



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

**Efectos de estrés hídrico en el rendimiento de 14 accesiones de *Capsicum sp* peruano en
DONOSO – Huaral**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor

Daveiva Arlette Santiago Espinoza

Asesor

Mg. Sc. Eroncio Mendoza Nieto

Huacho – Perú

2023

EFFECTOS DE ESTRÉS HIDRICO EN EL RENDIMIENTO DE 14 ACCESIONES DE Capsicum sp PERUANO EN DONOSO – HUARAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	core.ac.uk Fuente de Internet	2%
3	repositorio.inia.gob.pe Fuente de Internet	1%
4	1library.co Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uaustral.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	www.faz.ujed.mx Fuente de Internet	1%
8	www.agraria.it Fuente de Internet	<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**EFFECTOS DE ESTRÉS HIDRICO EN EL RENDIMIENTO DE 14
ACCESIONES DE *Capsicum sp* PERUANO EN DONOSO – HUARAL**

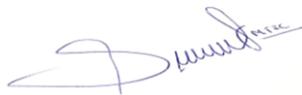
Jurado evaluador:



Mg. Sc. Quispe Ojeda, Teodosio Celso
Presidente



Ing. Barreto Meza, Jesús Gustavo
Secretario



Ing. Sánchez Calle, Marco Tulio
Vocal



Mg. Sc. Mendoza Nieto, Eroncio
Asesor

HUACHO - PERÚ

2023

DEDICATORIA

A DIOS por permitirme realizar este objetivo, por darme el amor de mi familia, sabiduría, constancia y disciplina para finalizar exitosamente mi carrera, sobre todo por acompañarme en los momentos complicados.

A mi madre; Lorena Espinoza Garcia, a quien no solo debo la vida, si no también cada uno de mis logros, por su apoyo incondicional, amor y confianza.

Asimismo, dedico éste trabajo a mi amigo, colega, promoción y ex compañero de la carrera de Ingeniería Ambiental; Renzo Barrenechea Requejo, quien hace poco partió a los brazos de nuestro Señor Jesús, y sé que desde lo alto donde se encuentra, está feliz que haya cumplido uno de mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad José Faustino Sánchez Carrión de Huacho, por ser mi segundo hogar y darme la oportunidad de adquirir los conocimientos necesarios y potenciarme como profesional.
- Al Mg. Sc. Eroncio, Mendoza Nieto, por haber aceptado ser mi asesor de Tesis de pre grado, por haberme guiado y orientado en este proceso de investigación, pero le agradezco de sobre manera haber sido quien me aliente a no abandonar este objetivo.
- Al Ing. Mg. Sc. Pedro Nicho Salas, al Ing. Mg. Julio Olivera y al técnico Roberto López; equipo técnico del Proyecto N° 161_PI, proyecto del cual fui parte como tesista, gracias a la oportunidad que me brindaron.
- Al Dr. Luis Olivas Dionicio Belisario, Jefe de Grados y Títulos de la UNJFSC, por su honorable cátedra, por brindarme la oportunidad de beneficiarme con sus conocimientos, capacidad y experiencia en bien de la elaboración de este trabajo.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE	v
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.4.1. Justificación científica	3
1.4.2. Justificación Técnico-Económica.....	4
1.4.3. Justificación Social	4
1.5. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.1.1. Antecedentes Internacionales	5
2.1.2. Antecedentes Nacionales	7
2.2. BASES TEÓRICAS	9
2.2.1. Estrés Hídrico (X_1)	9
2.2.2. Acciones de Capsicum sp peruano (X_2).....	12
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	16
2.4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	17
2.4.1. Hipótesis general	17
2.4.2. Hipótesis específicas.....	18
2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	19

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	20
3.1. GESTIÓN DEL EXPERIMENTO	20
3.1.1. Ubicación	20
3.1.2. Características del área experimental	20
3.1.3. Tratamientos	23
3.1.4. Diseño experimental	25
3.1.5. Variables a evaluar	25
3.1.6. Conducción del experimento	26
3.2. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	33
3.2.1. Técnica para la obtención de datos	33
3.2.2. Instrumentos para la obtención de datos	33
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	34
4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS	34
4.1.1. Descripción de cuadrados medios (CM) para las variables evaluadas	34
4.1.2. Altura de planta (cm)	35
4.1.3. Número de hojas	37
4.1.4. Diámetro de tallo	38
4.1.5. Número de frutos	40
4.1.6. Longitud promedio de fruto (cm)	42
4.1.7. Diámetro promedio de fruto	44
4.1.8. Rendimiento Kg/ha	46
CAPITULO V. DISCUSIÓN	49
5.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	49
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
6.1. CONCLUSIONES	51
6.2. RECOMENDACIONES	52
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS	53
ANEXOS	61

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Operacionalización de variables.....	19
Tabla 2. Tratamientos y su número de unidades experimentales dentro de cada bloque.....	24
Tabla 3. Estructura para el anva y el grado de libertad para cada fuente de variación.....	25
Tabla 4. Cuadrados medios para altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo, número de frutos, longitud de fruto , diámetro de fruto y rendimiento.....	39
Tabla 5. Prueba de scott knott al 5% para número de hojas, entre niveles de estrés hídrico.	37
Tabla 6. Prueba de scott-knott al 5% para número de hojas en accesiones de <i>capsicum sp.</i> ...	38
Tabla 7. Datos de campo.....	58
Tabla 8. Registro de aplicación de riego.....	61
Tabla 9. Cronograma de actividades.....	62
Tabla 10. Calculo de rendimiento.....	63
Tabla 11. Análisis de varianza para altura de planta (cm).....	63
Tabla12. Análisis de varianza para desdoblamiento de estrés hídrico en cada nivel de accesiones de <i>capsicum sp.</i> para altura de planta (cm)	67
Tabla 13. Analisis de varianza para desdoblamiento de accesiones de <i>capsicum sp.</i> en cada nivel de estrés hídrico para altura de planta (cm)	68
Tabla 14. Resultado de altura de planta (cm) en función al nivel de significación de scott knott al 5%.	69
Tabla 15. Análisis de varianza para número de hojas.....	65
Tabla 16. Análisis de varianza para diámetro de tallo.....	66
Tabla 17. Análisis de varianza para desdoblamiento de estrés hídrico en cada nivel de accesiones de <i>capsicum sp.</i> para diámetro de tallo	70
Tabla 18. Análisis de varianza para desdoblamiento de accesiones de <i>capsicum sp.</i> en cada nivel de estrés hídrico para diámetro de tallo	71

Tabla 19. Resultado de diámetro de tallo en función al nivel de significación de scott knott al 5%	71
Tabla 20. Análisis de varianza para número de frutos.....	68
Tabla 21. Análisis de varianza para desdoblamiento de estrés hídrico en cada nivel de accesiones de capsicum sp. para número de frutos.....	72
Tabla 22. Análisis de varianza para desdoblamiento de accesiones de capsicum sp. en cada nivel de estrés hídrico para número de frutos	73
Tabla 23. Resultado de número de frutos en función al nivel de significación de scott knott al 5%	73
Tabla 24. Análisis de varianza para peso frutos/planta.....	70
Tabla 25. Análisis de varianza para desdoblamiento de estrés hídrico en cada nivel de accesiones de capsicum sp. para peso frutos/planta. (g).....	74
Tabla 26. Análisis de varianza para desdoblamiento de accesiones de capsicum sp. en cada nivel de estrés hídrico para peso frutos /planta (g)	75
Tabla 27. Análisis de varianza para longitud promedio del fruto (cm).....	71
Tabla 28. Análisis de varianza para desdoblamiento de estrés hídrico en cada nivel de accesiones de capsicum sp. para longitud promedio del fruto (cm)	76
Tabla 29. Análisis de varianza para desdoblamiento de accesiones de capsicum sp. en cada nivel de estrés hídrico para longitud promedio del fruto(cm)	76
Tabla 30. Resultado de longitud promedio de fruto en función al nivel de significación de scott knott al 5%	77
Tabla 31. Análisis de varianza para diámetro promedio del fruto (cm).....	73
Tabla 32. Análisis de varianza para desdoblamiento de estrés hídrico en cada nivel de accesiones de capsicum sp. para diámetro promedio del fruto (cm).....	78

Tabla 33. Análisis de varianza para desdoblamiento de accesiones de capsicum sp. en cada nivel de estrés hídrico para diámetro promedio del fruto(cm).....	78
Tabla 34. Resultado de diámetro promedio de fruto en función al nivel de significación scott knott al 5%	79
Tabla 35. Análisis de varianza para rendimiento kg/ha.....	75
Tabla 36. Análisis de varianza para desdoblamiento de estrés hídrico en cada nivel de accesiones de capsicum sp. para rendimiento kg/ha.....	80
Tabla 37. Análisis de varianza para desdoblamiento de accesiones de capsicum sp. en cada nivel de estrés hídrico para rendimiento kg/ha	80
Tabla 38. Resultado de rendimiento (kg/ha) en función al nivel de significación de scott knott al 5%.....	81
Tabla 39. Matriz de consistencia.....	87

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Catálogo de ajíes (<i>capsicum spp.</i>) peruano promisorio conservados en el banco de semillas del inia-Perú.....	17
Figura 2. Datos agronómicos y características del aji paprika.....	19
Figura 3. Datos agronómicos y características del aji pimiento.....	20
Figura 4. Localización satelital del lugar de ejecución del proyecto de investigación	24
Figura 5. Vista frontal de invernadero construido para la ejecución del proyecto de investigación, con 8.00 m de ancho y 3.50 m de alto	25
Figura 6. Vista superior del interior del invernadero; área de trabajo y zona experimental	25
Figura 7. Croquis de distribución de tratamientos.....	22
Figura 8. Siembra de las accesiones de capsicum sp. peruano en bandejas germinadoras.....	27
Figura 9. Proceso de desinfección del suelo agrícola en caldero horizontal energizada con restos de madera	33
Figura 10. Mezcla del suelo esterilizado con humus y llenado de sustrato en bolsas de polietileno color negro	32
Figura 11. Trasplante de plántulas de capsicum sp. a bolsas con sustrato previamente tratadas y rotuladas y ordenadas según el diseño bloque completo al azar (DBCA)...	32
Figura 12. Evaluaciones de parámetros morfométricos de altura de planta(cm), número de hojas y diámetro de tallo (cm)	33
Figura 13. Aplicación de riego según los niveles de estrés hídrico.....	31
Figura 14. Primera cosecha de frutos.....	32
Figura 15. Evaluación de parámetros productivos.....	32
Figura 16. Prueba de scott knott al 5% para altura de planta, para niveles de estrés hídrico dentro de los niveles de accesiones de <i>Capsicum sp</i>	40

Figura 17. Prueba de scott knott al 5% para altura de planta, para niveles de accesiones de <i>Capsicum sp</i> dentro de los diferentes niveles de estrés hídrico.....	41
Figura 18. Prueba de scott knott al 5% para diámetro de tallo, para niveles de estrés hídrico dentro de los niveles de accesiones de <i>Capsicum sp</i>	43
Figura 19. Prueba de scott knott al 5% para diámetro de tallo, para niveles de accesiones de capsicum sp. dentro de los diferentes niveles de estrés hídrico	44
Figura 20. Prueba de scott knott al 5% para número de frutos, para niveles de estrés hídrico dentro de los niveles de accesiones de capsicum sp	45
Figura 21. Prueba de scott knott al 5% para número de frutos, para niveles de accesiones de capsicum sp dentro de los diferentes niveles de estrés hídrico	46
Figura 22. Prueba de scott knott al 5% para longitud promedio de frutos en cm, para niveles de estrés hídrico dentro de los niveles de accesiones de <i>Capsicum sp</i>	47
Figura 23. Prueba de scott knott al 5% para longitud promedio de fruto, para niveles de accesiones de <i>Capsicum sp</i> dentro de los diferentes niveles de estrés hídrico.....	48
Figura 24. Prueba de scott knott al 5% para diámetro promedio de frutos en cm, para niveles de estrés hídrico dentro de los niveles de accesiones de <i>Capsicum sp</i>	49
Figura 25. Prueba de scott knott al 5% para diámetro promedio de fruto, para niveles de accesiones de capsicum sp dentro de los diferentes niveles de estrés hídrico	50
Figura 26. Prueba de scott knott al 5% para rendimiento (kg/ha), para niveles de estrés hídrico dentro de los niveles de accesiones de capsicum sp	51
Figura 27. Prueba de scott knott al 5% para rendimiento en kg/ha, para niveles de accesiones de capsicum sp dentro de los diferentes niveles de estrés hídrico	52
Figura 31. Siembra de semillas de capsicum sp. peruano en bandejas germinadoras (a) y colocación de letreros (b)	82

Figura 32. Recolección de suelo agrícola (a) y esterilización de la misma en un caldero a vapor de agua (b)	82
Figura 33. Embolsado de sustrato (a) y pesado del mismo (b).....	83
Figura 34. Colocación de las bolsas con sustrato sobre las camas previamente cubiertas con un material permeable	83
Figura 35. Trasplante de las plántulas de capsicum sp. peruano a bolsas con sustrato.....	84
Figura 36. Fertilizantes químicos (a, b y c), pesado para su aplicación (d) y preparación de fertirriego con urea a nivel foliar (e)	84
Figura 37. Inicio de floración de las accesiones de capsicum sp. peruano.....	85
Figura 38. Aplicación de tratamientos en los diferentes niveles de estrés hídrico.....	85
Figura 39. Evaluación de parámetros morfométricos de altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas.....	86
Figura 40. Cosecha de frutos de capsicum sp. peruano (a y b) y evaluación de parámetros productivos (c y d)	86
Figura 41. Monitoreo técnico constante de parte del jefe de proyecto de la institución.....	87
Figura 42. Reunión de clausura de los interesados con los responsables del proyecto, tesis y asesor de los mismos.....	87

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. Datos de campo.....	58
ANEXO 2. Registro de aplicación de riego.....	61
ANEXO 3. Cronograma de actividades.....	62
ANEXO 4. Cálculo para hallar el rendimiento.....	63
ANEXO 5. Datos estadísticos para altura de planta.....	63
ANEXO 6. Datos estadísticos para número de hojas.....	65
ANEXO 7. Datos estadísticos para diámetro de tallo.....	66
ANEXO 8. Datos estadísticos para número de frutos.....	68
ANEXO 9. Datos estadísticos para peso frutos/planta.....	70
ANEXO 10. Datos estadísticos para longitud promedio del fruto.....	71
ANEXO 11. Datos estadísticos para diámetro promedio del fruto.....	73
ANEXO 12. Datos estadísticos para rendimiento kg/ha.....	75
ANEXO 13. Análisis de agua.....	78
ANEXO 14. Análisis de suelos.....	79
ANEXO 15. Análisis nematológico.....	80
ANEXO 16. Registro fotográfico.....	81
ANEXO 17. Matriz de consistencia.....	88

RESUMEN

Objetivo: evaluar el efecto del estrés hídrico en el rendimiento de accesiones de *Capsicum sp* peruano. **Metodología:** el experimento fue ejecutado en un invernadero dentro de las instalaciones del INIA, Donoso- Huaral, de enero a agosto del año 2019, empleando el DBCA con arreglo factorial de 4x5; los niveles de estrés hídrico (100, 90, 80 y 70% de volumen de agua aplicada); y las accesiones de *Capsicum sp.* peruano (accesión 16, 17, 147, 167 y 340) son factores de 20 tratamientos con tres replicas cada uno. Se evaluó altura de planta (AP), número de hojas (NH), diámetro del tallo (DT), N° de frutos (NF), peso de frutos/planta (PF), rendimiento (Rnto), longitud (LF) y diámetro de fruto (DF). Los datos fueron analizados mediante la prueba de Scott-Knott al 5%. **Resultados:** En AP, DT existe interacción significativa; siendo el tratamiento a 90% y 80% volumen de agua aplicada las que influyeron favorablemente en la accesión 17, en NF; a 80% y 70% volumen de agua aplicada influyeron favorablemente en la accesión 340, en LF; a 100% de agua aplicada influyo favorablemente en la accesión 16, a 100% y 90% de agua aplicada influyeron favorablemente en las accesiones 17 y 340, en DF; a 100% de agua aplicada influyo favorablemente en la accesión 16 y 17, a 70% volumen de agua aplicada influyo favorablemente en la accesión 147 y en Rnto; a 100% volumen de agua aplicada influyo a favor en la accesión 16 y a 70% de agua aplicada influyo favorablemente en la accesión 340. En los tratamientos de estrés hídrico, se observaron diferencias estadísticas para las accesiones 16, 17 y 340. **Conclusión:** las accesiones 17, 147 y 167 son las más tolerantes al estrés hídrico, dado que el rendimiento no varía significativamente en los diferentes niveles de estrés hídrico.

Palabra clave: déficit de agua, ajíes peruanos, huella hídrica, rendimiento.

ABSTRACT

Objective: to evaluate the effect of water stress on the yield of accessions of Peruvian Capsicum sp. **Methodology:** the experiment was executed in a greenhouse within the facilities of INIA, Donoso-Huaral, from January to August 2019, using the DBCA with 4x5 factorial arrangement; water stress levels (100, 90, 80 and 70% volume of water applied); and accessions of Capsicum sp. Peruvian (accession 16, 17, 147, 167 and 340) are factors of 20 treatments with three replicates each. Plant height (AP), number of leaves (NH), stem diameter (DT), number of fruits (NF), fruit/plant weight (PF), yield (Rnto), length (LF) and fruit diameter (DF) were evaluated. Data were analyzed using the 5% Scott-Knott test. Results: In PC, DT there is significant interaction; being the treatment to 90% and 80% volume of water applied those that favorably influenced the accession 17, in NF; 80% and 70% volume of water applied favorably influenced accession 340, in LF; 100% applied water favorably influenced accession 16, 100% and 90% applied water favorably influenced accessions 17 and 340, in DF; 100% applied water favorably influenced accession 16 and 17, 70% volume of applied water favorably influenced accession 147 and Rnto; 100% volume of applied water favored accession 16 and 70% applied water favorably influenced accession 340. In water stress treatments, statistical differences were observed for accessions 16, 17 and 340. **Conclusion:** accessions 17, 147 and 167 are the most tolerant to water stress, since the yield does not vary significantly at different levels of water stress.

Keyword: water deficit, Peruvian peppers, hydric trace, yield.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Desde hace un ciclo atrás, el uso del recurso hídrico ha sufrido un raudo incremento que supera 2 veces el de la tasa bruta de natalidad, presentando como consecuencia a múltiples zonas con problemas para su abastecimiento. El volumen de este líquido preciado, a nivel mundial, es de 1386 millones de kilómetros cúbicos, mas, solo el 1% de este volumen es agua dulce y la agricultura es el responsable del 70% de su uso, la cual es la que presenta la carencia más significativa del recurso, que, junto al cambio de hábitos de extracción y consumo del ser humano representan una problemática a multinivel (FAO, 2013).

El gobierno es el encargado con autoridad y funciones que abarcan ejecutar y brindar garantía de seguridad alimentaria, la cual está cada vez más ligada a la seguridad hídrica, considerando que en Latinoamérica se extraen 13769.7 km³/año recursos hídricos internos renovables totales de los cuales 223.4 km³/año (72.4%) son de uso agrícola (IICA, 2016). Perú se encuentra entre 1 de los 10 países con mayores reservas de agua en el mundo, tomando en cuenta sus aguas superficiales y subterráneas. Sin embargo, es un país con extremas diferencias hidrológicas que lo sitúan entre los cinco países más transmutables en referencia al clima, dado que en el Perú la mayor parte de la producción agrícola se concentra en la región costera y en parte de la zona andina y son abastecidas por la zona que abarca una concentración del 2% de agua dulce del límite territorial: la vertiente del Pacífico que comprende 62 cuencas; no obstante, no es en dicha zona donde se encuentra centrada la actividad económica, social o extractiva por encima del 20% del PBI (MINAGRI, 2014).

El Valle de Huaral presenta una superficie territorial característica de los valles costeros del Perú, en condiciones mayormente planas y rodeada de altas colinas, siendo que en Huaral no llueve de forma regular, por lo que existe una dependencia del sistema de canales que se abastece de forma directa del río Chancay cuyo régimen de caudal es el que tiene un caudal medio mensual de $Q = 15.759 \text{ m}^3/\text{s}$. Independientemente de los periodos de El Niño, a partir de los cuales se actualiza el suministro de Agua Asignable, se actualiza la población correspondiente para obtener OHANA. El volumen por año que se estima para esta zona es de 261.587 MMC (millones de metros cúbicos) de los cuales el requerimiento de agua para los cultivos de Capsicum peruano es de 3500 m³/ha por riego en goteo y el doble por riego de gravedad (MINAGRI, 2011).

La proyección estimada para el año 2050 se argumenta en la necesidad mundial apremiante de un incremento del 60% en la producción de alimentos; lo cual implica el requerimiento de 1.000.000.000 tm de cereales para compensar la necesidad demandada, sin embargo, esto podría constituir en una extracción adicional del 10% solo si el ser humano aprende a hacer uso del mismo de forma ecosostenible (FAO, 2013).

