

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SOSTENIBLE



**INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE SECANO EN EL
RENDIMIENTO DE GRANO DE DIEZ VARIEDADES DE TRIGO
HARINERO (*Triticum aestivum* L.) EN LOS DISTRITOS DE
TARAY Y ZURITE 2019-2020**

Tesis presentada por:

Br. Gloria Cuba Mellado

Para optar el Grado Académico

**Maestro en Cambio Climático y Desarrollo
Sostenible**

ASESOR:

Dr. Aquilino Álvarez Cáceres

Cusco, 2022

DEDICATORIA

**A Dios por darme
la vida e iluminar
mi camino**

**A mi esposo Rigoberto, por su
amor, por su constante apoyo,
su infinita paciencia y
tolerancia**

**A mis hijos Alexandra, Alex
Rigoberto y mi hijita Emilia, son la luz
de mis ojos y las razones para seguir
adelante**

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco por darme la oportunidad de seguir avanzando en mi formación profesional. A la Escuela de Postgrado de Cambio Climático y Desarrollo Sostenible por darme las herramientas necesarias y utilizarlas en el campo profesional para enfrentar de mejor manera a los escenarios actuales que venimos enfrentando.

Al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) mis reconocimientos por el apoyo durante el desarrollo del trabajo de investigación que me permitieron culminar satisfactoriamente.

Al Dr. Aquilino Álvarez Cáceres que con su experiencia y espíritu de investigador me brindo todo su apoyo y conocimientos con sus sabios consejos durante el desarrollo del trabajo de investigación.

A la coordinación de la Maestría en Cambio Climático y Desarrollo sostenible, los docentes particularmente al Dr. Wilmer Flórez y al Mgt. Nilton Montoya, por sus enseñanzas sin los cuales no sería posible el presente trabajo.

A mis compañeros y amigos de la Maestría, Margoth Patricia Portugal, Julio Cesar Arenas, John Gregory Quispe, Evelyn Zarate, gracias a todos ellos por su amistad y su compañerismo.

Índice General

Resumen	xi
Pisi simirimay	xii
INTRODUCCION.....	1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Situación problemática	3
1.2. Formulación del problema.....	5
a. Problema general.....	5
b. Problema específico.....	5
1.3. Justificación de la investigación	6
1.4. Objetivos de la investigación	7
a. Objetivo general.....	7
b. Objetivos específicos	7
II. MARCO TEORICO CONCEPTUAL.....	8
2.1. Bases teóricas.....	8
2.2. Marco conceptual	16
2.3. Antecedentes empíricos de la investigación.....	26
2.4. Hipótesis.....	38
a. Hipótesis general	38
b. Hipótesis específicas	38
2.2. Identificación de variables e indicadores.....	39
2.3. Operacionalización de variables	40
III. METODOLOGIA.....	41
3.1. Ámbito de estudio: localización política y geográfica.....	41
3.2. Tipo y nivel de Investigación	43
3.3. Unidad de análisis	44
3.4. Población de estudio.....	44
3.5. Tamaño de muestra	48
3.6. Técnicas de selección de muestra.....	48
3.7. Técnicas de recolección de información.....	49
3.7.1. Información Climatológica del ámbito de estudio.....	49
3.7.2. Evaluaciones Fenológicas:.....	49
3.7.3. Evaluaciones de componentes de rendimiento.....	50

3.8. Técnicas para demostrar la verdad o falsedad de las hipótesis planteadas.....	53
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	54
4.1. Procesamiento, análisis, interpretación y discusión de resultados.....	54
4.1.1. Resultados de los análisis para rendimientos en grano de las 10 variedades de trigo harinero (<i>Triticum aestivum</i> L) bajo condiciones de secano en los distritos de Taray y Zurite 2019-2020	59
4.1.2. Resultados de la evaluación del comportamiento fenológico de 10 variedades de trigo, en condiciones de secano en los distritos de Taray y Zurite 2019-2020	82
4.1.3. Analizar el comportamiento de las características climatológicas de precipitación y temperatura en el Distrito de Taray y en el Distrito de Zurite.....	114
CONCLUSIONES.....	133
RECOMENDACIONES.....	135
BIBLIOGRAFIA.....	136
ANEXOS.....	142

Índice de Tablas

Tabla 1. Identificación de variables e indicadores.....	39
Tabla 2. Datos de ubicación de la parcela experimental en el distrito de Taray	42
Tabla 3. Datos de ubicación de la parcela experimental en el distrito de Zurite	43
Tabla 4. Principales características de las variedades en estudio, elaborado en base a los trípticos de las variedades.....	45
Tabla 5. Características y dimensionamiento del campo experimental por localidad	48
Tabla 6. Análisis de varianza por localidad	53
Tabla 7. Análisis de varianza combinado para las dos localidades.....	53
Tabla 8. Registro de precipitación (mm), Temperatura (°C) máxima, mínima y media en el periodo octubre 2019 a setiembre 2020 de la estación meteorológica de Andenes.....	54
Tabla 9. Registro de precipitación (mm), temperatura (°C) máxima, mínima y media en el periodo octubre 2019 a setiembre 2020 de la estación meteorológica de Taray	55
Tabla 10. Medidas de resumen para los parámetros evaluados en la localidad de Zurite.....	57
Tabla 11. Medidas de resumen para los parámetros evaluados en la localidad de Taray.....	57
Tabla 12. Resultados de evaluación de rendimiento (t/ha) en la localidad de Zurite	59
Tabla 13. Resultados de evaluación de rendimiento (t/ha) en la localidad de Taray	59
Tabla 14. Análisis de varianza del rendimiento de diez variedades de trigo por localidad.....	60
Tabla 15. Prueba de comparación del rendimiento promedio (t/ha) en la localidad de Zurite	60
Tabla 16. Prueba de comparación del rendimiento promedio (t/ha) en la localidad de Taray	61
Tabla 17. Análisis de varianza combinado para el rendimiento (t/ha).....	62
Tabla 18. Comparación del rendimiento promedio (t/ha) entre localidades	63
Tabla 19. Prueba de comparación del rendimiento promedio (t/ha) de las diez variedades de trigo en las dos localidades en estudio	64
Tabla 20: Resultados de las evaluaciones de tamaño de espiga (cm) por repeticiones en la localidad de Zurite.....	66
Tabla 21. Resultados de las evaluaciones de tamaño de espiga (cm) por repeticiones en la localidad de Taray.....	67
Tabla 22. Análisis de varianza del tamaño de espiga (cm) por localidad.....	67
Tabla 23. Análisis de Varianza combinado por el tamaño de espiga (cm).....	68
Tabla 24. Comparación de medias para el tamaño de espiga (cm) de las variedades en estudio entre localidades	69
Tabla 25. Prueba de comparación del tamaño promedio de espiga (cm) en las dos localidades de estudio.....	69
Tabla 26. Resultado de las evaluaciones por repetición del peso de mil granos (g) en la localidad de Zurite.....	71
Tabla 27. Resultados de las evaluaciones por repetición del peso de mil granos (g) en la localidad de Taray	71
Tabla 28. Análisis de Varianza para el peso de mil granos (g) por localidad	72
Tabla 29. Prueba de comparación de medias para el peso de mil granos (g) en la localidad de Zurite.....	72
Tabla 30. Prueba de comparación de medias para el peso de mil granos (g) en la localidad de Taray.....	73
Tabla 31. Análisis de varianza combinado para el peso de mil granos (g).....	74
Tabla 32. Prueba de comparación de medias del peso de mil granos (g) de las variedades en estudio en entre localidades.....	74

Tabla 33. Prueba de comparación del peso de mil granos (g) promedio en las diez variedades en las dos localidades en estudio	75
Tabla 34. Resultados de evaluaciones por repetición del peso hectolítrico (kg/hl) en la localidad de Zurite	76
Tabla 35. Resultado de evaluaciones por repetición del peso hectolítrico (kg/hl) en la localidad de Taray	77
Tabla 36. Análisis de varianza para el peso hectolítrico (kg/hl) de las diez variedades en estudio por localidad	77
Tabla 37. Prueba de comparación de medias para el peso hectolítrico promedio (kg/hl) en la localidad de Zurite	78
Tabla 38. Duración de las fases fenológicas (días) desde la siembra de las diez variedades en estudio en la localidad de Zurite	82
Tabla 39. Duración de las fases fenológicas (días) desde la siembra de las diez variedades en estudio en la localidad de Taray	83
Tabla 40. Rango de variación de las Variables climáticas hasta la emergencia en Zurite.	85
Tabla 41. Rango de variación de las variables climáticas hasta la emergencia en Taray 85	
Tabla 42. Rango de variación de las Variables Climáticas hasta el macollamiento en Zurite.	87
Tabla 43. Rango de variación de las variables climáticas hasta el macollamiento en Taray	87
Tabla 44. Rango de variación de las variables climáticas hasta la elongación del tallo en Zurite	89
Tabla 45. Rango de variación de las Variables Climáticas hasta la elongación del tallo en Taray.	89
Tabla 46. Rango de variación de las Variables Climáticas hasta el espigado en Zurite... 91	
Tabla 47. Rango de Variación de las Variables Climáticas hasta espigado en Taray. 91	
Tabla 48. Rango de variación de las variables Climáticas hasta la emergencia de la inflorescencia en Zurite	93
Tabla 49. Rango de variación de las Variables Climáticas hasta la emergencia de la inflorescencia en Taray.	93
Tabla 50. Rango de variación de las Variables Climáticas hasta la antesis en Zurite	95
Tabla 51. Rango de Variación de las Variables Climáticas hasta la antesis en Taray..... 95	
Tabla 52. Rango de variación de las Variables Climáticas hasta la madurez fisiológica en Zurite	97
Tabla 53. Rango de variación de las Variables Climáticas hasta la madurez fisiológica en Taray.	97
Tabla 54. Rango de variación de las Variables Climáticas hasta la madurez de cosecha en Zurite.....	99
Tabla 55. Rango de variación de las Variables Climáticas hasta la madurez de cosecha en Taray.....	99
Tabla 56. Resultado de las evaluaciones de días ha espigado en la localidad de Zurite	101
Tabla 57. Resultado de las evaluaciones de días ha espigado en la localidad de Taray	101
Tabla 58. Resultados de las evaluaciones de días a la madurez fisiológica en la localidad de Zurite.....	103
Tabla 59. Resultados de las evaluaciones de días a la madurez fisiológica en la localidad de Taray.....	104
Tabla 60. Resultado de las evaluaciones de altura planta (cm) en la localidad de Zurite	105

Tabla 61. Resultado de las evaluaciones de altura de planta en la localidad de Taray..	106
Tabla 62. Resultado de las evaluaciones de número plantas/m ² en la localidad de Zurite	107
Tabla 63. Resultado de las evaluaciones de número de plantas/m ² en la localidad de Taray	108
Tabla 64. Resultado de evaluaciones de espigas/m ² en la localidad de Zurite.....	109
Tabla 65. Resultado de las evaluaciones de espigas/m ² en la localidad de Taray.....	109
Tabla 66. Resultados de las evaluaciones de número de granos por espiga en las localidades de Zurite y Taray	111
Tabla 67. Análisis de los coeficientes de correlación de Pearson para el número de plantas/m ² , número de espigas/m ² , número de granos por espiga, días a espigado y madurez fisiológica	112
Tabla 68. Valores promedios y rangos de variación de la temperatura (°C) durante el desarrollo del estudio en las localidades de Zurite y Taray (datos de la Estación Meteorológica de Andenes y Taray diciembre 2019-junio 2020)	118
Tabla 69. Registro de la precipitación histórica (1986-2020) de las Estaciones meteorológicas de Ancachuro y Pisac vs Registro promedio mensual 2020 de las Estaciones meteorológicas de Andenes y Taray	119
Tabla 70. Registro de la Temperatura máxima histórico (1986-2020) de las Estaciones Meteorológicas de Ancachuro y Pisac vs Registro promedio mensual de las Estaciones meteorológicas de Andenes y Taray.....	122
Tabla 71. Registro de la temperatura mínima (°C) histórico (1986-2020) de las Estaciones meteorológicas de Ancachuro y Pisac vs Registro promedio mensual 2020 de las Estaciones Meteorológicas de Andenes y Taray	123
Tabla 72. Registro de la temperatura media histórico (1986-2020) de las Estaciones meteorológicas de Ancachuro y Pisac vs Registro promedio mensual 2020 de las Estaciones Meteorológicas de Andenes y Taray	124
Tabla 73. Registro de los datos de temperatura (°C) media, máxima, mínima y precipitación (mm) de las Estaciones Meteorológicas de Andenes y Taray durante el desarrollo del trabajo de investigación.....	142
Tabla 74. Prueba de Kolmogorov que verifica la homogeneidad de varianzas del estudio desarrollado en las dos localidades	146
Tabla 75. Coeficientes de correlación de Pearson para las variables en estudio	146

Índice de Figuras

Figura 1. Sensibilidad de cultivos ante la variabilidad climática (Adaptado de Vargas, 2009)	11
Figura 2. Fases fenológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo de trigo (Yzarra & López, 201, p.63).	24
Figura 3. Ámbito de ubicación del trabajo de investigación, elaboración propia con datos del IGN del Perú.....	41
Figura 4. Croquis de distribución y ubicación del campo experimental en cada localidad	47
Figura 5. Croquis de distribución, área neta y área total por tratamiento	47
Figura 6. Registro de la precipitación (mm) y temperaturas (°C) máxima, media y mínima del periodo octubre 2019 a setiembre del 2020 Estación Meteorológica de Andenes	56
Figura 7. Registro de la precipitación (mm) y temperaturas (°C) máxima, media y mínima del periodo octubre 2019 a setiembre 2020 de la Estación Meteorológica de Taray	56
Figura 8. Comparación de medias para rendimiento (t/ha) de las diez variedades en estudio en las localidades de Zurite y Taray.....	61
Figura 9. Comparación del rendimiento promedio (t/ha) de los tratamientos en estudio en las dos localidades.....	64
Figura 10. Comparación de rendimiento promedio (t/ha) para la interacción localidades por tratamiento.....	66
Figura 11. Comparación del tamaño de espiga de las diez variedades de trigo por localidad.....	68
Figura 12. Comparación de medias para el tamaño de espiga (cm) de las diez variedades en estudio en las dos localidades	70
Figura 13. Comparación de medias para el peso de mil granos (g) de las diez variedades por localidad.....	73
Figura 14. Comparación para el peso de mil granos (g) de las diez variedades en las dos localidades	75
Figura 15. Comparación de medias para el peso hectolítrico (kg/hl) de las diez variedades en la localidad de Zurite.....	78
Figura 16. Diagramas de correlación y regresión para rendimiento, días a espigado, días a la madurez fisiológica, altura de planta, peso de mil granos y peso hectolítrico	80
Figura 17. Días ha espigado de las diez variedades de trigo evaluadas en las dos localidades	102
Figura 18. Días a la madurez fisiológica de las diez variedades de trigo evaluados en las dos localidades.....	104
Figura 19. Altura de planta de las diez variedades de trigo evaluados en las dos localidades	106
Figura 20. Número de plantas/metro cuadrado de las diez variedades de trigo evaluados en las dos localidades	108
Figura 21. Número de espigas/metro cuadrado de las diez variedades de trigo evaluados en las dos localidades	110
Figura 22. Número de granos/espiga de las diez variedades de trigo evaluados en las dos localidades.....	111
Figura 23. Comportamiento de temperaturas (°C) máxima, media y mínima durante el desarrollo del ensayo en Zurite (datos de la estación meteorológica de Andenes, Diciembre 2019 a Junio 2020)	114

Figura 24. Comportamiento de temperaturas (°C), máxima, media y mínima durante el desarrollo del ensayo en Taray (Datos de la estación meteorológica de Taray, diciembre del 2019 a junio 2020).....	115
Figura 25. Comportamiento de la precipitación (mm) durante el desarrollo del ensayo en la localidad de Zurite (Datos de la estación meteorológica de Andenes, Diciembre del 2019 a Junio 2020).	116
Figura 26. Comportamiento de la precipitación en (mm) durante el desarrollo del ensayo en la localidad de Taray (Datos de la estación meteorológica de Taray, Diciembre del 2019 a Junio 2020)	117
Figura 27. Comparación de la variación diaria de la temperatura media durante el desarrollo del estudio en las localidades de Zurite y Taray (Datos de las estaciones meteorológicas de Andenes y Taray, Diciembre 2019 a Junio 2020).	118
Figura 28. Precipitaciones registradas en la estación meteorológica de Andenes 2020 y registro histórico (1986-2020), SENAMHI-Ancachuro.....	120
Figura 29. Precipitaciones registradas en la estación meteorológica de Taray 2020 y registro histórico (1986-2020) SENAMHI-Pisac.....	120
Figura 30. Temperaturas (°C) máxima, media, mínima registradas en la estación meteorológica de Andenes 2020 y registro histórico (1986.2020) SENAMHI-Ancachuro	125
Figura 31. Temperaturas (°C) máxima, media, mínima registradas en la estación meteorológica de Taray 2020 y registro histórico (1986-2020) SENAMHI-Pisac.....	125
Figura 32. Coeficientes de correlación de Pearson para variables de rendimiento y precipitación entre el 2009-2020.....	126
Figura 33. Coeficientes de correlación de Pearson para variables de rendimiento y temperatura media entre el 2009-2020	128
Figura 34. Coeficientes de correlación de Pearson para variables de rendimiento y temperatura máxima entre el 2009-2020	129
Figura 35. Coeficientes de correlación de Pearson para variable de rendimiento y temperatura mínima ente el 2009-2020.....	130
Figura 36. Análisis múltiple de temperatura media y precipitación con el rendimiento en la localidad de Zurite	131
Figura 37. Análisis múltiple de temperatura media y precipitación con el rendimiento en la localidad de Taray	132
Figura 38. Prueba de normalidad para la variable rendimiento	147
Figura 39. Prueba de normalidad para la variable altura de planta	147
Figura 40. Prueba de normalidad para la variable peso de mil granos	148
Figura 41. Características de grano de las diez variedades en estudio.....	148
Figura 42. Parcela experimental ubicada en la localidad de Taray.....	149
Figura 43. Parcela experimental ubicada en la localidad de Zurite.....	149
Figura 44. Evaluación de días a espigado en la localidad de Taray.....	150
Figura 45. Evaluación de días a espigado en la localidad de Zurite.....	150
Figura 46. Inicio de la labor de cosecha con el corte manual por cada tratamiento	151
Figura 47. Trilla mecanizada de los tratamientos en estudio	151
Figura 48: Resultados de análisis de suelos de la localidad de Taray	152
figura 49: Resultados de análisis de suelos de la localidad de Zurite	153

Resumen

En la zona andina del Perú y el Cusco, el trigo (*Triticum aestivum* L) se cultiva predominantemente en secano que motiva identificar variedades con mejor respuesta a las condiciones de cultivo en secano en los distritos de Taray y Zurite del departamento del Cusco; para ello la investigación planteo tres objetivos: 1) Evaluar los rendimientos en grano de las 10 variedades de trigo harinero (*Triticum aestivum* L) bajo condiciones de secano en los distritos de Taray y Zurite, 2) Evaluar el comportamiento fenológico, 3) Analizar el comportamiento de precipitación y temperatura en el Distrito de Taray y Zurite utilizando el diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones por localidad. Entre los resultados existe diferencias de rendimiento de grano entre las variedades en estudio, con una correlación directa para el rendimiento, el tamaño de espiga y el peso de mil granos; la altitud de los ambientes asociado a los registros de temperaturas y precipitación fueron determinantes en la fenología de las variedades siendo el menor periodo vegetativo en Taray donde la precipitación fue menor y las temperaturas media, máxima y mínima fueron mayores en comparación a los registros de Zurite; los registros del 2020 con referencia al histórico de 1986 al 2020, muestran una disminución de la precipitación de 145.78 mm para Zurite, y 11.36 mm para Taray; mientras que la temperatura máxima con respecto a la serie histórica de 30 años disminuyo en 0.70°C para Zurite, y 0.25°C para Taray, por otro lado respecto a la temperatura mínima en comparación al registro de la serie histórica existe un incremento de 2.94°C para Zurite, y una disminución de 0.04°C para Taray. Finalmente podemos concluir que bajo estos escenarios de clima de ambas localidades se ha identificado a la variedad INIA 434 ESPIGA MISHA con mejor respuesta productiva a las influencias de las condiciones de cultivo en secano.

Pisi simirimay

Perú suyupi qeshuakunapi, Qosqo llactanchispi, trigo llanqaymi churaqun, chaki allpakunapi, anchayrayky munayku r'eqsichikunan imayna trigo chaqui allpakunapi ruwanka Taray, Zurite llaqtakunapi Q'osqo llactanchispi; Chaypaqmi k'uskisunchis kinsa k'aqninta: 1) Chunka trigokunapi tupuna ruruyninta ch'ulla ch'ullallamanta chaki allpacunapi Taray, Zurite llaqtacunapi, 2) Chunka trigokunapi tupuna kausay pacha kasqanta, 3) Imayna ruwayninta qhawarina, Taray, Zurite llaqtakunapi. Chay llaqtakunapi tawa kutita churarayku hunt'asqataku tupunapaq chunka qhatuna triqokunata qhawarinanchispaq imaynatan rurusqanta, kausasqanta ima kay chuymasqa k'asusan hoq ruruynaman. chay trigokunapi, anchaypi qatiqnintaq sayayninta pa p'arwan rurunapaq, Llasaynintaq waranqa rurumanta; wichaynintaq r'eqsichikun imaynan ruphaynin chayta hinallataq mana mik'iyananpáq chaypin qhawarikun kausay pacha Taray llaqtapi pisilla parapapas, ruphaynintaq aswanmin Zurite llaqtata qhawaripa, Kay iskay waranqa iskay chunkanpi rikhurin. Ñaupaqman waranqa isqon pachaj pusaq chunka soqtayuq, iskay waranqa iskay chunkanman pisiyaraoun raphapapay 145.78 mm Zurite llaqtapaq , chunka hujniyuq phaqnin kinsa chunka soqtayuq suni (11.36 mm) Taray llaqtapaq, raphapakuy hatunman Ñaupaq kayninman hina kinsa chunka wata pisiyarapun qanchis chunka uraychaman (0.70°C) Zurite llaqtapaq, iskaychunka pisqayuq uraychaman(0.25 °C) Taray

hoq kinrayninman raphapakuy pisiyan hoq ñaupaqmantaqa kanmi yapakuynin iskay phaqnin isqon chunka tawayuq (0.94°C) Zurite llaqtapaq, pisiyantaq tawachallaman huch'uycha (0.04°C) Taray llaqtapaq. Hinamanq raphapakuy chay raphakuy munanchismi trigo tarpunapaq. Tukukuspa nisunman iskaynin

Ilaqtakunapi rikumunchis trigo INIA 434 ESPIGA MISHA, allin ruruqunata wachaquskanta.

INTRODUCCION

La producción de alimentos a nivel mundial está siendo afectada por consecuencia del cambio climático, por otro lado esta producción en la mayoría de las regiones es deficiente porque las especies cultivadas no encuentran las condiciones adecuadas como suelos fértiles y agua para su desarrollo óptimo, siendo el agua uno de los factores principales para el rendimiento de los cultivos porque interviene en procesos fisiológicos como la fotosíntesis que provee de energía indispensable para la producción de biomasa e hidratos de carbono cuyos requerimientos de los cultivos se ven afectados por la disminución de las precipitaciones como consecuencia del cambio climático que se presentan en todas las latitudes y trae como efecto pérdidas y disminución en las cosechas por los bajos rendimientos de los cultivos, que repercuten en la seguridad alimentaria de los agricultores y con más frecuencia en los países en vías de desarrollo con economías más vulnerables.

Otro de los eventos climatológicos que está afectando severamente a las economías del agricultor son las sequías según (Ministerio del Ambiente, 2015, p 172). Se han registrado estos eventos en los años 1990 y 1992 en el Perú ocasionando pérdidas de hasta 150 millones de dólares afectando a millones de personas dedicadas a la agricultura familiar dependientes de las precipitaciones en su actividad agrícola, considerando que en el Perú el 63.8% de las tierras de cultivo son de secano y estas se ubican en las regiones de la Sierra y la Selva en donde predominan la agricultura de subsistencia y de consumo interno como la papa, maíz, plátano, arroz entre otros (Centro Peruano de Estudios Sociales, 2015)

Las condiciones climáticas (heladas y precipitación irregular, sequías), y otros factores determinan la práctica de una agricultura de baja productividad. En muchas regiones,

los rendimientos económicos son tan bajos que los productores no son competitivos y destinados mayoritariamente para su propio consumo, limitándose a producir especies que les demande poca inversión en su producción, como los cereales, granos andinos, entre otros.

El trigo es el cereal más consumido en el mundo, el consumo per cápita a nivel mundial es de 67.8 Kg anuales y es considerado como el más alto de todos los cereales en comparación con otros y es el que mejor se ha posicionado a nivel internacional (Juarez, 2019). El pronóstico del cultivo de trigo es favorable que ha ido incrementado en su producción con 785 millones de toneladas a nivel mundial, debido principalmente al aumento de superficies sembradas, en los países de la Unión Europea que pronostica aumentar su producción con 137 millones de toneladas de igual forma el Reino Unido predice que su producción alcanzara los 14 millones de toneladas(FAO, 2021).

