
31	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	<1 %
32	www.oalib.com Fuente de Internet	<1 %
33	baixardoc.com Fuente de Internet	

			<1 %
34	search.scielo.org Fuente de Internet	 José Avercio Neciosup Gallardo	<1 %
35	issuu.com Fuente de Internet		<1 %
36	Dagoberto Durán Hernández, Olivia Tzintzun Camacho, Onécimo Grimaldo-Juárez, Daniel González-Mendoza et al. "Compendio Científico en Ciencias Agrícolas y Biotecnología (Vol 2)", Omnia Publisher SL, 2019 Publicación		<1 %
37	www.inifap.gob.mx Fuente de Internet		<1 %
38	www.scribd.com Fuente de Internet		<1 %
39	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Trabajo del estudiante		<1 %
40	Submitted to CONACYT Trabajo del estudiante		<1 %
41	Submitted to Universidad EAFIT Trabajo del estudiante		<1 %

42	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA	<1 %
	Trabajo del estudiante	
43	bibliotecadigital.exactas.uba.ar	<1 %
	Fuente de Internet	
	 José Avercio Neciosup Gallardo	
44	bdigital.unal.edu.co	<1 %
	Fuente de Internet	
45	repositorio.unjfsc.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
46	cienciaspecuarias.inifap.gob.mx	<1 %
	Fuente de Internet	
47	digital.csic.es	<1 %
	Fuente de Internet	
48	Submitted to cinvestav	<1 %
	Trabajo del estudiante	
49	documentop.com	<1 %
	Fuente de Internet	

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 15 words



Recibo digital

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

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Aide Jimenez Peña
Título del ejercicio: TESIS AIDE JESUS JIMENEZ
Título de la entrega: TESIS AIDE JIMENEZ PEÑA - GEORGINA TAN CHAMAYA
Nombre del archivo: TESIS_AIDE_JIMENEZ_PE_A_-_GEORGINA_TAN_CHAMAYA.docx
Tamaño del archivo: 407.81K
Total páginas: 84
Total de palabras: 15,498
Total de caracteres: 81,107
Fecha de entrega: 07-dic.-2022 08:46p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 1974803854

 **UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO** 

FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Estimación de los índices de susceptibilidad, tolerancia y
estabilidad del rendimiento en deficiencia hídrica, de sales
licorales de suelo arenillo (Zona agro L.I., Fundo "La Peña",
Región Lambayeque).

TESIS
Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR
Jesús Aide Jiménez Peña
Georgina Tan Chamaya

ASESOR
DR. JOSÉ AVERCIO NECIOSUP GALLARDO
LAMBAYEQUE - PERÚ
2022


José Avercio Neciosup Gallardo