En la presente investigación que tiene como objetivo determinar la influencia del estrés hídrico en función al rendimiento de la planta de género *Capsicum*, se rescata la contribución al conocimiento sobre los efectos que puede causar éste estrés en diferentes niveles de tratamientos, el cual comprende un sector poco investigado en temática de escasez de agua, a pesar de abarcar zonas semi-áridas. Saber que establecer bases claras sostenibles, ayudará a los agricultores fue lo que me motivó a ser parte de esta investigación, ya sea a impulsar o descartar esta alternativa, ya que al ser aplicada en bolsas a nivel invernadero, requiere validación. Sin embargo, este estudio proporciona información necesaria sobre las respuestas fisiológicas y morfológicas de las plantas, para establecer el grado de posibilidad de resultados beneficiosos según el experimento, el cual tiene como propósito el desarrollo sostenible en la agricultura y se llevó a cabo en el invernadero N° 12 de la sede central del Instituto Nacional de Innovación Agraria – Estación Experimental Agraria (INIA-E.E.A). Donoso, Huaral, Perú, para evaluar los efectos de estrés hídrico en el rendimiento de 5 accesiones de *Capsicum sp* peruano.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo el estrés hídrico influye en el rendimiento de cinco accesiones de *Capsicum sp* peruano, en la Estación Experimental Agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el rendimiento de las cinco accesiones de *Capsicum sp* peruano en función a los diferentes tratamientos de estrés hídrico, en la Estación Experimental Agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019?
- ¿Entre las accesiones de *Capsicum sp* peruano existen diferentes tolerancias a estrés hídrico, en la Estación Experimental Agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019?

- ¿De qué manera los diferentes tratamientos de estrés hídrico influyen en los parámetros morfométricos y fisiológicos de las cinco accesiones de *Capsicum sp* peruano, en la Estación Experimental Agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia del estrés hídrico en el rendimiento de cinco accesiones de *Capsicum sp* peruano, en la Estación Experimental Agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el rendimiento de las cinco accesiones de *Capsicum sp* peruano en función a los diferentes tratamientos de estrés hídricos, en la Estación Experimental Agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019.
- Identificar si existen diferentes tolerancias al estrés hídrico entre las accesiones de *Capsicum sp* peruano en la Estación Experimental Agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019.
- Determinar la influencia de los diferentes tratamientos de estrés hídricos en los parámetros morfométricos y fisiológicos de las cinco accesiones de *Capsicum sp* peruano, en la estación experimental agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019.

1.4. Justificación de la Investigación

1.4.1. Justificación científica

A nivel nacional y mundial están en busca de la evaluación de los efectos que existe entre condiciones abióticas y bióticas y el rendimiento de producción de diferentes cultivos de importancia económica, en ese punto el grado científico es de alto valor, para brindar una agricultura sostenible en el tiempo. Así mismo el presente proyecto experimental, contribuye con la comunidad científica al proporcionar datos de importancia en el desarrollo eficiente de la agricultura; específicamente en el género *Capsicum sp* peruano, aplicando diferentes tratamientos de estrés hídrico y obteniendo como resultado información necesaria sobre las respuestas morfológicas de las plantas.

1.4.2. Justificación Técnico-Económica

Actualmente se erige una problemática medular que comprende la disminución del rendimiento agrícola, aumento del precio de productos y conflictos de impacto ambiental que existen en la producción. Esta situación demanda urgentemente los estudios que ayuden a la comprensión de estos eventos, para generar soluciones que permitan minimizar los impactos que se visualizan en la actualidad, esto generaría el aumento de la producción agrícola, por lo tanto, un mejor rendimiento económico en nuestro país. Estudios como éste; que no solo busca un mejor rendimiento agrícola si no también económico, con el uso eficiente del agua, aplicando a nivel invernadero el DBCA, teniendo 4 tratamientos con 5 repeticiones por tratamiento, de los cuales se obtendrán datos que se espera favorezcan económicamente a los agricultores al aplicarlo a nivel de campo agrícola.

1.4.3. Justificación Social

El presente trabajo de investigación y los resultados esperados, orientaran sus esfuerzos en planificar, evaluar y educar a los agricultores de los distintos distritos de la provincia de Huaral, sobre las futuras medidas de prevención frente a las consecuencias ambientales, tales como el estrés hídrico.

1.5. Delimitación del estudio

La presente investigación científica se basa en el estudio de los efectos en el rendimiento por diferentes niveles de estrés hídrico a los cuales fueron sometidos 14 accesiones de *Capsicum sp* peruano. Así mismo esta investigación se gestó teniendo presente la problemática actual de la costa peruana; la agricultura en terrenos semiáridos donde el foco del problema es la escasez y el mal manejo del recurso hídrico; como es el caso de Huaral en donde por lo general no hay lluvias y la agricultura presenta dependencia del río Chancay. Por lo que estos conocimientos ayudaran a los agricultores a impulsar o descartar esta alternativa que se llevó a cabo en el invernadero N° 12 del proyecto de Desarrollo Sostenible de la sede central del INIA-E.E.A. Donoso, Huaral, Perú, en el periodo de enero a agosto del año 2019.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Sánchez, Diosana, Medina, Martínez J., y Martínez A. (2009) en su estudio realizado en el Valle de Sinú Medio determinó los requerimientos hídricos del ají dulce (*Capsicum annum* L.) en época seca, mediante riego por goteo, implementó un DBCA comprendiendo 4 tratamientos de T1:1,32L; T2: 2,64L; T3: 4,00L; y T4: 5,32L planta/día; observaron que en equiparación las estadísticas no mostraron diferencias significativas para altura de plantas, profundidad de raíces y biomasa en ninguna de las dosis de riego. Con respecto a la producción de frutos comerciales, los autores refieren que la aplicación de 5,32 L planta/día promovió a la obtención de un mayor rendimiento con 12 884 kg ha⁻¹. Los autores concluyen que la mejor dosis de riego durante época seca fue de 5,32 L /planta*día.

Jaimez (2016) en su ensayo estableció el impacto de múltiples dosis de riego (D1: 3, D2: 6 y D3: 9 días) evaluando el crecimiento, la materia seca y el rendimiento de 3 cultivos de ají dulce, *Capsicum chinense* Jacq, en zonas semiáridas como Mérida, Venezuela, empleando para ello la división de parcelas en 3 réplicas. Los resultados evidenciaron que para los cultivares de ají dulce, el crecimiento disminuye proporcionalmente a la frecuencia o dosis de riego, presentándose descensos significativos para D3: 9 días durante los primeros 104 días después del trasplante, en los índices de área foliar (IAF). La distribución de materia no mostró cambios en la etapa estudiada para ninguna de las dosis. Durante la etapa productiva observaron que la disminución de la cantidad de agua afectaba directamente a la translocación de los frutos, mermando la asimilación y ocasionando una baja etapa productiva en referencia a frutos; no obstante, D1: 3días osciló en un grado de 35 %-50 % más que D3.

Nieto-Garibay, Troyo-Diequez, y Pimienta-Barrios (2007) en la investigación evaluó el efecto de las variables morfométricos a la disminución de agua/riego de plantas de dos especies de chile, *Capsicum frutescens* y *Capsicum annum*. Los autores realizaron el estudio en CIBNOR, buscando establecer las pertinentes estrategias morfológicas y las consecuencias observables de la producción en climas áridos, para lo cual desarrolló el trabajo mediante un diseño al azar con arreglo factorial de 2x2 de 5 repeticiones, uno de los factores son las accesiones de *Capsicum* sp y el otro son los tratamientos de déficit hídrico (con y sin déficit hídrico o control), donde los resultados obtenidos bajo comparación entre especies bajo igual dosis, evidenciaron que las

plantas del Chile *C. frutescens* presenta mayor producción a menor cantidad de agua siendo de mayor incidencia las mejoras en hojas, tallo y peso seco de raíz; recurriendo a la transpiración para ejecutar el requerimiento metabólico, así mismo en equiparación con *C. annuum* presenta mejores mecanismos de adaptación a las condiciones climáticas en deficiencia de agua.

Méndez (2013) según el proyecto de tesis analizó la respuesta de la calabacita Zucchini a la aplicación foliar de los aminoácidos en el desarrollo en un ambiente árido y condiciones de estrés hídrico. Persiguiendo este fin, su cultivo fue en campo abierto, en una zona de Saltillo, empleando un proceso tradicional y 4 tratamientos al cual le aplicó diferentes dosis de riego (D1: 100%, D2: 75%, D3: 50% y D4: 25%), y adicionalmente la aplicación foliar fue de 2 cc/L de aminoácidos para las etapas de crecimiento y desarrollo del cultivo para lo cual el autor empleó el DBCA. Como resultado encontró un efecto de mejora en la producción y postcosecha del cultivo de Zucchini; evidenciando resultados más óptimos en la dosis D2: 75% y la aplicación foliar de 2 cc/L incrementando la formación de hojas (mayor cantidad de las mismas), además del incremento de la cobertura, el diámetro del fruto y la vida útil, sin mostrar eficacia para el incremento observable en el rendimiento o el N° de frutos.

Rázuri, Pérez, Hernández y Rosales (2009) en su investigación evaluó el efecto del pimiento (*Capsicum chinense Jacq*) al ser sometido a distintos niveles de riego localizado, a través de un tensiómetro y tina de evaporación, para definir la cantidad de riego, determinándose el tiempo de riego para cada uno de los tratamientos para lo cual se utilizó riego localizado y se ejecutó en el predio de IIAPULA, siendo una investigación de tipo experimental usado en campo; consideraron 2 factores: forma de reposición del agua y dosis de riego según frecuencia de 1 día y 2 días. Se evaluó la morfología de tres plantas por tratamiento; durante el desarrollo experimental se monitorearon características vegetativas: N° de hojas, flores, diámetro de tallo y altura de la planta. Los resultados han permitido sentar las bases para las desigualdades observables según el nivel freático aplicado, siendo el método de reposición el que incrementa la producción agrícola, de forma inversamente proporcional al uso del agua.

Farhan, Tariq, Muhammad, Saeed, y Maalik (2014) en su investigación nos indican que el Chile *Capsicum annuum L.* no solo es una especie famosa en varias partes del mundo por su importancia dietética; también por el folclore de su importancia medicinal, aunque las actividades farmacológicas exhibidas por el Chile y los compuestos aislados del Chile son

enormes, incluido el quimiopreventivo, analgésico, antilitogénico, antidiarreico, antialérgico, antidiabético, antihipertensión e hipoglucemiantes, antimicrobianos, antioxidante, anticanceroso, antifúngico y antiviral. El Chile posee una gama de sustancias químicas importantes desde el punto de vista farmacológico, como la capsaicina, homocapsaicina, homodihidrocapsaicina, nordihidrocapsaicina y dihidrocapsaicina.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Quispe (2016) explica en su investigación el establecimiento del efecto del riego probando el nivel en el rendimiento del cultivo de ají panca (*Capsicum chinense*) y ají escabeche (*Capsicum baccatum L.var. pendulum*) cultivados en una zona de vida desértica ubicada en el departamento de Lima, provincia de Cañete, Valle de Mala, bajo riego por gravedad, para ello se distribuyeron 32 unidades experimentales o subparcelas (con 40 plantas cada subparcela) de forma aleatoria ya sea de ají “panca” o ají “escabeche”, se tuvo un total de 1280 plantas sembradas. El diseño experimental fue el diseño factorial $p \times q$ en un área total de 1228.8 m², siendo el primer factor “variedad de ají” y el segundo “riego aplicado”. Se trabajó con 32 subparcelas donde se distribuyeron 4 tratamientos con 8 repeticiones cada uno. En los tratamientos bajo riego parcial de raíces observó hasta un 30% de reducción en el uso de agua de ese año, del 37% de UEA en el año 2013 y 40% para el año 2014, sin variaciones relevantes en los parámetros morfométricos y en el rendimiento total en los cuales concluyó que los factores tipo de riego y variedad de cultivo resultaron no significativos al final de las dos campañas, demostrando los beneficios que tiene la técnica en la producción de *Capsicum* en el valle de Mala que esta propensa a limitaciones hídricas.

Duran, Ramos, Alvarado, y Altamirano (2021) en su investigación generó una base orientativa y registrar de forma detallada el proceso adecuado que el ají (*Capsicum*) bajo riego por goteo, pueda ser adaptado por agricultores persiguiendo el fin del uso eficiente del agua en las zonas áridas de la Costa Norte del Perú, por ello la zona de muestra comprendió la EEA “Vista Florida” del INIA, ubicado en el distrito de Picsi, Lambayeque aplicando el diseño experimental con arreglo factorial de 3×3 Y 8 repeticiones haciendo un total de 72 unidades experimentales, uno de los factores son los tratamientos de riego (riego completo, al 78% y al 58%) y el otro factor son las variedades de *Capsicum* (*C. baccatum*, *C. annum* y *C. chinense*) para un nivel de 3363, 2618 y 1956 m³ de agua por hectárea para riego por goteo completo con déficit al 78% y 50%

respectivamente. Obteniéndose como resultado, rendimientos máximos de 30.2, 13.9 y 12.9 t/ha en *C. baccatum*, *C. annumm* y *C. chinense*, respectivamente con Índice de Estrés Hídrico de 0.50, 0.62 y 0.54 y una conductancia estomática de 724 a 887 mmol/s.m², con IEHC de 0,1 a 0,3. Los autores concluyeron que se erige como un óptimo indicador a partir de la evidencia de 0,3 (humedad del suelo del 25% al 33%).

Rios (2017) en su investigación caracterizó y dio a conocer características agro morfológicas empleando 20 descriptores de *Capsicum spp.* El cual se realizó en el campo agrícola experimental denominado “Pancal” de la UNAM, entre los meses de octubre 2015 hasta abril 2016. Para ello, utilizó el DBCA con 40 unidades experimentales y 4 repeticiones por accesión en total 160 cultivos por selección, en una distribución de 4 bloques, para validar la utilidad de los descriptores; se empleó el análisis de varianza a una probabilidad 5%, encontrándose diferencias significativas (P<0,05) en referencia al fruto. Se formaron tres grupos en el análisis de conglomerados jerárquico, de los cuales; el grupo III de la selección A-21 destaca el incremento de la producción de frutos pequeños y con pocas semillas.

Salazar (2018) en su investigación abordó la falta de un alto nivel de agua en el cultivo de arroz en la etapa del macollamiento bajo un sistema de riego por goteo y 3 tratamientos: T0:0, T1: -10, T2: -15, T3: -20 kPa de tensión de la humedad del suelo con una variación de +-2 kPa durante el periodo de noviembre del 2017 a abril del 2018. Ejecutó la fase reproductiva o fenológica, el crecimiento, N° de macollos pre y post cosecha, midiendo el número de panículas por m², granos enteros por panícula, peso, profundidad de raíces, productividad de agua y Ks; los cuales fueron de 0.91 para T1, 0.66 para T2 y 0.64 para T3. El autor concluyó, T1 presentó resultados más óptimos en todas las variables de estudio, mientras que T2 y T3 presentaron disminución en su productividad y el T0 mostró rendimiento promedio de 10.29 t/ha con merma de 9.3% en comparación a T1, 4.2% en comparación a T2 y 35.4% en comparación a T3. Adicionalmente T0 y T1 presentaron mejores resultados para la panícula, incrementando su número igual porcentaje de productividad con 1.12 Kg/m³ para todos los tratamientos.

Yactayo y Sánchez (2015) en su investigación analizaron el efecto de diversos niveles de uso de agua para 36 variedades de papa seccionadas en 2, realizando su investigación dentro de las instalaciones de un invernadero de la CIP, con riego alternado desde el sistema radicular de la planta. Los tratamientos fueron T1 o control: 100%, T2: 60%, T3: 45% y T4: 30% con un inicio

en 28 días después del sembrado. Los resultados evidenciaron que a menor nivel de agua en el riego menor producción de biomasa se observa, considerando a la transpiración como factor medular en la mejora. Asimismo, el incremento de la optimización del proceso en base al control osciló desde el 12% hasta el 20%, invariablemente de la restricción o variación en el riego.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Estrés Hídrico (X₁)

Según Luna, Estrada, Jiménez, y Pinzón, (2012):

El agua es esencial para los seres bióticos con un efecto directo para su crecimiento y productividad. Su escasa disponibilidad en el suelo origina exceso de transpiración mediante las raíces originando lo denominado estrés hídrico. Asimismo, se encuentra en vigencia como una medida altamente empleada en la estimación del potencial hídrico (Ψ), siendo una de las causas medulares de la baja productividad en los cultivos, incluyendo la muerte de las mismas, las cuales se encuentran directamente relacionadas a su capacidad de resistencia al igual que la EUA genera variaciones en la biomasa total y en la evapotranspiración, siendo el periodo de mayor estrés el estado de plántula, la cual es la responsable de determinar su muerte; convirtiéndose así, en incidente la búsqueda y análisis de su efecto en la fisiología y morfología cuando carecen de humedad o la misma es escasa (p.2-3).

2.2.1.1. Clasificación estrés hídrico

Chaves y Gutiérrez (2017) afirman que:

Existen diferentes tipos de estrés a las cuales las plantas están expuestas, como factores que se pueden dividir en: factores bióticos (por la acción de organismos vivos) y factores abióticos (sequía, exceso de sales, calor, frío, luz, estrés por anaerobiosis, estrés por contaminantes medioambientales y deficiencia en elementos minerales). Dónde el estrés hídrico es el más común debido a los limitados recursos hídricos alrededor del mundo. El estrés hídrico es la pérdida de la humedad del suelo o falta de la misma siendo insuficiente para reponer la pérdida por transpiración, provocando daños irreversibles, como: disminución del tamaño celular, reducción de conductancia de estomas y cierre

estomático. Dichos efectos acumulan variaciones que generalmente dan como resultado un crecimiento deficiente y reducida productividad de las plantas. (p.4).

Según Quispe (2016), nos indica que:

El riego es una de las técnicas agronómicas más empleadas actualmente, ha pasado de una valoración empírica de las necesidades hídricas de la planta a una valoración basada en tensiómetros y un tanque evaporímetro, especialmente ya que el ají se considera un cultivo sensible al estrés hídrico en época de floración ya sea por exceso o déficit hídrico. (p.04).

Según Nuez, Gil y Costa (1996) quienes nos indican que:

Sugerimos mantener el suelo a 70% de capacidad de campo, para un óptimo desempeño técnico y económico. Las capacidades de campo del 80% darían una mejora en rendimientos agronómicos, pero serían prohibitivamente costosas. Para lograr estas capacidades de campo será necesario tener en cuenta las características físicas del terreno. En suelo arenoso, con una gran facilidad de percolación y una baja capacidad de retención deseada se alcanzará antes y con menos agua que en un suelo arcilloso. Por lo tanto, la textura del suelo determinará el volumen y el momento del riego. (p.12).

2.2.1.2.Escasez de agua

La FAO (2013) afirma:

La escasez de agua se conceptualiza como la brecha existente entre la demanda requerida y el recurso disponible para satisfacerla, excediendo la primera a la última dentro de una zona limítrofe y regido mediante la normativa local en vigencia. Dicha demanda que no puede satisfacerse debido a problemáticas por extracción, carencia, insuficiencia de recursos disponibles, entre otros origina daños que repercuten en cualquier ser biótico dentro de la zona en estudio (p.22-23)

Según la ONU-DAES (2015) afirma:

La escasez de agua abarca un daño directo e indirecto a diversos sectores, ya sea dentro del límite o sectores colindantes, pudiendo variar en dependencia al grado, condición y actividades humanas en la zona. Afirma que en cuanto a la escasez de agua es importante saber lo siguiente: es más que un fenómeno natural, estimando una capacidad de abastecimiento de 7 mil millones de personas; no obstante, se encuentra actualmente en

una distribución poco equitativa por no conceptualizarla como desigual, ya su gestión es deficiente y presencia falencias. Su medición se puede efectuar en base a la población presentando un estado crítico a partir de valores por debajo de los 1.700 m³/persona; sin embargo, a partir de los 500 m³ el estado crítico puede ser considerado como una alerta debido a representar una escasez total a multinivel.

2.2.1.3.Capacidad de campo (CC)

Según Garcia, Puppo, Hayashi y Morales (2013) indican que capacidad de campo es:

Es la cantidad de agua que tiene un suelo posterior a su saturación y drenado libremente durante 24 a 72 horas. En esta condición, el suelo presenta los microporos llenos de agua; mientras que a la par los macroporos presentan pérdida de la misma ocasionando una fuerte retención que representa el límite máximo de agua empleable (p.1).

Según Tamara y Ducuara (2016) nos afirman que:

La capacidad de campo (CC) es estimada mediante el nivel de agua con base a la humedad que fluye por gravedad en el suelo representando el máximo grado de almacenamiento para su capacidad (p.1).

2.2.1.4.Punto de Marchitez Permanente (PMP)

Según Garcia *et al.* (2013) indican que el PMP es:

La retención del recurso hídrico utilizable que ha sido extraída por el cultivo, debido a la fuerza en la que se origina, representa un conflicto que determina la limitación de absorción de la misma es un periodo alto en base a una regresión. (p.5).

Según Tamara *et al.* (2016) afirman que:

El Punto de Marchitez Permanente se define como un punto de no retorno en donde el límite no les permite la recuperación de una planta o de su turgencia. La misma se encuentra estrechamente relacionada a las condiciones del suelo y de la conductividad por la carencia de agua, la evaporación de la misma y la disminución de su reserva hasta alcanzar un nivel en el que la extracción no es posible y las reservas se agotaron no pudiendo ser considerado como un valor constante para un suelo debido a la presencia de variaciones del cultivo (p.1).