La producción de este cereal en la zona andina del Perú y particularmente en el departamento del Cusco se desarrolla desde los 2,000 m.s.n.m. en terrenos marginales bajo condiciones de precipitación con bajo nivel tecnológico y diversidad de variedades comerciales existentes en el mercado procedentes de diversas zonas, con este motivo se planteó el trabajo de investigación para evaluar el comportamiento productivo en condiciones de secano de variedades comerciales desarrolladas por el Instituto Nacional de Innovación Agraria a fin de identificar aquellas que presenten una mejor respuesta productiva para recomendar su uso a los agricultores dedicados al cultivo de trigo en condiciones de secano en el departamento de Cusco.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Situación problemática

El Convenio Marco de la Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), define al cambio climático como la variación del clima en el planeta debido a la intervención del hombre ya sea directa o indirectamente que genera el incremento de los gases de efecto invernadero, los eventos extremos como la variación del periodo de precipitaciones, el incremento de la temperatura en el planeta, estimando que para el 2050 aumentara en un promedio de 2.5°

De acuerdo al (Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático, 2014, p.6-7) es muy probable que la actividad antropogénica haya contribuido a un desequilibrio climatológico como el aumento de la temperatura, el deshielo y retroceso de los glaciares, causando impactos negativos en los sistemas naturales y humanos en todo el planeta, los sistemas hidrológicos son los que se ven más afectados debido a que estos se alteran en la cantidad y calidad del recurso hídrico afectando a la agricultura trayendo como consecuencia el bajo rendimiento de los cultivos, que incidirá en la seguridad alimentaria de los pueblos.

Por otro lado (MINAGRI, 2016) señala que la producción del cereal se desarrolla mayormente sobre los dos mil hasta 3500 msnm. En estas zonas es escasa la disponibilidad de variedades, semillas certificadas y asistencia técnica que garanticen calidad y productividad. La población campesina de nuestra sierra depende mucho de este grano para su alimentación y su economía. El Trigo, representa uno de los principales alimentos básicos para las familias peruanas; es insumo para la

producción de harinas, destinadas a la elaboración de pan, fideos, galletas, entre otros y es el tercer cereal más producido después del maíz y el arroz a nivel mundial.

La producción de trigo en la Región Cusco, está limitada principalmente por el escaso número de variedades de trigo resistentes a sequía, inadecuadas tecnologías de producción de trigo, limitada investigación en el desarrollo de variedades, poca difusión de los trabajos de investigación, por otro lado los actuales escenarios climatológicos se presentan con variaciones extremas no solo en el volumen de disponibilidad de los recursos hídricos procedente de las precipitaciones sino la variación de la estacionalidad de los mismos, hechos que influyen directamente en el comportamiento de los cultivos y la disminución de los rendimientos y la calidad para la industria, situaciones que nos motivan a desarrollar el presente trabajo de investigación.

Según (Estrada & Altamirano, 2008) las variedades de trigo que actualmente se están cultivando en el Perú son destinados mayormente para la producción de harinas (*Triticum aestivum* L.), entre ellos tenemos las variedades Andino, Andenes, Gavilán, San Isidro, Nazareno, Santa Elena, El Nazareno, Moray, San Francisco, Espiga Misha entre otros; sin embargo, no se dispone de información de su respuesta a condiciones de baja precipitación que es lo que predomina en las zonas destinadas a su cultivo que son mayoritariamente terrenos en secano bajo condiciones de precipitación. En estos sitios donde la agricultura es en secano, el estrés hídrico por sequía es uno los principales factores ambientales que limita la producción del trigo.

Con el presente trabajo de investigación se pretende determinar la influencia de las condiciones de secano en el rendimiento de grano de diez variedades de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) en la provincia de Anta, distrito de Zurite, y en la

provincia de Calca distrito de Taray, con el fin de que los productores dispongan de variedades de trigo resistentes o tolerantes a las condiciones de secano que son situaciones predominantes del cultivo de trigo

Los objetivos del presente estudio de investigación es determinar ¿cómo es la influencia entre las condiciones de secano y el rendimiento de diez variedades de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) en los distritos de Taray y Zurite 2019-2020, el de evaluar el comportamiento fenológico del cultivo de trigo bajo condiciones de secano, así como la de analizar el comportamiento de las condiciones climatológicas de precipitación y temperatura en los ámbitos de estudio, con el trabajo de investigación se analizará los rendimientos de las variedades en estudio y se realizara la comparación con promedios regionales en condiciones de cultivo en secano y estas puedan ser recomendadas para la producción comercial de los agricultores del ámbito de la provincia de Anta, y de la Provincia de Calca.

1.2. Formulación del problema

a. Problema general

¿Cuál es la influencia de las condiciones climáticas del cultivo en secano sobre el rendimiento de diez variedades de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) en los distritos de Taray y Zurite para la campaña agrícola 2019-2020?

b. Problema específico

¿Cuáles serán los rendimientos de grano de 10 variedades de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) en condiciones climatológicas de los Distritos de Taray y Zurite durante la campaña agrícola 2019-2020)?

¿Cómo será el comportamiento fenológico de 10 variedades de trigo, en condiciones de secano en los Distritos de Taray y Zurite durante la campaña agrícola 2019-2020?

¿Cuáles son las características climatológicas en los distritos de Taray y Zurite durante la campaña agrícola 2019-2020 y su relación con la producción del cultivo de trigo?

1.3. Justificación de la investigación

La obtención de nuevas variedades de trigo con potencial de rendimiento, en nuestro país, es importante en la actualidad porque es el tercer cereal con más producción en el mundo, seguido del maíz y el arroz, es un producto básico, que la hace atractiva en el mercado nacional e internacional que está regido por la oferta y demanda mundial de producción. El trigo viene a constituir un cereal preferido por los agricultores porque no requiere altas demandas de insumos, como suelo, fertilización, mano de obra, disminuyendo sus costos de producción, por otro lado se debe tener en cuenta que para la producción de los cultivos el uso eficiente de los recursos naturales, la preservación y el cuidado del medio ambiente es importante en los actuales escenarios climáticos; por estas consideración se vio la importancia de plantear esta investigación que permita aportar al conocimiento científico sobre las condiciones climáticas del ámbito de estudio y su influencia en la producción del cultivo de trigo y la aplicación de los resultados en las investigaciones relacionadas al clima y el cultivo de trigo en la Región Cusco y de manera particular los resultados beneficiarán a los productores de la región Cusco al disponer de variedades comerciales de trigo con buen potencial de rendimiento

y adaptado a las zonas de producción en los que se desarrolló el trabajo de investigación en respuesta a las necesidades de la cédula de cultivos para que el agricultor pueda conocer y acceder a semillas de variedades de trigo que les permita elevar los rendimientos por unidad de área en condiciones de producción en secano para hacerle frente a los efectos de la variabilidad y las condiciones climáticas que se presentan en la actualidad de forma severa.

1.4. Objetivos de la investigación

a. Objetivo general

Determinar la influencia de las condiciones de secano y el rendimiento de grano de 10 variedades de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) en los Distritos de Taray y Zurite, campaña agrícola 2019-2020

b. Objetivos específicos

Evaluar los rendimientos de grano de 10 variedades de trigo harinero (*Triticum aestivum* L) bajo condiciones de secano en los Distritos de Taray y Zurite, campaña agrícola 2019-2020)

Evaluar el comportamiento fenológico de 10 variedades de trigo, en condiciones de secano en los Distritos de Taray y Zurite durante la campaña agrícola 2019-2020.

Analizar el comportamiento de las condiciones climatológicas de precipitación y temperatura en el Distrito de Taray y en el Distrito de Zurite y su relación con la producción del cultivo de trigo.

II. MARCO TEORICO CONCEPTUAL

2.1. Bases teóricas

A través del presente marco teórico realizaremos un análisis de los principales conceptos a utilizarse en el desarrollo del trabajo de investigación, teniendo en cuenta los conceptos inherentes al tema que derivan del presente trabajo de investigación, la información documental es una abstracción y una síntesis de información recopilada de instituciones e investigadores

2.1.1. Cambio climático

Según (Quintero-angel, Carvajal-Escobar, & Aldunce, 2012, p.259). el cambio climático lo define como una variación del clima en periodos prolongados como décadas siguiendo una progresión o una serie histórica y se presentan como consecuencia de causas naturales o por acción antrópica, esta definición es aceptada por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC); sin embargo es muy diferente al concepto dado por la convención marco Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) que refiere que el cambio climático es debido directa o indirectamente asociada a actividades humanas.

Según (Vargas, 2009) El cambio climático es una variación del clima que se puede identificar y es perdurable como consecuencia de la acción del hombre; debido principalmente al incremento de los gases de efecto invernadero que vienen intensificando la temperatura lo cual acontece en el calentamiento de la tierra.

(Vargas, 2009, p.10) refiere que en los estudios realizados por la NASA sobre la concentración de gases de efecto invernadero, muestran que por el calentamiento global en las últimas décadas se ha incrementado la temperatura en 0.65°C , en referencia al año 1900-1949. El mismo autor señala que las observaciones que realizaron en todos los ecosistemas naturales en los continentes sobre todo en los océanos están siendo afectados, los sistemas climáticos y biológicos por el aumento de la temperatura. Mientras que la variación de las precipitaciones se presume que aumentaría en latitudes altas y disminuirá en las bajas, debido al calentamiento global; así como, el aumento de la evaporación terrestre y la precipitación están experimentando variabilidad.

2.1.1.1. El clima en el Perú y en el mundo

Son tres los factores que determinan el clima en el Perú según menciona (Endara et al., 2019, p. 6-7) la cordillera de los andes, el anticiclón del pacífico del sur y la corriente de Humboldt, , en la región de la sierra existen factores como la latitud altitud, la cordillera de los andes que le provee un clima particular, a medida que aumenta la altitud disminuye la temperatura, y la presencia de lluvias lo hacen de norte a sur y de este a oeste, en general presentan dos estaciones bien marcadas una de sequías que va desde abril a octubre, con días soleados y noches muy frías, escasez de precipitaciones, y otra caracterizada con presencia de lluvias desde los meses de noviembre a marzo con precipitaciones medias anuales de 700 mm. También indica que las variaciones del clima en el Perú, están influenciadas por la presencia del Niño, las lluvias y las inundaciones se presentan por encima de sus valores normales

mientras que de manera inversa en la vertiente del Titicaca y los Andes se presentan las sequias

2.1.1.2. Variabilidad Climática y la Agricultura

Según (Sven, Casimiro, Silvestre, & Pulache, 2010, p.90) la variabilidad es una fluctuación de los estados del clima, estas alteraciones se encuentran fuera de lo normal (desviaciones típicas, y la ocurrencia de eventos de manera extrema) estos eventos pueden deberse a proceso internos (variabilidad interna) o a forzamientos externos debido a acciones antropógenos o naturales (variabilidad externa) estos fenómenos se presentan en periodos cortos o largos, y que pueden presentarse en cualquier lugar de la tierra así como en cualquier tiempo, esta variabilidad trae como consecuencias la presencia de precipitaciones, sequias, anormales que afectan a los ecosistemas y que puede traer efectos ante la disponibilidad de agua para la agricultura que se vería afectada negativamente.

(Conde & Saldaña-Zorrilla, 2007, p.2) al observar los impactos del cambio climático, señala que si la temperatura sigue elevándose entre 1.5 a 2.5°C, es muy probable que los glaciares se irán derritiendo y el agua que éstas contienen también disminuyan por consiguiente afectaran a las poblaciones, especies de animales y vegetales que dependen de ella, mostrando también que en latitudes bajas se proyecta que la producción de granos disminuirá inclusive cuando las temperaturas menores sean de 1 a 2°C y en altas latitudes puede incrementar la producción, aun cuando las temperaturas incrementen de 1 a 3°C; sin embargo, el rendimiento disminuirá si aumenta la temperatura.

2.1.1.3. El clima y la producción del trigo

Según (Vargas, 2009, p.34), y según reporta el MINAG, cada año se pierden aproximadamente 15,000 Has, por efectos asociados debido a la sensibilidad de los cultivos al cambio climático, a la variabilidad de las precipitaciones, a las sequias, es inminente, la disminución de terreno en miles de hectáreas está siendo afectada por el calentamiento global, es así que el cultivo de trigo en dos campañas consecutivas se han ido perdiendo aproximadamente 20,000 has.

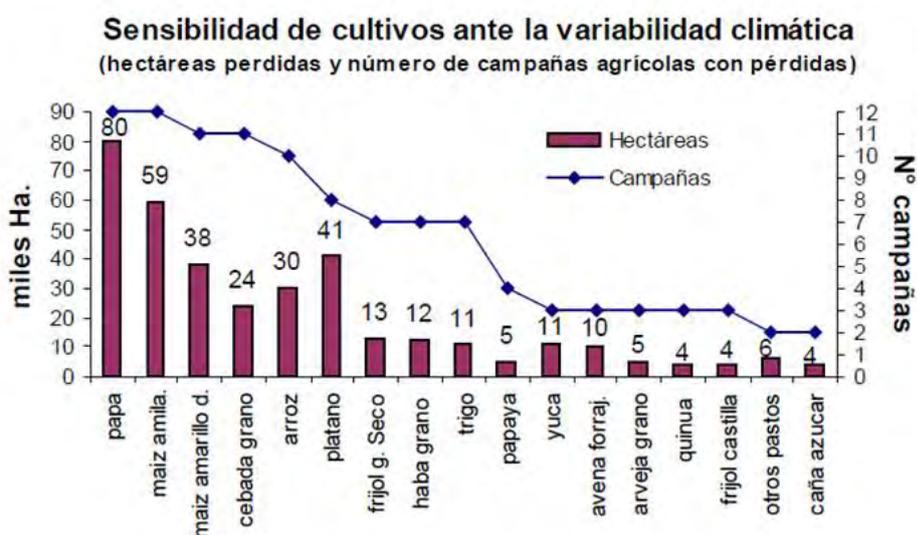


Figura 1. Sensibilidad de cultivos ante la variabilidad climática (Adaptado de Vargas, 2009)

La figura 1 (Vargas, 2009) muestra la sensibilidad de los cultivos ante la variabilidad climática, las pérdidas de hectáreas de producción fueron en dos de las doce campañas evaluadas con un total de 11,000 hectáreas encontrando otras especies muchas más sensibles con mayores pérdidas.

El (Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático, 2014, p.71) afirma que el cambio climático está afectando negativamente en la

producción de los cereales (trigo, maíz, etc.) y de manera indirecta en los precios en los mercados que tienen una alta sensibilidad frente a los fenómenos climatológicos severos.

2.1.1.4. El trigo y la temperatura

Según define (Aregentel et al., 2017, p57-58) el stress térmico es el aumento de la temperatura por encima de los parámetros observados durante muchos años, y que causa efectos negativos en el rendimiento de los cultivos y la influencia final dependerá de la intensidad y duración del stress térmico, la tendencia del aumento de la temperatura diurna como la nocturna aumentara entre 1.8-5.8°C, las temperaturas nocturnas son las más perjudiciales que las diurnas. El trigo por ser un cereal que tiene herencia poligénica está influenciada por muchos factores entre ellos la utilización eficiente del agua y el balance de fotosíntesis-respiración, al aumentar la temperatura la respiración también aumenta lo que implica un gran derroche de energía de la planta para fijar carbono, y por lo tanto la actividad respiratoria aumenta y las pérdidas energéticas son altas en el cultivo que afecta directamente en el rendimiento, por otro lado el stress térmico también afecta directamente al metabolismo de la planta, y estas son afectados también por la fotosíntesis así como la transpiración. El mejoramiento genético es una alternativa para la producción del cultivo de trigo, el uso de variedades resistentes, la aclimatación del cultivo la tolerancia a temperaturas extremas aún falta desarrollar, para cumplir las expectativas de los agricultores, que contribuyen a la producción de alimentos , que se ven afectados por estas fluctuaciones significativas en la

temperatura que pueden afectar hasta en un 10-15% en el rendimiento del cultivo especialmente en la etapa de llenado de granos.

Afirma (Sara, 2017 p.66) que la temperatura es un factor importante en el desarrollo del cultivo, las temperaturas extremas ya sean máximas o mínimas le es desfavorable, el cambio brusco de temperaturas sobre todo en la época de floración puede ser perjudicial provocando aborto de flores, produciendo espigas vanas, El autor también menciona(Sara, 2017, p.67) que un aumento de la temperatura, por efecto del cambio climático tiene un efecto negativo en la producción del cultivo sin embargo como afirma Chmielewsk citado por (Sara H 2017) en Alemania tuvo consecuencia positivas el incremento de la temperatura en el cultivo del trigo, la que favorecía el desarrollo del cultivo, concluye el autor que el buen desarrollo y producción del cultivo depende de la latitud donde se implemente el cultivo.

2.1.1.5. El trigo y la precipitación

(Sara, 2017, p.328) Cuando existe un déficit de agua en el suelo y por lo tanto en el cultivo afecta al proceso de la fotosíntesis provocando una reducción del área foliar y una disminución de la biomasa, la respiración también disminuye provocando un cierre estomático evitando pérdidas innecesarias de agua en la planta, el stress hídrico también afecta a las condiciones hidrológicas del suelo, ya que con un aumento de temperatura provoca una evaporación del suelo, por tanto un aumento de temperatura trae como consecuencia una disminución del rendimiento del cultivo. Según (Challilnor et al 2014, Luo & Wen 2015) citado por Sara 2017), afirman que las precipitaciones tienen un efecto positivo en el rendimiento del cultivo de trigo. Por otro lado (Rotter et al 2013) citado

por (Sara 2017) afirma que un exceso de precipitación puede afectar negativamente al cultivo.

(Escobar, 1972) Afirma que el cultivo de trigo requiere desde la implementación del cultivo hasta la floración 350 mm de agua, y por otro lado afirma que la cantidad de agua que se requiere desde la siembra hasta la cosecha es de más o menos de 650 mm de precipitación

2.1.2. La producción de trigo

2.1.2.1. Tecnologías de producción de trigo

Las tecnologías de producción en el cultivo de trigo deben ir estrechamente ligados con estrategias de manejo de cada ámbito geográfico teniendo en cuenta el cuidado del medio ambiente, la conservación de suelos, y los paquetes tecnológicos propios de cada zona. Considerando que el clima es el principal factor de variabilidad del rendimiento del cultivo que incidirá en los costos de producción y la rentabilidad. Al respecto (Estrada & Altamirano, 2008, p 6-9).señala que las zonas apropiada para el cultivo de trigo en los andes va desde los 2800 a 3500 msnm sobre todo en condiciones de secano mostrándose en el país 19 regiones que cultivan bajo estas condiciones aprovechando el rango de adaptación que tiene el cultivo de trigo que en su proceso productivo es importante la rotación de cultivos con leguminosas para evitar la incidencia de plagas y enfermedades, una apropiada preparación de terreno y su instalación en las épocas oportunas considerando la temperatura, la presencia de precipitaciones y el periodo vegetativo de las variedades que por lo general en la región sur del Perú se instala entre los meses de setiembre

hasta la primera quincena de Enero bajo condiciones de precipitación adaptando los paquetes tecnológicos de acuerdo a los ámbitos de producción de trigo

Tal como lo menciona (Tejada, 2008, p.16-17) los mayores rendimientos se obtienen cuando las condiciones climáticas son favorables, procurando alcanzar una buena biomasa foliar las que incidirán en la formación y llenado de granos, las temperaturas ideales para un buen crecimiento y desarrollo es desde los 10°C y 24°C, para la etapa de maduración de grano la temperatura no deberá ser excesiva ni muy fría, en cuanto al suelo requiere de suelos francos o arenos arcillosos, provistos de materias orgánicas, y con una retención de humedad adecuada, el trigo se siembra dependiendo de los lugares de producción la variedad que se ha de utilizar, en época lluviosa se suele sembrar entre los meses de noviembre y febrero, también dependerá si las variedades son tardías o precoces, si son tardías se siembran entre octubre y diciembre, y si son precoces se deben sembrar en enero, teniendo en cuenta sembrar a inicios de temporada.

2.1.2.2. El trigo y la seguridad alimentaria

(Sanabria & Tarqui, 2007) señalan que los reportes del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en el Perú el 25% de niños menores de 5 años presentan desnutrición crónica, problemas nutricionales sobrepeso y obesidad, y es uno de los 10 países vulnerables en temas de inseguridad alimentaria. En ese entender nuestro país, a través del ministerio de Salud viene trabajando y realizando esfuerzos para mejorar los niveles de nutrición así como disminuir la anemia en grupos vulnerables, con el objetivo de

mejorar la nutrición en el país y mejorar la salud es que se ha implementado políticas públicas mediante ley N° 28314 el cual se aprueba para una modificación a la fortificación de la harina de trigo con hierro debido a que durante el procesamiento existe una pérdida de micronutrientes como las vitaminas del complejo B, haciendo necesaria la fortificación, considerando que el trigo es un alimento de consumo masivo ya que el uso del trigo fortificado no solo es para las poblaciones vulnerables sino para toda la población del país que presenta como uno de los principales alimentos en su canasta familiar.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Clima

El clima según (Amador, Rica, & Alfaro, 2007, p.7) lo constituyen elementos o componente promedio del entorno climático como la precipitación, temperatura, humedad, viento, nubosidad, visibilidad las que interactúan de una forma dinámica con el medio biótico y abiótico, las que varían lentamente en el tiempo, que pueden ir desde periodos muy cortos como un mes o meses hasta periodos largos como puede ser un año o varios años, teniendo en cuenta la variabilidad en las que se presente en el tiempo y en el espacio.

2.2.2. Reacción a estrés hídrico

Los científicos dan una proyección de que el 36% de la producción encararan cambios en los patrones de precipitación según lo afirma (Lau et al., n.d. p.2) las que afectaran a las etapas fenológicas de los cultivos como las fechas de siembras, floración, sistemas de producción, y ataque de plagas, enfermedades, malezas que redundaran en el aumento de los costos de producción, y el descenso de las reservas de agua en el suelo, por otro lado la presencia de excesivas precipitaciones traerá como consecuencia la erosión de suelos salinización, desertificación que traerá la pérdida de áreas de terrenos aptas para la producción.

Según manifiesta (Abbate, 2004 p.8) el agua de lluvia cuando es escaso es uno de los factores climáticos críticos que afectan al cultivo de trigo, por la interceptación de la radiación solar, la que produce acartuchamiento de hojas. Si el cultivo fue afectado por la deficiencia hídrica en la etapa de crecimiento de las espigas reducirá el número de granos/m² y no se producirá un adecuado desarrollo del área foliar la que afectará al rendimiento.

La disponibilidad de agua durante la etapa de llenado de grano es importante, porque redundara en el peso de mil granos y puede ser afectado en el rendimiento, generalmente durante esta etapa hay presencia de sequía y altas temperaturas que se puede confundir estos efectos.

(Cifuentes, 2014 p.14-15).en su revisión bibliográfica respecto a stress hídrico y rendimiento señala, cuando existe stress hídrico en el suelo, repercute en el cultivo de trigo afectando en los diferentes procesos de desarrollo y crecimiento de la planta como la producción de biomasa, la eficiencia fotosintética, la

asimilación de nutrientes, por consiguiente, la producción del cultivo se ve afectado con la disminución del número de grano y el peso que incidirá en el rendimiento. El mismo autor señala que el stress hídrico afecta al número de espigas cuando la densidad de siembra es baja y la existencia de alta humedad genera competencia con malezas que pueden provocar que no desarrolle el cultivo de trigo por consiguiente el rendimiento es afectado cuando la densidad es baja, y cuando la densidad es demasiado alta a mayor precipitación ocurre el acame. Así mismo señala que el stress hídrico durante el periodo vegetativo genera menor desarrollo de macollos productivos que afectara al rendimiento considerando que este es un componente importante; así mismo el stress hídrico si ocurre en la fase de llenado de grano afecta el número de grano/espiga ya que la formación de los granos de polen es sensible al déficit hídrico y considerando que es un componente principal afectara el rendimiento.

2.2.3. Trigo

El ciclo del cultivo de trigo referenciado por varios autores entre ellos (Abbate, 2017, p.123) está identificado en tres grandes etapas:

- a) Desarrollo vegetativo, esta etapa terminaría en el momento en que empiezan a crecer las espigas donde lo más importante es la generación del área foliar,
- b) Periodo de crecimiento de las espigas, en esta etapa se va a definir el número de granos y la temperatura juega un rol importante en el periodo en el que se prolongue si son bajas las temperaturas. Además, cuanto mayor sea la radiación, mayor será el crecimiento del cultivo y de las espigas.
- c) Llenado de granos, las altas temperaturas pueden acortar el llenado y deprimir el peso

potencial de los granos, cuando tengamos temperaturas más bajas durante esta etapa se tendrá mayor número de granos.

El conocimiento de las etapas fenológicas de un cultivo y de los efectos que ocasiona la presencia de condiciones anormales en ellas, tiene su utilidad práctica en la conducción y manejo del cultivo, la respuesta de las plantas a los factores ambientales

2.2.4. Variedad

Debido a la diversidad de usos del trigo, existe gran diversidad de variedades, actualmente se comercializan variedades de paja corta y alto rendimiento, así como variedades de verano e invierno; las variedades de invierno suelen cultivarse en zonas templadas y los de verano predominan en zonas con inviernos fríos (altas latitudes) o con inviernos demasiado suaves (bajas latitudes)

En general pueden distinguirse tres variedades en función a su ciclo: a) variedades de otoño o de ciclo largo, b) variedades de primavera o de ciclo corto, c) Variedades alternativas. La diferencia entre ellas se basa en la duración del periodo vegetativo y la variedad INIA 403 Moray se encuentra dentro de las variedades de primavera o de ciclo corto

Según, (FAO, 2016) señala que los agricultores prefieren utilizar variedades que sean resistentes a plagas y enfermedades porque son especies que tienen un buen rendimiento y productividad lo que asegura su producción alimentaria, por otro lado con el fin de fortalecer la seguridad alimentaria, el uso de variedades resistentes a ayudado a los agricultores a combatir la roya en el cultivo de trigo, y la rotación de cultivos a reducir la población de plagas y el

desarrollo de nuevas variedades resistentes y su multiplicación debe de ser de fácil adopción por los agricultores, a través de los cuales luchan contra las plagas y también utilizan la rotación de cultivos las leguminosas si se siembran junto con los cereales controlan las malezas

2.2.5. Rendimiento

Según (FAO, 2014, p.12) refiere que el rendimiento de un cultivo es el resultado de sus componentes y las prácticas de manejo de una región o lugar determinado, expresado en toneladas por hectárea.