2.2.2. Accesiones de *Capsicum* sp peruano (X₂)

Según Rojas y Col (2016) afirman que:

El género *Capsicum*, que incluye a los ajíes, pimientos y rocotos, comprende unas 38 especies con una separación basada en su morfología. Siendo solo 5 las especies domesticadas y disponibles para el consumo y el comercio: *C. chinense*, *Capsicum annum*, *C. baccatum*, *C. frutescens* y *C. pubescens* (p.3).

Según Nuez *et al.* (1996) afirman que:

Los pimientos se encuentran en la vasta familia de las Solanáceas del orden Tubiflorae, que a su vez pertenece a la clase de Dicotiledoneae. Su origen se remonta a zonas tropicales y subtropicales entre el límite de Bolivia y Perú encontrando especies de hace 7000 años (p.2).

Según Libreros, *et. al* (2013) indican:

En el catálogo de *Capsicum spp.* peruanos conservados en el banco de semillas del INIA en el Perú; los datos agronómicos y características de los ajíes mono, cerezo triangular y uno con nombre común no identificado, utilizados en el presente proyecto de investigación (p.14, 21 y 39) (Figura 1).

Según el INIA (2009), indica:

En el manual técnico del cultivo de aji paprika, los datos agronómicos y características del aji paprika que es utilizado como unidad experimental en el presente proyecto de investigación (p.18) (Figura 2).

Según el INIA de Carillanca (2015), indica:

En el boletín del INIA de Carillanca sobre pimiento y ají, los datos agronómicos y características del pimiento Aristocrat que es utilizado como unidad experimental en el presente proyecto de investigación (p.125) (Figura 3).

Ají mono (tipo ayuyo)

Especie: *Capsicum baccatum* L.

Código Nacional: PER017893

Código Experimental: **147**

Sitio de Colecta: Piura



Datos agronómicos

Hábito de crecimiento: Intermedia

Rendimiento: 1.7 kg/planta

Rango de referencia: 0.045 - 7.3 kg/planta

Características del fruto fresco

Color fruto maduro: Rojo

Forma del fruto: Triangular

Longitud del fruto: 2.8 cm

Diámetro del fruto: 2.0 cm

Peso del fruto: 5.5g

Usos actuales: Por explorar

Características bioquímicas notables: Contenido moderado de capsaicinoides; contenido alto de azúcar

Cerezo triangular

Especie: *Capsicum annuum* L.

Código Nacional: PER017667

Código Experimental: **167**

Sitio de Colecta: Lambayeque



Datos agronómicos

Hábito de crecimiento: Erecta

Rendimiento: 1.06 kg/planta

Rango de referencia: 0.045 - 7.3 kg/planta

Características del fruto fresco

Color fruto maduro: Rojo oscuro

Forma del fruto: Triangular

Longitud del fruto: 3.7 cm

Diámetro del fruto: 1.9 cm

Peso del fruto: 5.5 g

Usos actuales

Usos culinarios: Ensaladas, cremas

Productos potenciales según experto: Deshidratado, encurtidos

Características bioquímicas notables: Contenido alto de capsaicinoides; contenido alto de vitamina E.

Nombre común no identificado

Especie: *Capsicum Chinense* Jacq.

Código Nacional: PER017707

Código Experimental: **340**

Sitio de Colecta: San Martín

**Datos agronómicos**

Hábito de crecimiento: Intermedia (compacta)

Rendimiento: 0.21 kg/planta

Rango de referencia: 0.045 - 7.3 kg/planta

Características del fruto fresco

Color fruto maduro: Amarillo-naranja pálido

Forma del fruto: Triangular

Longitud del fruto: 1.9 cm

Diámetro del fruto: 1.1 cm

Peso del fruto: 1.1 g

Usos actuales

Usos culinarios: Encurtidos

Productos potenciales según experto: Salsa picante

Características bioquímicas notables: Contenido muy alto de capsaicinoides; contenido alto de vitamina E, antioxidante. Combinación excepcional de atributos

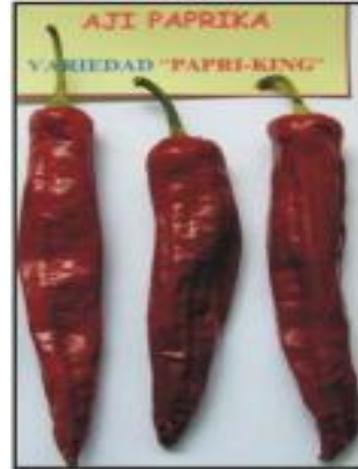
Figura 1. Catálogo de ajíes (*Capsicum* spp.) peruano promisorio conservados en el banco de semillas del INIA-Perú.

Aji paprika

Especie: *Capsicum annum* L. var longum

Código Experimental: 17

Sitio de Colecta: Lambayeque, La libertad, Áncash, Lima,
Arequipa y otros



Datos agronómicos

Hábito de crecimiento: Intermedia (compacta)
2.5 a 6.0 t/ha

Características del fruto fresco

De floración escalonada (2 - 4 cosechas).
Mayor intensidad de color (hasta 300 ° ASTA).
Peso promedio de frutos 5 g.

Usos actuales

Hortaliza empleada para condimentar o proporcionar color y sazón alimentaria. Su uso comprende un derivado de productos colorantes variados que pueden incluirse en platillos con carne, vegetales, entre otros.

Figura 2. Datos agronómicos y características del ají paprika.

Pimiento Aristocrat

Especie: *Capsicum annuum* L.

Código Experimental: **16**

Sitio de Colecta: Lambayeque, La libertad, Áncash, Lima, Arequipa y otros



Datos agronómicos

Hábito de crecimiento: Intermedia (compacta)
25.56 t/ha

Características del fruto fresco

fruto: Cuadrada
Longitud del fruto: 9 - 12 cm
Diámetro del fruto: 8 - 9 cm
Peso promedio de frutos 253 g

Usos actuales

Empleados usualmente en la industria alimentaria, química y farmacéutica; con evidencia de gran requerimiento en países desarrollados, asimismo, la extracción de sus nutrientes para una producción masiva en diversas presentaciones, derivan en su distribución dentro de la industria cosmética.

Figura 3. Datos agronómicos y características del pimiento.

2.3. Definición de términos básicos

- Acciones

Son esas muestras de semillas distintas y únicamente identificables las que representan un cultivar, almacenado para su conservarlas y posteriormente usarlas (FAO, 2013).

- Adaptación al cambio climático

Ajuste de los procesos ligados a materia ecológica dentro de un entorno variable que se ve afectado por estímulos climáticos, pudiendo clasificarse en 3 pares: la preventiva y la reactiva, pública y privada, o autónoma y planificada. Todo ello requiere el desarrollo de acciones que mitiguen el impacto debido a la extracción excesiva y la resistencia de los seres bióticos y sus condiciones naturales o creadas por el ser humano (FAO, 2013).

- **Riego parcial (RP)**

Es una técnica que busca el incremento de la productividad, de forma alternada, proporcionando el recurso hídrico necesario para que la planta se hidrate desde la raíz y el suelo que rodea a la misma produciendo un secado gradual a partir de su uso. Todo ello afecta el rendimiento, sus componentes, el fruto, el brote, la concentración de nutrientes, el tamaño, la longitud, la calidad de la cosecha y la postcosecha para alcanzar el balance entre ahorro y productividad (Wendy L. Yactayo G.).

- **Humus**

El humus es una sustancia que enriquece al suelo, también llamado compostaje que incrementa la porosidad superficial, y facilita la paulatina y constante retención del agua. Así, el suelo se hidrata en un periodo más óptimo incrementando la fertilidad y restaurando el equilibrio entre calidad y cantidad a partir de materia en descomposición que humecta la tierra y la llena de nutrientes además de otros organismos que protegen y alimentan al cultivo. (FAO, 1996).

- **Antesis**

Periodo de floración en la que la flor se expande liberando polen que posteriormente es distribuido por el viento. Este fenómeno que puede verse afectado de forma medular en base a la temperatura de la zona, abarca el desprendimiento de nutrientes, comprendiendo a la polinización cruzada estimada la cual es aproximadamente 17% del total de polinizaciones. Este estado inicia a los 46 días de desarrollo de la planta y culmina con la muerte de las anteras (FAO y UNALM, 2016).

2.4. Hipótesis de investigación

2.4.1. Hipótesis general

El estrés hídrico en *Capsicum sp* peruano influye indirectamente en el rendimiento de las cinco accesiones en la Estación Experimental Agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Los rendimientos difieren entre las cinco accesiones de *Capsicum sp* peruano en función a los diferentes tratamientos de estrés hídricos, en la Estación Experimental Agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019.
- Entre las accesiones de *Capsicum sp* peruano existe tolerancia al estrés hídrico, en la Estación Experimental Agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019.
- Los diferentes tratamientos de estrés hídricos influyen en los parámetros morfométricos y fisiológicos de las cinco accesiones de *Capsicum sp* peruano, en la estación experimental agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019.

2.5. Operacionalización de las variables

Tabla 1.

Operacionalización de variables

VARIABLES	OPERACIONALIZACIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES
Variable Independiente Niveles de Estrés Hídrico en accesiones de <i>Capsicum sp</i> peruano.	Intensidad del estrés Hídrico que se aplica a accesiones de <i>Capsicum sp</i> peruano, en función a diferentes volúmenes de agua.	Estrés hídrico	e1: Testigo 100% volumen de agua
			e2: Estrés leve 90% volumen de agua.
			e3: Estrés medio 80% volumen de agua.
			e4: Estrés severo 70% volumen de agua.
		Accesiones de <i>Capsicum sp</i> peruano.	a1: N° 16 (Pimiento Aristocrat)
			a2: N° 17 (Paprika Papriking)
			a3: COD.147
			a4: COD.167
			a5: COD.340
Variable Dependiente Rendimiento de accesiones de <i>Capsicum</i> peruano.	Es la cantidad y calidad de fruto que se obtiene al finalizar el experimento.	Parámetros morfométricos.	Altura de planta a la cosecha(cm)
			Diámetro del tallo (cm).
			N° de hojas/planta.
		Parámetros productivos.	N° de frutos total/planta
			Longitud promedio del fruto (cm)
			Diámetro promedio del fruto (cm)
			Rendimiento estimado en Tn/ha

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Gestión del experimento

3.1.1. Ubicación

El presente trabajo se desarrolló en la Estación Experimental Agraria Donoso del Instituto Nacional de Innovación Agraria como parte del Programa Nacional de Innovación Agraria en el proyecto 161-PI, ubicado en la región de Lima, provincia de Huaral, distrito Huaral en la carretera Huaral - Chancay 15200, con latitud $11^{\circ}31'20.15''$ S, longitud $77^{\circ}14'9.12''$ O a una altura de 188 msnm y UTM; 256125 E – 8725323 N, tal como se observa en el Figura 1.



Figura 4. Localización satelital de la zona de ejecución del proyecto de investigación (Google Earth, 2018).

3.1.2. Características del área experimental

La investigación se ejecutó dentro de un invernadero adecuado parcialmente a condiciones de campo como se observa en la Figura 5 y 6, cuyas dimensiones fueron las siguientes:

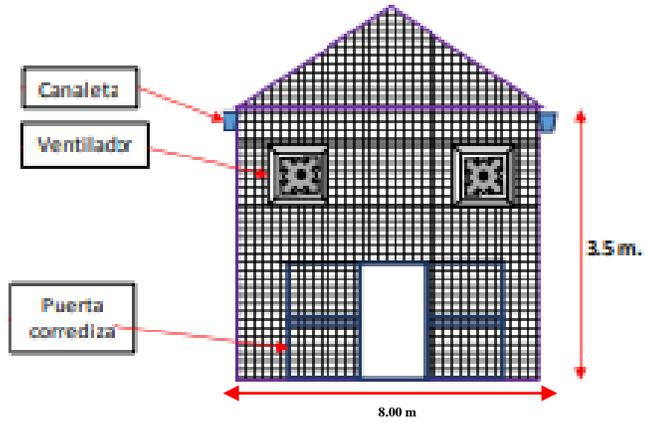


Figura 5. Vista frontal de invernadero construido para la ejecución del proyecto de investigación, con 8.00 m de ancho y 3.50 m de alto. (MINAGRI e INIA, 2018)

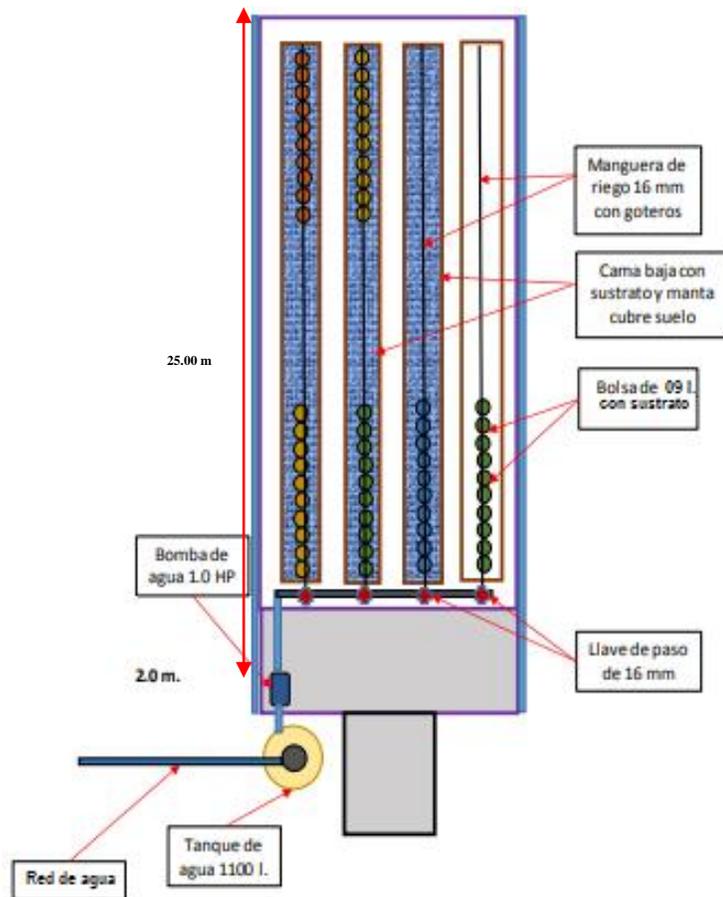


Figura 6. Vista superior del interior del invernadero; área de trabajo y zona experimental. (MINAGRI e INIA, 2018)

CROQUIS DE DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS

I	T ₅ e _{1a5}	T ₁₀ e _{2a5}	T ₁₄ e _{3a4}	T ₁₁ e _{3a1}	T ₁₉ e _{4a4}	T ₁₆ e _{4a1}	T ₄ e _{1a4}	T ₆ e _{2a1}	T ₇ e _{2a2}	T ₂ e _{1a2}	T ₁₇ e _{4a2}	T ₁₃ e _{3a3}	T ₁₈ e _{4a3}	T ₁₂ e _{3a2}	T ₂₀ e _{4a5}	T ₈ e _{2a3}	T ₁₅ e _{3a5}	T ₁ e _{1a1}	T ₉ e _{2a4}	T ₃ e _{1a3}
II	T ₈ e _{2a3}	T ₁ e _{1a1}	T ₁₄ e _{3a4}	T ₉ e _{2a4}	T ₂ e _{1a2}	T ₆ e _{2a1}	T ₁₂ e _{3a2}	T ₁₆ e _{4a1}	T ₁₀ e _{2a5}	T ₄ e _{1a4}	T ₁₅ e _{3a5}	T ₁₁ e _{3a1}	T ₂₀ e _{4a5}	T ₅ e _{1a5}	T ₁₈ e _{4a3}	T ₁₇ e _{4a2}	T ₁₉ e _{4a4}	T ₃ e _{1a3}	T ₁₃ e _{3a3}	T ₇ e _{2a2}
III	T ₁₉ e _{4a4}	T ₆ e _{2a1}	T ₁₁ e _{3a1}	T ₁₄ e _{3a4}	T ₁₀ e _{2a5}	T ₃ e _{1a3}	T ₁₅ e _{3a5}	T ₂₀ e _{4a5}	T ₈ e _{2a3}	T ₁ e _{1a1}	T ₅ e _{1a5}	T ₁₈ e _{4a3}	T ₁₃ e _{3a3}	T ₂ e _{1a2}	T ₄ e _{1a4}	T ₉ e _{2a4}	T ₁₆ e _{4a1}	T ₁₂ e _{3a2}	T ₁₇ e _{4a2}	T ₇ e _{2a2}

Nivel de estrés hídrico (E)

- e₁ = 100% Volumen de agua aplicada
- e₂ = 90% Volumen de agua aplicada
- e₃ = 80% Volumen de agua aplicada
- e₄ = 70% Volumen de agua aplicada

Niveles de accesiones de Capsicum sp (A)

- a₁ = 16 Pimiento Aristocat
- a₂ = 17 Paprika Papriking (Pandia)
- a₃ = COD-147
- a₄ = COD-167
- a₅ = COD-340

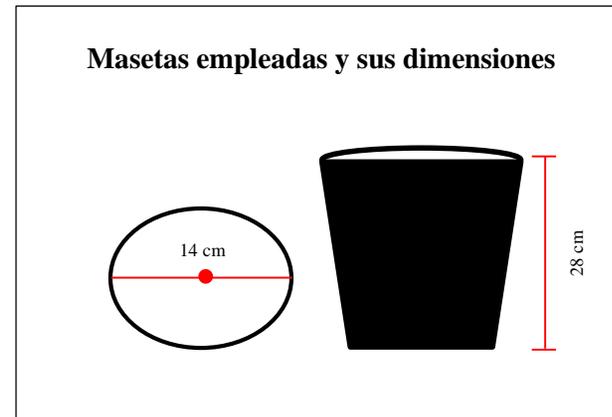


Figura 7. Croquis de distribución de tratamientos.

3.1.3. Tratamientos

En un inicio; empleando 4 niveles de estrés hídrico por 14 accesiones de *Capsicum sp* peruano, sin embargo, aproximadamente a los 30 días de realizado el trasplante; 9 accesiones murieron a causa de un mal manejo por parte del personal técnico de la misma institución patrocinadora (INIA), por tal motivo fueron descartados para el análisis estadístico. Finalmente, el experimento continuó empleándose 4 niveles de estrés hídrico por 5 accesiones *Capsicum sp peruano*, con un total de 20 tratamientos con 3 bloques cada uno, dando un total de 60 und experimentales, los cuales se observan en la tabla de tratamientos; en la Tabla 2.

Tabla 2.*Tratamientos y su número de unidades experimentales dentro de cada bloque.*

N° Trat.	Tratamientos		Bloque		
	Estrés Hídrico(E)	Accesiones (A)	I	II	III
1	e ₁	a ₁	1.1	2.1	3.1
2	e ₁	a ₂	1.2	2.2	3.2
3	e ₁	a ₃	1.3	2.3	3.3
4	e ₁	a ₄	1.4	2.4	3.4
5	e ₁	a ₅	1.5	2.5	3.5
6	e ₂	a ₁	1.6	2.6	3.6
7	e ₂	a ₂	1.7	2.7	3.7
8	e ₂	a ₃	1.8	2.8	3.8
9	e ₂	a ₄	1.9	2.9	3.9
10	e ₂	a ₅	1.10	2.10	3.10
11	e ₃	a ₁	1.11	2.11	3.11
12	e ₃	a ₂	1.12	2.12	3.12
13	e ₃	a ₃	1.13	2.13	3.13
14	e ₃	a ₄	1.14	2.14	3.14
15	e ₃	a ₅	1.15	2.15	3.15
16	e ₄	a ₁	1.16	2.16	3.16
17	e ₄	a ₂	1.17	2.17	3.17
18	e ₄	a ₃	1.18	2.18	3.18
19	e ₄	a ₄	1.19	2.19	3.19
20	e ₄	a ₅	1.20	2.20	3.20

Dónde: e₁ = 100% Volumen de agua aplicada, e₂ = 90% Volumen de agua aplicada, e₃ = 80% Volumen de agua aplicada y e₄ = 70% Volumen de agua aplicada y a₁ = 16 Pimiento Aristocat, a₂ = 17 Paprika Papriking (Pandia), a₃ = COD-147, a₄ = COD-167 y a₅ = COD-340

3.1.4. Diseño experimental

Tabla 3.

Estructura para el ANVA y el grado de libertad para cada fuente de variación.

Fuente de variación	Grados de libertad	
Bloque	(r-1)	2
Estrés (E)	(a-1)	3
Accesión (A)	(b-1)	4
E*A	(a-1)(b-1)	12
Error	(ab-1)(r-1)	38
Total	(abr-1)	59

Dónde: a = N° de niveles de estrés hídrico. b = N° de accesiones de *Capsicum sp.*
r = N° de bloques o repeticiones

3.1.5. Variables a evaluar

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

- Variable independiente (X)

Estrés hídrico (E) con sus niveles de:

- e₁**: Testigo 100% volumen de agua aplicada.
- e₂**: Estrés leve 90% volumen de agua aplicada.
- e₃**: Estrés medio 80% volumen de agua aplicada.
- e₄**: Estrés severo 70% volumen de agua aplicada.

Accesiones de *Capsicum sp.* (A) con sus niveles de:

- a₁**: N° 16 Pimiento Aristocat
- a₂**: N° 17 Paprika Papriking (Pandía)
- a₃**: COD.147
- a₄**: COD.167
- a₅**: COD.340

- **Variable dependiente (Y):** Las evaluaciones de la variable respuesta que se realizaron fueron los siguientes:

y1: Altura de planta a la cosecha(cm)

y2: Diámetro de tallo (cm).

y3: N° de hojas/planta.

y4: N° de frutos total/planta

y5: Longitud promedio del fruto (cm)

y6: Diámetro promedio del fruto (cm)

y7: Rendimiento estimado en Kg/ha

3.1.6. Conducción del experimento

La conducción del proyecto se llevó a cabo bajo la dirección del Ingeniero Mg. Sc. Pedro Nicho Salas como investigador de la Estación Experimental Agraria Donoso (EEA) y el Ingeniero Mg. Sc. Julio Olivera como consultor PN Hortalizas.

A fines del mes de noviembre del año 2018 se realizó la siembra en bandejas germinadoras de las 14 accesiones de *Capsicum sp.* peruano, empleando las semillas del banco de Germoplasma de la E.E.A Donoso del Instituto Nacional de Innovación Agraria (Figura 8). A principios del año 2019, en el mes de enero se realizó el trabajo de recolección de suelo agrícola de textura franco arenosa, salinidad de 8.50 ds/m, contenido calcáreo de 12.40%, 71 ppm de P, 770 ppm de K y suma de cationes 10.24 meq/100g (Figura 29) y posterior esterilización en el caldero tal como se puede observar en la Figura 9. Una vez esterilizado el suelo agrícola se procedió a mezclar el suelo con el humus en proporciones 80% y 20% respectivamente, en seguida se embolsó 5.100 kg de sustrato en bolsas de polietileno color negro (Figura 10) y se trasladó al interior del invernadero sobre las camas baja previamente cubiertas con plástico permeable transparente como se observa en la Figura 11.

Siete semanas después de la siembra en almácigos, se realizó el trasplante de las plántulas a las bolsas con sustrato ya colocadas sobre las camas baja, como se detalla en la Figura 11.



Figura 8. Siembra de las accesiones de *Capsicum* sp. peruano en bandejas germinadoras.



Figura 9. Proceso de desinfección del suelo agrícola en caldero horizontal energizada con restos de madera.



Figura 10. Mezcla del suelo esterilizado con humus y llenado de sustrato en bolsas de polietileno color negro.



Figura 11. Trasplante de plántulas de *Capsicum sp.* a bolsas con sustrato previamente tratadas, rotuladas y ordenadas según el diseño bloque completo al azar (DBCA).

Antes del trasplante se realizó la saturación hídrica del sustrato con un volumen que equivale al 30% de su peso seco el cual en litros fue 1.53 l, para corroborar la capacidad de retención por el sustrato; el volumen de agua retenida, luego de un drenaje libre por 24 horas, se calculó el contenido de humedad, la capacidad de campo (CC) en peso, el cual es 4% que equivale en litros a 200 ml de agua retenida según la siguiente fórmula:

$$HP\%CC = \frac{(PF_{cc} - PSS)}{PSS} * 100$$

HP = Contenido de agua en peso = 4 %

PF_{cc} = Peso fresco a CC = 5.300 kg

PSS = Peso suelo seco = 5.100 kg

AR = Agua retenida = (PF_{cc}-PSS)

AR = (5.300 – 5.100) Kg = 200 g \cong 200 ml

La semana cuatro después del trasplante se procede a realizar las evaluaciones de los parámetros morfométricos tales como altura de planta (cm), número de hojas y diámetro de tallo (cm) (Tabla 07), (Figura 12). Los datos procesados estadísticamente fueron los de la última evaluación registrada a los 258 días a partir del cultivo.



Figura 12. Evaluaciones de parámetros morfométricos de altura de planta(cm), número de hojas y diámetro de tallo (cm).

La semana cinco después del trasplante, se inicia la aplicación de productos como el fungicida químico Benlate 50 WP (1g/litro de agua); tres aplicaciones indistintas durante el ciclo del cultivo, fertilizantes químicos como fosfato di amónico (1g/planta), sulfato de potasio (1g/planta), sulfato de amonio (2g/planta) y urea (10g/planta) o foliar (6g/litro de agua) aplicados una vez cada dos semanas y fertilizante orgánico como el ácido húmico (125ml/300 plantas) aplicado antes del trasplante.

La semana siete después del trasplante, a horas de la mañana se observó accesiones marchitas, muchas de ellas con necrosis foliar y quemaduras graves, del total de accesiones se calculó un 24 % de mortandad. Para determinar la causa del problema se llevó una muestra de cinco plantas dañadas al laboratorio de fitopatología de la E.E.A Donoso, Huaral, en la que se descartó la presencia de hongos, sin embargo, se sostuvo la hipótesis de que la última aplicación de fertilizantes (urea principalmente) se realizó en concentración alta, lo que causó la mortandad de las diferentes accesiones de ají.

En la semana ocho después del trasplante en la etapa de ántesis se da inicio a la aplicación de los tratamientos con diferentes niveles de estrés hídrico, que fueron de 100, 90, 80 y 70% de volumen de agua aplicada, con 200, 180, 160 y 140 ml de agua respectivamente; el volumen de agua aplicada en el nivel al 100% es en función al cálculo realizado para determinar la capacidad de campo CC, agua retenida que resultó 200 ml; agua con pH 7.48, conductividad del agua en nivel medio con 0.66 ds/m, niveles de sodio bajo con 0.84 meq/l y suma total de cationes igual a 6.98 (Figura 28). Las aplicaciones se realizaron diariamente y en los cuatro niveles de estrés hídrico hasta la etapa de cosecha (Tabla 8) y (Figura 13).



Figura 13. Aplicación de riego según los niveles de estrés hídrico.

En la semana 13 después del trasplante se dio inicio a la primera cosecha y la posterior evaluación de frutos como se muestra en la Figura 14 y 15; en el que se evaluó parámetros productivos como N° de frutos, longitud de fruto (cm), diámetro de fruto (cm) y rendimiento (kg/ha); datos registrados en la Tabla 7, para calcular matemáticamente el rendimiento se usó el distanciamiento entre surcos y entre plantas a condiciones de campo (Tabla 10).



Figura 14. Cosecha de frutos de *Capsicum sp.*

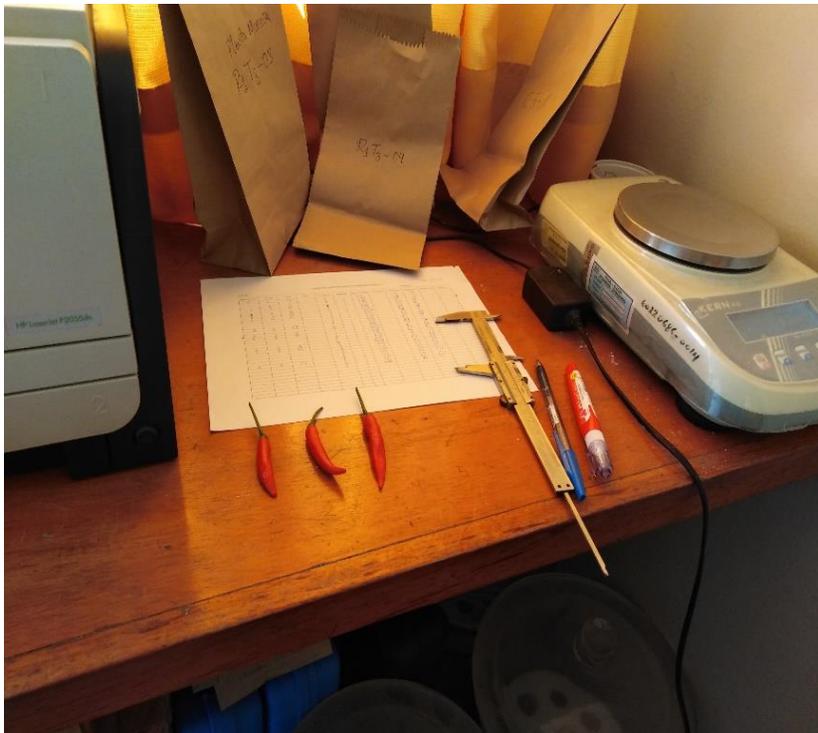


Figura 15. Evaluación de parámetros productivos

3.2. Técnicas para el procesamiento de la información

3.2.1. Técnica para la obtención de datos

Se recogieron los datos de evaluaciones de diferentes variables incluido el rendimiento, para ello se evaluaron los parámetros morfométricos, cabe resaltar que se inició el tratamiento de estrés en la etapa fenológica de inicio de floración, evaluando así y en función a la cosecha los parámetros productivos. Con la información obtenida al final del experimento se hicieron las evaluaciones del análisis de varianza (ANOVA) y para la equiparación se empleó la prueba de Scott-Knott con un nivel de significancia de 5%, todo realizado en el programa estadístico SISVAR 5.6.

3.2.2. Instrumentos para la obtención de datos

Campo

- Carretillas
- Lampas
- Tamiz
- Caldero
- Balanzas
- Bolsas de polietileno color negro

Invernadero

- Malla para piso de las camas
- Tableros de oficina y de pizarra
- Lapiceros, lápices y plumones
- Reglas en cm y wincha
- Vernier en mm
- Cámaras fotográficas
- Jarras pequeñas en ml
- Bolsas de papel
- Termohigrómetro
- Sensor de la humedad y temperatura del suelo
- Formatos de medición

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

4.1.1. Descripción de cuadrados medios (CM) para las variables evaluadas

En el análisis estadístico de las variables evaluadas, se evidenció diferencias estadísticas para la interacción entre niveles de estrés hídrico (E) y accesiones (A) de *Capsicum sp* peruano, asimismo en la Tabla 4 también, se muestra el nivel de confiabilidad de los resultados; el cual es favorable para el caso de las variables de altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT), longitud de fruto (LF) y diámetro de fruto (DF) los cuales tienen un coeficiente de variabilidad (CV%) menor al 15%, sin embargo, para las variables de número de frutos (NF) y rendimiento (Rdto) en Kg/ha tienen un coeficiente de variabilidad (CV%) alrededor de 40%.

En la Tabla 4, se observa también los datos de las variables evaluadas y según el análisis para la variable AP; en la fuente de variación estrés (E), accesión (A) e interacción (E*A) se ha presentado diferencias estadísticas. En el caso de la fuente de variación bloque no se ha presentado diferencias estadísticas. El coeficiente de variabilidad es de 11.61%.

Para la variable diámetro de tallo (DT); en la fuente de variación bloque, accesión (A) e interacción (E*A) se ha presentado diferencias estadísticas. En el caso de la fuente de variación estrés (E) no se ha presentado diferencias estadísticas. El coeficiente de variabilidad es de 13.04%.

Para la variable número de frutos (NF); en la fuente de variación estrés (E), accesión (A) e interacción (E*A) se ha presentado diferencias estadísticas. En el caso de la fuente de variación bloque no se ha presentado diferencias estadísticas. El coeficiente de variabilidad es de 49.06%.

Para la variable longitud de fruto (LF); en la fuente de variación estrés (E), accesión (A) e interacción (E*A) se ha presentado diferencias estadísticas. En el caso de la fuente de variación bloque no se ha presentado diferencias estadísticas. El coeficiente de variabilidad es de 9.71%.

Para la variable diámetro de fruto (DF); en la fuente de variación estrés (E), accesión (A) e interacción (E*A) se ha presentado diferencias estadísticas. En el caso de la fuente de variación bloque no se ha presentado diferencias estadísticas. El coeficiente de variabilidad es de 7.34%.

Para la variable rendimiento (Rdto) en kg/ha; en la fuente de variación accesión (A) e interacción (E*A) se ha presentado diferencias estadísticas. En el caso de la fuente de variación bloque y estrés (E) no se ha presentado diferencias estadísticas. El coeficiente de variabilidad es de 39.97%.

Tabla 4

Cuadrados medios para altura de planta (AP), número de hojas (NH), diámetro de tallo (DT), número de frutos (NF), longitud de fruto (LF), diámetro de fruto (DF) y rendimiento (Rdto).

FV	GL	Cuadrados medios (CM)					
		AP	DT	NF	LF	DF	Rdto
Bloque	2	11,69	0,04*	6,62	0,23	0,02	14029,64
Estrés (E)	3	160,59*	0,01	48,51*	5,97**	0,7**	154607,5
Accesión (A)	4	213,31**	0,02*	693,06**	101,11**	45,8**	2413466,29**
E*A	12	62,53*	0,02*	53,83**	6,31**	0,77**	401086,35**
Error	38	27,85	0,01	11,74	0,19	0,03	91819,95
Total	59	--	--	--	--	--	--
CV (%)	--	11,61	13,04	49,06	9,71	7,34	39,97

*: significativo al 0,05; **: significativo al 0,01 de probabilidades.

4.1.2. Altura de planta (cm)

En la Figura 16 se muestra los resultados de la prueba Scott- Knott al 5% para altura de planta (cm), para los niveles de estrés hídrico (E) dentro de las accesiones (A) de *Capsicum sp* en la cual se observa que en los niveles de las accesiones de *Capsicum sp*, a₁ (accesión 16), a₃ (accesión 147), a₄ (accesión 167) y a₅ (accesión 340) no hubo diferencia significativa para altura de planta entre los diferentes niveles de estrés hídrico; sin embargo, en la accesión de *Capsicum sp* a₂ (accesión 17) se observa diferencia significativa para altura de planta entre los niveles de estrés hídrico e₂ (90% volumen de agua aplicada) y e₃ (80% volumen de agua aplicada).

Se observa de igual forma que en el nivel de accesión de *Capsicum sp*. a₁ (accesión 16) con el tratamiento e₁ (100% volumen de agua aplicada) se encontró el valor más bajo (35.23 cm) para altura de planta; y en la accesión de *Capsicum sp*. a₂ (accesión 17) en el tratamiento e₃ (80% nivel de agua aplicada) se tiene el valor más alto (63.6 cm) para altura de planta.

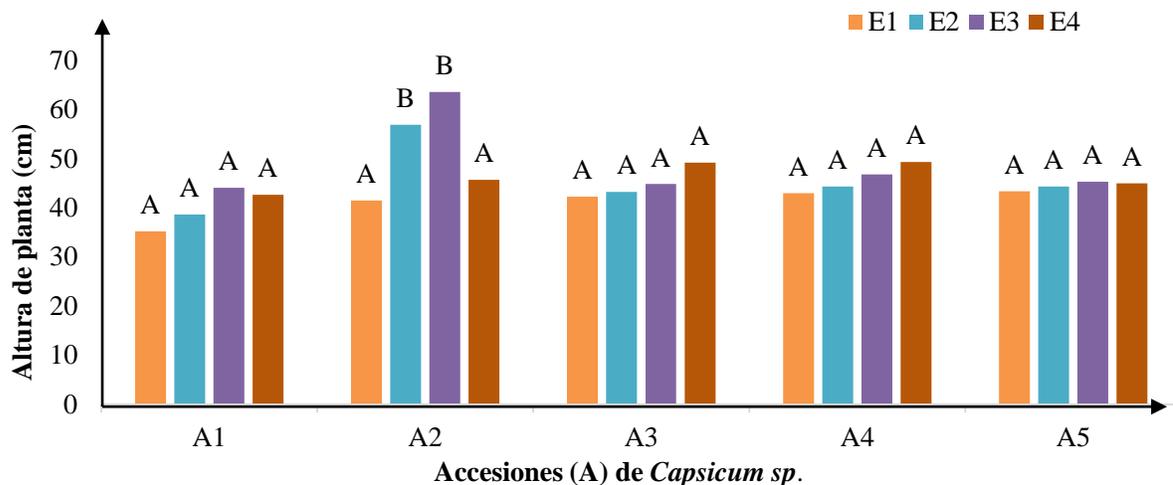


Figura 16. Prueba de Scott Knott al 5% para altura de planta, para niveles de estrés hídrico dentro de los niveles de accesiones de *Capsicum sp.*

En la Figura 17 se presenta los resultados de la prueba Scott- Knott al 5% para altura de planta, para los niveles de accesiones (A) de *Capsicum sp* dentro de los diferentes niveles de estrés hídrico en la cual se observa que en los niveles de estrés hídrico e₁ (100% volumen de agua aplicada) y e₄ (70% volumen de agua aplicada) no hubo diferencia significativa para altura de planta entre los diferentes niveles de accesiones de *Capsicum sp*; sin embargo, para los niveles de estrés hídrico e₂ (90% volumen de agua aplicada) y e₃ (80% volumen de agua aplicada) se observa diferencia significativa para altura de planta entre los niveles de accesiones de *Capsicum sp*; a₂ (accesión 17) en ambos niveles de estrés hídrico (90 y 80% volumen de agua aplicada)

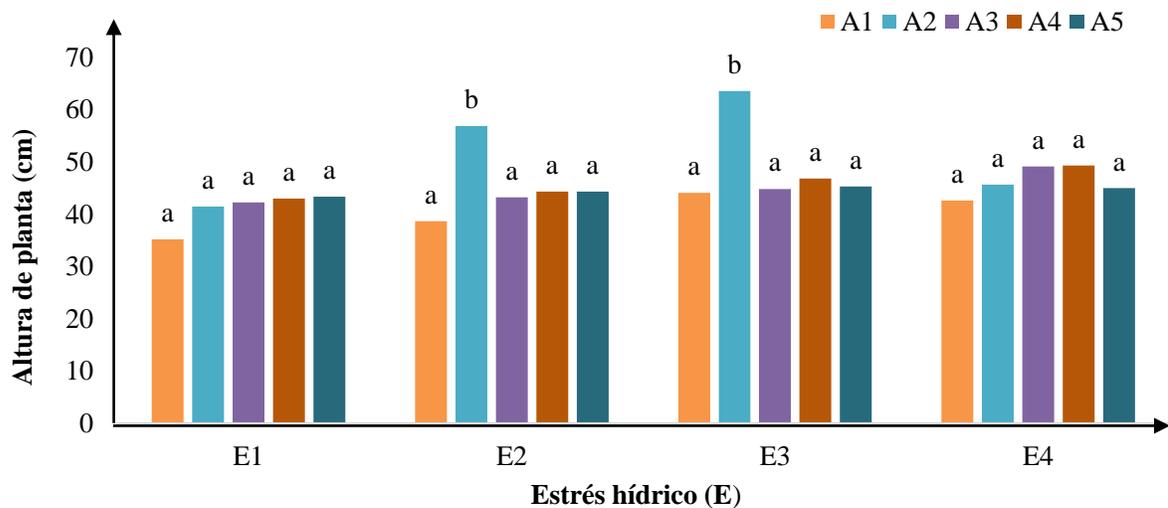


Figura 17. Prueba de Scott Knott al 5% para altura de planta, para niveles de accesiones de *Capsicum sp* dentro de los diferentes niveles de estrés hídrico.

4.1.3. Número de hojas

En la Tabla 5 se muestra los resultados de la prueba Scott- Knott al 5% para número de hojas, entre niveles de estrés hídrico (E), en la cual se observa que e₄ (70% volumen de agua aplicada) y e₃ (80% volumen de agua aplicada) son estadísticamente iguales, así como el nivel de estrés hídrico e₁ (100% volumen de agua aplicada) y e₂ (90% volumen de agua aplicada) también son estadísticamente iguales. Sin embargo, entre estos grupos existe diferencia significativa para número de hojas.

Tabla 5

Prueba de Scott Knott al 5% para número de hojas, entre niveles de estrés hídrico.

Estrés	Número de hojas	
70% volumen de agua aplicada	24,40	A
80% volumen de agua aplicada	20,60	A
90% volumen de agua aplicada	17,27	B
100% volumen de agua aplicada	14,67	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En la Tabla 6 se muestra los resultados de la prueba Scott- Knott al 5% para número de hojas, entre las accesiones (A) de *Capsicum sp*, en la cual se observa que las accesiones a₂ (accesión 17), a₃ (accesión 147) y a₄ (accesión 167) son estadísticamente iguales, sin embargo, estas difieren de la a₅ (accesión 340) y a₁ (accesión 16) existiendo entre ellas diferencia significativa para número de hojas.

Tabla 6

Prueba de Scott-Knott al 5% para número de hojas entre Accesiones de Capsicum sp.

Accesión	Número de hojas	
340	29,08	A
147	18,50	B
167	18,00	B
17	18,00	B
16	12,58	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.1.4. Diámetro de tallo

En la Figura 18 se muestra los resultados de la prueba Scott- Knott al 5% para diámetro de tallo (cm), para los niveles de estrés hídrico (E) dentro de las accesiones (A) de *Capsicum sp* en la cual se observa que en los niveles de las accesiones de *Capsicum sp*, a₁ (accesión 16), a₃ (accesión 147), a₄ (accesión 167) y a₅ (accesión 340) no hubo diferencia significativa para diámetro de tallo entre los diferentes niveles de estrés hídrico; sin embargo, en la accesión de *Capsicum sp* a₂ (accesión 17) se observa diferencia significativa para diámetro de tallo entre los niveles de estrés hídrico e₂ (90% volumen de agua aplicada) y e₃ (80% volumen de agua aplicada).