En cuanto a rendimiento del trigo en el Perú refiere (Albújar, 2019, p.29-34-42). el rendimiento promedio en el año 2019 fue de 1486 kg/ha, los departamentos que obtuvieron los mejores rendimientos promedios están los departamentos de Lima Metropolitana con 7700 kg/ha, le sigue Arequipa con 2951 kg/ha, Apurímac con 1967 kg/ha, Ayacucho con 1395 Kg/ha y luego Cusco con 1914 kg/ha, con una superficie cosechada del 94,959 hectáreas y con un volumen de producción de 9056 toneladas se debe hacer mención que los departamentos que tienen altos rendimientos no son los principales productores

2.2.6. Fenología, Crecimiento y desarrollo del cultivo

(Castillo et al., 2015, p.6) define a la fenología del cultivo de trigo como la secuencia de las fases del desarrollo controlados por factores genéticos agronómicos y ambientales que ocasionan cambios morfológicos y funcionales y conducen al crecimiento y desarrollo expresados en la acumulación de

biomasa y la formación de los componentes de rendimiento. En el desarrollo del trigo identifican tres grandes etapas en su fenología: vegetativo, reproductivo y de maduración y cada uno de ellos tiene diferentes fases que ocurren en diferentes momentos durante el ciclo de la planta.

Son tres los factores importantes que regulan la duración de las etapas del cultivo de trigo, la temperatura, el fotoperiodo y la vernalización este último asociado al requerimientos de horas frío, tal como señala (Miralles, 2004) que es importante el conocimiento de estos factores con el fin de determinar la adaptación a las condiciones de cada zona de producción adecuadas, siendo la temperatura el factor más importante que influye en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo, cuando las temperaturas son altas determina un floración más temprana en comparación con temperaturas más frescas para el mismo periodo. Con referencia al fotoperiodo y a la vernalización estos factores tienen lugar en periodos particulares, el efecto a la vernalización ocurre en la etapa de la inhibición de la semilla hasta que el ápice cambia de vegetativo a reproductivo (etapa vegetativa), las temperaturas vernalizantes se dan en un rango de 0 a 12°C, siendo la óptima entre 5-7°C, también hace referencia el autor que en todo el ciclo del cultivo del trigo se producen una serie de procesos tanto externos como internos, en los cambios externos estas ocurren en el ápice de crecimiento de la planta determinando el número de hojas que la planta tendrá, cuando la semilla inhibe el agua inicia la germinación de la planta, iniciándose la etapa vegetativa en la que se inicia la producción de hojas finalizando la fase vegetativa, luego dando lugar al crecimiento e iniciación de las espiguillas quedando definido el número de espiguillas que tendrá la futura espiga, entonces se da inicio al crecimiento de los macollos y posterior muerte,

dando lugar a la aparición del primer macollo en la hoja más vieja, y esta continua hasta el la aparición de la elongación de los entrenudos del tallo principal conocido como encañazon, por lo que existe una similitud entre el inicio de la elongación y el número máximo de espiguillas por espiga; Seguido a la etapa de elongación del tallo continua el crecimiento de la espiga que es un proceso critico que define el rendimiento a partir del número de grano por espiga, esta fase es crítica debido a que hay competencia de asimilados entre el desarrollo del tallo y la espiga, siendo este órgano determinante para el rendimiento del cultivo,

Según (Abbate, 2017). el crecimiento del cultivo involucra aumentos de biomasa mientras que el desarrollo señala la sucesión de las etapas fisiológicas o morfológicas durante el ciclo de vida del cultivo, ambos procesos son influenciados por el medio ambiente y características genéticas que les diferencian entre variedades y las condiciones climáticas de la zona de producción, relacionados a los estados fenológicos que son definidos particularmente para el cultivo de trigo según la escala Zadoks que señala lo siguiente para las principales fases fenológicas entre ellos:

- Zadoks 0- Germinación: Inicia con la absorción de agua por la semilla finalizando con la emergencia radicular.
- Zadoks 1-Crecimiento de la plántula: Está relacionado con la aparición de la primera hoja, en la superficie del suelo denominado emergencia seguido por el número de hojas desarrolladas, el tiempo de aparición de esta etapa aumenta o disminuye con la profundidad de siembra y el tamaño de la semilla

- Zadoks 2- Macollaje: La duración de la etapa de macollaje condiciona la cantidad de macollos que tendrá una planta, ocurriendo la emergencia del primer macollo de la axila de la primera hoja aproximadamente a la aparición de la tercera o cuarta hoja de la planta, también el número de macollos será mayor o menor dependiendo de la densidad de siembra debido a la disponibilidad de recursos como agua, nutrientes, radicación solar entre otros.
- Zadoks 3. Elongación del tallo: Esta caracterizado por la elongación de los entrenudos que dan origen al tallo verdadero de la planta, en este proceso los primeros entrenudos provocan la elongación del tallo y la elongación del último entrenudo denominado pedúnculo genera la emergencia de la espiga, cada cultivar y las condiciones ambientales determinan el número de nudos que se pueden observar en la medida que aumentan el espacio entre ellos.
- Zadoks 4. Vaina engrosada o bota: Se inicia cuando la espiga asciende y termina cuando las primeras aristas emergen por arriba de la lígula de la hoja bandera, produciéndose la máxima acumulación de materia seca alcanzando la espiga su mayor longitud.
- Zadoks 5. Emergencia de la inflorescencia: Comienza esta etapa cuando la espiguilla terminal se hace visible continuando hasta que la espiga emerge completamente.
- Zadoks 6. Antesis: denominado también floración, consiste en la aparición de las anteras por fuera del antecio, en este proceso la floración comienza en el centro de la espiga extendiéndose hacia arriba y abajo. En cada espiguilla la floración avanza desde las flores basales

hacia el ápice de la espiguilla y en una planta la antesis ocurre primero en el tallo principal y luego en los macollos.

- Zadoks 7. Grano Lechoso: Luego de la fertilización de las flores se da lugar al crecimiento de los granos que en los primeros 2 a 4 días de esta etapa aumenta su tamaño con poco incremento del peso seco por su alto contenido de agua que luego para su llenado efectivo está influenciado por los factores ambientales como la temperatura entre otros para la mayor o menor ganancia de peso.
- Zadoks 8. Grano pastoso: En esta etapa se puede visualizar que el grano adquiere consistencia pastosa cambiando de color progresivamente de verde a amarillo hasta lograr su color definitivo y las estructuras internas están desarrolladas dando viabilidad al grano, también presenta una característica particular esta etapa con la pérdida de color verde del pedúnculo de la inflorescencia.
- Zadoks 9. Madurez: En esta etapa el pedúnculo cambia de un color amarillo a una tonalidad más oscura, el grano deja de crecer, pierde humedad y adquiere un color marrón dorado

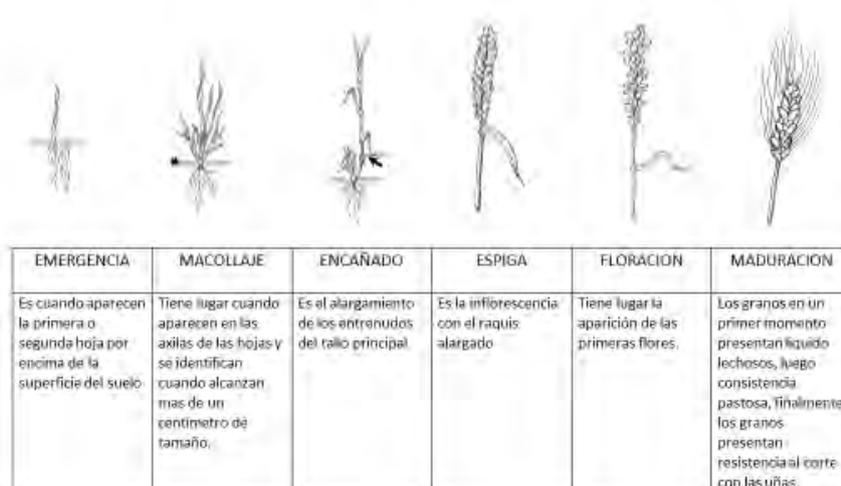


Figura 2. Fases fenológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo de trigo (Yzarra & López, 201, p.63).

2.2.7. Experimento

Según (Gutiérrez & De la Vara, 2008, p.7) el experimento es considerado como un cambio en las condiciones de operación de un sistema o procedimiento con la finalidad de medir el efecto del cambio sobre las características del producto que permite aumentar el conocimiento acerca del proceso.

2.2.8. Parcela experimental

Es la muestra que se utiliza para generar un valor que sea representativo del resultado del experimento, en cada diseño experimental será importante elegir el diseño de manera cuidadosa, en la que la unidad experimental representa un conjunto de fragmentos obtenidos del proceso.(Gutiérrez & De la Vara, 2008, p.7)

2.2.9. Bloques

“Consiste en el agrupamiento de las unidades experimentales homogéneas en grupos dentro de la estructura del diseño experimental con una asignación aleatoria imparcial”(Rienzo, Alejandro, Alicia, Margot, & Pilar, 2005, p.232)

2.2.10. Variables

“Es una característica con respecto a la cual los elementos de una población presentan alguna diferencia y las observaciones o mediciones sobre los elementos de la población constituyen la materia prima con la cual se trabaja en estadística”.(Rienzo et al., 2005, p.179).

2.3. Antecedentes empíricos de la investigación

(Campuzano, Molina, Rajaram, & Van, 1994) en su trabajo de investigación “Clima, Fenología y su Relación con el Rendimiento de Trigo (*Triticum aestivum* L.) en tres ambientes de selección, evaluaron 196 materiales de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) en las localidades de Obregón, estado de Sonora y en Batán y Toluca en el estado de México con un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones en cada localidad, con el objetivo de seleccionar materiales con mejor respuesta a las zonas en estudio. Utilizaron la siembra con densidad de 270 gr/m², no aplicaron ningún método de control de plagas ni enfermedades y las variables de evaluación fueron aquellas directamente relacionadas con las fases fenológicas y las características de rendimiento en grano y parcela, también como parte de la metodología recopilaron datos de la información de clima. Del análisis de resultados encontraron diferencias significativas para el análisis de varianza entre localidades en todas las variables evaluadas, en los análisis de correlación, en la Localidad de Obregón encontraron correlaciones negativas entre los principales componentes de rendimiento (espigas/metro cuadrado y granos/espiga con $r=-0.46$ entre otros resultados; sin embargo, a nivel de las tres localidades la correlación fue significativa y positiva ($r=0.51$). Los autores concluyen que en la localidad de Obregón fue mayor el periodo vegetativo-reproductivo en comparación con lo obtenido en Toluca y Batán y determinaron una mayor asociación para rendimiento entre granos/m² y biomasa y la tasa de llenado de granos, también encontraron una relación positiva entre el número de granos /m² y el peso del grano.

(Castro, Hoffman, & Viega, 2014) en su trabajo de investigación “Variabilidad en la Respuesta al Estrés hídrico de Cultivares de Trigo en Uruguay” realizado en el Cono Sur de los Andes del Uruguay donde se viene presentando variabilidad interanual del clima plantearon el objetivo de evaluar la reacción al déficit o exceso hídrico de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) bajo esas condiciones, utilizaron la metodología de seleccionar cultivares de trigo en dos ambientes: en campo y en invernadero teniendo en cuenta las etapas de preanthesis y la etapa de llenado de grano. En el trabajo bajo condiciones de invernadero, evaluaron 07 genotipos y la interacción por estrés hídrico que fue significativa para los genotipos Atlax y LE 2331 (INIA Don Albert) los cuales no fueron afectados por los tratamientos de estrés, los cinco restantes disminuyeron su rendimiento frente al déficit hídrico, también señalan que en trabajos anteriores el genotipo LE2331 (INIA Don Albert) desarrollo una importante proteína denominada prolina que le confiere al trigo una condición de tolerancia optima del cultivar a la falta de agua. En campo evaluaron nueve genotipos de trigo a los que se sometieron a un estrés por exceso hídrico en la etapa Z29 con un tratamiento sin control o sin humedad. El exceso de humedad causó una pérdida significativa del 38% de la biomasa aérea, 17% en peso de grano y un 50% en el rendimiento en grano con referencia al control. También encontraron una correlación negativa entre la temperatura y los cultivares, determinando que por cada grado centígrado de aumento de temperatura se perdió 800 kg de grano/ha, los genotipos con menor daño por el exceso de humedad fueron LE 2331 (INIA Don Alberto), Baguette 9 y GENESIS 2354 las que disminuyeron en 48%, 46% y 37% respectivamente, presentando una mayor disminución del rendimiento el cultivar Atlax (62%), con una probabilidad

menor a 0.001. Los autores concluyen que estudios de estrés hídrico ayudarían a una selección indirecta de genotipos en fases tempranas de la fenología de las progenies de los programas de mejoramiento de trigo.

(Quiroz, 2010, p 8-9) en su trabajo de investigación “Rendimiento y Producción de Biomasa de Trigo, Cebada y Triticale bajo riego y seco durante el llenado de grano en el sur de Chile”, el objetivo del trabajo de investigación fue evaluar la respuesta al déficit hídrico durante el llenado de los granos en los cultivares de trigo, triticale y cebada, bajo dos regímenes hídricos (riego y seco) en la campaña del 2008-2009; y en las condiciones agroclimática del Sur de Chile, utilizando el diseño experimental de parcelas divididas con tres repeticiones, los tres cereales han mostrado diferencias significativas ($P < 0,05$) en el rendimiento de grano, peso de granos, números de granos/m², los rendimientos promedio que alcanzaron el trigo, cebada y triticale fueron de 10.5, 10.9 y 12.8 t/ha respectivamente, los regímenes hídricos (en seco y con riego) no mostraron diferencias ($P > 0,05$), para rendimiento, peso de grano, número de granos/m², el autor concluye que el déficit hídrico moderado no altera el rendimiento ni sus componentes.

(Martinez, 2011, P.40-48) en su trabajo de investigación “Rendimiento de seis variedades de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) Chiara, 2850 m.s.n.m. Ayacucho”, realizada en la localidad de San José de Mutuy ubicada en el distrito de Chiara, Provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, realizo el trabajo de investigación con el objetivo de determinar el rendimiento, calidad y precocidad de seis variedades de trigo harinero, utilizó el Diseño de Bloque Completo Randomizado, de los análisis estadísticos efectuados en base a la fenología del cultivo, la variedad Wari-INIA presentó la mayor altura con 111.75

cm seguida de la variedad Centenario y San Isidro con valores de 104.87 y 98.72 cm, concluyendo el autor que el factor genotípico determina este carácter, esta característica interactúa de manera positiva o negativa con los factores bióticos y abióticos, que condicionan el crecimiento y desarrollo de la planta, para el análisis del número de espigas/m² menciona que la variedad San Isidro y Wari-INIA, son los que presentan un mayor número de espigas/m² con 568 y 542, el autor señala que la variedad san Isidro presenta este valor por su plasticidad en cuanto al rango de adaptación como es la altitud, el análisis realizado con el peso hectolitrico las variedades Wari –INIA y San Isidro presentan una mejor calidad panadera para esta variable con 78.40 y 78.18 Kg/hl, al realizar el análisis del peso de 1000 semillas, las variedades Wari-INIA, San Isidro y Nazareno muestran los promedio más altos del peso con 42,64, 42.32 y 41.83 g, respectivamente, el autor señala que este carácter es muy importante porque determina el rendimiento potencial de un cultivo permitiendo calcular la densidad de siembra para un determinado lugar, señala también que las variedades Centenario y San Francisco son variedades que los pobladores lo utilizan para su seguridad alimentaria. En el análisis de rendimiento las variedades de San isidro, Wari-INIA y la línea LH-196 obtienen los mayores rendimientos con 5744, 5283 y 4898 kg/ha respectivamente.

(Amado, 2016, p.12-13), en su trabajo de investigación “Efecto del Déficit Hídrico Moderado en la Fase Fenológica del Espigado y madurez de Grano en 15 Líneas avanzadas de *Triticum aestivum* L. Trigo Harinero, La Molina Lima-Perú”. El estudio se realizó en macetas en el tinglado del programa de cereales de la Universidad Nacional Agraria La Molina de Lima, entre los meses de enero a marzo 2019, cuyo objetivo fue la de evaluar las características

morfológicas, agronómicas, fisiológicas en 15 líneas de trigo (*Triticum aestivum* L.) utilizo el diseño estadístico del DCA, prueba de tukey , t-student, entre los resultados que obtuvo el autor señala que el déficit hídrico en la altura planta y longitud espiga no tuvieron un efecto significativo en las líneas GO7(ERTH4-117 VM08) G12 (ERTH9-121 VM) sin embargo tuvo un efecto significativo ($p < 0.01$) para altura planta y $p < 0.05$ para longitud de espiga en las líneas GO4 (LM 08B PITH28) y G11 (ERTH-102 VM) que vieron reducidas en estos caracteres en 6 a 8 cm, estas líneas también tuvieron el menor rendimiento de grano. La línea que tuvo un efecto negativo sobre el rendimiento de grano fue la línea GO4 (LM08B PITH28); sin embargo, la que tuvo el periodo más largo de días y tuvo el menor efecto negativo en el rendimiento de grano con una disminución de 35% fue la línea GO7 (ERTH-117 VMO8). La línea GO7 (ERTH4-117 VMO8) fue la que tuvo el menor efecto de déficit hídrico, con respecto a la biomasa de espigas, y la línea GO4 (LM08B PITH28) fue la que tuvo el mayor efecto de déficit hídrico, con una disminución del 61%. Finalmente, el autor, productos de los resultados de su trabajo concluye el cultivo de trigo bajo regímenes hídricos deficitarios se ve afectada en sus características agronómicas e indicadores productivos. El autor menciona que la disminución de días entre las etapas fenológicas de antesis y madurez de grano fue significativa con déficit hídrico

(Soto F, Plana R, 2009, p.2-6).en su trabajo de investigación “Influencia de la Temperatura en la duración de las fases fenológicas del trigo harinero (*Triticum aestivum ssp. Aestivum*) y Triticale (X *Triticum secale Wittmack*) y su relación con el rendimiento” en las que evaluó 403 líneas de trigo, 107 harinero y 296 de triticales, procedentes del CYMMYT, llevadas a cabo en San José de las

Lajas a 138 m.s.n.m (Cuba), la siembra se efectuó en dos etapas en enero del 2003 (grupo I) y diciembre del 2002 (grupo V) con el objetivo de determinar la influencia de la temperatura en las diferentes fases fenológicas del trigo y triticale, en las que evaluó el número de días para las diferentes fases fenológicas (emergencia, ahijamiento, primer nudo, hoja bandera, espigamiento, floración, madurez fisiológica y cosecha) así como la de determinar el calor acumulado en todo el desarrollo vegetativo de los cultivos, utilizó regresiones lineales, para determinar la dependencia del rendimiento y las fases fenológicas con la temperatura, el autor señala que cuanto más tiempo le tome al cultivo desarrollar las fases fenológicas esto influirá en la acumulación de biomasa y en el mayor rendimiento, el calor acumulado durante todo el ciclo productivo de los cultivos fue de 1800°C y 2400°C respectivamente. Por otro lado, señala que la etapa de días a espigado existe una correlación directa y positiva con un $r=0.93$, el rendimiento también muestra una correlación positiva cuanto mayor periodo vegetativo es mayor el rendimiento con un $r=0.93$

(Dell'Amico, Jose M. Martin, R. Jerez Eduardo I. Morales, D. Plana, 2016, p.2) en su trabajo de investigación "Respuesta Fisiológica del trigo (*Triticum aestivum* L.) Cultivar Inca TH 4 al déficit Hídrico" llevada a cabo en el Instituto Nacional de Ciencias agrícolas (INCA) (Cuba), cuyo objetivo fue evaluar la respuesta fisiológica al estrés hídrico, se ensayaron dos tratamiento de riego T 100 (riego al 100% de la ETc), (Evapotranspiración estándar del cultivo), y T50 (riego al 50 por ciento de la ETc) y el cultivar INCA TH4, utilizo el diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones el autor menciona que el contenido hídrico del suelo en el tratamiento T 50 tuvo un

efecto importante debido a que a los 52 y 67 días después de la siembra descendió por debajo del 15%, la que se contrasto con los valores de déficit potencial de humedad del suelo que en T50 fue de 178 mm y T100 fue de 77 mm, comenta el autor que si bien fue practica la programación del riego a lo hora de aplicar los tratamientos, pero esta no ha satisfecho las necesidades de agua para el cultivo, también se evaluaron el potencial hídrico foliar en las que se observó que el tratamiento T50 tuvo un severo déficit hídrico a los 41 DDs alcanzando un valor de 1.5 Mpa, y el tratamiento T100 a los 62 DDs, la conductancia estomática reflejo una sensibilidad mayor a la deficiencia hídrica, acumulación de biomasa y el área foliar y el T10 tuvo un ligero rendimiento y un uso eficiente del agua frente al T50 el autor concluye que un aumento excesivo de agua en las etapas del cultivo no influye en el rendimiento, pero sin embargo cuando se hace un uso eficiente del agua y estas alcanza un desarrollo y rendimiento óptimo

(Silva, Michma, Marza, & Butrón, 2001, p.84-87) en su trabajo de investigación “Ensayo comparativo de rendimiento de diez variedades de trigo en condiciones de altiplano central de Bolivia”, cuyo objetivo fue la de evaluar el rendimiento de diez variedades de trigo en condiciones del altiplano (Bolivia), utilizando diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, las variedades que más destacaron fueron Anzaldo, Chullchuncaneño, Tiraque y Redención, al analizar la prueba Duncan la variedad Anzaldo obtuvo un rendimiento de 2445 kg/ha, la variedad Chullchuncaneño con 2138 kg/ha, las variedades Tiraque y Redención con 1600 y 1469 kg/ha respectivamente. Estas variedades obtienen rendimientos superiores frente a las demás variedades, los autores refieren que la variedad Anzaldo muestra tolerancia al

déficit hídrico y esta se deba a las características genotípicas propias de la variedad. Al realizar el análisis de correlación múltiple de Pearson señalan los autores que existe una correlación positiva con número de espigas por metro ($r=0.542$, $P<0.02$) y número de grano por espiga ($r=0.444$, $p<0.02$) este resultado muestra que estas variables son las que predicen el rendimiento de las variedades. En el estudio también se analizaron tres principales componentes con el fin de evaluar las variables en estudio como rendimiento en grano, número de espigas por metro, peso hectolitrico, altura planta que aportan de forma significativa y que contribuye con un 30% de la varianza. El segundo componente que contribuye con el 24.3% de la varianza son las variables peso de mil granos, número de granos por espiga, longitud de espiga, la que contribuyen en forma positiva. El tercer componente que aporta con un 19.1% de varianza y de forma positiva fueron la longitud de espiga y peso hectolitrito, mientras que el número de granos por espiga y altura planta la correlación fue de manera negativa.

(Huanca, 2015, p.78-79).en su trabajo de investigación “Estimación de la variabilidad fenotípica de trigo harinero para componentes de productividad” cuyo trabajo fue realizado en la Estación Experimental de San Benito en la campaña 2014-2015” se utilizaron 208 líneas de trigo del vivero del CIMMYT, se evaluaron 10 variables como altura de planta, tamaño de grano, número de granos por espiga, número de espigas por metro cuadrado, peso de mil granos, peso hectolitrico y rendimiento, se utilizaron los análisis estadísticos de correlación simple de Pearson así como componentes principales y conglomerados. El autor menciona que al realizar el análisis biplot relaciona dos grupos de variables, como a mayor longitud de espiga, el número de grano

de espiga se incrementa en donde ($r=0.6$), otra asociación importante relaciona entre rendimiento y altura planta ($r=0.5$) en donde también la correlación es positiva, otras variables que muestran asociación es entre altura de planta con longitud de espiga y número de espiga con valores de ($r=0.48$ y $r=0.43$) en donde se puede visualizar es una correlación positiva, en donde a mayor peso de grano mayor será el rendimiento del cultivo.

(Gomez-Coronado, 2015).en su trabajo de investigación “Biofortificación agronómica y genética con Zinc de genotipos de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) en clima mediterráneo, fue realizado en la finca “Herdade da Comenda” perteneciente a la Dirección Regional de Agricultura de Portugal realizada en dos campañas, 2010/2011, y 2012/2013 cuyo objetivo fue determinar la interacción de biofortificación genética y agronómica de 13 líneas mediante la aplicaciones de Zn y sus efectos en la acumulación en el grano, y en la fisiología del cultivo. Las precipitaciones en los dos años de estudio fueron de 581 mm y 611 mm de precipitación, estas fueron superiores a las precipitaciones promedio que se presentan en la localidad, con temperatura media anual de 17.9°C el diseño experimenta fue la de parcelas subdivididas con tres repeticiones, el autor afirma que el periodo más largo fue en la campaña 2012/2013 en referencia al 2010/2011, con una variación de 20 días más para alcanzar la etapa de espigado, 30 días para la antesis, 32 días hasta grano lechosos, probablemente debido a las mayores precipitaciones y también a la anticipación de la siembra. Por otro lado afirma que la altura planta es un factor relevante para el rendimiento, afirmando que esta variable es un indicador de la incidencia del stress hídrico, afirma igualmente que el factor clave en la formación de grano es la temperatura, cita el autor que Chiwdhury

y Wardlaw (1978) afirman que temperaturas óptimas entre 15°C y 18°C, son óptimas para el llenado de grano, por cada °C que la temperatura media sube existe una reducción de la producción de grano entre 3% y 4%, respectivamente. Al realizar el ANVA para producción de grano en la campaña 2012-2013, se obtuvo un rendimiento de 3.585 t/ha en contraste con 2.138 t/ha producido en la campaña 2010/2011, debido probablemente a las condiciones climatológicas como la precipitación y la temperatura variables climáticas que incidieron en el rendimiento en la zona mediterránea, Para las variables peso de mil granos como el peso hectolitro estas fueron mayores en la campaña 2012/2013 con 40.1 g y 83.5 kg/hl.