Se observa de igual forma que en el nivel de accesión de *Capsicum sp*. a₂ (accesión 17) con el tratamiento e₄ (70% volumen de agua aplicada) se encontró el valor más bajo (0.47 cm) para diámetro de tallo; y en la accesión de *Capsicum sp*. a₁ (accesión 16) en el tratamiento e₃ (80% nivel de agua aplicada) se tiene el valor más alto (0.8 cm) para diámetro de tallo.

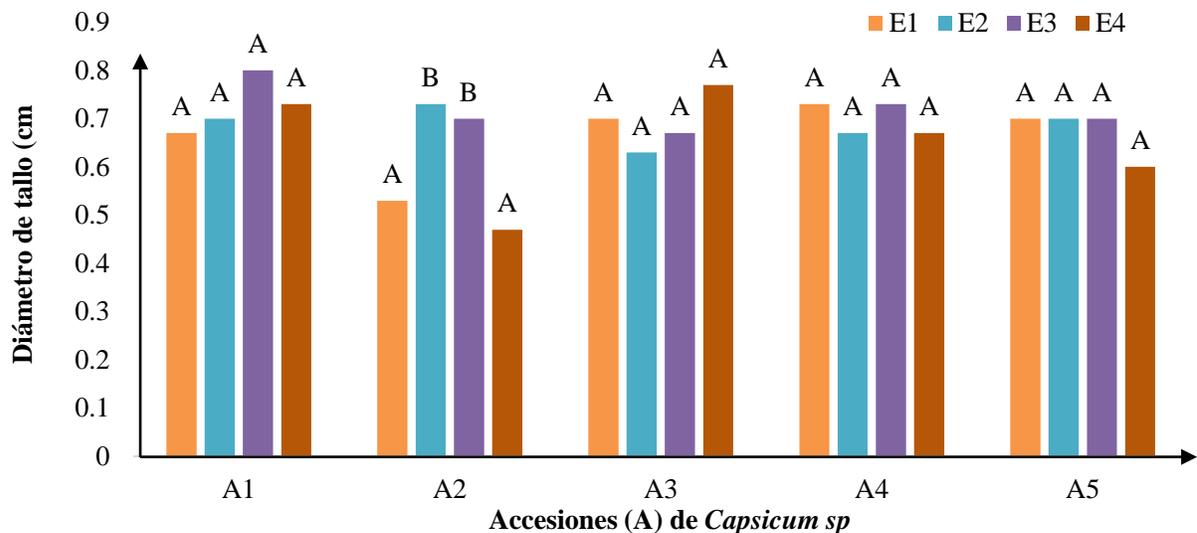


Figura 18. Prueba de Scott Knott al 5% para diámetro de tallo, para niveles de estrés hídrico dentro de los niveles de accesiones de *Capsicum sp*.

En la Figura 19 se presenta los resultados de la prueba Scott- Knott al 5% para diámetro de tallo, para los niveles de accesiones (A) de *Capsicum sp* dentro de los diferentes niveles de estrés hídrico en la cual se observa que en los niveles de e₂ (90% volumen de agua aplicada) y e₃ (80% volumen de agua aplicada) no hubo diferencia significativa para diámetro de tallo entre los diferentes niveles de accesiones de *Capsicum sp*; sin embargo, para los niveles de estrés hídrico e₁ (100% volumen de agua aplicada) en el nivel de accesión; a₂ (accesión 17) y en el nivel de estrés hídrico e₄ (70% volumen de agua aplicada) en los niveles de accesiones a₂ (accesión 17) y a₅ (accesión 340) se observa diferencia significativa para diámetro de tallo.

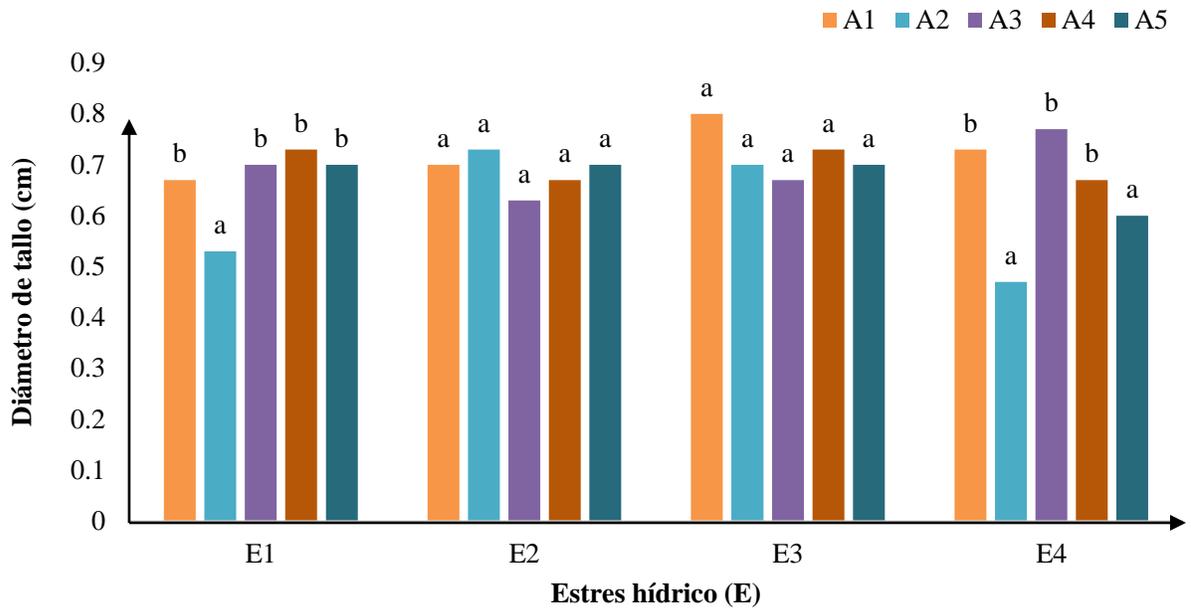


Figura 19. Prueba de Scott Knott al 5% para diámetro de tallo, para niveles de accesiones de *Capsicum sp.* dentro de los diferentes niveles de estrés hídrico.

4.1.5. Número de frutos

En la Figura 20 se muestra los resultados de la prueba Scott- Knott al 5% para número de frutos, para los niveles de estrés hídrico (E) dentro de las accesiones (A) de *Capsicum sp* en la cual se observa que en los niveles de las accesiones de *Capsicum sp*, a₁ (accesión 16), a₂ (accesión 17), a₃ (accesión 147) y a₄ (accesión 167) no hubo diferencia significativa para número de frutos entre los diferentes niveles de estrés hídrico; sin embargo, en la accesión de *Capsicum sp* a₅ (accesión 340) se observa diferencia significativa para número de frutos entre los niveles de estrés hídrico e₂ (90% volumen de agua aplicada), e₃ (80% volumen de agua aplicada) y e₄ (70% volumen de agua aplicada).

Se observa de igual forma que en el nivel de accesión de *Capsicum sp.* a₁ (accesión 16), en los tratamientos e₁, e₂, e₃ y e₄ (100, 90, 80, 70% volumen de agua aplicada) respectivamente, se encontró el valor más bajo (1.00) para número de frutos; y en la accesión de *Capsicum sp.* a₅ (accesión 340) en el tratamiento e₃ (80% nivel de agua aplicada) se tiene el valor más alto (27.67) para número de frutos.

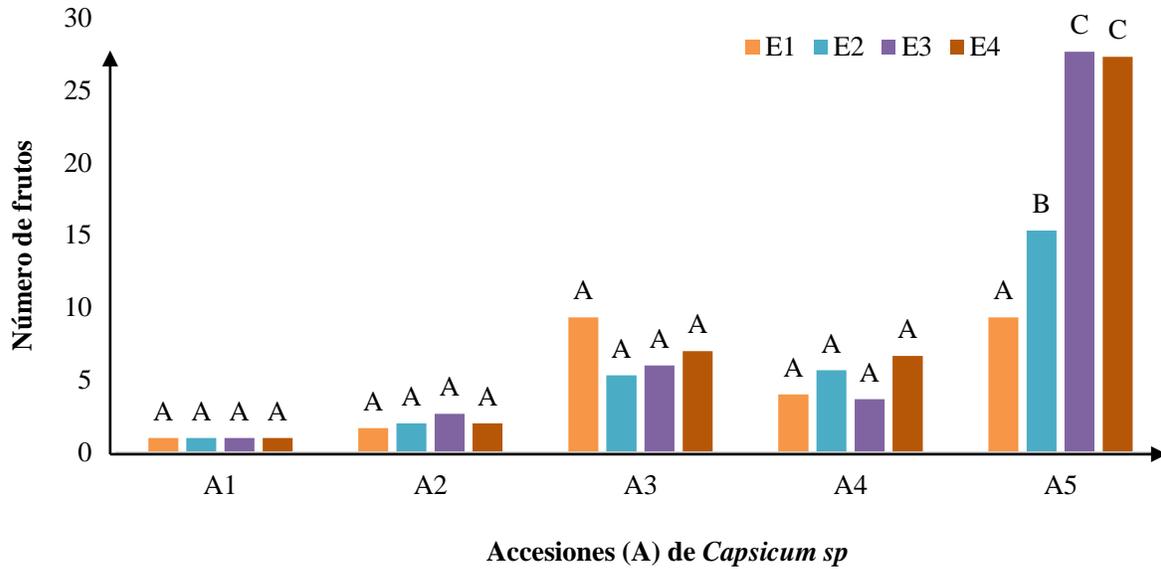


Figura 20. Prueba de Scott Knott al 5% para número de frutos, para niveles de estrés hídrico dentro de los niveles de accesiones de *Capsicum sp.*

En la Figura 21 se presenta los resultados de la prueba Scott- Knott al 5% para número de frutos, para los niveles de accesiones (A) de *Capsicum sp* dentro de los diferentes niveles de estrés hídrico en la cual se observa que en e₁ (100% volumen de agua aplicada) en los niveles de accesión; a₃ (accesión 147) y a₅ (accesión 340), en e₂ (90% volumen de agua aplicada) en la accesión 340 (a₅), así también en e₃ (80% volumen de agua aplicada) en la accesión 340 (a₅) y por último en e₄ (70% volumen de agua aplicada) en los niveles de accesión; a₃ (accesión 147), a₄ (accesión 167) y a₅ (accesión 340) se observa diferencia significativa para número de frutos.

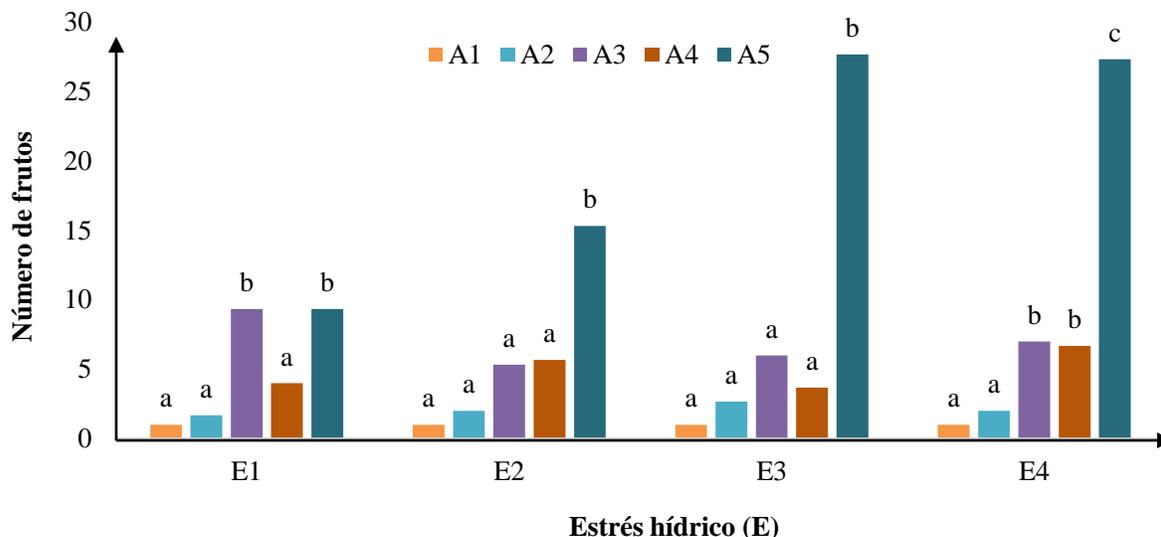


Figura 21. Prueba de Scott Knott al 5% para número de frutos, para niveles de accesiones de *Capsicum sp* dentro de los diferentes niveles de estrés hídrico.

4.1.6. Longitud promedio de fruto (cm)

En la Figura 22 se muestra los resultados de la prueba Scott- Knott al 5% para longitud promedio del fruto (cm), para los niveles de estrés hídrico (E) dentro de las accesiones (A) de *Capsicum sp* en la cual se observa que en los niveles de las accesiones de *Capsicum sp*, a₃ (accesión 147), y a₄ (accesión 167) no hubo diferencia significativa para longitud promedio del fruto entre los diferentes niveles de estrés hídrico; sin embargo, en la accesión de *Capsicum sp* a₁ (accesión 16) en los niveles de estrés hídrico; e₁ (100% volumen de agua aplicada) y e₄ (70% volumen de agua aplicada) y en a₂ (accesión 17) en los niveles de estrés hídrico; e₁ (100% volumen de agua aplicada), e₂ (90% volumen de agua aplicada) y e₄ (70% volumen de agua aplicada) se observa diferencia significativa para longitud promedio del fruto entre los múltiples niveles de estrés hídrico.

Se observa de igual manera que en el nivel de accesión de *Capsicum sp*. a₃ (accesión 147), en el tratamiento e₃ (80 % volumen de agua aplicada) se encontró el valor más bajo (1.63 cm) para longitud promedio de fruto; y en la accesión de *Capsicum sp*. a₂ (accesión 17) en el tratamiento e₂ (90% nivel de agua aplicada) se tiene el valor más alto (11.26 cm) para longitud promedio de fruto.

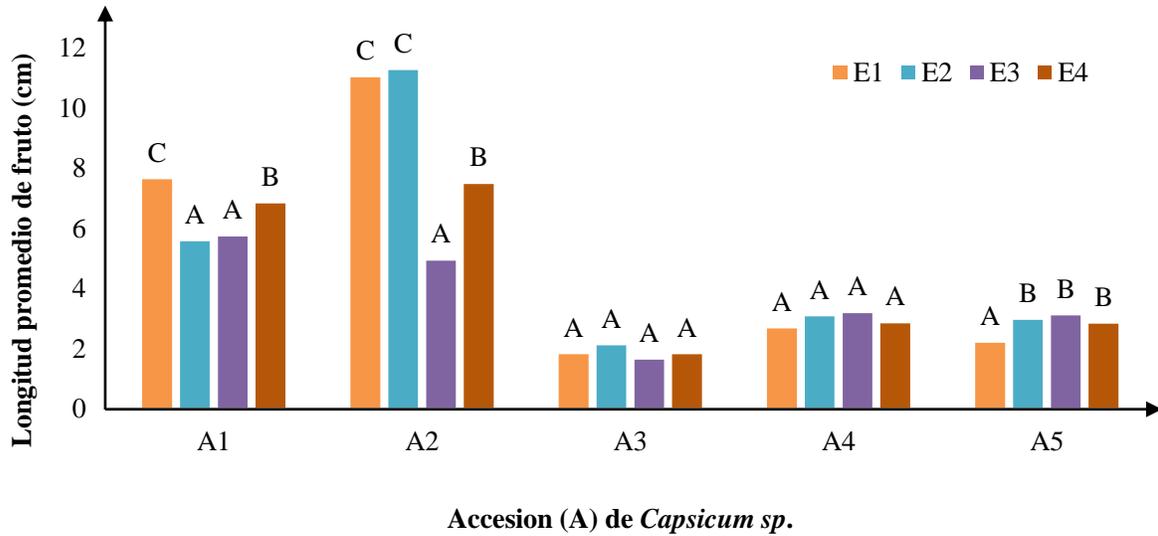


Figura 22. Prueba de Scott Knott al 5% para longitud promedio de frutos en cm, para niveles de estrés hídrico dentro de los niveles de accesiones de *Capsicum sp.*

En la Figura 23 se presenta los resultados de la prueba Scott- Knott al 5% para longitud promedio de fruto (cm), para los niveles de accesiones (A) de *Capsicum sp* dentro de los diferentes niveles de estrés hídrico (E) en la cual se observa que, e₁ (100% volumen de agua aplicada) en los niveles de accesión; a₁ (accesión 16) y a₂ (accesión 17), y en los niveles de estrés e₂, e₃, y e₄ (90, 80 y 70% volumen de agua aplicada) respectivamente, con las accesiones 16, 17, 167 y 340 (a₁, a₂, a₄ y a₅) respectivamente, se observa diferencia significativa para longitud promedio de fruto.

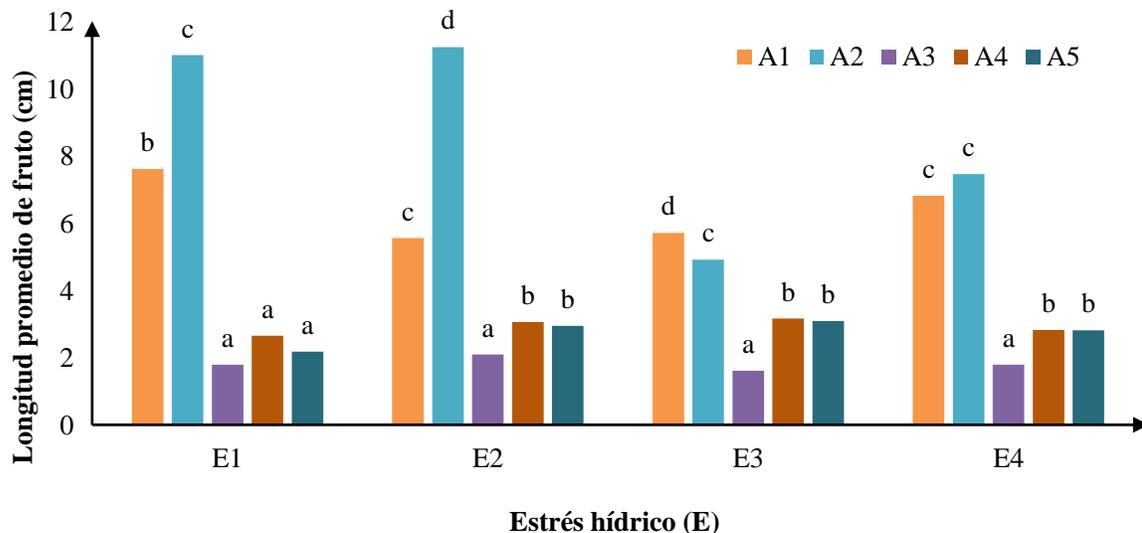


Figura 23. Prueba de Scott Knott al 5% para longitud promedio de fruto, para niveles de accesiones de *Capsicum sp* dentro de los diferentes niveles de estrés hídrico.

4.1.7. Diámetro promedio de fruto

En la Figura 24 se muestra los resultados de la prueba Scott- Knott al 5% para diámetro promedio del fruto (cm), para los niveles de estrés hídrico (E) dentro de las accesiones (A) de *Capsicum sp* en la cual se observa que en los niveles de las accesiones, a₄ (accesión 167), y a₅ (accesión 340) no hubo diferencia significativa para diámetro promedio del fruto entre los diferentes niveles; sin embargo, en las accesión de *Capsicum sp* a₁ (accesión 16) en los niveles de estrés hídrico; e₁ (100% volumen de agua aplicada), e₂ (90% volumen de agua aplicada) y e₃ (80% volumen de agua aplicada), a₂ (accesión 17) en los niveles de estrés hídrico; e₁ (100% volumen de agua aplicada) y e₂ (90% volumen de agua aplicada) y por último la a₃ (accesión 147) en los niveles de estrés hídrico; e₂ (90% volumen de agua aplicada) y e₄ (70% volumen de agua aplicada) se observa diferencia significativa para diámetro promedio del fruto entre los diferentes niveles de estrés hídrico.

Se observa de igual forma que en el nivel de accesión de *Capsicum sp*. a₅ (accesión 340), en el tratamiento e₃ (80 % volumen de agua aplicada) se encontró el valor más bajo (0.84 cm) para diámetro promedio de fruto; y en la accesión de *Capsicum sp*. a₁ (accesión 16) en el tratamiento e₁ (100% nivel de agua aplicada) se tiene el valor más alto (7.43 cm) para diámetro promedio de fruto.