(Romani & Herrera, 2017) En su trabajo de investigación “Ensayo comparativo de rendimiento de trigo bajo riego, Campaña 2016-2017, ejecutada en la Estación Experimental Agropecuaria Santiago de Estero, INTA. (Argentina), utilizo el diseño completo al azar con tres repeticiones, el autor concluye que es necesario manejar fechas de siembra de modo que la etapa de anthesis ocurra lo más temprano posible con el fin de evitar las heladas ya que puede afectar el rendimiento, para fecha de siembra intermedia el mayor rendimiento obtenido fue de 5.345 t/ha, mientras que para la implantación en fecha de siembra tardía el mayor rendimiento promedio obtenido fue 4.678 t/ha.

(Yana, 2018), en su trabajo de investigación “Identificación de Genotipos de trigo harinero (*Triticum aestivum ssp aestivum*) tolerantes a sequía empleando indicadores morfológicos y fisiológicos” realizado en dos ambientes controlados, en La Molina y Junín-Jauja realizada en la campaña 2012-2013, cuyos objetivos fueron la de evaluar el efecto de sequía en los caracteres morfológicos y agronómicos del trigo harinero, así como la de identificar

genotipos tolerantes a la sequía, empleo el diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, al realizar los análisis de correlaciones entre rendimientos y las demás variables en estudio, concluye que en la localidad de la molina la variables altura planta obtiene una correlación significativa, entre las variables con un $r = 0.262$ y (sequia) y $r = 0.662$ (control) altamente significativa, en contraste en la localidad de Junín obtiene una correlación significativa pero negativa con un $r = -0.004$ (sequia), y $r = -0.262$ (control), con un ($p = 0.05$) y altamente significativas ($p = 0.01$), para la variable longitud de espiga en la localidad de La Molina muestra una correlación de $r = 0.042$ (sequia) y una correlación negativa de $r = -0.129$ en relación con la localidad de Junín obtiene una correlación positiva de $r = 0.352$ (sequia) y un $r = 0.454$ (control), para la variable de número de espiga por metro cuadrado en la localidad de La Molina encuentra una correlación significativa y positiva con un $r = 0.492$ (sequia) y un $r = 0.739$ (control) que es altamente significativa y una asociación positiva, en contraste en la localidad de Junín encuentra una correlación altamente significativa con un $r = 0.774$ (sequia) y un $r = 0.568$ (control) que también es estadísticamente significativa, para la variable peso de mil grano en la Molina obtiene una correlación positiva significativa de $r = 0.150$ (sequia) y $r = 0.055$ (control), con una mínima asociación entre esta variable y el rendimiento, en contraste para la localidad de Junín encontró una correlación significativa con una baja asociación con un $r = 0.040$ (sequia) y una $r = -0.138$ (control) encontrándose una correlación negativa, del mismo modo para la variable del número de días al espigado el autor halla que en la localidad de La Molina la correlación es negativa con un $r = -0.361$ (sequia) y un $r = 0.408$ (control) que es estadísticamente significativo y una asociación positiva, en

contraste con la localidad de Junín encuentra una correlación negativa de $r = -0.262$ (sequia) y una correlación negativa de $r = -0.368$ (control), así mismo para la variable del número de días a la madurez fisiológica el autor encuentra que en la localidad de La Molina existe una correlación negativa de $r = -0.370$ (sequia) y una correlación positiva con un $r = 0.393$ (control) en relación a la localidad de Junín encuentra una correlación negativa de $r = -0.214$ (sequia) y una correlación también negativa de $r = -0.190$ (control)

El autor concluye que los genotipos precoces al someterlos a sequia con grados de tolerancia fueron los que mayor peso de grano obtuvieron.

(Romani & Herrera, 2017, p.2-3).en su trabajo de investigación “Ensayo comparativo de rendimiento de trigo bajo riego. Campaña 2016-2017” llevada a cabo en el Campo Experimental “La María” del INTA EEA Santiago del Estero, cuya objetivo fue evaluar el comportamiento de cultivares de trigo, precoces y tardíos, en diferentes fechas de siembra mayo y junio. El experimento control con 46 cultivares comerciales de ciclo corto, intermedio y largo, se utilizó el diseño de bloques completos aleatorizados con tres repeticiones, la primera fecha de siembra fue implantada el día 26 de mayo registrándose la emergencia a los 07 días el 03 de junio, la segunda fecha de siembra se realizó el 05 de julio registrándose la emergencia el 14 de julio, 09 días después de la siembra, se han registrado temperatura mínima baja lo que ha ayudado al cultivo de no sufrir estrés térmico tan evidente. El cultivo más precoz fue el ACA.906 con 92 días a antesis y una duración total del ciclo con 133 días desde la emergencia y el más tardío fue Klein 7331 con 118 días a antesis y una duración total de ciclo de 154 días desde emergencia. En la segunda siembra el cultivo más precoz fue Biointa línea tardía, con 69 días a

antesis y una duración total de 104 días desde emergencia y el más tardío fue Klein 7331 con 85 días a antesis y una duración del ciclo de 121 días desde emergencia.

2.4. Hipótesis

a. Hipótesis general

Las condiciones climáticas del cultivo en secano influyen en el rendimiento de las 10 variedades de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) en los distritos de Taray y Zurite en la campaña agrícola 2019-2020.

b. Hipótesis específicas

Las 10 variedades de trigo presentan rendimientos similares en las condiciones de secano en los distritos de Taray y Zurite en la campaña agrícola 2019-2020.

Las 10 variedades de trigo presentan comportamiento fenológico similar bajo condiciones de secano en los distritos de Taray y Zurite en la campaña agrícola 2019-2020.

Las características climatológicas en los distritos de Taray y Zurite durante la campaña agrícola 2019-2020 influyen en la producción del cultivo de trigo

2.2. Identificación de variables e indicadores

Tabla 1. Identificación de variables e indicadores

Variables Independientes	Indicador
Condiciones de secano, condiciones Climatológicas de los ámbitos de estudio	Información de temperatura, (°C) precipitación, (mm) de una serie histórica mínima de diez años de Estaciones meteorológicas del SENAMHI
Variables dependientes	Indicador
Rendimiento en grano	Registro de evaluación y análisis de rendimiento por unidad experimental Kg/parcela transformada a t/ha (variedad)
Calidad de granos determinado por el peso hectolitro de los tratamientos	Registro de evaluación de la muestra y análisis del peso hectolítrico (kg/hl) y tamaño de grano por unidad experimental (variedad)
Etapas de desarrollo de los tratamientos en estudio	Registro de evaluación y análisis de las principales etapas de desarrollo (Espigado, madurez, fisiológica, madurez de cosecha) por unidad experimental

2.3. Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES					
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Condiciones de secano/ Características climatológicas	La climatología es la ciencia que estudia la serie de estados atmosféricos que suceden habitualmente en un determinado lugar. Está basado en el estudio de los datos meteorológicos Andrade M. (2012) Fundamentos de Climatología	Uso de datos de las Estaciones Meteorológicas de las zonas en estudio e información climática del SENAMHI	Información climatológica del ámbito de estudio	Datos de temperatura máxima, temperatura mínima, precipitación, humedad relativa en un periodo de 20 años en el ámbito de estudio	Registros de datos de las Estaciones Meteorológicas del SENAMHI más cercanas al ámbito de estudio
Rendimiento de diez variedades de trigo	Es la relación de la producción total de un cierto cultivo cosechado por hectárea de terreno utilizado. Se mide usualmente en toneladas métricas por hectárea (Glosario net 2007)	Registro del peso por unidad experimental y comparación de las variedades en estudio	Información de las condiciones y niveles de producción de las variedades en estudio	Nº de macollos/ parcela Nº Espigas /m ²	Registro de campo de levantamiento de información
				Rendimiento kilogramos por unidad de área	Registro de campo de levantamiento de información
				Rendimiento en toneladas por hectárea	Registro de campo de levantamiento de información
	Variedades comerciales de trigo son aquellos cultivares que los productores utilizan en la producción anual cada uno con sus características particulares de reacción a los factores bióticos y abióticos	Semillas de diez diferentes variedades de trigo procedentes del INIA	Información de las características fenotípicas de las variedades	Número de días a la floración Número de días a la madurez fisiológica Número de días a la cosecha Grado de reacción a factores de baja precipitación	Registro de campo de levantamiento de información

III. METODOLOGIA

3.1. Ámbito de estudio: localización política y geográfica

El trabajo de investigación fue desarrollado en dos ambientes con características agroecológicas diferentes ubicados en las provincias de Anta y Calca, del departamento del Cusco (figura 3), cuyas características agroecológicas, geográficas y políticas son las siguientes:



Figura 3. Ámbito de ubicación del trabajo de investigación, elaboración propia con datos del IGN del Perú

a) Localización Política y Geográfica del distrito de Taray. - El distrito de Taray es uno de los 08 distritos de la provincia de Calca, de la Región Cusco, se encuentra ubicado en la cuenca y subcuenca de Quesermayo, ubicándose a una altitud de 2,968 m.s.n.m, a 13° 25' 42" de latitud sur y 71° 52' 02" de longitud oeste, con una superficie de 53.78 Km².

Tabla 2. Datos de ubicación de la parcela experimental en el distrito de Taray

Unidad de Análisis	Descripción
País	Perú
Departamento	Cusco
Provincia	Calca
Distritos	Taray
Latitud	13°25'42"
Longitud	71°52'02"
Altitud	2,968 m.s.n.m
Área total del campo	1,296m ²

b) Localización política y Geográfica del distrito de Zurite.- El distrito de Zurite es uno de los 9 distritos de la provincia de Anta, ubicada en el departamento de Cusco, bajo la administración del Gobierno regional del Cuzco (Perú), ubicado a 3405 m.s.n.m en la cuenca del Vilcanota y microcuenca Sambor presenta un clima permanentemente frio y seco durante todo el año con una precipitación promedio de 560 mm con variaciones frecuentes entre los meses de Enero a Marzo y casi nula la presencia de precipitación en los demás meses del año. Su temperatura promedio anual es de 11.08 °C, con una temperatura mínima promedio de 3.14 °C, y temperatura máxima promedio de 18.06°C, con una humedad relativa del 74% que demuestra presentar un clima seco.

Según Holdridge el ámbito de desarrollo del trabajo de investigación está ubicado dentro de la zona de vida de Bosque Seco – Montano Sub tropical

Tabla 3. Datos de ubicación de la parcela experimental en el distrito de Zurite

Unidad de Análisis	Descripción
País	Perú
Departamento	Cusco
Provincia	Anta
Distritos	Zurite
Latitud	13°45'47"
Longitud	72°25'56"
Altitud	3,420 m.s.n.m
Área total del campo	1,296 m ²

3.2. Tipo y nivel de Investigación

El trabajo de investigación fue de tipo aplicada con 02 variables, al (Vara-Horna, 2012, p.202) menciona que *“La investigación aplicada normalmente establece la situación del problema y busca, las probable solución a aquella que pueda ser la más satisfactoria para el contexto en particular”*.

El nivel de investigación fue Experimental explicativo de naturaleza Cuantitativa, al respecto,.(Hernández, 2014, p.95) señala *“Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales”*. Además de ello, (Vara A, pp. 2010-211,) señala que *“las investigaciones explicativas son muy complejas, investigan, reconocen y determinan correlaciones, no se resignan simplemente a descubrir la causa de un determinado hecho, sino que buscar aclarar porque lo causa ese hecho”*.

3.3. Unidad de análisis

En el presente trabajo de investigación al ser de naturaleza cuantitativa la unidad de análisis fue la parcela experimental constituida por cada una de las diez variedades en evaluación en sus cuatro repeticiones instaladas en cada localidad en un área de 28 m² por unidad experimental

3.4. Población de estudio

La población de estudio estuvo integrada por 10 variedades de trigo harinero desarrolladas por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), que fueron instaladas utilizando en cada localidad el diseño experimental de Bloques Completos al Azar, cuyas características de las variedades utilizadas se detallan en la tabla 4 y figura 41.

Las Características del campo experimental están distribuidas según las figuras 4 y 5, y tabla 5 cuya aleatorización de las parcelas experimentales se encuentran totalmente distribuidas al azar con el fin de garantizar la distribución aleatorizado de los tratamientos dentro del bloque y entre bloques en cada una de las localidades.

Tabla 4. Principales características de las variedades en estudio, elaborado en base a los trípticos de las variedades

Variedad	T.E. (cm)	N°G/E	P.H. (kg/hl)	PMG (g)	ALPL (cm)	DESP	DMAD	RDTO.C (kg/ha)	RDTO.P (kg/ha)
INIA 424 VICSEÑO	9.50	57	78.35	57.00	110.00	78	147	3,280.00	5,100.00
INIA 422 ESPIGON	12.00	53	78.00	47.00	100.00	86	166	1,723.77	4,000.00
ANDINO INIA	12.00	45	80.50	44.00	100.00	60	140	4,000.00	7,000.00
INIA 403 MORAY	14.00	48	78.00	45.00	98.00	76	175	3,600.00	5,000.00
INIA 405 SAN ISIDRO	12.00	48	76.66	42.68	96.00	74	160	4,820.00	8,150.00
ANDENES INIA	12.00	76	78.00	43.50	101.00	74	166	4,000.00	7,000.00
INIA 418 EL NAZARENO	13.00	48	78.00	41.90	85.00	77	160	4,000.00	7,000.00
INIA 434 ESPIGA MISHA	12.00	46	76.99	55.45	83.50	80	172	2,570.00	4,000.00
INIA 419 SAN FRANCISCO	13.40	54	80.82	54.40	95.00	87	160	4,600.00	6,500.00
INIA 428 SANTA ELENA	11.43	64	82.00	49.20	85.00	82	168	6,227.00	7,528.00

Leyenda: T.E.: Tamaño espiga, N°G/E: Número de granos por espiga, P.H. Peso hectolítrico, PMG: Peso de mil granos, ALPL: Altura de planta,

DESP Días a espigado, DMAD: Días a madurez, RDTO.C: Rendimiento comercial, RDTO.P: Rendimiento potencial

El manejo agronómico del trabajo de investigación se desarrolló en base a las recomendaciones del INIA para el manejo del cultivo, siendo estas las siguientes:

- Preparación del terreno, fue mecanizada tanto la labor de arado y rastra
- Siembra, se realizó en la localidad de Zurite en fecha 25 de noviembre del 2019, y en la localidad de Taray el 05 de diciembre del 2019 en ambos casos se ha utilizado 120 kg/ha de semilla distribuidos en surcos distanciados a 0,30 m.
- Fertilización, se aplicó al nivel de abonamiento de 80-80-00 de N, P₂O₅, K₂O. utilizando a la siembra Fosfato di amónico como fuente del 100% fosforo y el 38% de nitrógeno y al macollamiento Urea aplicando el 62% de nitrógeno restante.
- Control de malezas, se realizó el control químico utilizando el herbicida *Ally (Metsulfuron metil)* aplicado a los 25 días posteriores a la emergencia a las dosis de 10 gr/ha.
- Cosecha, fue semi mecanizada desarrollando el corte manual y la trilla con maquinaria experimental a fin de eliminar las mezclas durante el proceso; esta actividad fue efectuada entre los meses de mayo y junio cuando los tratamientos alcanzaban madurez de cosecha.
- Limpieza y selección de granos, Esta actividad fue desarrollada utilizando una venteadora eléctrica experimental para eliminar los residuos del proceso de cosecha.

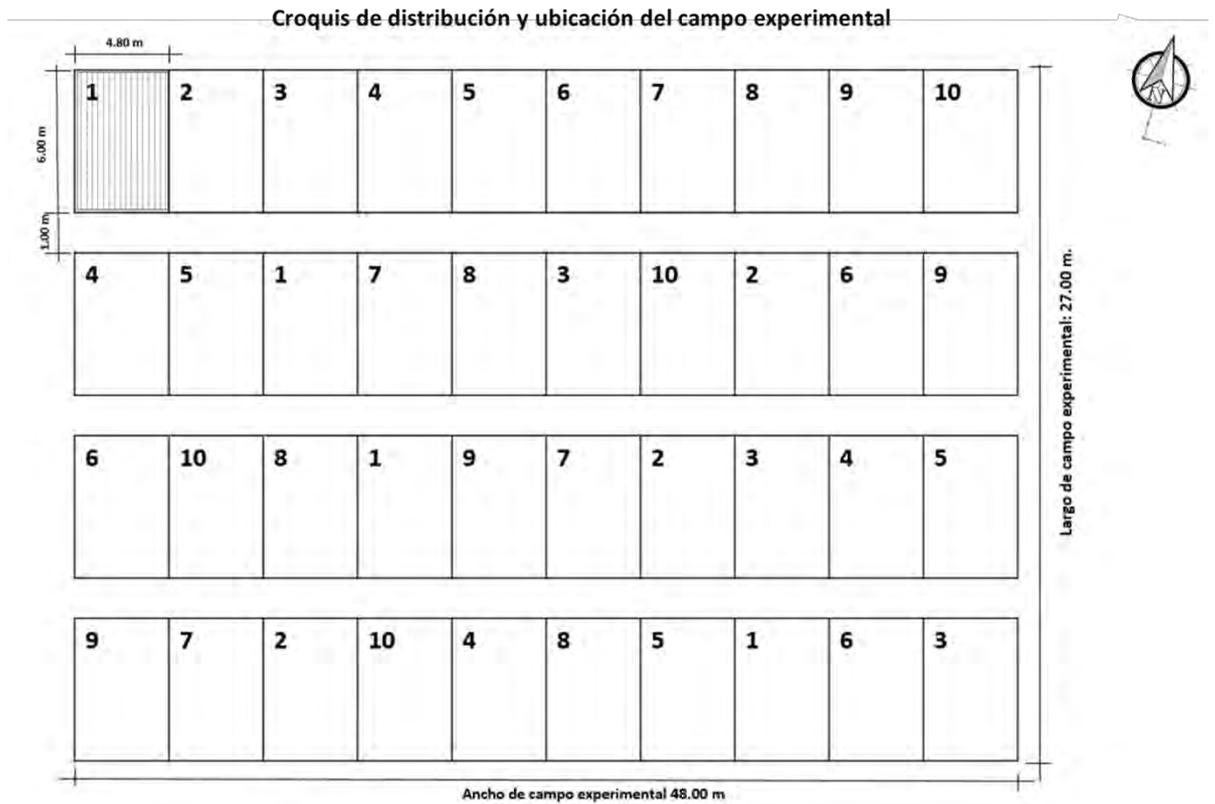


Figura 4. Croquis de distribución y ubicación del campo experimental en cada localidad

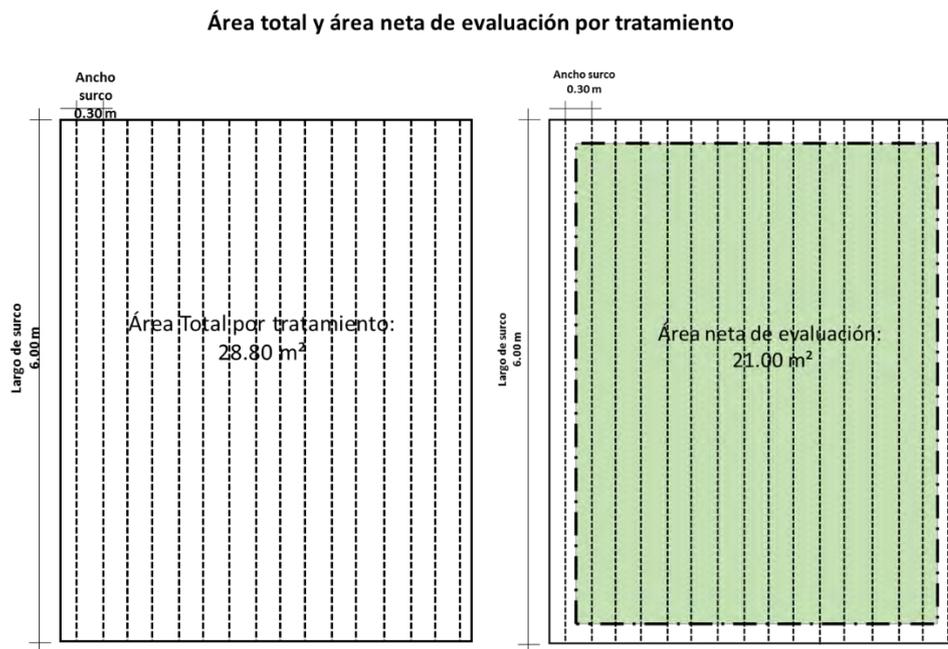


Figura 5. Croquis de distribución, área neta y área total por tratamiento

Tabla 5. Características y dimensionamiento del campo experimental por localidad

Características	Dimensiones
Largo de tratamiento(m)	6.00
Ancho de tratamiento (m)	4.80
Área total de tratamiento (m ²)	28.80
Distanciamiento entre surcos (m)	0.30
N° total de surcos por tratamiento	16.00
Área neta de evaluación por tratamiento (m ²)	21.00
Largo de Bloque (m)	48.00
Ancho de Bloque (m)	6.00
Área de Bloque (m ²)	288.00
Ancho de calle (m)	1.00
Largo de Calle (m)	48.00
Área de Calle (m ²)	48.00
Largo campo experimental (m)	48.00
Ancho Campo experimental (m)	27.00
Área del campo experimental (m ²)	1,296.00

3.5. Tamaño de muestra

(Vara-Horna, 2012, p.22).define “*El muestreo es el proceso de extraer una muestra a partir de una población*” La unidad experimental será la parcela por variedad y el tamaño de muestra estuvo en base a los parámetros de evaluación, para los caracteres cualitativos por observación de la parcela completa y para la evaluación de rendimiento se consideró el área central de cada parcela equivalente a 21 m² a fin de evitar los efectos de borde.

3.6. Técnicas de selección de muestra

Las técnicas de selección de muestras fueron al azar probabilísticos, al respecto (Arias, 2012, p.83-84) menciona que el “*Muestreo Probabilístico o Aleatorio es un procedimiento en el que se conoce la probabilidad que tiene cada elemento de integrar la muestra. Este procedimiento se clasifica en:*

Muestreo al azar simple: proceso por el cual todos los elementos tienen la misma probabilidad de ser seleccionados”.

3.7. Técnicas de recolección de información

3.7.1. Información Climatológica del ámbito de estudio

Para los datos climatológicos del período de desarrollo del estudio se recogió la información de las Estaciones Meteorológicas del INIA en los anexos de Zurite y Pisac (Tabla 24); por otro lado se obtuvo información de las estaciones meteorológicas de Ancachuro y Pisac del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) referido a los datos de temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura media y precipitación en un periodo de 34 años (Tablas 69, 70, 71,72).

3.7.2. Evaluaciones Fenológicas:

Las evaluaciones fenológicas fueron desarrolladas tomando en consideración lo señalado por (Castillo et al., 2015, p.6) que define a la Fenología del Cultivo de Trigo como la secuencia de las fases del desarrollo controlados por factores genéticos agronómicos y ambientales que ocasionan cambios morfológicos y funcionales y conducen al crecimiento y desarrollo y las escalas Zadoks, estas observaciones se desarrollaron por observación directa tomado en cuenta la siguientes consideraciones:

- a) Emergencia: La evaluación fue por observación directa, en la que se evaluaron la aparición de las primeras hojas sobre la superficie del suelo.

- b) Macollamiento: La evaluación se realizó cuando en la planta aparecieron los primeros macollos y estas tuvieron lugar en las axilas de las hojas de las plantas, cuando alcanzaron aproximadamente 1 cm.
- c) Elongación del Tallo: Evaluado a la aparición de los nudos sucesivos que permiten la visualización de los entrenudos definidos hasta la aparición del embuche de la espiga.
- d) Espigado: La evaluación fue por observación directa cuando la parcela experimental alcanzo en más del 50% a esta fase fenológica que está determinado por la visualización de la espiga completa por encima de la hoja bandera.
- e) Emergencia de la inflorescencia: La evaluación se desarrolló cuando la espiguilla terminal se hace visible continuando hasta que la espiga emerge completamente.
- f) Antesis: La evaluación fue desarrollada a la aparición de las anteras por fuera del antecio en el tallo principal de la planta.
- g) Madurez fisiológica: la evaluación se realizó por observación directa cuando el grano llego a su máximo contenido de materia seca, y su contenido de humedad es alrededor del 37-38 por ciento

3.7.3. Evaluaciones de componentes de rendimiento

Para las evaluaciones de los componentes de rendimiento se desarrollaron en campo, a través del conteo directo y en laboratorio de semillas de la Estación Experimental Agraria Andenes según el parámetro a evaluarse.

- a) N° de plantas/m², Esta evaluación fue desarrollada posterior a la emergencia en función a la densidad de siembra para ello se tomó el área de un metro

cuadrado de cada parcela experimental realizando el conteo del número de plantas.

- b) N° de espigas/m², la metodología utilizada para el conteo de este parámetro fue tomando un área de un metro cuadrado por parcela experimental donde se registró el número de espigas. Esta evaluación fue desarrollada posterior al registro de los días al espigado
- c) N° de granos/espiga, para el registro de este parámetro se tomaron al azar 10 espigas del área central de cada parcela experimental desarrollando la trilla manual independientemente de cada espiga para realizar el conteo del número de granos que presentaba cada espiga
- d) Altura planta, para la determinación de altura de planta se realizó las mediciones de 10 plantas del área central por parcela experimental, esta evaluación fue desarrollada utilizando una regla milimétrica para determinar el tamaño de planta en centímetros.
- e) Tamaño de espiga, para el registro de este parámetro se tomaron al azar 10 espigas del área central de cada parcela experimental desarrollando las mediciones en centímetros para determinar el tamaño de espiga en cada tratamiento
- f) Peso de 1000 granos, se realizó el conteo de 1000 semillas por parcela experimental las cuales fueron evaluadas utilizando una balanza de precisión a fin de determinar el peso de los 1000 grano en gramos,
- g) Peso Hectolitrico, su evaluación fue desarrollada en el laboratorio, utilizando un determinador de masa eléctrica de lectura indirecta cuyo valor se verifica en las tablas de conversión del equipo digital obteniendo el valor del peso hectolitrico con aproximación de lectura mínima de 0.1 kg/hl, que es un

indicador de la calidad física del grano y contenido de almidón. Para ello se dispuso de un hectolitro de semilla que es el volumen que requiere el equipo determinador

- h) Humedad de grano, la determinación de la humedad del grano se realizó utilizando un determinador digital de lectura digital con aproximación de lectura mínima de 0.1% de humedad para ello se utilizó 0.5 kg de semillas por parcela experimental.
- i) Tamaño de grano, fue determinado este parámetro utilizando un vernier digital con aproximación de lectura mínima a 0.01mm determinando la longitud de grano, para ello se utilizaron cinco semillas al azar por cada parcela experimental a fin de determinar la longitud y ancho de grano
- j) Rendimiento, el rendimiento en grano fue determinado del área central por parcela experimental equivalente a 21 m², utilizando una balanza de precisión con aproximación de lectura mínima a 0.1 kg determinando a través de esta evaluación el rendimiento proyectado a toneladas por hectárea
- k) Rendimiento ajustado al 12% de humedad (CIMMYT, 2012) es importante determinar el rendimiento del grano a una humedad promedio de almacenaje y en el presente caso de cultivo de trigo en promedio se trabaja al 12% de humedad para ello primeramente se determina el peso de la humedad y posterior a ello el rendimiento ajustado de grano seco utilizando las siguientes formulas:

cantidad de humedad = peso del grano total × porcentaje de humedad

$$\text{Rendimiento seco} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{ha}} \right) = \frac{\text{Peso total del grano} - \text{Cantidad de humedad}}{\text{Area}} \times 10$$

$$\text{Rendimiento al 12\% de H}_2\text{O} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{ha}} \right) = \frac{\text{Rendimiento seco}}{0.88}$$

3.8. Técnicas para demostrar la verdad o falsedad de las hipótesis planteadas

Los resultados de las pruebas las someteremos a las pruebas de normalidad, análisis de dispersión en la que describiremos el comportamiento de las dos variables, y el análisis de varianza tabla 5 y 6 que permite analizar el efecto de una o más variables o categorías en un conjunto de datos.

Tabla 6. Análisis de varianza por localidad

ANVA por localidad					
F de V	GL	SC	CM	Fc	Sig
Bloques	b-1				
Tratamientos	t-1				
Error Experimental	(n-1)-((b-1)+(t-1))				
Total	n-1				

El modelo lineal para análisis de varianza por localidad fue el siguiente

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

Tabla 7. Análisis de varianza combinado para las dos localidades

ANVA COMBINADO PARA LAS DOS LOCALIDADES					
F de V	GL	SC	CM	Fc	Sig
Localidad	l-1				
Bloques (loc)	(b-1)l				
Tratamientos	t-1				
Localidad * tratamientos	(l-1)*(t-1)				
Error Experimental	por diferencia				
Total	n-1				

El modelo lineal para análisis de varianza combinado fue el siguiente

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

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Procesamiento, análisis, interpretación y discusión de resultados

Los resultados obtenidos del estudio fueron sometidos a las pruebas estadísticas desarrollando los análisis de varianza por localidades y el análisis de varianza combinado para las dos localidades previo a la prueba de Bartlett para los cuadrados medios del error por localidad con la finalidad de demostrar las hipótesis planteadas y responder a los objetivos propuestos en el trabajo se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT que es de acceso libre

Tabla 8. Registro de precipitación (mm), Temperatura (°C) máxima, mínima y media en el periodo octubre 2019 a setiembre 2020 de la estación meteorológica de Andenes

MES	ANDENES				
	Latitud: 13°26'33.65" S		Departamento: Cusco		
	Longitud: 72°14'27.79" O		Provincia: Anta		
	Altitud: 3,419.00 msnm		Distrito: Zurite		
	T° Media	T° máx.	T° mín.	Precipitación	
Oct-19	12.12	19.47	6.29	16.20	
Nov-19	12.25	19.57	7.08	115.60	
Dic-19	12.29	19.67	7.10	152.80	
Ene-20	12.15	19.52	6.95	147.20	
Feb-20	12.38	18.40	8.65	165.60	
Mar-20	12.30	19.65	7.49	137.20	
Abr-20	10.83	19.56	4.14	18.40	
May-20	9.75	20.16	1.80	26.00	
Jun-20	9.31	20.37	1.03	1.40	
Jul-20	9.31	20.84	-0.07	0.00	
Ago-20	10.01	21.79	-0.17	3.20	
Set-20	11.62	18.86	5.48	3.00	
Máximo	12.38	21.79	8.65		
Mínimo	9.31	18.40	-0.17		
Precipitación acumulada de la siembra a cosecha				585.80	
Total precipitación				786.60	

Tabla 9. Registro de precipitación (mm), temperatura (°C) máxima, mínima y media en el periodo octubre 2019 a setiembre 2020 de la estación meteorológica de Taray

MES	TARAY			
	Latitud: 13° 25' 33.48" S		Departamento: Cusco	
	Longitud: 71° 52' 1.55" O		Provincia: Calca	
	Altitud: 2,974.00 msnm		Distrito: Taray	
	T° Media	T° máx.	T° mín.	Precipitación
Oct-19	14.94	22.43	9.20	44.20
Nov-19	14.97	22.44	9.60	97.40
Dic-19	14.67	22.01	9.73	100.20
Ene-20	14.67	21.92	9.55	127.10
Feb-20	14.42	21.23	9.99	90.80
Mar-20	15.06	22.13	10.02	77.80
Abr-20	14.61	23.39	7.94	1.80
May-20	13.42	23.02	6.05	12.80
Jun-20	12.89	21.90	5.24	0.00
Jul-20	13.14	23.94	4.27	1.20
Ago-20	13.96	24.90	4.65	0.00
Set-20	14.67	23.02	8.10	0.00
Máximo	15.06	24.90	10.02	
Mínimo	12.89	21.23	4.27	
Precipitación acumulada de la siembra a cosecha				375.40
Total precipitación				553.30

En la campaña 2019-2020 periodo en el que se desarrolló el trabajo de investigación en las tablas 8, 9 y las figuras 6 y 7 se observa que la precipitación anual fue de 786.60 mm para la localidad de Zurite y 553.30 mm para la localidad de Taray, estos volúmenes se encuentran dentro de los rangos requeridos por el cultivo (PACC-SENAMHI, p.41) señala que la precipitación en la cual puede desarrollarse el cultivo de trigo oscilan entre los 200 a 1200 mm con una óptima entre 350 a 600 mm; por otro lado la temperatura promedio se registró en los rangos de 9.31 a 12.38°C, en Zurite con rangos extremos de Temperatura máxima de 21.79°C y mínima de -0.17°C, para el caso de la localidad de Taray la media fue entre 12.89°C a 15.06°C, con rangos extremos de máxima de 24.90°C y mínima de 4.27°C, según la misma fuente el

requerimiento de temperaturas en el desarrollo del cultivo fluctúa entre 15-22°C, y durante la fase de desarrollo entre Diciembre 2019 a Junio 2020, en las zonas en estudio las temperaturas fueron optimas según el requerimiento del cultivo.

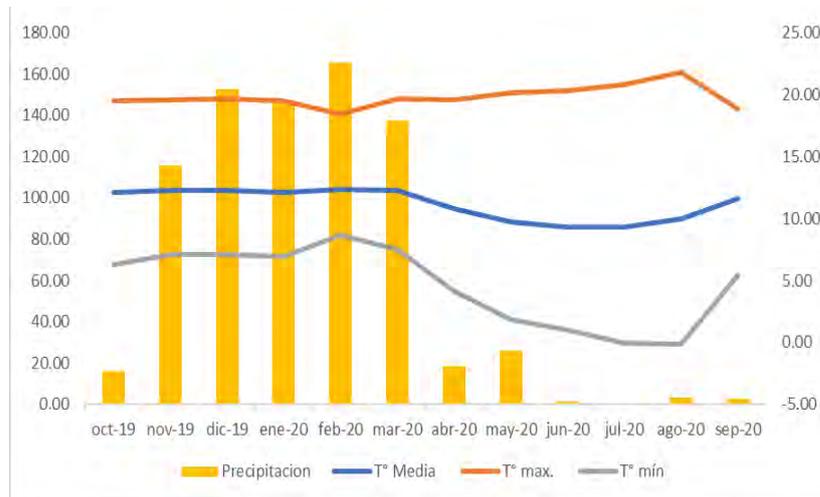


Figura 6. Registro de la precipitación (mm) y temperaturas (°C) máxima, media y mínima del periodo octubre 2019 a setiembre del 2020 Estación Meteorológica de Andenes

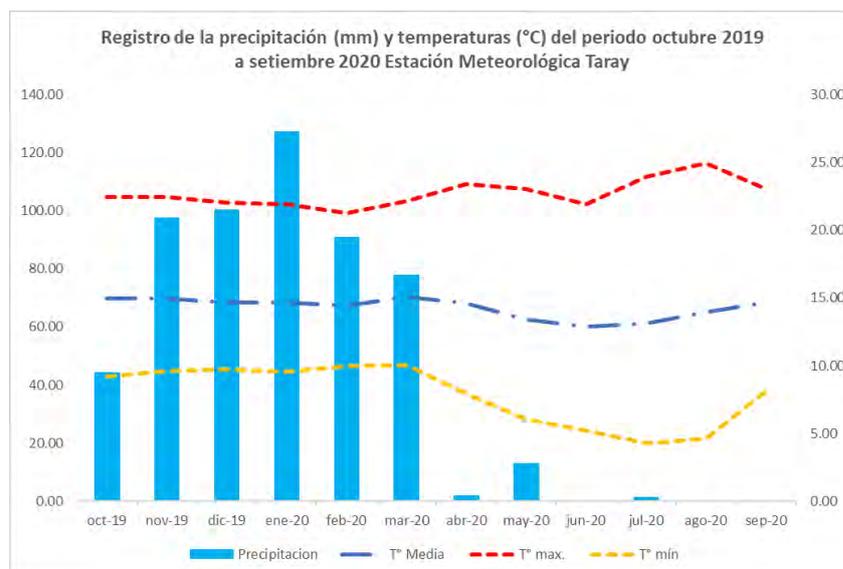


Figura 7. Registro de la precipitación (mm) y temperaturas (°C) máxima, media y mínima del periodo octubre 2019 a setiembre 2020 de la Estación Meteorológica de Taray

Tabla 10. Medidas de resumen para los parámetros evaluados en la localidad de Zurite

Variable	Media	D.E.	Mín	Máx
N° plantas/m ²	249.00	19.52	214.00	286.00
N° espigas/m ²	748.00	58.03	643.00	857.00
N° granos por espiga	52.00	8.33	35.00	71.00
Días a espigado	68.00	2.99	64.00	72.00
Días a madurez fisiológica	162.00	2.99	158.00	166.00
Altura de planta (cm)	104.23	9.93	89.00	133.00
Tamaño de espiga (cm)	8.95	0.95	7.50	11.50
Peso de mil granos (g)	48.45	3.77	42.00	56.00
Peso Hectolítrico (kg/hl)	79.83	1.45	77.20	82.80
Longitud de grano (mm)	6.87	0.41	5.64	7.66
Ancho de grano (mm)	3.54	0.28	2.18	3.88
Rendimiento (t/ha)	6.24	0.97	4.10	8.80

Nota: D.E.: Desviación estándar, Min: Mínimo, Máx.: Máximo

Tabla 11. Medidas de resumen para los parámetros evaluados en la localidad de Taray

Variable	Media	D.E.	Mín	Máx
N° plantas/m ²	256.00	15.93	215.00	278.00
N° espigas/m ²	640.00	39.93	538.00	694.00
N° granos por espiga	52.00	8.52	38.00	72.00
Días a espigado	59.00	3.58	56.00	68.00
Días a madurez fisiológica	153.00	3.58	150.00	162.00
Altura de planta (cm)	92.70	10.09	79.00	118.00
año de espiga (cm)	9.53	1.08	7.00	11.50
Peso de mil granos (g)	47.02	3.09	43.20	55.80
Peso Hectolítrico (kg/hl)	81.20	0.87	79.20	82.40
Longitud de grano (mm)	6.86	0.35	6.10	7.58
Ancho de grano (mm)	3.57	0.18	3.24	3.91
Rendimiento (t/ha)	4.08	0.72	2.48	5.43

Nota: D.E.: Desviación estándar, Min: Mínimo, Máx.: Máximo

Las tablas 10 y 11 nos muestra los resultados de la media, la desviación standard y los rangos máximos y mínimos en los que fluctúan los datos para cada una de las variables evaluadas, de las cuales al observar la desviación estándar encontramos una mayor variabilidad de los datos para las variables evaluadas en la localidad de Zurite en comparación con la localidad de Taray; así mismo los rangos de variación máximos y mínimos presentan valores cercanos a la media.

Según la prueba de Kolmogorov tabla 74 todas las variables en evaluación presentan una distribución normal a un nivel de significación del 0.01 teniendo como resultados un p-valor menor al 0.001 lo que nos indica que el nivel de levantamiento de información se encuentra en los niveles de confianza para desarrollar la inferencia estadística, esta información se ratifica a través de las figuras 38,39,40, donde la prueba de normalidad muestra una distribución normal para las variables sometidas a evaluación en los dos ambientes donde se desarrolló el trabajo de investigación, y a través de la inferencia estadística desarrollada para las variables en evaluación en respuesta a los objetivos de la investigación se han logrado los siguientes resultados:

4.1.1. Resultados de los análisis para rendimientos en grano de las 10 variedades de trigo harinero (*Triticum aestivum* L) bajo condiciones de secano en los distritos de Taray y Zurite 2019-2020

Tabla 12. Resultados de evaluación de rendimiento (t/ha) en la localidad de Zurite

TRATAMIENTO	I	II	III	IV
ANDENES INIA	5.306	4.101	5.789	6.509
ANDINO INIAA	6.926	5.597	6.922	7.659
INIA 403 MORAY	6.681	5.901	6.445	7.297
INIA 405 SAN ISIDRO	5.719	5.481	6.322	7.094
INIA 418 EL NAZARENO	6.258	4.458	7.051	6.324
INIA 419 SAN FRANCISCO	7.094	5.960	6.443	7.411
INIA 422 ESPIGON	5.717	4.936	5.547	6.869
INIA 424 VICSEÑO	5.419	4.996	6.017	6.994
INIA 428 SANTA ELENA	6.381	4.453	6.030	6.629
INIA 434 ESPIGA MISHA	7.706	5.421	6.860	8.799

Tabla 13. Resultados de evaluación de rendimiento (t/ha) en la localidad de Taray

TRATAMIENTO	I	II	III	IV
ANDENES INIA	3.623	4.651	5.316	4.168
ANDINO INIAA	3.803	4.768	4.527	3.923
INIA 403 MORAY	3.262	3.563	4.530	3.564
INIA 405 SAN ISIDRO	4.649	3.804	4.711	5.254
INIA 418 EL NAZARENO	3.862	5.432	5.194	4.950
INIA 419 SAN FRANCISCO	3.502	4.044	4.468	3.927
INIA 422 ESPIGON	3.138	3.802	4.164	2.835
INIA 424 VICSEÑO	3.259	2.476	4.649	3.016
INIA 428 SANTA ELENA	4.405	4.410	3.559	3.624
INIA 434 ESPIGA MISHA	3.744	3.746	3.563	5.194

Tabla 14. Análisis de varianza del rendimiento de diez variedades de trigo por localidad

F.V.	Zurite				Taray		
	GL	SC	CM	p-valor	SC	CM	p-valor
Repetición	3	20.92	6.97	<0.0001	2.78	0.93	0.0682
Tratamiento	9	11.11	1.23	0.0001	8.27	0.92	0.0246
Error	27	5.02	0.19		9.41	0.35	
Total	39	37.05			20.46		

Variable	R ²	R ² Aj	CV	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	0.86	0.8	6.91	0.54	0.34	14.48

En la tabla 14 a través del análisis de varianza por localidad a partir de los datos de las tablas 12 y 13, encontramos que se registra diferencia estadística entre tratamientos en ambas localidades con coeficientes de variabilidad de 6.91% para Zurite y 14.48% para Taray con un coeficiente de determinación ajustado mayor para el caso de Zurite que demuestra un mejor ajuste del modelo utilizado para el análisis de la variable rendimiento.

Tabla 15. Prueba de comparación del rendimiento promedio (t/ha) en la localidad de Zurite

Tratamiento	Rendimiento (t/ha)	Prueba de Duncan Alfa =0.05			
INIA 434 ESPIGA MISHA	7.20	a			
ANDINO INIAA	6.78	a	b		
INIA 419 SAN FRANCISCO	6.73	a	b		
INIA 403 MORAY	6.58	a	b	c	
INIA 405 SAN ISIDRO	6.15		b	c	d
INIA 418 EL NAZARENO	6.02			c	d e
INIA 428 SANTA ELENA	5.87				d e
INIA 424 VICSEÑO	5.86				d e
INIA 422 ESPIGON	5.77				d e
ANDENES INIA	5.43				e

Tabla 16. Prueba de comparación del rendimiento promedio (t/ha) en la localidad de Taray

Tratamiento	Rendimiento (t/ha)	Prueba de Duncan Alfa =0.05
INIA 418 EL NAZARENO	4.86	a
INIA 405 SAN ISIDRO	4.60	a b
ANDENES INIA	4.44	a b c
ANDINO INIAA	4.26	a b c d
INIA 434 ESPIGA MISHA	4.06	a b c d
INIA 428 SANTA ELENA	4.00	a b c d
INIA 419 SAN FRANCISCO	3.99	a b c d
INIA 403 MORAY	3.73	b c d
INIA 422 ESPIGON	3.48	c d
INIA 424 VICSEÑO	3.35	d

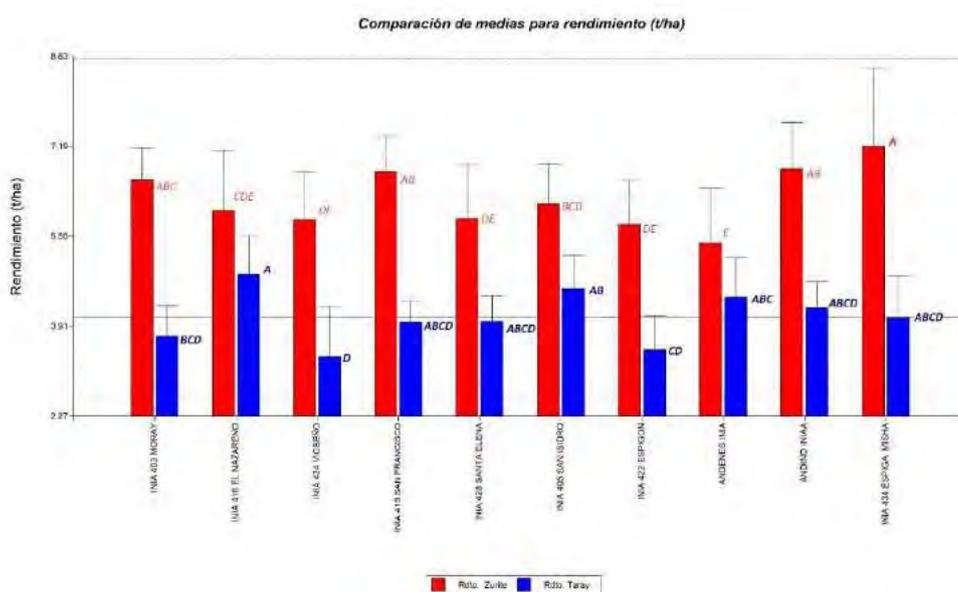


Figura 8. Comparación de medias para rendimiento (t/ha) de las diez variedades en estudio en las localidades de Zurite y Taray

En las tablas 15, 16 y figura 8 que corresponde a las pruebas de Duncan por localidad podemos observar la variabilidad en Rendimiento de las variedades en estudio, encontrando para la localidad de Zurite la variedad INIA 434 ESPIGA MISHA alcanza 7.20 t/ha, estadísticamente superior a los demás

tratamientos, mientras que en la localidad de Taray INIA 418 EL NAZARENO obtiene un rendimiento de 4.86 t/ha, superior estadísticamente a los demás tratamientos. Comparado con los trabajos desarrollados por Martínez, 2011 en ambientes de la Región Ayacucho alcanzo rendimientos promedio de 5.74 t/ha con la variedad San Isidro, que para condiciones de Cusco encontramos que esta misma variedad en Zurite rindió 6.15 t/ha y en Taray 4.60 t/ha, con esta información podemos deducir que en la Región Cusco encontramos condiciones favorables para el cultivo de trigo. También en la tabla 4 características de las variedades podemos observar los datos de rendimiento de las variedades en los ámbitos donde fueron desarrollados entre ellas INIA 434 ESPIGA MISHA E INIA 418 NAZARENO logran rendimiento potencial de 7.00 t/ha, comparado con resultados del estudio la localidad de Zurite muestra condiciones más favorables para la variedad INIA 434 ESPIGA MISHA, sin embargo, el ámbito de estudio de Taray presenta condiciones menos favorables.

Tabla 17. Análisis de varianza combinado para el rendimiento (t/ha)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Localidad	93.4049	1	93.4049	349.6115	<0.0001
Repetición (Localidad)	23.7	6	3.95	14.7847	<0.0001
Tratamiento	9.6704	9	1.0745	4.0218	0.0006
Localidad*Tratamiento	9.7125	9	1.0792	4.0393	0.0005
Error	14.4271	54	0.2672		
Total	150.9149	79			

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Rendimiento (t/ha)	80	0.9044	0.8601	10.0219

Al existir homogeneidad de varianzas para las dos localidades en estudio se ha desarrollado un análisis de varianza combinado tabla 17, a través de esta prueba observamos que se presenta diferencia significativa para la respuesta

del rendimiento entre localidades, entre tratamientos y la interacción de localidad por tratamiento al nivel de significación del 0.05 que conlleva a desarrollar la prueba de comparación de medias entre tratamientos habiendo encontrado que el coeficiente de variabilidad fue de 10.02% permisible para trabajos de campo y un coeficiente de determinación ajustado de 0.86 que demuestra un buen ajuste del modelo matemático utilizado para estos resultados.

Tabla 18. Comparación del rendimiento promedio (t/ha) entre localidades

Localidad	rendimiento (t/ha)	Prueba de Duncan Alfa =0.05
ZURITE	6.238	A
TARAY	4.077	B

A nivel de localidades en el estudio el mayor rendimiento se ha logrado en la localidad de Zurite con 6.238 t/ha que comparado con el reporte de la producción de trigo en la provincia de Anta al 2018 en promedio el rendimiento de trigo alcanza a 1,927 t/ha, por consiguiente en este ámbito con el uso de variedades mejoradas se logra mayor producción, similar caso se presenta para la localidad de Taray donde el rendimiento obtenido en el estudio fue de 4.077 t/ha mientras que el promedio para el 2018 reportado por el DIRAGRI es de 1.716 t/ha, los escenarios climatológicos para el ámbito de la provincia de Anta son más apropiados para la producción de trigo teniendo en cuenta que las condiciones de precipitación durante el proceso productivo que en Zurite fueron de 786.6 mm, con una temperatura media de entre 9.30 a 12.37°C, temperaturas máximas entre 18.40 a 21.78°C y temperaturas mínimas entre -0.17 a 8.65°C según el reporte de la Estación Meteorológica de Andenes

Tabla 19. Prueba de comparación del rendimiento promedio (t/ha) de las diez variedades de trigo en las dos localidades en estudio

Tratamiento	Rendimiento (t/ha)	Prueba de Duncan Alfa =0.05		
INIA 434 ESPIGA MISHA	5.629	a		
ANDINO INIAA	5.516	a	b	
INIA 418 EL NAZARENO	5.441	a	b	
INIA 405 SAN ISIDRO	5.379	a	b	
INIA 419 SAN FRANCISCO	5.356	a	b	
INIA 403 MORAY	5.155	a	b	c
INIA 428 SANTA ELENA	4.936		b	c
ANDENES INIA	4.933		b	c
INIA 422 ESPIGON	4.626			c
INIA 424 VICSEÑO	4.603			c

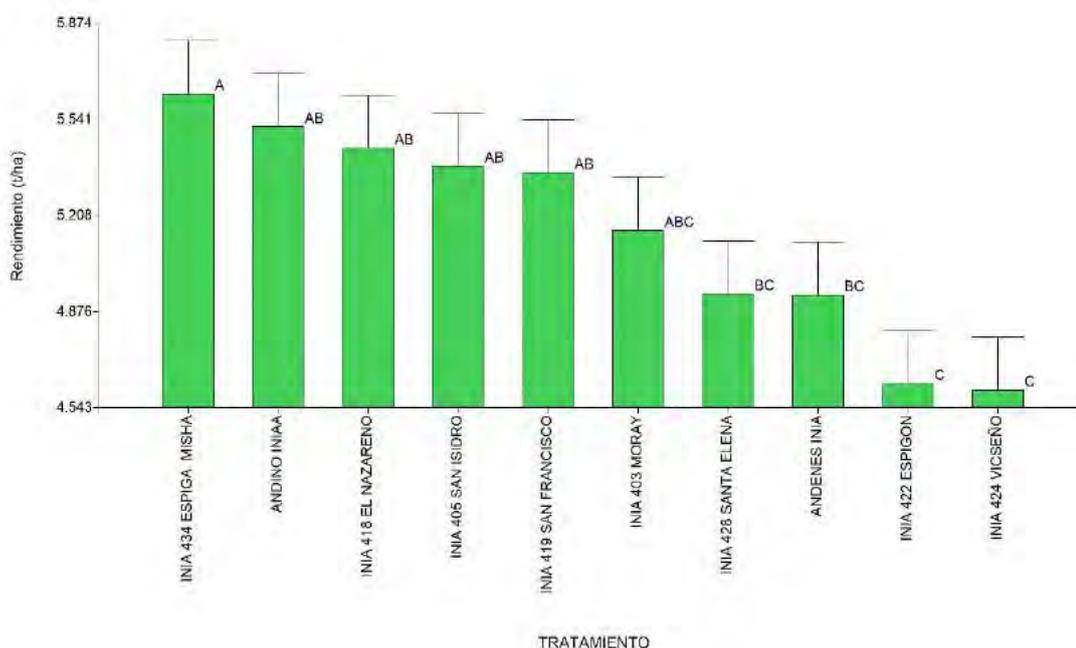


Figura 9. Comparación del rendimiento promedio (t/ha) de los tratamientos en estudio en las dos localidades

Entre las variedades evaluadas en el presente estudio a través de la prueba de DUNCAN encontramos que INIA 434 ESPIGA MISHA en promedio general presenta

el mejor rendimiento con 5.629 t/ha, y las variedades ANDINO INIAA, INIA 418 EL NAZARENO, INIA 405 SAN ISIDRO, INIA 419 SAN FRANCISCO y INIA 403 MORAY estadísticamente presentan la posibilidad de alcanzar el rendimiento similar a INIA 434 ESPIGA MISHA bajos las condiciones ambientales de los distritos de Taray y Zurite (tabla 19 y figura 9), observando la tabla 4 de los lugares de procedencia de cada una de las variedades encontramos que INIA 434 ESPIGA MISHA en su lugar de origen que es el departamento de Cajamarca alcanza hasta un rendimiento potencial de 7.00 t/ha igualmente INIA 418 EL NAZARENO procedente de Ayacucho en su ámbito de producción responde a un rendimiento de 7.00 t/ha.