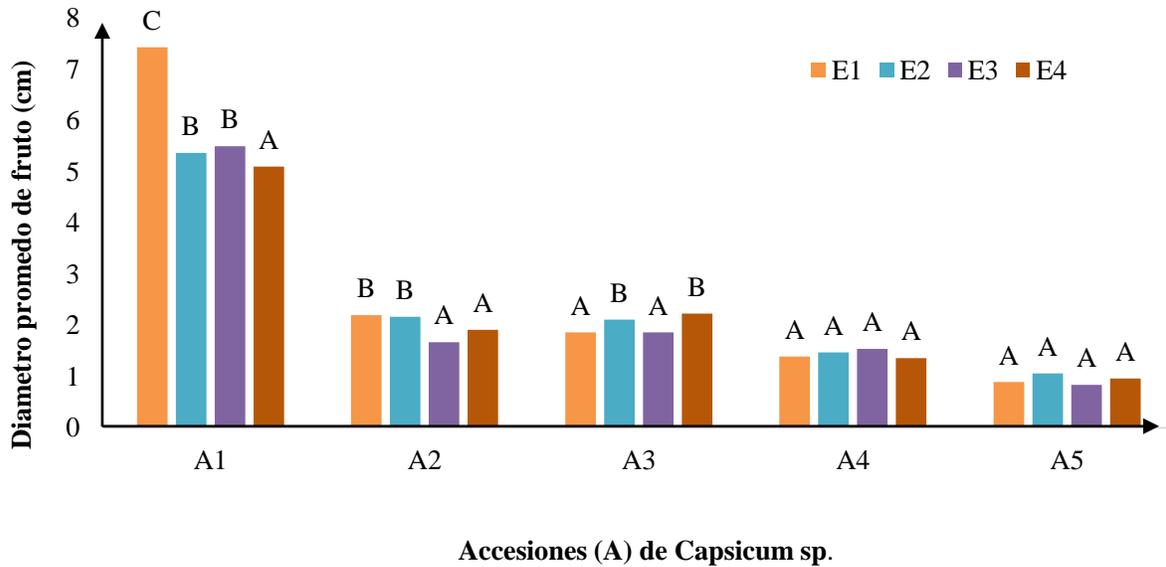


Figura 24. Prueba de Scott Knott al 5% para diámetro promedio de frutos en cm, para niveles de estrés hídrico dentro de los niveles de accesiones de *Capsicum sp.*

En la Figura 25 se presenta los resultados de la prueba Scott-Knott al 5% para diámetro promedio de fruto (cm), para los niveles de accesiones (A) de *Capsicum sp* dentro de los diferentes niveles de estrés hídrico (E) en la cual se observa que en todos hay diferencia significativa para diámetro promedio de fruto.; e₁, e₂, e₃ y e₄ (100, 90, 80 y 70% volumen de agua aplicada) respectivamente, todos con las accesiones 16, 17, 147, 167 y 340 (a₁, a₂, a₃, a₄ y a₅) respectivamente. En el nivel de estrés hídrico e₂ (90 % volumen de agua aplicada) las accesiones a₂ (accesión 17) y a₃ (accesión 147) y en e₃ (80 % volumen de agua aplicada) las accesiones a₂ (accesión 17), a₃ (accesión 147) y a₄ (accesión 167) son estadísticamente iguales.

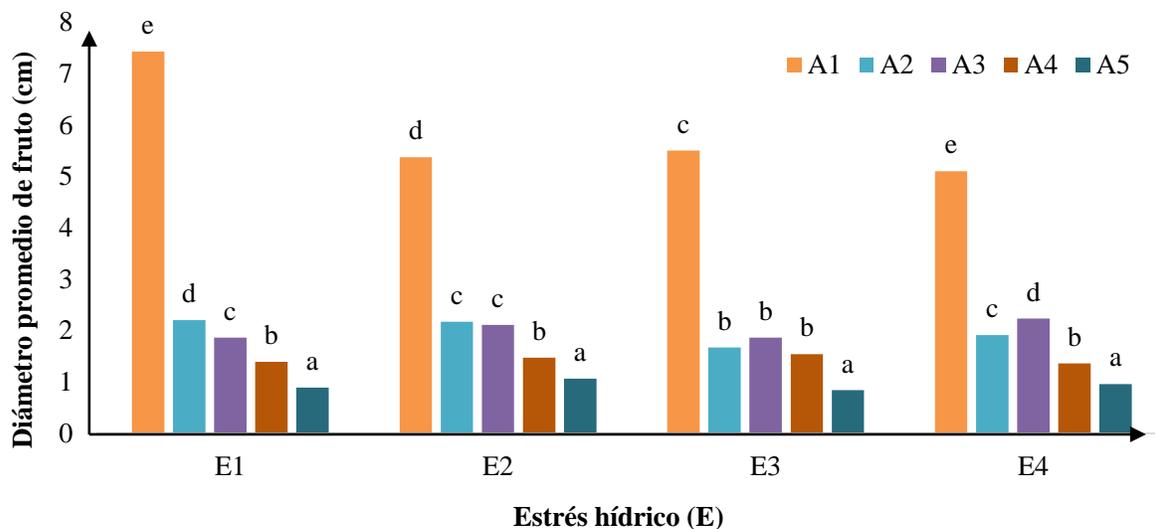


Figura 25. Prueba de Scott Knott al 5% para diámetro promedio de fruto, para niveles de accesiones de *Capsicum sp* dentro de los diferentes niveles de estrés hídrico.

4.1.8. Rendimiento Kg/ha

En la Figura 26 se muestra los resultados de la prueba Scott- Knott al 5% para rendimiento (Kg/ha), para los niveles de estrés hídrico (E) dentro de las accesiones (A) de *Capsicum sp* en la cual se observa que en los niveles de las accesiones, a₂ (accesión 17), a₃ (accesión 147) y a₄ (accesión 167) no hubo diferencia significativa para rendimiento entre los diferentes niveles de estrés hídrico; sin embargo, en las accesión de *Capsicum sp* a₁ (accesión 16) en los niveles de estrés hídrico; e₁ (100% volumen de agua aplicada), e₂ (90% volumen de agua aplicada) y e₄ (70% volumen de agua aplicada), y a₅ (accesión 340) en los niveles de estrés hídrico; e₃ (80% volumen de agua aplicada) y e₄ (70% volumen de agua aplicada) se observa diferencia significativa para rendimiento entre los diferentes niveles de estrés hídrico.

Se observa de igual forma que en el nivel de accesión de *Capsicum sp*. a₅ (accesión 340), en el tratamiento e₁ (100 % volumen de agua aplicada) se encontró el valor más bajo (160.73 Kg/ha) para rendimiento; y en la accesión de *Capsicum sp*. a₁ (accesión 16) en el tratamiento e₁ (100% nivel de agua aplicada) se tiene el valor más alto (2482.08 Kg/ha) para rendimiento.

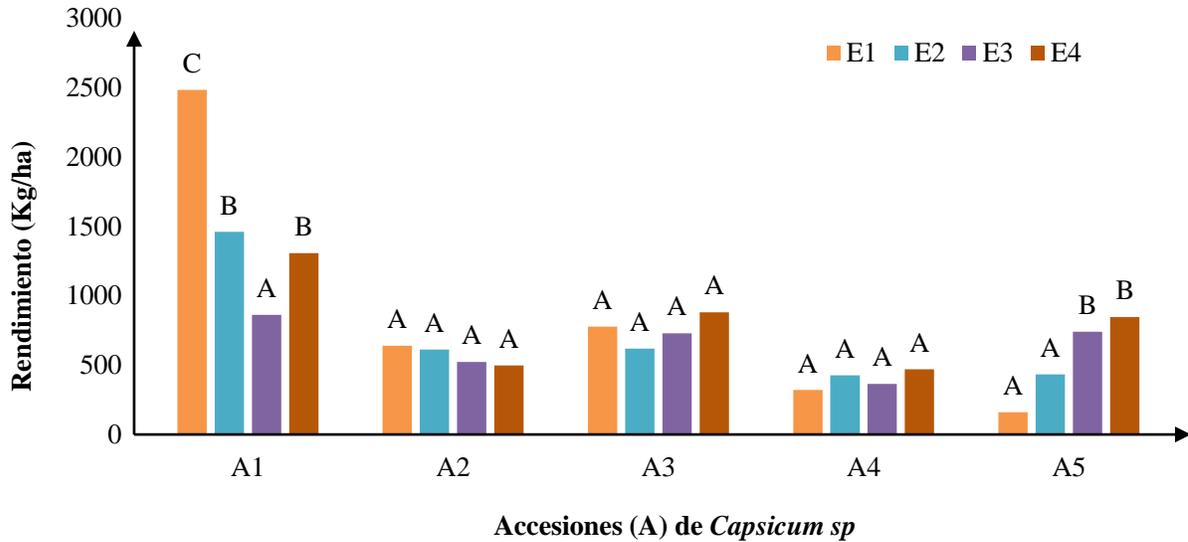


Figura 26. Prueba de Scott Knott al 5% para rendimiento (Kg/ha), para niveles de estrés hídrico dentro de los niveles de accesiones de *Capsicum sp*.

En la Figura 27 se presenta los resultados de la prueba Scott- Knott al 5% para diámetro de tallo, para los niveles de accesiones (A) de *Capsicum sp* dentro de los diferentes niveles de estrés hídrico en la cual se observa que en el nivel de estrés e₃ (80% volumen de agua aplicada) no hubo diferencia significativa para rendimiento entre los diferentes niveles de accesiones de *Capsicum sp*; sin embargo, para los niveles de estrés hídrico e₁ (100% volumen de agua aplicada) en el nivel de accesión; a₁ (accesión 16), a₂ (accesión 17) y a₃ (accesión 147), así también en el nivel de estrés hídrico e₂ (90% volumen de agua aplicada) en la accesión a₁ (accesión 16) y e₄ (70% volumen de agua aplicada) en las accesiones; a₁ (accesión 16), a₃ (accesión 147) y a₅ (accesión 340) se observa diferencia significativa para rendimiento.

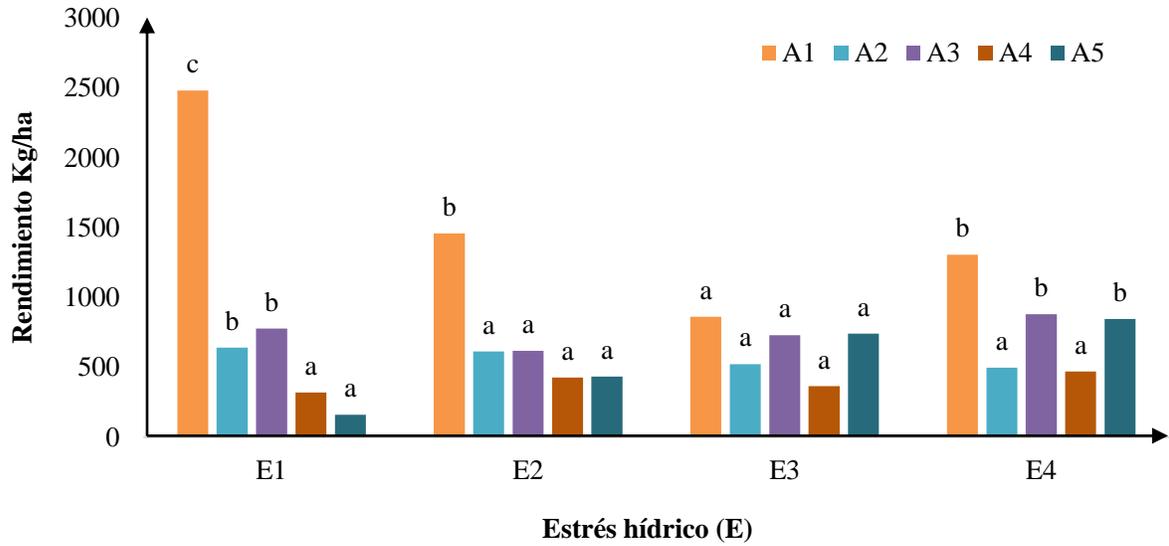


Figura 27. Prueba de Scott Knott al 5% para rendimiento en Kg/ha, para niveles de accesiones de *Capsicum sp* dentro de los diferentes niveles de estrés hídrico.

CAPITULO V. DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos, la accesión 16 o pimiento Aristocrat de la especie *Capsicum annuum L.* y la accesión 340 de la especie *Capsicum Chinense Jacq.* resultaron con diferencias significativas al final de las cosechas, indicando que el efecto sobre el rendimiento en el tratamiento a 100% de volumen de agua aplicada en la accesión 16, fue significativamente favorable comparando con los otros niveles de estrés, y Reche (2010) afirma que el *Capsicum annuum L.* requiere más volúmenes de agua a comparación de otras especies y de no satisfacer su demanda pueden ocasionar marchitamientos de las plantas, y disminución de los rendimientos y según Jaimez (2016) habría una disminución de la producción de frutos entre el 35 al 50% en comparación a riegos completos cada 3 días, así mismo el efecto sobre el rendimiento en el tratamiento a 70% de volumen de agua aplicada en la accesión 340, la que fue significativamente favorable comparado con los otros niveles de estrés; no coincidiendo con lo encontrado por Jaimez et al. (2016) quien afirma que el crecimiento de *Capsicum Chinense* es menor en la medida que el déficit de agua aumenta, pero también asegura que la distribución de asimilados se mantiene constante hasta el momento de producción de frutos, teniendo en cuenta que los volúmenes aplicados en cada tratamiento fueron los mismos para todas las especies estudiadas, siendo según Jaimez (2016) el *Capsicum Chinense* una de las especie que demanda menor volumen de agua en su ciclo vegetativo por sus características morfológicas y productivas. Los resultados de la equiparación entre especies muestran que las plantas de *Capsicum Chinense* no presentaron una diferencia significativa en altura de planta, tallo y desarrollo de hojas al igual que las plantas de *Capsicum annuum L.* bajo el mismo tratamiento, sin embargo se evidencia una diferencia favorable en *Capsicum Chinense* para número de frutos, longitud de fruto y rendimiento, lo cual representa para ésta una garantía de transpiración suficiente para ejecutar sus procesos metabólicos con una aplicación diaria de 140 ml de agua. En altura de planta y diámetro de tallo, la accesión 17 o aji paprika de la especie *Capsicum annuum L. var longum* refleja mejores resultados en el tratamiento a 80% de volumen de agua aplicada (160 ml de agua/día*planta), en altura de planta en comparación con el tratamiento a 100% volumen de agua aplicada la diferencia negativa es de 35% que equivale a 22 cm menos y según Quispe (2016) aplicando riego parcial la reducción en altura de planta fue hasta de 20% indicando que la principal causa puede ser la fecha de inicio de la técnica de riego parcial de

raíces, sin embargo Reche (2010) nos dice que está demostrado que las plantas de *Capsicum spp.* requieren de mayor frecuencia de riego, mas no abundantes volúmenes de agua, y en diámetro de tallo según Nieto *et. al.* (2007) la especie *C. annuum* ha sido transformada morfológicamente optimizándola para su conservación y la obtención de mayores beneficios posteriores a su cultivo, eso implica tallos más gruesos y fuertes, sin embargo, puede haber otros factores que sumado a la genética o la eficiente capacidad de retención de agua hayan favorecido el desarrollo de la planta; como la colocación de la malla Raschel 65% color verde, en la parte superior de las cama baja de los tratamientos al 90% y 80% de volumen de agua aplicada, justamente los tratamientos menos afectados y con mejores resultados.

El volumen de agua administrado a las a las macetas bajo los diferentes niveles de estrés hídrico nos permitió ahorrar 29% de agua. El volumen total de agua demandada por los niveles de estrés hídrico a 100%, 90%, 80% y 70% volumen de agua aplicado fueron 327 litros, 294.3 litros, 261.6 litros y 228.9 litros respectivamente, y según las accesiones en función al rendimiento obtenido se sugiere trabajar los riegos de forma individualizada; es decir para la accesión 16, trabajar con el tratamiento al 100% volumen de agua aplicada, para la accesión 17, accesión 147 y accesión 167, al no haber diferencias significativas se recomienda el tratamiento al 70% volumen de agua y para la accesión 340 por hallarse resultados favorables en riegos de menor volumen de agua, se sugiere el tratamiento a 70% volumen de agua.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Como consecuencia de la investigación se llega a las siguientes conclusiones:

1. La influencia de los tratamientos de estrés hídrico en el rendimiento de las accesiones de *Capsicum sp* peruano, fue parcial dado que tres de las cinco accesiones reaccionaron favorablemente en el tratamiento con nivel de estrés severo con 70% volumen de agua aplicada. Considerando que el volumen total de agua administrada por planta en este nivel de estrés se redujo hasta en 21.6%, mejorando así la eficiencia en su uso, calculada con los resultados de rendimiento y volumen de agua aplicada en comparación con la eficiencia del riego en el tratamiento a nivel del 100% volumen de agua aplicada. Permitiendo así reducir la huella hídrica del cultivo de modo que el agricultor tenga la oportunidad de utilizar ese volumen ahorrado en un área adicional del invernadero.
2. La accesión de *Capsicum sp* peruano con mayor tolerancia al estrés hídrico es la accesión 3 según los resultados (ver figura 23), cabe resaltar que la demanda de agua de esta especie nativa por sus características morfológicas es mucho menor al de otras accesiones también evaluadas, sin embargo dentro de la investigación se concluye determinando que es la accesión que mayor tolerancia tuvo al tratamiento con un mayor rendimiento en el nivel de estrés severo; 70% de volumen de agua aplicado que equivale a 140 ml de agua aplicada diariamente.
3. La influencia de los tratamientos de estrés hídrico en los parámetros morfométricos son:
 - En todas las accesiones de *Capsicum sp* peruano, los tratamientos de estrés hídrico reflejan una diferencia significativa en altura de planta (cm) dado que hay mejores resultados en un nivel de estrés al 80% y 70% de volumen de agua aplicada y los resultados más bajos para altura de planta se reflejan en el estrés al 100% de volumen de agua aplicada.
 - Para número de hojas para las accesiones de *Capsicum sp*, los tratamientos de estrés hídrico reflejan mayor número de hojas en los tratamientos al nivel de 80 y 70%

volumen de agua aplicada, siendo la accesión 340 con mayor número de hojas y la accesión 16 con menor número de éstas.

- Para diámetro de tallo, los tratamientos de estrés hídrico no reflejan una diferencia significativa en diámetro de tallo (cm) para las accesiones 16, 147, 167 y 340, sin embargo, para la accesión 17 de *Capsicum sp* peruano si hay diferencia significativa dado que hay mejores resultados en el nivel de estrés al 90% de volumen de agua aplicada y los resultados más bajos para diámetro de tallo se reflejan en el estrés al 70% de volumen de agua aplicada.

6.2. Recomendaciones

Como consecuencia de la investigación se hace las siguientes recomendaciones:

- Realizar la investigación a nivel de campo agrícola, teniendo en consideración los resultados evidenciados, sobre todo en zonas productoras de *Capsicum sp* peruano. Además de experimentar en otras hortalizas a fin de optimizar los sistemas y volúmenes de riego, ya que con el volumen de agua ahorrado se puede pensar en extender las áreas de terreno cultivables, y usar en ella el agua ahorrada.
- Realizar una continua supervisión agronómica, para evitar situaciones evidentemente desfavorables a causa de un mal manejo de productos químicos, así mismo, para evitar sumar estrés por plagas y otros que afectarían severamente a la planta, hasta podrían causar su deceso.
- Conocer y/o estudiar el cultivo antes de realizar el experimento, ya que es importante saber cada etapa de su periodo vegetativo y la época en la que coincide cada una de ellas, y considerar en que estación del año es conveniente iniciar con esta metodología y así evitar que se perjudique el rendimiento.