Las variedades INIA 422 ESPIGON e INIA 424 VICSEÑO fueron las que obtuvieron los menores rendimientos bajo las condiciones climatológicas de las zonas de estudio lo que implica su menor grado de adaptación.

Según (MINAGRI, 2016) en el año 2012 el rendimiento promedio nacional fue de 1,489 kg/ha y en el departamento del Cusco es de 1,685 Kg/ha, en contraste con el rendimiento promedio de 5.16 t/ha alcanzado en el presente trabajo en ambas localidades, esta información nos permite manifestar que las condiciones de clima de los ámbitos de estudio asociado a las características de las variedades mejoradas es una alternativa importante para incrementar la producción de trigo.

De la figura 10 a nivel de la interacción entre variedades y localidades se confirma el mayor rendimiento para la variedad INIA 434, ESPIGA MISHA en la localidad de Zurite estadísticamente superior a los demás tratamientos; sin embargo, ANDINO INIA, INIA 419 SAN FRANCISCO e INIA 403 MORAY se encuentran con las mismas probabilidades de alcanzar rendimientos superiores.

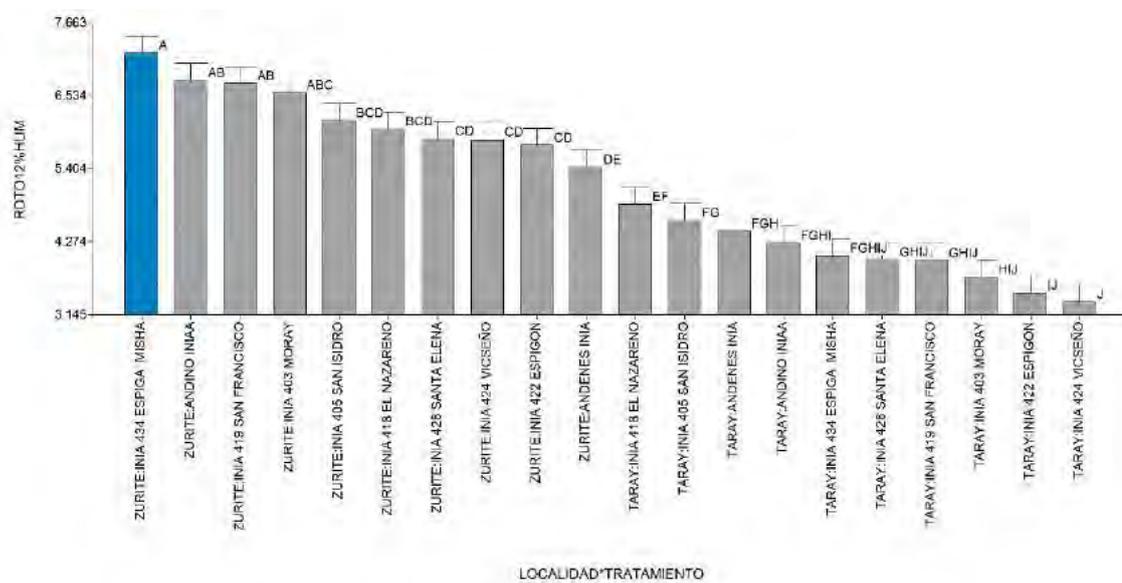


Figura 10. Comparación de rendimiento promedio (t/ha) para la interacción localidades por tratamiento

Tabla 20: Resultados de las evaluaciones de tamaño de espiga (cm) por repeticiones en la localidad de Zurite

TRATAMIENTO	I	II	III	IV
ANDENES INIA	10.00	8.50	9.00	11.50
ANDINO INIAA	9.50	9.00	9.50	10.00
INIA 403 MORAY	8.00	8.50	8.00	8.50
INIA 405 SAN ISIDRO	8.50	7.50	9.00	9.00
INIA 418 EL NAZARENO	8.50	7.50	8.00	8.50
INIA 419 SAN FRANCISCO	7.50	8.50	10.00	9.50
INIA 422 ESPIGON	9.50	11.00	8.50	11.00
INIA 424 VICSEÑO	8.50	9.50	9.50	8.50
INIA 428 SANTA ELENA	8.50	8.50	9.50	7.50
INIA 434 ESPIGA MISHA	9.50	8.50	9.50	8.50

Tabla 21. Resultados de las evaluaciones de tamaño de espiga (cm) por repeticiones en la localidad de Taray

TRATAMIENTO	I	II	III	IV
ANDENES INIA	9.00	9.50	9.50	11.00
ANDINO INIAA	10.00	10.00	9.50	10.00
INIA 403 MORAY	9.50	9.00	10.50	8.00
INIA 405 SAN ISIDRO	9.50	9.00	9.50	10.50
INIA 418 EL NAZARENO	8.50	9.50	10.50	8.50
INIA 419 SAN FRANCISCO	9.00	10.50	7.00	8.00
INIA 422 ESPIGON	9.00	11.50	11.50	11.00
INIA 424 VICSEÑO	10.50	9.50	10.00	9.50
INIA 428 SANTA ELENA	7.50	8.50	11.00	10.00
INIA 434 ESPIGA MISHA	7.50	10.00	8.50	10.00

Tabla 22. Análisis de varianza del tamaño de espiga (cm) por localidad

F.V.	Zurite				Taray		
	GL	SC	CM	p-valor	SC	CM	p-valor
Repetición	3	1.85	0.62	0.4546	3.73	1.24	0.3487
Tratamiento	9	14.53	1.61	0.0415	12.48	1.39	0.2931
Error	27	18.53	0.69		29.28	1.08	
Total	39	34.9			45.48		

Variable	R ²	R ² Aj	CV	R ²	R ² Aj	CV
Tamaño de Espiga	0.47	0.23	9.25	0.36	0.07	10.93

Según la tabla 22 respecto al tamaño de espiga en el estudio se ha encontrado diferencia estadística al 0.05 para tratamientos solo en la localidad de Zurite no habiendo diferencias para esta variable en la localidad de Taray, en ambos casos el coeficiente de variabilidad se encuentra dentro de los rangos permisibles 9.25 y 10.93% para Zurite y Taray respectivamente así mismo el coeficiente de determinación es bajo en ambos casos inferior al 50%.

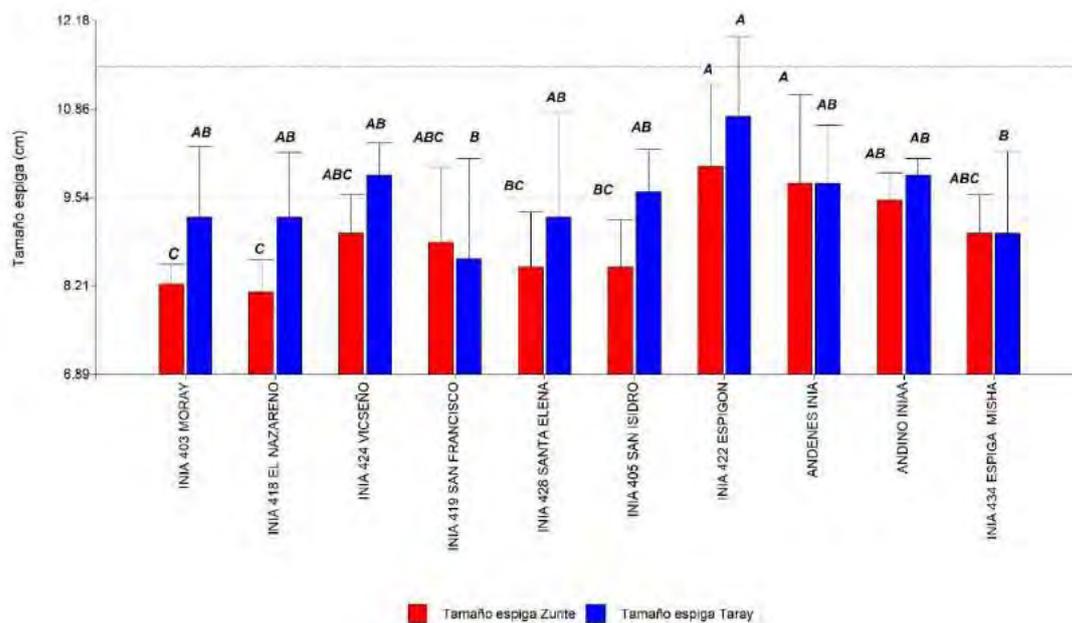


Figura 11. Comparación del tamaño de espiga de las diez variedades de trigo por localidad

Del análisis realizado podemos observar en la figura 11 que la variedad INIA 422 ESPIGON, en la localidad de Zurite alcanza un tamaño de espiga de 10 cm, seguido de la variedad ANDENES INIA y ANDINO INIAA con tamaño de espiga de 9.75 cm y 9.50 cm respectivamente, al realizar el contraste con las características de sus lugares de generación de estas variedades (tabla 4), desarrolla 12 cm el tamaño de espiga, que es relativamente superior al tamaño alcanzado en el trabajo de investigación encontrándonos dentro de los rangos que presentan en esta característica.

Tabla 23. Análisis de Varianza combinado por el tamaño de espiga (cm)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Localidad	6.6125	1	6.6125	7.4702	0.0085
Repetición (Localidad)	5.575	6	0.9292	1.0497	0.4041
Tratamiento	22.3625	9	2.4847	2.807	0.0089
Localidad*Tratamiento	4.6375	9	0.5153	0.5821	0.8059
Error	47.8	54	0.8852		
Total	86.9875	79			

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura planta	80	0.4505	0.1961	10.185

De la tabla 23 podemos indicar que bajo las condiciones de desarrollo de estudio se ha encontrado a través del análisis de varianza que existe diferencia estadística entre localidades y entre tratamientos o variedades en estudio demostrado por el p-valor < 0.05, lo que implica que el comportamiento del tamaño de espiga es diferente en Zurite y Taray, así mismo entre variedades en estudio, siendo el Coeficiente de variabilidad de 10.18% y el coeficiente de determinación de 45% que se ajusta al modelo del diseño experimental.

Tabla 24. Comparación de medias para el tamaño de espiga (cm) de las variedades en estudio entre localidades

Localidad	Tamaño de espiga (cm)	Prueba de Duncan Alfa =0.05
TARAY	9.525	a
ANDENES	8.950	b

En la tabla 24 se observa que el tamaño de espiga en la localidad de Taray fue estadísticamente superior a lo logrado en la localidad de Zurite

Tabla 25. Prueba de comparación del tamaño promedio de espiga (cm) en las dos localidades de estudio

Tratamiento	Tamaño de espiga (cm)	Prueba de Duncan Alfa =0.05
INIA 422 ESPIGON	10.38	a
ANDENES INIA	9.75	a b
ANDINO INIAA	9.69	a b
INIA 424 VICSEÑO	9.44	a b
INIA 405 SAN ISIDRO	9.06	b
INIA 434 ESPIGA MISHA	9.00	b
INIA 428 SANTA ELENA	8.88	b
INIA 403 MORAY	8.75	b
INIA 419 SAN FRANCISCO	8.75	b
INIA 418 EL NAZARENO	8.69	b

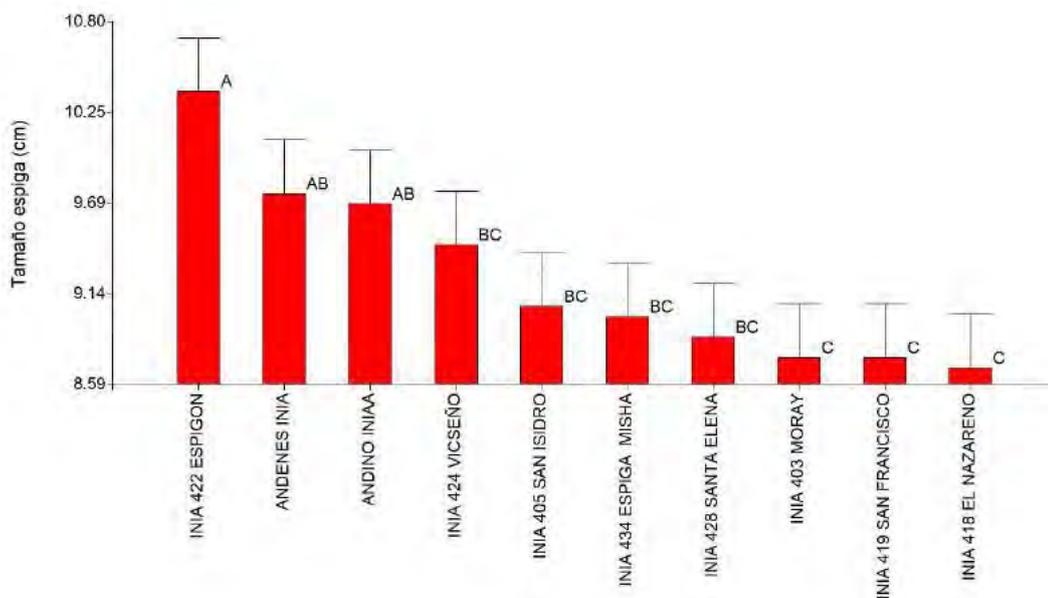


Figura 12. Comparación de medias para el tamaño de espiga (cm) de las diez variedades en estudio en las dos localidades

De la tabla 25 y figura 12 en la comparación de medias para el tamaño de espiga se encuentran entre los valores de 8.69 cm a 10.38 cm siendo el de mayor tamaño para la variedad INIA 422 ESPIGON, estadísticamente superior a los demás tratamientos, al respecto (Amado Argüelles, 2016) en la evaluación de 15 líneas de trigo en la Universidad La Molina, observo que el tamaño de espiga fue entre 6 a 8 cm, indicando que la reducción está estrechamente relacionado al déficit hídrico que reducen estos caracteres sin embargo, bajo riego normal y bajo riego limitado el tamaño de espiga es inferior al desarrollo que se ha observado en el presente estudio de ello podemos deducir, que las variedades evaluadas presentan un mayor desarrollo para este carácter en las condiciones de Zurite y Taray donde la precipitación presenta valores mayores a los volúmenes de riego utilizado por Amado Argüelles.

Tabla 26. Resultado de las evaluaciones por repetición del peso de mil granos (g) en la localidad de Zurite

TRATAMIENTO	I	II	III	IV
ANDENES INIA	50.00	50.00	49.00	47.00
ANDINO INIAA	49.00	50.00	47.00	48.00
INIA 403 MORAY	51.00	48.00	50.00	49.00
INIA 405 SAN ISIDRO	46.00	46.00	46.00	49.00
INIA 418 EL NAZARENO	45.00	45.00	47.00	48.00
INIA 419 SAN FRANCISCO	53.00	53.00	49.00	51.00
INIA 422 ESPIGON	46.00	44.00	43.00	42.00
INIA 424 VICSEÑO	52.00	53.00	51.00	47.00
INIA 428 SANTA ELENA	42.00	45.00	42.00	44.00
INIA 434 ESPIGA MISHA	55.00	56.00	55.00	55.00

Tabla 27. Resultados de las evaluaciones por repetición del peso de mil granos (g) en la localidad de Taray

TRATAMIENTO	I	II	III	IV
ANDENES INIA	46.60	47.80	48.80	48.20
ANDINO INIAA	44.00	50.20	45.20	49.40
INIA 403 MORAY	48.20	46.80	47.80	47.40
INIA 405 SAN ISIDRO	43.40	44.00	45.40	45.80
INIA 418 EL NAZARENO	44.20	43.20	44.00	44.80
INIA 419 SAN FRANCISCO	47.80	43.40	48.80	53.20
INIA 422 ESPIGON	44.00	43.40	45.20	47.60
INIA 424 VICSEÑO	47.40	48.80	45.60	48.20
INIA 428 SANTA ELENA	43.40	44.80	46.00	45.80
INIA 434 ESPIGA MISHA	50.80	50.80	54.80	55.80

Tabla 28. Análisis de Varianza para el peso de mil granos (g) por localidad

F.V.	Zurite				Taray		
	GL	SC	CM	p-valor	SC	CM	p-valor
Repetición	3	10.1	3.37	0.2795	10.1	3.37	0.2795
Tratamiento	9	476.4	52.93	<0.0001	476.4	52.93	<0.0001
Error	27	67.4	2.5		67.4	2.5	
Total	39	553.9			553.9		

Variable	R ²	R ² Aj	CV	R ²	R ² Aj	CV
Mil granos	0.88	0.82	3.26	0.88	0.82	3.26

El análisis de varianza para el peso de mil granos por localidad en la tabla 28 nos muestra que existe diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio demostrados por el p valor menores al 0.05 con un coeficiente de determinación alto (0.88) y un coeficiente de variabilidad menor al 10% que muestra la confiabilidad de los datos.

Tabla 29. Prueba de comparación de medias para el peso de mil granos (g) en la localidad de Zurite

Tratamiento	Peso mil granos (g)	Prueba de Duncan Alfa =0.05
INIA 434 ESPIGA MISHA	55.25	a
INIA 419 SAN FRANCISCO	51.50	b
INIA 424 VICSEÑO	50.75	b c
INIA 403 MORAY	49.50	b c
ANDENES INIA	49.00	c d
ANDINO INIAA	48.50	c d e
INIA 405 SAN ISIDRO	46.75	d e
INIA 418 EL NAZARENO	46.25	e
INIA 422 ESPIGON	43.75	f
INIA 428 SANTA ELENA	43.25	f

Tabla 30. Prueba de comparación de medias para el peso de mil granos (g) en la localidad de Taray

Tratamiento	Peso mil granos (g)	Prueba de Duncan Alfa =0.05		
INIA 434 ESPIGA MISHA	53.05	a		
INIA 419 SAN FRANCISCO	48.30	b		
ANDENES INIA	47.85	b	c	
INIA 403 MORAY	47.55	b	c	
INIA 424 VICSEÑO	47.50	b	c	d
ANDINO INIAA	47.20	b	c	d
INIA 422 ESPIGON	45.05		c	d e
INIA 428 SANTA ELENA	45.00		c	d e
INIA 405 SAN ISIDRO	44.65			d e
INIA 418 EL NAZARENO	44.05			e

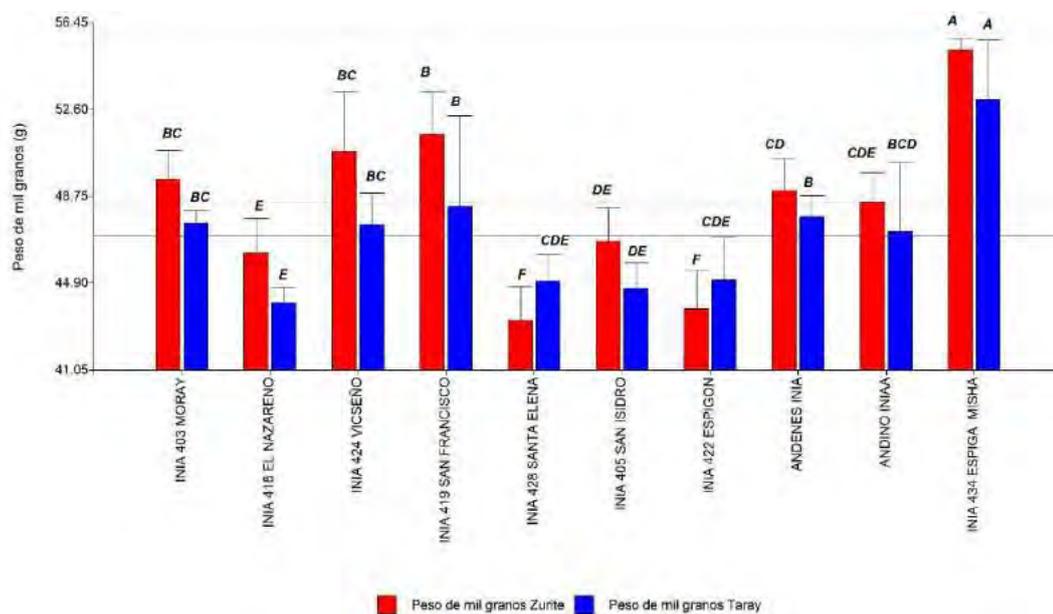


Figura 13. Comparación de medias para el peso de mil granos (g) de las diez variedades por localidad

De las tablas 29,30 y figura 13 podemos mencionar que en las localidades de Zurite y Taray la variedad INIA 434 ESPIGA MISHA es estadísticamente superior a las demás variedades con 55.25 y 53.95 (g) para el peso de mil

granos, estos valores se encuentran cercanos a los que se obtiene en su lugar de origen de 55,45 g para esta variedad (tabla 4) demostrando que en este carácter en las dos zonas en estudio presenta una respuesta adecuada.

Tabla 31. Análisis de varianza combinado para el peso de mil granos (g)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Localidad	40.898	1	40.898	14.485	0.0004
Repetición (Localidad)	51.612	6	8.602	3.0466	0.0122
Tratamiento	670.902	9	74.5447	26.4017	<0.0001
Localidad*Tratamiento	52.022	9	5.7802	2.0472	0.0513
Error	152.468	54	2.8235		
Total	967.902	79			

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura planta	80	0.8425	0.7695	3.5201

El análisis de varianza tabla 31, nos muestra que existe diferencia altamente significativa para localidades y tratamientos en estudio con un p-valor < 0.05 lo que muestra que el peso de mil granos presenta variabilidad tanto en los ambientes evaluados, así como entre las variedades siendo el coeficiente de variabilidad en los rangos permisibles de 3.52% y un coeficiente de determinación de 0.84 que demuestra un modelo de análisis adecuado para este carácter.

Tabla 32. Prueba de comparación de medias del peso de mil granos (g) de las variedades en estudio en entre localidades

Localidad	Peso de mil granos (g)	Prueba de Duncan Alfa =0.05
ANDENES	48.450	a
TARAY	47.020	b

Tabla 33. Prueba de comparación del peso de mil granos (g) promedio en las diez variedades en las dos localidades en estudio

Tratamiento	Peso de mil granos (g)	Prueba de Duncan Alfa =0.05
INIA 434 ESPIGA MISHA	54.150	a
INIA 419 SAN FRANCISCO	49.900	b
INIA 424 VICSEÑO	49.125	b c
INIA 403 MORAY	48.525	b c
ANDENES INIA	48.425	b c
ANDINO INIAA	47.850	c
INIA 405 SAN ISIDRO	45.700	d
INIA 418 EL NAZARENO	45.150	d
INIA 422 ESPIGON	44.400	d
INIA 428 SANTA ELENA	44.125	d

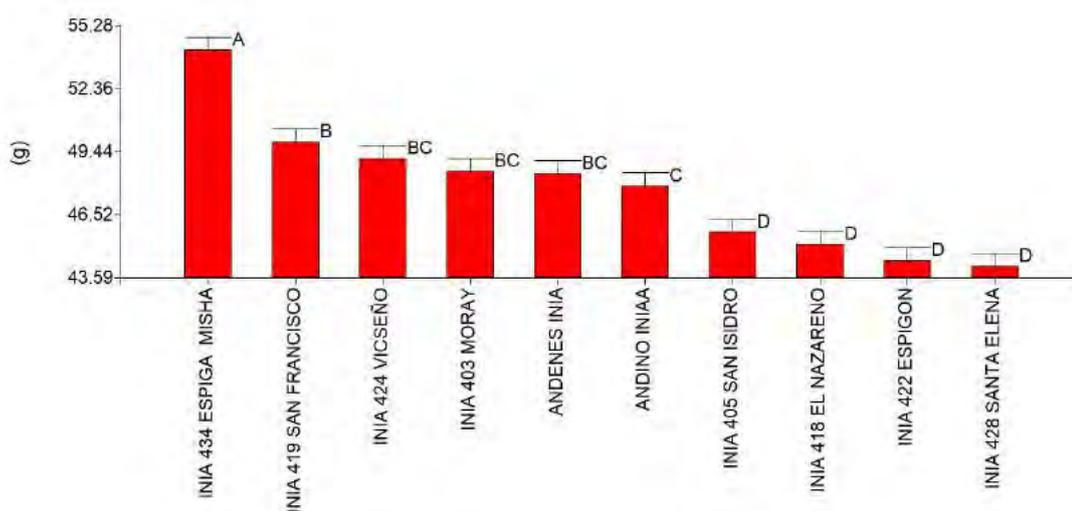


Figura 14. Comparación para el peso de mil granos (g) de las diez variedades en las dos localidades

En la tabla 33 y figura 14 los resultados de la prueba de comparación de medias para las variedades en estudio muestran que INIA 434 ESPIGA MISHA, es estadísticamente superior a las demás variedades con 54.15 g, para esta

misma variable en el trabajo de Quiroz, 2010, al evaluar bajo condiciones de secano y riego cultivares de trigo, cebada y triticale señala que los regímenes hídricos no muestran diferencias estadísticas al encontrar valores de 47.3 g y 50.2 g para peso de mil granos con el uso de 644 mm de precipitación acumulada más un riego de 168 mm al respecto podemos mencionar que en el estudio desarrollado en las localidades de Zurite y Taray los volúmenes de precipitación fueron 786.60 mm y 553.38 mm respectivamente bajo estas condiciones se obtuvo el peso de mil granos entre 44.125 a 54.15 g por consiguiente podemos señalar que las características de la variedad y las condiciones de disponibilidad hídrica influyen en el peso de mil granos.

Tabla 34. Resultados de evaluaciones por repetición del peso hectolítrico (kg/hl) en la localidad de Zurite

TRATAMIENTO	I	II	III	IV
ANDENES INIA	78.40	78.00	79.20	78.80
ANDINO INIAA	78.80	82.00	81.60	81.20
INIA 403 MORAY	78.40	78.00	80.40	80.80
INIA 405 SAN ISIDRO	78.00	81.20	79.60	82.00
INIA 418 EL NAZARENO	78.80	80.80	80.40	81.20
INIA 419 SAN FRANCISCO	81.60	81.60	82.80	81.60
INIA 422 ESPIGON	77.60	78.00	77.20	78.40
INIA 424 VICSEÑO	79.20	80.80	80.00	78.80
INIA 428 SANTA ELENA	78.00	80.80	80.00	80.40
INIA 434 ESPIGA MISHA	80.40	80.00	78.80	79.60

Tabla 35. Resultado de evaluaciones por repetición del peso hectolítrico (kg/hl) en la localidad de Taray

TRATAMIENTO	I	II	III	IV
ANDENES INIA	79.60	79.20	79.60	79.60
ANDINO INIAA	82.40	82.00	81.60	82.40
INIA 403 MORAY	82.00	81.20	82.00	80.80
INIA 405 SAN ISIDRO	81.20	82.00	80.80	81.20
INIA 418 EL NAZARENO	82.00	82.00	81.20	82.00
INIA 419 SAN FRANCISCO	82.40	80.80	81.60	81.20
INIA 422 ESPIGON	82.00	82.00	81.20	81.60
INIA 424 VICSEÑO	80.80	81.60	80.40	80.40
INIA 428 SANTA ELENA	81.20	82.00	81.60	81.60
INIA 434 ESPIGA MISHA	80.00	80.00	80.40	80.40

Tabla 36. Análisis de varianza para el peso hectolítrico (kg/hl) de las diez variedades en estudio por localidad

F.V.	Zurite				Taray		
	GL	SC	CM	p-valor	SC	CM	p-valor
Repetición	3	11.44	3.81	0.0146	366.4	122.13	0.4375
Tratamiento	9	46.56	5.17	0.0002	1247.28	138.59	0.4213
Error	27	24.52	0.91		3527.76	130.66	
Total	39	82.52			5141.44		

Variable	R ²	R ² Aj	CV	R ²	R ² Aj	CV
Peso hectolítrico	0.7	0.57	1.19	0.31	0.01	14.4

Del Análisis de Varianza de la tabla 37 a partir de los resultados de las tablas 35 y 36 en la localidad de Zurite existe diferencia estadística entre tratamientos en estudio con p-valor menor a 0.05, mientras que en la localidad de Taray no se registra diferencia significativa para los tratamientos en estudio, en ambos casos el coeficiente de variabilidad se encuentra en los rangos permisibles con

un coeficiente de determinación mayor para la localidad de Zurite de 0.7 en comparación a la localidad de Taray con 0.31.

Tabla 37. Prueba de comparación de medias para el peso hectolitrico promedio (kg/hl) en la localidad de Zurite

Tratamiento	Peso hectolitrico (kg/hl)	Prueba de Duncan Alfa =0.05	
INIA 419 SAN FRANCISCO	81.90	a	
ANDINO INIAA	80.90	a	b
INIA 418 EL NAZARENO	80.30		b
INIA 405 SAN ISIDRO	80.20		b
INIA 428 SANTA ELENA	79.80		b c
INIA 424 VICSEÑO	79.70		b c
INIA 434 ESPIGA MISHA	79.70		b c
INIA 403 MORAY	79.40		b c
ANDENES INIA	78.60		c d
INIA 422 ESPIGON	77.80		d

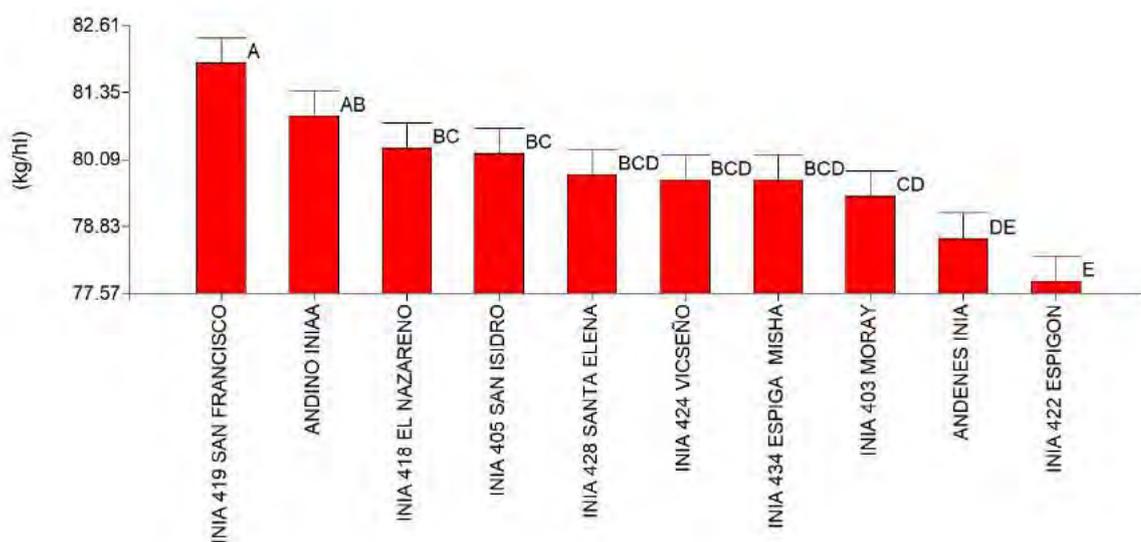


Figura 15. Comparación de medias para el peso hectolétrico (kg/hl) de las diez variedades en la localidad de Zurite

De la tabla 37 y figura 15, con respecto al peso hectolitrico de las variedades en estudio encontramos que INIA 419 SAN FRANCISCO supera

estadísticamente a los demás tratamientos con 81.90 kg/hl seguido de la variedad ANDINO INIAA, que presenta un valor de 80.90 kg/hl, estos valores nos dan a conocer la capacidad de cada una de las variedades en la producción de harina en contraste con las características que presentan las variedades en estudio según la tabla 4, la variedad San Francisco muestra un peso hectolitrico de 80.82 kg/hl y ANDINO INIAA 80.50 kg/hl, de estos valores podemos indicar que en el estudio desarrollado muestran similares resultados con sus características propias identificadas en cada variedad en sus ámbitos de desarrollo. En las diez variedades el peso hectolítrico se registró entre 77.80 kg/hl a 81.90 kg/hl para las condiciones de cultivo bajo precipitación en la localidad de Zurite, un trabajo similar efectuado por Romaní 2016, para condiciones de los campos experimentales del INTA en Argentina donde compararon el rendimiento de 46 cultivares de trigo de diferentes ciclos bajo riego encontraron el peso hectolitrico fue entre 70.00 a 78.00 kg/hl con un coeficiente de variabilidad de 5% para un rango de temperaturas de 0°C a 30°C, mientras que los resultados del estudio muestran valores superiores de peso hectolitrico que es posible deducir que estén asociadas a las temperaturas optimas que presenta el ámbito de estudio donde las temperaturas durante el proceso de desarrollo fueron en promedio de 9.31 a 12.38°C, con rangos extremos de -0.17°C a 21.79°C, y condiciones de precipitación de 786.60 mm.

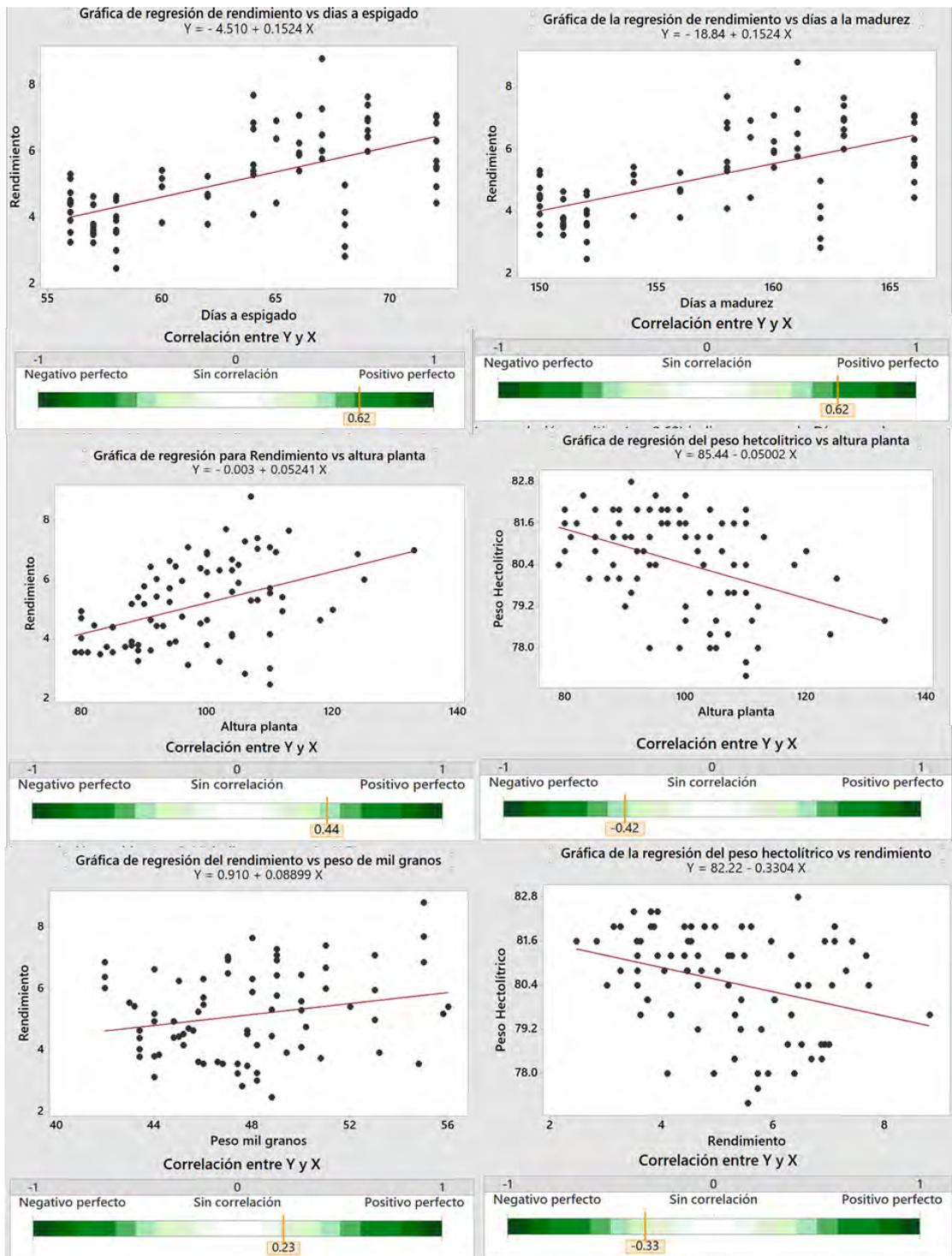


Figura 16. Diagramas de correlación y regresión para rendimiento, días a espigado, días a la madurez fisiológica, altura de planta, peso de mil granos y peso hectolítrico

De los análisis de correlación y regresión desarrollados para las principales variables (figura 16), encontramos que existe una relación estadísticamente significativa para rendimiento versus los días a espigado y la madurez fisiológica con un valor de $r=0.62$, también la correlación entre rendimiento y altura planta es estadísticamente significativa con un $r=0.44$, estos tres casos presentan una correlación positiva, por otro lado los resultados muestran una correlación estadísticamente significativa inversa entre el peso hectolitrico y la altura planta con un $r=-0.42$, la correlación entre rendimiento y peso de mil granos es estadísticamente significativa con un $r=0.23$, sin embargo la correlación entre peso hectolitrico y rendimiento es significativo inversa con un $r=-0.33$. De estos resultados podemos manifestar que en el estudio las mejores asociaciones son de rendimiento con los días a espigado, los días a la madurez y la altura de planta que influye significativamente en el incremento de la producción. Según (Silva et al 2001), al evaluar el rendimiento variedades de trigo en el altiplano Boliviano entre otras variables encontraron que el peso hectolitrico y la altura de planta aportan significativamente y contribuyen hasta un 30% de las varianzas en el rendimiento mientras que el peso de mil granos contribuye con un 24.3% en el rendimiento con esta información podemos indicar que en el ámbito de estudio las variables de altura planta y el peso de mil granos contribuyeron en mayor valor 42% y 23% con respecto al estudio de Silva, mientras que la asociación entre el rendimiento y el peso hectolitrico fue inverso al estudio del mismo autor. De ello podemos deducir la relación directa que existe para el incremento de rendimiento con las características fenológicas de altura planta y el peso de mil granos, por otro lado, a mayor

rendimiento se observó menor peso hectolitrico que puede estar relacionado al tamaño de grano

4.1.2. Resultados de la evaluación del comportamiento fenológico de 10 variedades de trigo, en condiciones de secano en los distritos de Taray y Zurite 2019-2020

Durante el desarrollo del estudio se ha registrado las fases fenológicas del desarrollo del cultivo de trigo desde la emergencia, hasta la madurez fisiológica y en este periodo de tiempo el reporte diario de las principales variables climáticas de temperatura media, temperatura máxima, temperatura mínima, precipitación, humedad relativa y radiación solar de las Estaciones Meteorológicas de Zurite y Taray (Tabla 73) con el fin de analizar el comportamiento de las fases fenológicas de cada uno de los tratamientos frente a las condiciones del clima.

Tabla 38. Duración de las fases fenológicas (días) desde la siembra de las diez variedades en estudio en la localidad de Zurite

Variedades	EM	MA	ET	ESP	EINFLO	ANT	MF	MC
ANDENES INIA	7	39	50	66	72	80	160	170
ANDINO INIAA	7	39	50	67	74	82	161	170
INIA 403 MORAY	7	39	50	67	74	82	161	170
INIA 405 SAN ISIDRO	9	42	55	72	78	86	166	175
INIA 418 EL NAZARENO	9	42	55	71	77	85	165	175
INIA 419 SAN FRANCISCO	8	42	53	68	74	84	162	170
INIA 422 ESPIGON	9	44	57	72	78	86	166	175
INIA 424 VICSEÑO	8	42	53	68	74	84	162	170
INIA 428 SANTA ELENA	7	39	48	67	73	85	161	170
INIA 434 ESPIGA MISHA	7	39	48	65	71	79	159	170
Promedio	8	41	52	68	75	83	162	172

EM: Emergencia; MA: Macollamiento; ET: Elongación del tallo; ESP: Espigado; EINFLO: Emergencia de la inflorescencia; ANT: Antesis; MF: Madurez fisiológica; MC: Madurez de cosecha

Tabla 39. Duración de las fases fenológicas (días) desde la siembra de las diez variedades en estudio en la localidad de Taray

Variedades	EM	MA	ET	ESP	EINFLO	ANT	MF	MC
ANDENES INIA	6	32	42	57	63	69	151	162
ANDINO INIAA	6	32	42	57	63	69	151	162
INIA 403 MORAY	7	32	42	57	63	69	151	162
INIA 405 SAN ISIDRO	8	35	47	60	66	72	154	165
INIA 418 EL NAZARENO	8	35	47	61	67	73	155	166
INIA 419 SAN FRANCISCO	7	35	45	58	64	70	152	163
INIA 422 ESPIGON	8	37	49	62	68	74	156	167
INIA 424 VICSEÑO	8	35	45	63	69	75	157	168
INIA 428 SANTA ELENA	6	32	40	57	63	69	151	162
INIA 434 ESPIGA MISHA	6	32	40	57	63	69	151	162
Promedio	7	34	44	59	65	71	153	164

EM: Emergencia; MA: Macollamiento; ET: Elongación del tallo; ESP: Espigado; EINFLO: Emergencia de la inflorescencia; ANT: Antesis; MF: Madurez fisiológica; MC: Madurez de cosecha

De los resultados de las tablas 38 y 39 observamos que en promedio la emergencia fue a los ocho días en Zurite y siete días en Taray, alcanzando en menor tiempo a esta fase fenológica en ambas localidades las variedades Andenes INIA, Andino INIA, INIA 428 Santa Elena e INIA 343 Espiga Misha; seguidamente la fase fenología de macollamiento en promedio fue de 41 días en Zurite y 34 días en Taray a esta fase fenológica ya se observa diferencia claras de variación en promedio de siete días entre ambas localidades, manteniéndose las mismas variedades en el menor tiempo para alcanzar la fase de macollamiento, los resultados del cuadro muestran que el tiempo que ha transcurrido para alcanzar cada una de las fases fenológicas fueron menores en Taray en comparación a Zurite alcanzando en promedio la madurez de cosecha en Zurite a los 172 días y en Taray a los 164 días que significa ocho de diferencia entre ambas localidades que es importante

considerar para la programación de la instalación de este cultivo en condiciones de secano.

Por otro lado, en los mismos cuadros observamos en cuanto al comportamiento de las variedades que también existen diferencias claras de los días transcurridos para alcanzar cada una de las fases fenológicas mostrándose las variedades ANDENES INIA, ANDINO INIA, INIA 403 MORAY, INIA 428 SANTA ELENA E INIA 434 ESPIGA MISHA con el menor tiempo en alcanzar las diferentes fases fenológicas hasta la madurez de cosecha. Estos resultados son muy importantes principalmente para promover su cultivo de acuerdo al comportamiento de las variables climáticas de los ámbitos de producción de trigo en secano.

(Romani & Herrera, 2017, p-2-3).en su estudio de rendimiento de variedades de trigo registró la emergencia entre los 7 a 9 días después de la siembra similares a los datos que se registran en el presente estudio; sin embargo, la madurez de cosecha fue entre los 133 a 154 días con comportamiento más precoz frente a la duración de la fenología reportada en el estudio que fue entre los 164 a 172 días en promedio, información que estaría asociada a la altitud y condiciones climáticas diferentes que influyen en el desarrollo del cultivo.

Tabla 40. Rango de variación de las Variables climáticas hasta la emergencia en Zurite.

Variedades	Días a la emergencia	T° Media (°C)		T° Máx. (°C)		T° Mín. (°C)		Pp (mm)	H°R° (%)		Rad. Solar (w/m ²)	
ANDENES INIA	7	11.40	12.40	15.70	19.90	6.60	7.60	69.60	75.58	82.30	172.75	251.35
ANDINO INIAA	7	11.40	12.40	15.70	19.90	6.60	7.60	69.60	75.58	82.30	172.75	251.35
INIA 403 MORAY	7	11.40	12.40	15.70	19.90	6.60	7.60	69.60	75.58	82.30	172.75	251.35
INIA 405 SAN ISIDRO	9	11.40	13.60	15.70	20.40	6.60	9.30	70.40	74.81	82.30	172.75	276.60
INIA 418 EL NAZARENO	9	11.40	13.60	15.70	20.40	6.60	9.30	70.40	74.81	82.30	172.75	276.60
INIA 419 SAN FRANCISCO	8	11.40	13.60	15.70	20.40	6.60	9.30	69.80	75.58	82.30	172.75	276.60
INIA 422 ESPIGON	9	11.40	13.60	15.70	20.40	6.60	9.30	70.40	74.81	82.30	172.75	276.60
INIA 424 VICSEÑO	8	11.40	13.60	15.70	20.40	6.60	9.30	69.80	75.58	82.30	172.75	276.60
INIA 428 SANTA ELENA	7	11.40	12.40	15.70	19.90	6.60	7.60	69.60	75.58	82.30	172.75	251.35
INIA 434 ESPIGA MISHA	7	11.40	12.40	15.70	19.90	6.60	7.60	69.60	75.58	82.30	172.75	251.35

Tabla 41. Rango de variación de las variables climáticas hasta la emergencia en Taray

Variedades	Días a la emergencia	T° Media (°C)		T° Máx. (°C)		T° Mín. (°C)		Pp (mm)	H°R° (%)		Rad. Solar (w/m ²)	
ANDENES INIA	6	14.10	15.90	20.90	25.30	8.40	10.80	1.80	61.75	81.94	141.82	230.14
ANDINO INIAA	6	14.10	15.90	20.90	25.30	8.40	10.80	1.80	61.75	81.94	141.82	230.14
INIA 403 MORAY	7	14.10	15.90	20.80	25.30	8.40	10.80	7.80	61.75	81.94	141.82	230.14
INIA 405 SAN ISIDRO	8	13.40	15.90	20.80	25.30	8.40	10.80	9.00	61.75	81.94	141.82	230.14
INIA 418 EL NAZARENO	8	13.40	15.90	20.80	25.30	8.40	10.80	9.00	61.75	81.94	141.82	230.14
INIA 419 SAN FRANCISCO	7	14.10	15.90	20.80	25.30	8.40	10.80	7.80	61.75	81.94	141.82	230.14
INIA 422 ESPIGON	8	13.40	15.90	20.80	25.30	8.40	10.80	9.00	61.75	81.94	141.82	230.14
INIA 424 VICSEÑO	8	13.40	15.90	20.80	25.30	8.40	10.80	9.00	61.75	81.94	141.82	230.14
INIA 428 SANTA ELENA	6	14.10	15.90	20.90	25.30	8.40	10.80	1.80	61.75	81.94	141.82	230.14
INIA 434 ESPIGA MISHA	6	14.10	15.90	20.90	25.30	8.40	10.80	1.80	61.75	81.94	141.82	230.14

En la tabla 40 observamos en la localidad de Zurite la duración de la fase fenológica de emergencia desde el momento de la siembra, son cinco las variedades que alcanzan esta fase fenológica a los siete días, dos variedades a los ochos días y dos variedades a los nueve días, en este periodo de tiempo la temperatura media fue entre los 11.40 a 13.60°C, la temperatura máxima entre 15.70 a 20.40°C, la temperatura mínima entre 6.60 a 9.30°C, el volumen de precipitación acumulado máximo hasta los nueve días fue de 70.40 mm, con un rango de variación de la humedad relativa entre 74.81 a 82.30% y la radiación solar de 172.75 a 276.60 w/m².

En el caso de la localidad de Taray se registró la emergencia entre los seis a ocho días, un día menos que en Zurite (tabla 41), la temperatura media, máxima y mínima fue mayor que en Zurite, los volúmenes de precipitación, humedad relativa y radiación solar con valores menores, resultados que muestran claramente que a menor altitud las temperaturas son mayores.

Comparando estos resultados con los requerimientos climáticos reportados por (MINAGRI-SENAMHI, 2016.) Señala para la etapa de emergencia como temperatura óptima entre 15 a 20°C y la temperatura crítica entre los 5 a 30°C, podemos indicar que en las localidades en estudio la temperatura mínima y máxima se encuentra entre el rango permisible de la temperatura crítica para la emergencia y con respecto a la Humedad Relativa el registro de datos se encuentran entre los valores de humedad óptima de 60 a 80%.

Tabla 42. Rango de variación de las Variables Climáticas hasta el macollamiento en Zurite.