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS

- Chaves Barrantes Néstor & Gutiérrez Soto Marco (2017). *Respuesta al estrés por calor en los cultivos. I. Aspectos moleculares, bioquímicos y fisiológicos*. DOI: 10.15517/am.v28il.21903
- Dimary Libreros, M. v. (2013). *Catálogo de ajies (Capsicum spp.) peruanos promisorios conservados en el banco de semillas del INIA-Perú*. Bioersivity Internacional, 51. Recuperado de https://www.bioersivityinternational.org/fileadmin/user_upload/online_library/publications/pdfs/Cat%C3%A1logo_de_aj%C3%ADes_Capsicum_spp._peruanos_promisorios_conservados_en_el_banco_de_semillas_del_INIA_-_Per%C3%BA_1728.pdf
- Duran, Ramos, Alvarado, & Altamirano. (2021). *Evaluación del índice de estrés hídrico de cultivos (IEHC) en ají (Capsicum) bajo riego por goteo en las condiciones áridas de la costa norte del Perú*. Scientia Agropecuaria, 09. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v12n4/2077-9917-agro-12-04-481.pdf>
- FAO. (1996). *Ecología y enseñanza rural. Adaptación al cambio climático*. Estudio FAO Montes 131. Recuperado de <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/5139>
- FAO. (2013). *Afrontar la escasez de agua, problemática a nivel mundial*. Roma: publications-sales@fao.org. Recuperado de <https://www.fao.org/3/i3015s/i3015s.pdf>
- FAO, UNALM. (2016). *Guía de cultivo de la Quinoa*. UNALM, 130. Recuperado de <https://www.fao.org/3/i5374s/i5374s.pdf>
- Farhan, A., Tariq, M., Muhammad, A., Saeed, A., & Maalik, A. (21 de Marzo de 2014). *Importancia farmacológica de una planta etnobotánica: Capsicum annuum L*. Taylor & Francis Group, 10. Recuperado de <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/10/916684/plantas-medicinales-de-los-andes-y-la-amazonia-la-flora-magica-Qa3dgqr.pdf>
- García, P. M., Puppo, L., Hayashi, R., & Morales, P. (2013). *Metodología para determinar los parámetros hídricos*. Montevideo: Facultad de Agronomía, Departamento de Suelos y

- Aguas/Avda. E. Garzón. Recuperado de <http://www.fagro.edu.uy/~hidrologia/riego/Metodologia%20para%20determinar%20los%20parametros%20hidricos%20de%20un%20suelo%20a%20campo.pdf>
- INIA. (2016). *Manual Técnico de manejo del cultivo de aji paprika*. Lima: Unidad de Medios y Comunicación Técnica INIA.
- INIA-Carillanca. (2015). *Pimiento y Ají*. *BOLETÍN INIA N° 411(411)*, 61. Recuperado de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6818/Capitulo%203.%20Pimiento%20y%20Ajies.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Isabel, A. S., & Antonio, P. T. (2008). *Evaluación de calidad y rendimiento en la extracción y caracterización de Oleorresina de Ají Paprika (Capsicum annuum L.): Papriking y Sonora*. Tesis de pregrado, Huancayo. Recuperado de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3198/Alarco%20Santiva%20c3%b1ez-Pati%20c3%b1o%20Tataje.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jaimez, R. E. (2016). *Crecimiento y distribución de la materia seca en aji Dulce bajo condiciones de déficit de agua*. *Agronomía Tropical*, 189-200. Recuperado de [file:///D:/Downloads/2000jaimezcrecimiento%20\(5\).pdf](file:///D:/Downloads/2000jaimezcrecimiento%20(5).pdf)
- Luna, F. W., Estrada, M. H., Jiménez, O. J., & Pinzón, L. L. (2012). *Efectos del estrés hídrico sobre el crecimiento y eficiencia del uso del agua en plantulas de tres especies arbóreas caducifolias*. *Terra Latinoam*, 12. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792012000400343
- Méndez, S. A. (2013). *Efectividad de aminoácidos en la producción y postcosecha de Calabacita Zucchini bajo condiciones de estrés hídrico*. Tesis, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. Recuperado de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5854/T19822%20MENDEZ%20SANCHEZ%20C%20AUGUSTO%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nieto-Garibay, A., Troyo-Dieguez, E., & Pimienta-Barrios, E. (Junio de 2007). *Respuesta de variables morfológicas al déficit hídrico de dos especies de chile (Capsicum fretescens*

- L.* y *Capsicum annuum L.*, SOLANACEAE). Scientia CUCBA, 84. Recuperada de file:///D:/Downloads/Respuesta_de_variables_morfometricas_al.pdf
- Nuez, F. Gil Ortega, J. Costa,. (1996). *El cultivo de pimientos, chiles y ajés. Madrid-España: Ediciones Mundi-Prensa.*
- ONU-DAES. (2015). *Decenio Internacional para la acción "El agua fuente de vida". Decenio del agua, Naciones Unidas.* Recuperada de <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/>
- Quispe, A. C. (2016). *Aplicación del riego parcial bajo el sistema por gravedad en aji panca (Capsicum Chinense) y aji escabeche (Capsicum Baccatum l.var pendulum) en el valle de Mala. Tesis de ingeniería.* Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2000/F06-Q88-T.pdf?sequence=1>
- Rázuri, R. L., Pérez, A. T., Hernandez, D. J., & Rosales, G. J. (Enero-Junio de 2009). *Manejo del agua en el cultivo de ají (Capsicum chinense jacq) a través de tensiometros y tina de evaporación, utilizando riego localizado. VIII, 16.* Recuperado de <http://www.revenicyt.ula.ve/storage/repo/ArchivoDocumento/academia/v8n15/articulo1.pdf>
- Reche Marmol, J. (2010). *Cultivo del pimiento dulce en invernadero. Agricultura, estudios e informes técnicos, 292.* Recuperado de https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160265Cultivo_Pimiento_Invernadero.pdf
- Rios, O. M. (2017). *Caracterización agromorfológica de diez selecciones de Ají escabeche (Capsicum baccatum var. pendulum), bajo condiciones de la Molina. Título de pregrado, Lima, Perú.* Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2831/F01-R567-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rosario Rojas, Kirti Patel, Candy Ruiz, Rosa Calderón, Edgard Asencios, Fredy Quispe, Mavel Marcelo. (2016). *Ajies Nativos Peruanos. Lima, Peru: Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2016-0711.*

- Salazar, C. W. (2018). *Respuesta del cultivo de arroz, CV IR 71706 al estrés hídrico bajo riego por goteo en la UNALM. Tesis de pregrado, Lima, Perú.* Recuperado de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3851/salazar-coronel-wilian.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, C., Diosana, J., Medina, J., Martínez, J., & Martínez, A. (2009). *Requerimiento hídrico del ají dulce (Capsicum annum L.) bajo riego por goteo en el valle del Sinu Medio.* Temas Agrarios, 11-20. Recuperado de <file:///D:/Downloads/Dialnet-RequerimientosHidricosDelAjiDulceCapsicumAnnumLBaj-5002387.pdf>
- Tamara, P. L., & Ducuara, H. J. (2016). *Capacidad de campo y punto de marchitez permanente. Universidad de Sucre, Sucre.* Recuperado de <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/handle/001/239/T631.4786113%20P426.pdf;jsessionid=B390CE623F97371ECC10D94FDB34B733?sequence=2>
- Unidad de Hidrología del Departamento de Suelos y Aguas de la Facultad de Agronomía. (2010). *Agua en el Suelo. Agua en el Suelo, 45.*
- W. Flores Luna, H. E. (2012). *Efecto del estrés hídrico sobre el crecimiento y eficiencia del uso de agua en plántulas de tres especies arbóreas caducifolias.* Terra Latinoamericana, 22. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792012000400343&script=sci_abstract#:~:text=En%20este%20estudio%2C%20el%20estr%C3%A9s,un%20%CE%A8%20de%20%2D3%20MPa
- Yactayo, G. W., & Sánchez, D. M. (2015). *Eficiencia de uso de agua de la papa en respuesta a la aplicación de diferentes niveles de riego utilizando el riego parcial en condiciones de invernadero.* ISSN, 29-37. Recuperado de <file:///D:/Downloads/marilynbuendia,+761-2970-1-CE.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. Datos de campo

Tabla 7

Datos de campo.

Bloque	Estrés	Accesión	AltPlanta	NumHojas	DiamTallo	NumFrutos	Peso Frutos/planta	Longprom delfruto	Diam PromFruto	RdtoTn/ha	RdtoKg/ha
1	1	147	43.00	17.00	0.70	9.00	20.63	1.84	1.90	0.64	644.69
2	1	147	40.50	12.00	0.70	8.00	25.23	1.82	1.84	0.79	788.44
3	1	147	43.30	15.00	0.70	11.00	28.88	1.76	1.84	0.90	902.50
1	1	167	41.50	12.00	0.70	3.00	9.11	2.70	1.50	0.28	284.69
2	1	167	43.00	22.00	0.70	5.00	9.20	2.70	1.30	0.29	287.50
3	1	167	44.50	12.00	0.80	4.00	12.48	2.60	1.37	0.39	390.00
1	1	340	47.50	24.00	0.70	13.00	6.12	2.30	0.78	0.19	191.25
2	1	340	40.50	23.00	0.70	12.00	7.33	2.16	0.90	0.23	229.06
3	1	340	42.20	20.00	0.70	3.00	1.98	2.10	1.00	0.06	61.88
1	1	16	37.20	8.00	0.70	1.00	43.85	7.60	7.50	1.37	1370.31
2	1	16	32.00	9.00	0.60	1.00	85.24	7.60	7.40	2.66	2663.75
3	1	16	36.50	9.00	0.70	1.00	109.19	7.70	7.40	3.41	3412.19
1	1	17	47.50	12.00	0.60	2.00	31.86	11.55	2.30	1.00	995.63
2	1	17	40.50	10.00	0.50	2.00	19.36	12.10	2.20	0.61	605.00
3	1	17	36.50	15.00	0.50	1.00	10.26	9.40	2.10	0.32	320.63
1	2	147	42.80	12.00	0.60	5.00	16.35	2.30	2.20	0.51	510.94
2	2	147	38.00	12.00	0.60	7.00	27.85	2.02	2.08	0.87	870.31
3	2	147	49.00	13.00	0.70	4.00	15.18	2.00	2.05	0.47	474.38

1	2	167	45.50	8.00	0.70	4.00	11.44	3.30	1.50	0.36	357.50
2	2	167	44.00	13.00	0.60	6.00	13.03	3.10	1.48	0.41	407.19
3	2	167	43.50	25.00	0.70	7.00	16.57	2.82	1.44	0.52	517.81
1	2	340	47.00	17.00	0.60	12.00	15.87	3.92	1.18	0.50	495.94
2	2	340	43.50	18.00	0.80	7.00	5.71	2.27	1.07	0.18	178.44
3	2	340	42.50	41.00	0.70	27.00	20.09	2.70	0.92	0.63	627.81
1	2	16	35.00	16.00	0.80	1.00	47.15	5.50	5.40	1.47	1473.44
2	2	16	40.00	14.00	0.60	1.00	49.93	5.70	5.40	1.56	1560.31
3	2	16	41.00	13.00	0.70	1.00	43.06	5.50	5.30	1.35	1345.63
1	2	17	54.70	16.00	0.80	3.00	26.27	11.25	2.10	0.82	820.94
2	2	17	62.00	22.00	0.70	1.00	8.02	11.24	2.20	0.25	250.63
3	2	17	54.00	19.00	0.70	2.00	24.64	11.30	2.20	0.77	770.00
1	3	147	39.50	14.00	0.60	7.00	26.90	1.90	2.10	0.84	840.63
2	3	147	50.00	18.00	0.70	5.00	25.77	1.75	1.95	0.81	805.31
3	3	147	45.00	26.00	0.70	6.00	17.40	1.23	1.53	0.54	543.75
1	3	167	42.00	17.00	0.70	4.00	8.32	3.10	1.50	0.26	260.00
2	3	167	46.00	22.00	0.70	2.00	6.24	2.90	1.50	0.20	195.00
3	3	167	52.50	17.00	0.80	5.00	20.53	3.53	1.63	0.64	641.56
1	3	340	45.50	35.00	0.70	37.00	30.06	2.83	0.75	0.94	939.38
2	3	340	51.00	29.00	0.70	23.00	17.91	3.04	0.78	0.56	559.69
3	3	340	39.50	21.00	0.70	23.00	23.24	3.42	0.98	0.73	726.25
1	3	16	48.00	15.00	0.80	1.00	29.13	5.40	5.60	0.91	910.31
2	3	16	48.30	15.00	0.80	1.00	27.90	5.30	5.60	0.87	871.88

3	3	16	36.00	14.00	0.80	1.00	25.77	6.50	5.30	0.81	805.31
1	3	17	68.00	25.00	0.70	3.00	20.03	5.00	1.70	0.63	625.94
2	3	17	59.80	20.00	0.70	2.00	13.53	4.80	1.60	0.42	422.81
3	3	17	63.00	21.00	0.70	3.00	16.76	5.00	1.70	0.52	523.75
1	4	147	50.00	32.00	0.80	9.00	27.17	1.90	2.70	0.85	849.06
2	4	147	46.50	33.00	0.60	5.00	25.98	1.70	1.80	0.81	811.88
3	4	147	51.00	18.00	0.90	7.00	31.38	1.84	2.20	0.98	980.63
1	4	167	45.50	21.00	0.70	6.00	13.48	2.83	1.36	0.42	421.25
2	4	167	50.50	28.00	0.60	8.00	14.99	2.76	1.22	0.47	468.44
3	4	167	52.00	19.00	0.70	6.00	16.71	2.93	1.50	0.52	522.19
1	4	340	46.00	40.00	0.60	27.00	22.29	3.06	0.86	0.70	696.56
2	4	340	44.00	33.00	0.50	30.00	30.14	2.94	0.90	0.94	941.88
3	4	340	45.00	48.00	0.70	25.00	28.85	2.50	1.13	0.90	901.56
1	4	16	32.00	12.00	0.60	1.00	50.79	6.90	4.70	1.59	1587.19
2	4	16	36.00	10.00	0.50	1.00	46.36	7.10	5.20	1.45	1448.75
3	4	16	60.00	16.00	1.10	1.00	28.36	6.50	5.40	0.89	886.25
1	4	17	44.00	10.00	0.50	3.00	22.35	7.70	2.05	0.70	698.44
2	4	17	43.00	20.00	0.40	1.00	12.44	7.50	2.03	0.39	388.75
3	4	17	50.00	26.00	0.50	2.00	13.06	7.25	1.65	0.41	408.13

ANEXO 2. Registro de aplicación de riego

Tabla 8

Registro de aplicación de riego

N° Accesión	Tratamiento	Volumen de agua aplicada (ml)		N° aplicaciones	Volumen Total de agua aplicada (litros)
		Inicio de tratamiento	Termino de tratamiento		
		F: 21/03/2019	F: 12/07/2019		
16	100% volumen de agua	200	200	109	21.8
	90% volumen de agua	180	180		19.6
	80% volumen de agua	160	160		17.4
	70% volumen de agua	140	140		15.3
17	100% volumen de agua	200	200		21.8
	90% volumen de agua	180	180		19.6
	80% volumen de agua	160	160		17.4
	70% volumen de agua	140	140		15.3
147	100% volumen de agua	200	200		21.8
	90% volumen de agua	180	180		19.6
	80% volumen de agua	160	160		17.4
	70% volumen de agua	140	140		15.3
167	100% volumen de agua	200	200		21.8
	90% volumen de agua	180	180		19.6
	80% volumen de agua	160	160		17.4
	70% volumen de agua	140	140		15.3
340	100% volumen de agua	200	200	21.8	
	90% volumen de agua	180	180	19.6	
	80% volumen de agua	160	160	17.4	
	70% volumen de agua	140	140	15.3	

ANEXO 3. Cronograma de actividades

Tabla 9

Cronograma de actividades.

Fase	Actividades / Estrategias	Enero				Febrero				Marzo				Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1-2	3-4	1-2	3-4	1-2	3-4	1-2	3-4	1-2	3-4
Almacigo de semillas	Selección de Semilla	X																					
	Selección de Sustrato		X																				
	Preparación de Sustrato			X																			
	Siembra de Semillas				X																		
Trasplante y registro de datos	Trasplante					X																	
	Riego y Fertilizaciones						X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Inicio de floración							X		X	X												
	Inicio de tratamiento								X	X													
valuación de resultados	Cosechas																				X	X	X
	Conclusiones																						X
	Recomendaciones																						X
	Otros																						X

ANEXO 4. Cálculo para el rendimiento

Tabla 10

Calculo de rendimiento

Datos	Fórmula matemática
Rdto = Rendimiento Tn/ha	$Rdto = \left(\frac{\left(\frac{Pf * 10000}{F1 * F2} \right)}{1000} \right) / 1000$
Pf = Peso de fruto en g	
Hallando F1 y F2	
Datos a condiciones de campo:	<p>El diagrama muestra un patrón de cultivo en surcos. Se indican tres surcos paralelos. La distancia entre el centro de un surco y el centro del siguiente surco es etiquetada como 0.80. La distancia entre una planta en un surco y la siguiente planta en el mismo surco es etiquetada como 0.40.</p>
F ₁ = distancia entre surcos = 0.80 m	
F ₂ = distancia entre plantas = 0.40 m	

ANEXO 5. Datos estadísticos para altura de planta

Tabla 11

Análisis de varianza para altura de planta (cm).

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcalc.	p-valor
Bloque	23,38	2	11,69	0,42 ns	0,6602
Estrés (E)	481,77	3	160,59	5,77 **	0,0024
Accesión (A)	853,22	4	213,31	7,66 **	0,0001
E*A	750,4	12	62,53	2,25 *	0,029
Error	1058,3	38	27,85		
Total	3167,08	59			

CV (%): 11,61

Promedio: 45,47 cm

ns: no significativo; *: significativo al 0,05; **: significativo al 0,01 de probabilidad.

Tabla 12

Análisis de varianza para desdoblamiento de estrés hídrico en cada nivel de accesiones de Capsicum sp. para altura de planta (cm).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios.	Fcalc.	Pr>Fcalc.
Estrés (E)/1	3	144,926667	48,308889	1.735	0,1749
Estrés (E)/2	3	926,710000	308,903333	11.092	0,0000
Estrés (E)/3	3	83.430000	27,810000	0,999	0,4024
Estrés (E)/4	3	70,562500	23,520833	0,845	0,4766
Estrés (E)/5	3	6,543333	2.181111	0,078	0,9713
Error	38	1058,302333	27,850061		

Tabla 13

Análisis de varianza para desdoblamiento de accesiones de Capsicum sp. en cada nivel de estrés hídrico para altura de planta (cm).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios.	Fcalc.	Pr>Fcalc.
Accesión (A)/1	4	134,510667	33,627667	1.207	0,3227
Accesión (A)/2	4	553,093333	138,273333	4,965	0,0025
Accesión (A)/3	4	817,956000	204,489000	7,342	0,0002
Accesión (A)/4	4	98,066667	24,516667	0,880	0,4840
Error	38	1058,302333	27,850061		

Tabla 14*Resultado de altura de planta (cm) en función al nivel de significación de Scott Knott al 5%.*

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
E ₁	35.23 Aa	41.5 Aa	42.27 Aa	43.00 Aa	43.4 Aa
E ₂	38.67 Aa	56.90 Bb	43.27 Aa	44.33 Aa	44.33 Aa
E ₃	44.1 Aa	63.6 Bb	44.83 Aa	46.83 Aa	45.3 Aa
E ₄	42.67 Aa	45.67 Aa	49.17 Aa	49.33 Aa	45.00 Aa

NOTA: Medias con la misma letra mayúscula en la columna y minúscula en la fila no son diferentes.

ANEXO 6. Datos estadísticos para número de hojas**Tabla 15***Análisis de varianza para número de hojas.*

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F _{calc.}	p-valor
Bloque	50,83	2	25,42	0,77 ns	0,4681
Estrés (E)	799,27	3	266,42	8,12 **	0,0003
Accesión (A)	1737,9	4	434,48	13,24 **	<0,0001
E*A	499,57	12	41,63	1,27 ns	0,2764
Error	1247,17	38	32,82		
Total	4334,73	59			

CV (%): 29,79

Promedio: 19,23

ns: no significativo; **: significativo al 0,01 de probabilidad.

ANEXO 7. Datos estadísticos para diámetro de tallo

Tabla 16

Análisis de varianza para diámetro de tallo.

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcalc.	p-valor
Bloque	0.08	2	0.04	5.15 *	0.0105
Estrés (E)	0.04	3	0.01	1.86 ns	0.1521
Accesión (A)	0.09	4	0.02	2.94 *	0.0325
E*A	0.2	12	0.02	2.11 *	0.04
Error	0.3	38	0.01		
Total	0.72	59			

CV(%):13.04
Promedio: 0.68

ns: no significativo; *: significativo al 0,05 de probabilidades.

Tabla 17

Análisis de varianza para desdoblamiento de estrés hídrico en cada nivel de accesiones de Capsicum sp. para diámetro de tallo.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios.	Fcalc.	Pr>Fcalc.
Estrés (E)/A ₁	3	0,03	0,01	1.236	0,3086
Estrés (E)/A ₂	3	0,15	0,05	6,319*	0,0014
Estrés (E)/A ₃	3	0,03	0,009722	1,236	0,3086
Estrés (E)/A ₄	3	0,01	0,004444	0,565	0,6404
Estrés (E)/A ₅	3	0,02	0,007500	0,953	0,4231
Error	38	0,30	0,007868		

*: significativo al 0,05; **: significativo al 0,01 de probabilidades.

Tabla 18

Análisis de varianza para desdoblamiento de accesiones de Capsicum sp. en cada nivel de estrés hídrico para diámetro de tallo.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios.	Fcalc.	Pr>Fcalc.
Accesión (A)/1	4	0,07	0,018	2,33	0,073
Accesión (A)/2	4	0,02	0,004	0,55	0,699
Accesión (A)/3	4	0,03	0,008	0,97	0,432
Accesión (A)/4	4	0,17	0,043**	5,42**	0,002
Error	38	0,30	0,008		

*: significativo al 0,05; **: significativo al 0,01 de probabilidades.

Tabla 19

Resultado de diámetro de tallo en función al nivel de significación de Scott Knott al 5%.

	A₁	A₂	A₃	A₄	A₅
E₁	0.67 Ab	0.53 Aa	0.7 Ab	0.73 Ab	0.7 Ab
E₂	0.7 Aa	0.73 Ba	0.63 Aa	0.67 Aa	0.7 Aa
E₃	0.8 Aa	0.7 Ba	0.67 Aa	0.73 Aa	0.7 Aa
E₄	0.73 Ab	0.47 Aa	0.77 Ab	0.67 Ab	0.6 Aa

NOTA: Medias con la misma letra mayúscula en la columna y minúscula en la fila no son diferentes.

ANEXO 8. Datos estadísticos para número de frutos

Tabla 20

Análisis de varianza para número de frutos

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcalc.	p-valor
Bloque	13.23	2	6.62	0.56 ns	0.5738
Estrés (E)	145.52	3	48.51	4.13 *	0.0125
Accesión (A)	2772.23	4	693.06	59.04 **	<0,0001
E*A	645.9	12	53.83	4.58 **	0.0002
Error	446.1	38	11.74		
Total	4022.98	59			

CV(%): 49.06
Promedio: 6.98

ns: no significativo; *: significativo al 0,05; **: significativo al 0,01 de probabilidades.

Tabla 21

Análisis de varianza para desdoblamiento de estrés hídrico en cada nivel de accesiones de Capsicum sp. para número de frutos.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios.	Fcalc.	Pr>Fcalc.
Estrés (E)/1	3	0,000000	0,000000	0,000	1,0000
Estrés (E)/2	3	1,583333	0,527778	0,045	0,9871
Estrés (E)/3	3	27,583333	9,194444	0,783	0,5093
Estrés (E)/4	3	18,000000	6,000000	0,511	0,6760
Estrés (E)/5	3	744,250000	248,083333	21,132	0,0000
Error	38	446,100000	11,739474		

Tabla 22

Análisis de varianza para desdoblamiento de accesiones de Capsicum sp. en cada nivel de estrés hídrico para número de frutos.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios.	Fcalc.	Pr>Fcalc.
Accesión (A)/1	4	196,933	49,233**	4,19**	0,0065
Accesión (A)/2	4	385,733	96,433**	8,21**	0,0001
Accesión (A)/3	4	1460,400	365,100**	31,10**	0,0000
Accesión (A)/4	4	1375,067	343,767**	29,28**	0,0000
Error	38	446,100	11,739		

*: significativo al 0,05; **: significativo al 0,01 de probabilidades.

Tabla 23

Resultado de número de frutos en función al nivel de significación de Scott Knott al 5%.

	A₁	A₂	A₃	A₄	A₅
E₁	1.00 Aa	1.67 Aa	9.33 Ab	4.00 Aa	9.33 Ab
E₂	1.00 Aa	2.00 Aa	5.33 Aa	5.67 Aa	15.33 Bb
E₃	1.00 Aa	2.67 Aa	6.00 Aa	3.67 Aa	27.67 Cb
E₄	1.00 Aa	2.00 Aa	7.00 Ab	6.67 Ab	27.33 Cc

NOTA: Medias con la misma letra mayúscula en la columna y minúscula en la fila no son diferentes.

ANEXO 9. Datos estadísticos para peso frutos/planta

Tabla 24

Análisis de varianza para peso frutos/planta

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcalc.	p-valor
Bloque	28.73	2	14.37	0.15 ns	0.8588
Estrés (E)	474.95	3	158.32	1.68 ns	0.1867
Accesión (A)	9885.57	4	2471.39	26.28 **	<0,0001
E*A	4928.55	12	410.71	4.37 **	0.0002
Error	3572.89	38	94.02		
Total	18890.69	59			

CV(%):39.97

Promedio: 24.26

ns: no significativo; **: significativo al 0,01 de probabilidades.

Tabla 25

Análisis de varianza para desdoblamiento de estrés hídrico en cada nivel de accesiones de Capsicum sp. para peso frutos/planta. (g).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios.	Fcalc.	Pr>Fcalc.
Estrés (E)/1	3	4320,718292	1440,239431	15,318	0,0000
Estrés (E)/2	3	43,318700	14,439567	0,154	0,9266
Estrés (E)/3	3	109,122733	36,374244	0,387	0,7624
Estrés (E)/4	3	40,414567	13,471522	0,143	0,9332
Estrés (E)/5	3	889,928092	296,642697	3,155	0,0353
Error	38	3572,894110	94,023529		

Tabla 26

Análisis de varianza para desdoblamiento de accesiones de Capsicum sp. en cada nivel de estrés hídrico para peso frutos /planta (g).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios.	Fcalc.	Pr>Fcalc.
Accesión (A)/1	4	10642.754	2660.688	28.30	0,000
Accesión (A)/2	4	2260.197	565.051	6.01	0,0007
Accesión (A)/3	4	481.036	120.259	1.28	0,2944
Accesión (A)/4	4	1430.130	357.532	3.80	0,0106
Error	38	3572.894110	94.023		

ANEXO 10. Datos estadísticos para longitud promedio del fruto

Tabla 27

Análisis de varianza para longitud promedio del fruto (cm)

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcalc.	p-valor
Bloque	0.46	2	0.23	1.2 ns	0.3128
Estrés (E)	17.92	3	5.97	30.85 **	<0,0001
Accesión (A)	404.42	4	101.11	522.25 **	<0,0001
E*A	75.71	12	6.31	32.59 **	<0,0001
Error	7.36	38	0.19		
Total	505.87	59			

CV(%): 9.71

Promedio: 4.53

ns: no significativo; **: significativo al 0,01 de probabilidades.

Tabla 28

Análisis de varianza para desdoblamiento de estrés hídrico en cada nivel de accesiones de Capsicum sp. para longitud promedio del fruto (cm).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios.	Fcalc.	Pr>Fcalc.
Estrés (E)/1	3	8,522500	2,840833	14,674	0,0000
Estrés (E)/2	3	82,809025	27,603008	142,580	0,0000
Estrés (E)/3	3	0,355300	0,118433	0,612	0,6103
Estrés (E)/4	3	0,475492	0,158497	0,819	0,4901
Estrés (E)/5	3	1,465133	0,488378	2,523	0,0714
Error	38	7,356653	0,193596		

Tabla 29

Análisis de varianza para desdoblamiento de accesiones de Capsicum sp. en cada nivel de estrés hídrico para longitud promedio del fruto(cm).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios.	Fcalc.	Pr>Fcalc.
Accesión (A)/1	4	200.016	50.004	258.291	0,000
Accesión (A)/2	4	167.345	41.836	216.101	0,000
Accesión (A)/3	4	31.773	7.943	41.031	0,000
Accesión (A)/4	4	80.99	20.249	104.596	0,000
Error	38	7.35	0.193		

Tabla 30

Resultado de longitud promedio de fruto en función al nivel de significación de Scott Knott al 5%.

	A1	A2	A3	A4	A5
E1	7.63 Cb	11.02 Cc	1.81 Aa	2.67 Aa	2.19 Aa
E2	5.57 Ac	11.26 Cd	2.11 Aa	3.07 Ab	2.96 Bb
E3	5.73 Ad	4.93 Ac	1.63 Aa	3.18 Ab	3.1 Bb
E4	6.83 Bc	7.48 Bc	1.81 Aa	2.84 Ab	2.83 Bb

NOTA: Medias con la misma letra mayúscula en la columna y minúscula en la fila no son diferentes.

ANEXO 11. Datos estadísticos para diámetro promedio del fruto.

Tabla 31

Análisis de varianza para diámetro promedio del fruto (cm)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F _{calc.}	p-valor
Bloque	0.04	2	0.02	0.68 ns	0.5129
Estrés (E)	2.11	3	0.7	21.78 **	<0,0001
Accesión (A)	183.22	4	45.8	1420.08 **	<0,0001
E*A	9.18	12	0.77	23.73 **	<0,0001
Error	1.23	38	0.03		
Total	195.78	59			

CV(%):7.34

Promedio: 2.45

ns: no significativo; **: significativo al 0,01 de probabilidades.

Tabla 32

Análisis de varianza para desdoblamiento de estrés hídrico en cada nivel de accesiones de Capsicum sp. para diámetro promedio del fruto (cm).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios.	Fcalc.	Pr>Fcalc.
Estrés (E)/1	3	10,276667	3,425556	106,202	0,0000
Estrés (E)/2	3	0,558558	0,186186	5,772	0,0023
Estrés (E)/3	3	0,314225	0,104742	3,247	0,0319
Estrés (E)/4	3	0,062033	0,020678	0,641	0,5921
Estrés (E)/5	3	0,080958	0,026986	0,837	0,4807
Error	38	1,225690	0,032255		

Tabla 33

Análisis de varianza para desdoblamiento de accesiones de Capsicum sp. en cada nivel de estrés hídrico para diámetro promedio del fruto(cm).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios.	Fcalc.	Pr>Fcalc.
Accesión (A)/1	4	84.974	21.243	658.616	0,000
Accesión (A)/2	4	34.790	8.697	269.654	0,000
Accesión (A)/3	4	40.640	10.160	314.994	0,000
Accesión (A)/4	4	31.998	7.999	248.007	0,000
Error	38	1.226	0.032		

Tabla 34

Resultado de diámetro promedio de fruto en función al nivel de significación de Scott Knott al 5%.

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
E ₁	7.43 Ce	2.2 Bd	1.86 Ac	1.39 Ab	0.89 Aa
E ₂	5.37 Bd	2.17 Bc	2.11 Bc	1.47 Ab	1.06 Aa
E ₃	5.5 Bc	1.67 Ab	1.86 Ab	1.54 Ab	0.84 Aa
E ₄	5.1 Ae	1.91 Ac	2.23 Bd	1.36 Ab	0.96 Aa

NOTA: Medias con la misma letra mayúscula en la columna y minúscula en la fila no son diferentes

ANEXO 12. Datos estadísticos para rendimiento Kg/ha.

Tabla 35

Análisis de varianza para rendimiento Kg/ha.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F _{calc.}	p-valor
Modelo	14958783.2	2	712323.01	7.76 **	<0,0001
Bloque	28059.27	2	14029.64	0.15 ns	0.8588
Estrés (E)	463822.51	3	154607.5	1.68 ns	0.1867
Accesión (A)	9653865.16	4	2413466.29	26.28 **	<0,0001
E*A	4813036.26	12	401086.35	4.37 **	0.0002
Error	3489158.14	38	91819.95		
Total	18447941.4	59			

CV(%): 39.97

Promedio: 758.19

ns: no significativo; **: significativo al 0,01 de probabilidades.

Tabla 36

Análisis de varianza para desdoblamiento de estrés hídrico en cada nivel de accesiones de Capsicum sp. para rendimiento kg/ha.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios.	Fcalc.	Pr>Fcalc.
Estrés (E)/1	3	4219449,67	1406483,22	15,318	0,0000
Estrés (E)/2	3	42304,45	14101,48	0,154	0,9266
Estrés (E)/3	3	106565,92	35521,97	0,387	0,7624
Estrés (E)/4	3	39467,87	13155,96	0,143	0,9332
Estrés (E)/5	3	869070,86	289690,29	3,155	0,0353
Error	38	3489158,14	91819,95		

Tabla 37

Análisis de varianza para desdoblamiento de accesiones de Capsicum sp. en cada nivel de estrés hídrico para rendimiento kg/ha.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios.	Fcalc.	Pr>Fcalc.
Accesión (A)/1	4	10393302.30	2598325.57	28.298	0,000
Accesión (A)/2	4	2207227.13	551806.78	6.010	0,000
Accesión (A)/3	4	469764.83	117441.21	1.279	0,2944
Accesión (A)/4	4	1396607.16	349151.79	3.803	0,0106
Error	38	3489158.14	91819.95		

Tabla 38

Resultado de rendimiento (kg/ha) en función al nivel de significación de Scott Knott al 5%.

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
E ₁	2482.08 Cc	640.42 Ab	778.54 Ab	320.73 Aa	160.73 Aa
E ₂	1459.79 Bb	613.86 Aa	618.54 Aa	427.5 Aa	434.06 Aa
E ₃	862.5 Aa	524.17 Aa	729.9 Aa	365.52 Aa	741.77 Ba
E ₄	1307.4 Bb	498.44 Aa	880.52 Ab	470.63 Aa	846.67 Bb

NOTA: Medias con la misma letra mayúscula en la columna y minúscula en la fila no son diferentes

ANEXO 13. Análisis de agua



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE AGUA

SOLICITANTE : PROGRAMA NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA

PROCEDENCIA : LIM HUARAL/ HUARAL

REFERENCIA : H.R. 67532

FACTURA : 4613

No. Laboratorio	169
No. Campo	
pH	7.48
C.E. dS/m	0.66
Calcio meq/L	5.05
Magnesio meq/L	1.03
Potasio meq/L	0.06
Sodio meq/L	0.84
SUMA DE CATIONES	6.98
Nitratos meq/L	0.06
Carbonatos meq/L	0.00
Bicarbonatos meq/L	3.96
Sulfatos meq/L	1.49
Cloruros meq/L	1.30
SUMA DE ANIONES	6.83
Sodio %	12.02
RAS	0.48
Boro ppm	0.39
Clasificación	C2-S1

La Molina, 18 de Marzo del 2019



Dr. Sady García Bendezu
Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
 Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 348-5622
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Figura 28. Análisis de agua

ANEXO 14. Análisis de suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION



Solicitante : PNIA
 Departamento : LIMA
 Distrito : HUARAL
 Referencia : H.R. 67397-027C-19

Provincia : HUARAL
 Predio :
 Fecha : 08/03/19

Fact.: 4551

Lab	Numero de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dSm	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g					Suma de Cationes Bases	Suma de Sal. De Bases %	
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
1420		7.36	4.25	12.40	2.98	71.0	770	68	16	16	Fr.A.	10.24	6.39	2.57	1.13	0.15	0.00	10.24	10.24	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;
 Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Dr. Sady García Bendezur
 Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Figura 29. Análisis de suelo

ANEXO 15. Análisis nematológico.

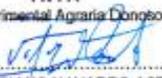
	
<p>"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres" "Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"</p>	
<h3>RESULTADO DE ANALISIS NEMATOLOGICO</h3>	
Nº DE MUESTRA: 02	FECHA DE INGRESO: 02-01-19
ANALISIS DE LABORATORIO : NEMATOLOGICO	
SOLICITANTE :	PROYECTO PNIA 161_PI
DIRECCION :	DONOSO-HUARAL
CULTIVO :	<i>Capsicum sp</i> (SUELO)
RESULTADOS:	
Muestra 01: sin desinfección con vapor de agua	
Alta población de nematodos de vida libre	
No contiene nematodos Fito parásitos	
Muestra 02: desinfectado con vapor de agua	
La muestra no contiene nematodos Fito parásitos ni de vida libre	
RECOMENDACIÓN:	
<ul style="list-style-type: none">• Regular el agua en cantidad y frecuencia, evitar encharcamientos.• Evitar movimiento de tierra de áreas infectadas a zonas libres de nematodos.	
Huaral 10 de enero del 2019	
	<p>INIA Estación Experimental Agraria Donoso - Huaral</p>  <p>Ing. VICTORIANO NAVARRO ASENCIOS Especialista-MIP-Nematología-EEA-Donoso-Huaral</p>
<p>Av. La Molina 1981, La Molina T: (051) 240 2100 anexo (indicar) www.inia.gob.pe www.minagri.gob.pe</p>	

Figura 30. Análisis nematológico

ANEXO 16. Registro fotográfico



Figura 31. Siembra de semillas de *Capsicum sp.* peruano en bandejas germinadoras (a) y colocación de letreros (b).

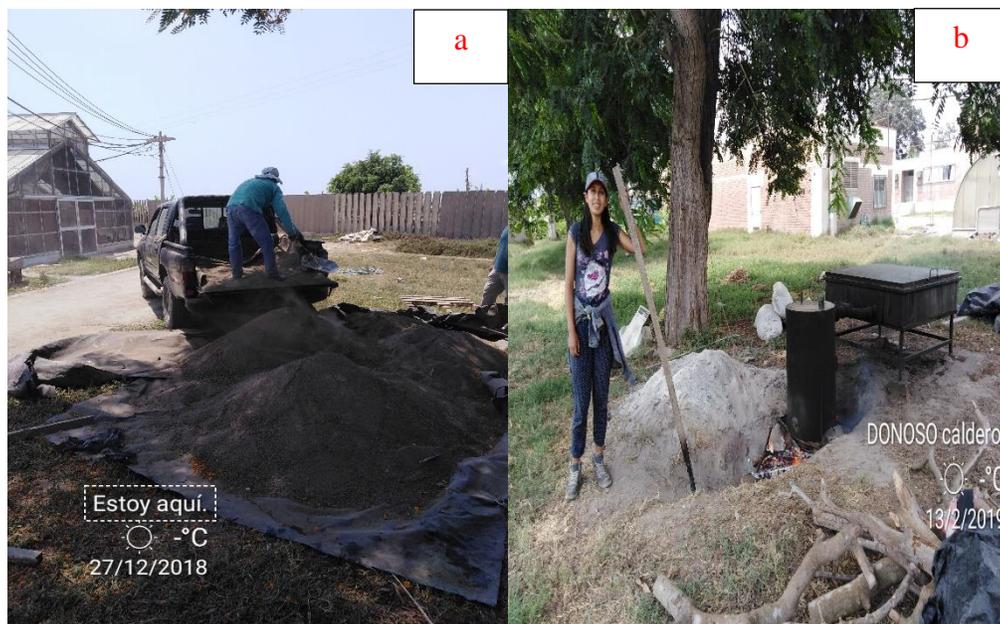


Figura 32. Recolección de suelo agrícola (a) y esterilización de la misma en un caldero a vapor de agua (b).



Figura 33. Embolsado (a) y pesado del sustrato (b).



Figura 34. Colocación de las bolsas con sustrato sobre las camas previamente cubiertas con un material permeable.



Figura 35. Trasplante de las plántulas de *Capsicum sp.* peruano a bolsas con sustrato.



Figura 36. Fertilizantes químicos (a, b y c), pesado para su aplicación (d) y preparación de fertirriego con urea para aplicación foliar (e).



Figura 37. Inicio de floración de las accesiones de *Capsicum sp.* peruano.



Figura 38. Riego manual en los diferentes niveles de estrés hídrico.



Figura 39. Evaluación de parámetros morfométricos de altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas.



Figura 40. Cosecha de frutos de *Capsicum* sp. peruano (a y b) y evaluación de parámetros productivos (c y d).



Figura 41. Monitoreo técnico constante de parte de los jefes de proyecto de la institución.



Figura 42. Reunión de clausura de los interesados con los responsables del proyecto, tesistas y asesor de los mismos.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “Efectos de estrés hídrico en el rendimiento de 14 accesiones de *Capsicum sp* peruano en Donoso, Huaral.”

Tabla 39. *Matriz de consistencia*

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODO
<p>PG. ¿Cómo el estrés hídrico de <i>Capsicum sp</i> peruano influye en el rendimiento de 5 accesiones, en la Estación Experimental Agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019?</p> <p>PE1. ¿Cuál es el rendimiento de las 5 accesiones de <i>Capsicum sp</i> peruano en función a los diferentes tratamientos de estrés hídrico, en la Estación Experimental Agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019?</p> <p>PE2. ¿Entre las accesiones de <i>Capsicum sp.</i> peruano existen diferentes tolerancias al estrés hídrico en la Estación Experimental Agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019?</p> <p>PE3. ¿De qué manera los diferentes tratamientos de estrés hídrico influyen en los parámetros morfométricos y fisiológicos de las 5 accesiones de <i>Capsicum sp</i> peruano, en la Estación Experimental Agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019?</p>	<p>OG. Determinar la influencia del estrés hídrico en relación al rendimiento de 5 accesiones de <i>Capsicum sp</i> peruano, en la Estación Experimental Agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019.</p> <p>OE1. Determinar el rendimiento de las 5 accesiones de <i>Capsicum sp</i> peruano en función a los diferentes tratamientos de estrés hídricos, en la Estación Experimental Agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019.</p> <p>OE2. Identificar si existen diferentes tolerancias al estrés hídrico entre las accesiones de <i>Capsicum sp</i> peruano en la Estación Experimental Agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019.</p> <p>OE3. Determinar la influencia de los diferentes tratamientos de estrés hídricos en los parámetros morfométricos y fisiológicos de las 5 accesiones de <i>Capsicum sp</i> peruano, en la estación experimental agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019.</p>	<p>HG. El estrés hídrico en <i>Capsicum sp</i> peruano influye indirectamente en el rendimiento de las 5 accesiones en la Estación Experimental Agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019.</p> <p>HE1. Los rendimientos difieren entre las 5 accesiones de <i>Capsicum sp</i> peruano en función a los diferentes tratamientos de estrés hídricos, en la Estación Experimental Agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019.</p> <p>HE2. Entre las accesiones de <i>Capsicum sp</i> peruano existe tolerancia al estrés hídrico, en la Estación Experimental Agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019.</p> <p>HE3. Los diferentes tratamientos de estrés hídricos influyen en los parámetros morfométricos y fisiológicos de las 5 accesiones de <i>Capsicum sp</i> peruano, en la estación experimental agraria Donoso, Huaral en el periodo de enero-agosto del 2019.</p>	<p>Variable independiente (X):</p> <p>X1: Estrés hídrico.</p> <p>X2: Accesiones de <i>Capsicum</i></p> <p>Variable dependiente (Y):</p> <p>Y1: Altura de planta a la cosecha(cm)</p> <p>Y2: Diámetro de tallo (cm).</p> <p>Y3: Numero de hojas/planta.</p> <p>Y4: Numero de frutos total/planta</p> <p>Y5: Peso total de frutos/planta</p> <p>Y6: Longitud promedio del fruto (cm)</p> <p>Y7: Diámetro promedio del fruto (cm)</p> <p>Y8: Rendimiento estimado en Tn/ha</p>	<p>Este trabajo, al tratarse de una investigación aplicada de diseño experimental y de nivel correlacional, explicativa y causal, se realizó empleando DBCA. El experimento se llevó a cabo en un inicio; empleando 4 niveles de estrés hídrico por 14 accesiones de <i>Capsicum sp</i> peruano, sin embargo, aproximadamente a los 30 días de realizado el trasplante; 9 accesiones murieron por lo que fueron descartados para el análisis estadístico. Finalmente, el experimento continuó empleándose 4 niveles de estrés hídrico por 5 accesiones <i>Capsicum sp</i> peruano, con un total de 20 tratamientos con 3 bloques cada uno, dando un total de 60 unidades experimentales.</p>