Variedades	Días	T° Media (°C)		T° Máx. (°C)		T° Mín. (°C)		Pp (mm)	H°R° (%)		Rad. Solar (w/m ²)	
ANDENES INIA	39	9.60	14.50	15.70	22.40	4.10	9.40	204.80	68.07	87.01	137.69	325.55
ANDINO INIAA	39	9.60	14.50	15.70	22.40	4.10	9.40	204.80	68.07	87.01	137.69	325.55
INIA 403 MORAY	39	9.60	14.50	15.70	22.40	4.10	9.40	204.80	68.07	87.01	137.69	325.55
INIA 405 SAN ISIDRO	42	9.60	14.50	15.70	22.40	4.10	9.40	216.80	68.07	87.01	137.69	325.55
INIA 418 EL NAZARENO	42	9.60	14.50	15.70	22.40	4.10	9.40	216.80	68.07	87.01	137.69	325.55
INIA 419 SAN FRANCISCO	42	9.60	14.80	15.70	24.20	4.10	9.40	216.80	69.92	87.01	137.69	361.14
INIA 422 ESPIGON	44	9.60	14.80	15.70	24.20	4.10	9.40	216.80	69.92	87.01	137.69	361.14
INIA 424 VICSEÑO	42	9.60	14.80	15.70	24.20	4.10	9.40	216.80	69.92	87.01	137.69	361.14
INIA 428 SANTA ELENA	39	9.60	14.50	15.70	22.40	4.10	9.40	204.80	68.07	87.01	137.69	325.55
INIA 434 ESPIGA MISHA	39	9.60	14.50	15.70	22.40	4.10	9.40	204.80	68.07	87.07	137.69	325.55

Tabla 43. Rango de variación de las variables climáticas hasta el macollamiento en Taray

Variedades	Días	T° Media (°C)		T° Máx (°C)		T° Mín (°C)		Pp (mm)	H°R° (%)		Rad. Solar (w/m ²)	
ANDENES INIA	32	12.90	16.90	16.80	25.90	7.10	11.60	100.80	59.86	86.83	105.18	258.56
ANDINO INIAA	32	12.90	16.90	16.80	25.90	7.10	11.60	100.80	59.86	86.83	105.18	258.56
INIA 403 MORAY	32	12.90	16.90	16.80	25.90	7.10	11.60	100.80	59.86	86.86	105.10	258.56
INIA 405 SAN ISIDRO	35	11.70	16.90	16.80	25.90	7.10	11.60	117.80	59.86	86.83	105.18	258.56
INIA 418 EL NAZARENO	35	11.70	16.90	16.80	25.90	7.10	11.60	117.80	59.86	86.83	105.18	258.56
INIA 419 SAN FRANCISCO	35	11.70	16.90	16.80	25.90	7.10	11.60	117.80	59.86	86.83	105.18	258.56
INIA 422 ESPIGON	37	11.70	16.90	16.80	25.90	7.10	11.60	121.80	55.59	86.83	105.18	258.56
INIA 424 VICSEÑO	35	11.70	16.90	16.80	25.90	7.10	11.60	117.80	59.86	86.83	105.18	258.56
INIA 428 SANTA ELENA	32	12.90	16.90	16.80	25.90	7.10	11.60	100.80	59.86	86.83	105.18	258.56
INIA 434 ESPIGA MISHA	32	12.90	16.90	16.80	25.90	7.10	11.60	100.80	59.86	86.83	105.18	258.56

En la tabla 42 podemos observar que en la localidad de Zurite a la etapa de macollamiento desde la emergencia se ha registrado a los 39 a 44 días, con una temperatura media desde 9.60 a 14.80°C, la temperatura máxima desde 15.70 a 24.20 °C, la temperatura mínima fue de 4.10°C a 9.40°C, una precipitación acumulada de 121.80 mm, con una humedad relativa desde 69.92 a 87.01 % así como una radiación desde 137.69 a 361.14 w/m²

En la tabla 43 se ha podido registrar que en la localidad de Taray, a la etapa de macollamiento desde la emergencia, la variedad INIA 403 MORAY, alcanza esta etapa en 32 días en comparación en la localidad de Zurite esta misma variedad alcanza la etapa de macollamiento a los 39 días, la variedad INIA 422 ESPIGON alcanza esta etapa a los 37 días mientras que en la localidad de Zurite lo hace a los 44 días, por consiguiente en la localidad de Taray las variedades alcanzaron la etapa de macollamiento en 6-7 días menos que en la localidad de Zurite, para esta fase las condiciones de temperaturas se mantienen similares que la fase anterior con valores mayores frente a Zurite y en cuanto a precipitación humedad y radiación con un comportamiento menor.

Comparando estos resultados con los requerimientos climáticos reportados por (MINAGRI-SENAMHI, 2016.) Señala para la etapa de macollaje como temperatura óptima entre 18 a 25°C y la temperatura crítica entre los 5 a 30°C, y en las localidades en estudio la temperatura mínima y máxima se encuentra entre el rango permisible de la temperatura crítica para el macollaje y con respecto a la Humedad Relativa el registro promedio de datos se encuentra entre los valores de humedad óptima de 60 a 80%.

Tabla 44. Rango de variación de las variables climáticas hasta la elongación del tallo en Zurite

Variedades	Días	T° Media (°C)		T° Máx. (°C)		T° Mín. (°C)		Pp (mm)	H°R° (%)		Rad. Solar (w/m ²)	
ANDENES INIA	50	11.10	14.80	14.60	24.20	4.80	9.60	268.40	68.07	88.29	118.76	361.14
ANDINO INIAA	50	11.10	14.80	14.60	24.20	4.80	9.60	268.40	68.07	88.29	118.76	361.14
INIA 403 MORAY	50	11.10	14.80	14.60	24.20	4.80	9.60	268.40	68.07	88.29	118.76	361.14
INIA 405 SAN ISIDRO	55	11.10	12.60	13.90	20.20	4.80	9.60	324.40	80.17	88.78	111.45	253.74
INIA 418 EL NAZARENO	55	11.10	12.60	13.90	20.20	4.80	9.60	324.40	80.17	88.78	111.45	253.74
INIA 419 SAN FRANCISCO	53	11.10	12.30	13.90	20.20	4.80	9.60	304.00	80.17	88.29	111.45	253.74
INIA 422 ESPIGON	57	11.10	12.90	13.90	20.20	4.80	9.60	343.80	80.17	88.78	111.45	253.74
INIA 424 VICSEÑO	53	11.10	12.30	13.90	20.20	4.80	9.60	304.00	80.17	88.29	111.45	253.74
INIA 428 SANTA ELENA	48	11.10	14.80	14.60	24.20	4.80	9.60	252.80	68.07	88.29	118.76	361.14
INIA 434 ESPIGA MISHA	48	11.10	14.80	14.60	24.20	4.80	9.60	250.80	68.07	88.29	118.76	361.14

Tabla 45. Rango de variación de las Variables Climáticas hasta la elongación del tallo en Taray.

Variedades	Días	T° Media (°C)		T° Máx(°C)		T° Mín(°C)		Pp (mm)	H°R° (mm)		Rad. Solar(w/m ²)	
ANDENES INIA	42	11.70	15.30	17.10	25.60	6.40	10.40	132.00	55.59	84.98	111.49	269.48
ANDINO INIAA	42	11.70	15.30	17.10	25.60	6.40	10.40	132.00	55.59	84.98	111.49	269.48
INIA 403 MORAY	42	11.70	15.30	17.10	25.60	6.40	10.40	132.00	55.59	84.98	111.49	269.48
INIA 405 SAN ISIDRO	47	12.40	15.70	17.10	23.20	6.40	10.80	150.30	55.59	86.43	74.35	269.48
INIA 418 EL NAZARENO	47	12.40	15.70	17.10	23.20	6.40	10.80	150.30	55.59	86.43	74.35	269.48
INIA 419 SAN FRANCISCO	45	12.40	15.30	17.10	23.20	6.40	10.80	149.50	55.59	79.29	111.49	269.48
INIA 422 ESPIGON	49	12.40	16.70	18.10	24.40	6.40	10.90	150.60	55.59	86.43	74.35	269.48
INIA 424 VICSEÑO	45	12.40	15.30	17.10	23.20	6.40	10.80	149.50	55.59	79.29	111.49	269.48
INIA 428 SANTA ELENA	40	11.70	15.30	17.10	25.60	7.80	10.40	121.80	55.59	84.98	111.49	269.48
INIA 434 ESPIGA MISHA	40	11.70	15.30	17.10	25.60	7.80	10.40	121.80	55.59	84.98	111.49	269.48

En la tabla 44 observamos que en la localidad de Zurite la etapa de elongación del tallo se ha registrado desde los 48 a 57 días, la variedad INIA 422 ESPIGON alcanzó esta etapa a los 57 días mientras que las variedades INIA 428 SANTA ELENA e INIA 434 ESPIGA MISHA alcanzaron esta etapa en 48 días, la temperatura media estuvo en el rango de 11.10 a 14.80°C, la temperatura máxima con 13.90 a 24.20°C, la temperatura mínima con 4.80 a 9.60°C, la precipitación acumulada fue de 343.80 mm, la humedad relativa de 68.07 a 88.78% y la radiación solar desde 111.45 a 361.14 (w/m²).

De la tabla 45 en la localidad de Taray la etapa de elongación del tallo, fue entre los 40 a 49 días desde la siembra, con un rango de variación entre 7 a 8 días entre variedades, la variedad INIA 422 ESPIGON demoró en alcanzar esta fase fenológica 49 días, mientras que las variedades INIA 428 SANTA ELENA e INIA 434 ESPIGA MISHA, demoraron menor tiempo en alcanzar esta etapa, en ambas localidades las mismas variedades demoran el menor tiempo, las variables climáticas de temperaturas media, máxima y mínima fueron mayores en comparación con la localidad de Zurite, mientras que la precipitación, humedad relativa, y radiación solar fueron menores.

Comparando estos resultados con los requerimientos climáticos reportados por (MINAGRI-SENAMHI, 2016.) Para esta etapa indica como temperatura óptima entre 18 a 25°C y la temperatura crítica entre los 5 a 30°C, podemos indicar que en las localidades en estudio la temperatura mínima y máxima se encuentra entre el rango permisible de la temperatura crítica para la elongación del tallo y con respecto a la Humedad Relativa el registro de datos se encuentra entre los valores de humedad óptima de 60 a 80%

Tabla 46. Rango de variación de las Variables Climáticas hasta el espigado en Zurite

Variedades	Días	T° Media (°C)		T° Máx. (°C)		T° Mín. (°C)		Pp (mm)	H°R° (%)		Rad. Solar (w/m ²)	
ANDENES INIA	66	14.40	13.60	13.80	22.10	6.10	9.40	385.60	78.25	89.61	91.26	301.74
ANDINO INIAA	67	14.40	13.60	13.80	22.10	6.10	9.40	386.80	78.25	89.61	91.26	301.74
INIA 403 MORAY	67	14.40	13.60	13.80	22.10	6.10	9.40	386.80	78.25	89.61	91.26	301.74
INIA 405 SAN ISIDRO	72	10.40	13.80	13.80	22.10	6.10	10.00	398.00	76.76	89.61	91.26	306.46
INIA 418 EL NAZARENO	71	10.40	13.80	13.80	22.10	6.10	10.00	396.20	76.76	89.61	91.26	306.46
INIA 419 SAN FRANCISCO	68	10.40	13.80	13.80	22.10	6.10	9.40	387.00	76.76	89.61	91.26	306.46
INIA 422 ESPIGON	72	10.40	13.80	13.80	22.10	6.10	10.00	398.00	76.76	89.61	91.26	306.46
INIA 424 VICSEÑO	68	10.40	13.80	13.80	22.10	6.10	10.00	387.00	76.76	89.61	91.26	306.46
INIA 428 SANTA ELENA	67	10.40	13.60	13.80	22.10	6.10	9.40	386.80	78.25	89.61	91.26	301.74
INIA 434 ESPIGA MISHA	65	11.10	13.60	13.90	22.10	6.10	9.40	376.80	78.25	88.78	111.45	301.74

Tabla 47. Rango de Variación de las Variables Climáticas hasta espigado en Taray.

Variedades	Días	T° Media (°C)		T° Máx. (°C)		T° Mín. (°C)		Pp (mm)	H°R° (%)		Rad. Solar (w/m ²)	
ANDENES INIA	57	12.80	16.70	18.10	24.40	6.40	11.30	198.40	66.83	86.43	74.35	241.82
ANDINO INIAA	57	12.80	16.70	18.10	24.40	6.40	11.30	198.40	66.83	86.43	74.35	241.82
INIA 403 MORAY	57	12.80	16.70	18.10	24.40	6.40	11.30	198.40	66.83	86.43	74.35	241.82
INIA 405 SAN ISIDRO	60	12.80	16.70	18.10	24.40	9.50	11.30	198.90	66.83	76.83	164.81	241.82
INIA 418 EL NAZARENO	61	12.80	16.70	18.10	24.40	9.50	11.30	199.90	66.83	76.83	164.81	241.82
INIA 419 SAN FRANCISCO	58	12.80	16.70	18.10	24.40	9.50	11.30	198.90	66.83	86.43	74.35	241.82
INIA 422 ESPIGON	62	12.80	16.70	18.10	23.60	9.50	11.30	200.90	66.83	76.83	164.81	241.82
INIA 424 VICSEÑO	63	12.80	16.70	17.40	24.40	9.50	11.30	205.00	65.53	86.43	74.35	241.82
INIA 428 SANTA ELENA	57	12.40	16.70	18.10	24.40	6.40	11.30	198.40	66.83	86.43	74.35	241.82
INIA 434 ESPIGA MISHA	57	12.40	16.70	18.10	24.40	6.40	11.30	198.40	66.83	86.43	74.35	241.82

De la tabla 46 en la localidad de Zurite la etapa de espigado se registra entre los 65 a 72 días para las variedades en estudio alcanzando en menor tiempo esta fase fenológica la variedad INIA 434 ESPIGA MISHA mientras que INIA 422 ESPIGON e INIA 405 SAN ISIDRO se registraron a los 72 días de espigado; a esta fase fenológica la temperatura media fue entre 10.40 a 13.80°C, la temperatura máxima entre 13.80 a 22.10 °C, la temperatura mínima 6.10 a 10.00°C, por otro lado se observa que la precipitación acumulada al espigado fue de 398 mm, la humedad relativa desde 76.76 a 89.61% y la radiación solar desde 91.26 a 306.46 w/m².

De la tabla 47 en la localidad de Taray la duración en días al espigado estuvo en el rango de 57 a 63 días, la variedad INIA 424 VICSEÑO alcanzo esta etapa en 18 días, mientras que las variedades INIA 405 SAN ISIDRO, INIA 419 SAN FRANCISCO e INIA 422 ESPIGON alcanzaron esta etapa en 13 días, en ambas localidades las mismas variedades demoran el menor tiempo, las variables climáticas de temperaturas media, máxima y mínima fueron mayores en comparación con la localidad de Zurite, mientras que la precipitación, humedad relativa, y radiación solar fueron menores.

Comparando estos resultados con los requerimientos climáticos reportados por (MINAGRI-SENAMHI, 2016.) Para esta etapa indica como temperatura óptima entre 18 a 22°C y la temperatura crítica entre los 12 a 30°C, podemos indicar que en las localidades en estudio la temperatura mínima y máxima se encuentra entre el rango permisible de la temperatura crítica para el espigado y con respecto a la Humedad Relativa el registro de datos se encuentra entre los valores de humedad óptima de 60 a 80%.

Tabla 48. Rango de variación de las variables Climáticas hasta la emergencia de la inflorescencia en Zurite

Variedades	Días	T° Media (°C)		T° Máx. (°C)		T° Mín. (°C)		Pp (mm)	H°R° (%)		Rad. Solar (w/m ²)	
ANDENES INIA	72	10.40	13.80	13.80	20.60	8.10	10.00	398.00	76.76	89.61	91.26	306.46
ANDINO INIAA	74	12.10	13.80	17.70	20.60	8.10	10.00	402.80	76.76	80.76	186.84	306.46
INIA 403 MORAY	74	12.10	13.80	17.70	20.60	8.10	10.00	402.80	76.76	80.76	186.84	306.46
INIA 405 SAN ISIDRO	78	12.80	14.00	18.70	21.40	7.30	9.20	424.40	73.28	80.76	204.89	339.95
INIA 418 EL NAZARENO	77	12.10	14.00	17.70	21.40	7.30	9.20	415.40	73.28	80.76	194.42	339.95
INIA 419 SAN FRANCISCO	74	12.10	13.80	17.70	20.60	8.10	10.00	402.80	76.76	80.76	186.84	306.46
INIA 422 ESPIGON	78	12.80	14.00	18.70	21.40	7.30	9.20	424.40	73.28	80.76	204.89	339.95
INIA 424 VICSEÑO	74	12.10	13.80	17.70	20.60	8.10	10.00	402.80	76.76	80.76	186.84	306.46
INIA 428 SANTA ELENA	73	12.10	13.80	17.70	20.60	8.10	10.00	400.40	76.76	80.07	186.84	306.46
INIA 434 ESPIGA MISHA	71	10.40	13.80	13.80	20.60	8.10	10.00	396.20	76.76	89.61	91.26	306.46

Tabla 49. Rango de variación de las Variables Climáticas hasta la emergencia de la inflorescencia en Taray.

Variedades	Días	T° Media (°C)		T° Máx. (°C)		T° Mín. (°C)		Pp (mm)	H°R° (%)		Rad. Solar (w/m ²)	
ANDENES INIA	63	13.20	16.10	17.40	23.50	9.70	10.80	205.00	65.53	76.83	165.45	241.82
ANDINO INIAA	63	13.20	16.10	17.40	23.50	9.70	10.80	205.00	65.53	76.83	165.45	241.82
INIA 403 MORAY	63	13.20	16.10	17.40	23.50	9.70	10.80	205.00	65.53	76.83	165.45	241.82
INIA 405 SAN ISIDRO	66	12.50	16.10	17.40	23.50	9.40	11.00	209.60	65.53	76.83	164.81	241.82
INIA 418 EL NAZARENO	67	12.50	15.80	17.40	22.50	9.40	11.00	213.20	65.53	76.69	164.81	464.18
INIA 419 SAN FRANCISCO	64	13.20	16.10	17.40	23.50	10.20	10.80	205.30	65.53	76.83	164.81	241.82
INIA 422 ESPIGON	68	12.50	15.80	17.40	23.90	9.40	11.00	213.20	65.53	76.69	162.44	464.18
INIA 424 VICSEÑO	69	12.50	16.10	17.40	23.90	9.40	11.00	214.20	61.52	76.69	162.44	464.18
INIA 428 SANTA ELENA	63	13.20	16.10	17.40	23.50	9.70	10.80	205.00	65.53	76.83	165.45	241.82
INIA 434 ESPIGA MISHA	63	13.20	16.10	17.40	23.50	9.70	10.80	205.00	65.53	76.83	165.45	241.82

De la tabla 48 en la localidad de Zurite, se ha observado que la etapa de emergencia de la inflorescencia fue entre los 71 a 78 días, la variedad INIA 434 ESPIGA MISHA alcanzo esta etapa en 71 días, las variedades INIA 405 SAN ISIDRO e INIA 422 ESPIGON, alcanzaron esta etapa en 78 días, el registro de las temperaturas fue entre 10.40 a 14.00 °C para la temperatura media, y la variación de la temperatura máxima fue de 13.80 a 21.40 °C, la temperatura mínima el rango de variación fue de 7.30 a 10.00°C, la precipitación acumulada 424.40 mm, la humedad relativa fue entre 73.28 a 89.61%, y la radiación solar de 91.26 a 339.95 w/m².

Para esta misma fase fenológica en la localidad de Taray de la tabla 49 se observa que la duración fue entre 63 a 69 días desde la siembra con un menor tiempo para las variedades ANDENES INIAM ANDINO INIAA, INIA 403 MORAY, INIA 428 SANTA ELENA, INIA 434 ESPIGA MISHA el comportamiento de las variables climáticas se mantiene con valores superiores de temperaturas frente al registro de Zurite y por el contrario la precipitación, humedad relativa y radiación muestran valores inferiores.

Comparando estos resultados con los requerimientos climáticos reportados por (MINAGRI-SENAMHI, 2016.) Para esta etapa indica como temperatura óptima entre 18 a 22°C y la temperatura crítica entre los 12 a 30°C, podemos indicar que en las localidades en estudio la temperatura mínima y máxima se encuentra entre el rango de la temperatura crítica para la emergencia de la inflorescencia y con respecto a la Humedad Relativa el registro de datos se encuentra entre los valores de humedad óptima de 60 a 80%.

Tabla 50. Rango de variación de las Variables Climáticas hasta la antesis en Zurite

Variedades	Días	T° Media (°C)		T° Máx. (°C)		T° Mín. (°C)		Pp (mm)	H°R° (%)		Rad. Solar (w/m ²)	
ANDENES INIA	80	12.30	14.00	18.70	21.40	7.20	9.20	436.20	73.28	80.76	204.89	339.95
ANDINO INIAA	82	12.10	14.00	18.90	21.40	5.80	9.20	444.40	73.28	80.76	234.29	339.95
INIA 403 MORAY	82	12.10	14.00	18.90	21.40	5.80	9.20	444.40	73.28	80.76	234.29	339.95
INIA 405 SAN ISIDRO	86	10.50	13.30	18.00	21.40	5.20	8.70	462.20	74.01	81.25	218.08	311.47
INIA 418 EL NAZARENO	85	10.50	13.30	18.50	21.40	5.20	8.70	462.20	74.01	79.39	218.08	311.47
INIA 419 SAN FRANCISCO	84	11.30	14.00	18.90	21.40	5.20	9.20	460.40	73.28	80.76	234.29	339.95
INIA 422 ESPIGON	86	10.50	13.30	18.00	21.40	5.20	8.70	462.20	74.01	81.25	218.08	311.47
INIA 424 VICSEÑO	84	11.30	14.00	18.90	21.40	5.20	9.20	460.40	73.28	80.76	234.29	339.95
INIA 428 SANTA ELENA	85	10.50	14.00	18.50	21.40	5.20	9.20	462.20	73.28	80.76	205.34	336.95
INIA 434 ESPIGA MISHA	79	12.10	14.00	17.70	21.40	7.20	9.20	435.60	73.28	80.76	194.42	339.95

Tabla 51. Rango de Variación de las Variables Climáticas hasta la antesis en Taray.

Variedades	Días	T° Media (°C)		T° Máx. (°C)		T° Mín. (°C)		Pp (mm)	H°R° (%)		Rad. Solar (w/m ²)	
ANDENES INIA	69	12.50	16.10	17.40	23.90	9.40	11.00	214.20	61.52	76.69	162.44	464.18
ANDINO INIAA	69	12.50	16.10	17.40	23.90	9.40	11.00	214.20	61.52	76.69	162.44	464.18
INIA 403 MORAY	69	12.50	16.10	17.40	23.90	9.40	11.00	214.20	61.52	76.69	162.44	464.18
INIA 405 SAN ISIDRO	72	12.50	16.10	18.20	23.90	9.40	10.50	247.70	61.52	76.83	162.44	464.18
INIA 418 EL NAZARENO	73	12.70	16.10	18.40	23.90	9.40	10.60	250.70	61.52	76.83	162.44	464.18
INIA 419 SAN FRANCISCO	70	12.50	16.10	18.20	23.90	9.40	11.00	229.20	61.52	76.83	162.44	464.18
INIA 422 ESPIGON	74	12.10	16.10	16.50	23.90	9.40	10.60	261.60	61.52	76.83	162.44	241.82
INIA 424 VICSEÑO	75	12.10	16.10	16.50	23.60	8.40	10.60	261.60	61.52	76.83	164.81	241.82
INIA 428 SANTA ELENA	69	12.50	16.10	17.40	23.90	9.40	11.00	214.20	61.52	76.69	162.44	464.18
INIA 434 ESPIGA MISHA	69	12.50	16.10	17.40	23.90	9.40	11.00	214.20	61.52	76.69	162.44	464.18

De la tabla 50 en la localidad de Zurite, se ha observado que en la etapa de la antesis se ha desarrollado entre los 79 a 86 días, la variedad INIA 434 ESPIGA MISHA, alcanzo esta etapa a los 79 días, mientras que las variedades INIA 405 SAN ISIDRO e INIA 422 ESPIGON alcanzaron esta etapa a los 86 días, el registro de las temperaturas medias estuvo en el rango de 10.50 a 14.00 °C, la temperatura máxima estuvo en el rango de 17.70 a 21.40°C, la temperatura mínima entre los 5.20 °C a 9.20°C, la precipitación acumulada fue de 462.20 mm, la humedad relativa entre los 73.28 a 81.25% y la radiación solar 194.42 a 339.95 w/m²

Para esta misma fase fenológica en la localidad de Taray de la tabla 51 se observa que la duración fue entre 69 a 75 días desde la siembra con un menor tiempo para las variedades ANDENES INIA, ANDINO INIAA, INIA 403 MORAY, INIA 428 SANTA ELENA, INIA 434 ESPIGA MISHA el comportamiento de las variables climáticas se mantiene con valores superiores de temperaturas frente al registro de Zurite y por el contrario la precipitación, humedad relativa y radiación muestran valores inferiores.

Si bien es cierto los requerimientos climáticos reportados por (MINAGRI-SENAMHI, 2016.) no precisa los rangos óptimos y críticos de temperatura para esta etapa fenológica de antesis sin embargo para etapas anteriores y posteriores se mantiene como temperatura óptima entre 18 a 22°C y la temperatura crítica entre los 12 a 30°C, podemos indicar que en las localidades en estudio la temperatura mínima y máxima se encuentra entre el rango permisible de la temperatura crítica para la emergencia y con respecto a la Humedad Relativa el registro de datos se encuentra entre los valores de humedad óptima de 60 a 80%

Tabla 52. Rango de variación de las Variables Climáticas hasta la madurez fisiológica en Zurite.

Variedades	Días	T° Media (°C)		T° Máx. (°C)		T° Mín. (°C)		Pp (mm)	H°R° (%)		Rad. Solar (w/m ²)	
ANDENES INIA	160	7.40	13.40	15.30	22.00	-2.30	9.00	584.40	57.44	84.74	119.64	311.47
ANDINO INIAA	161	7.20	13.40	15.30	22.00	-4.90	9.00	584.40	55.29	84.74	119.64	295.77
INIA 403 MORAY	161	7.20	13.40	15.30	22.00	-4.90	9.00	584.40	55.29	84.74	119.64	295.77
INIA 405 SAN ISIDRO	166	7.20	13.40	15.30	22.00	-0.49	9.00	584.40	55.29	84.74	119.64	295.77
INIA 418 EL NAZARENO	165	7.20	13.40	15.30	22.00	-4.90	9.00	584.40	55.29	84.74	119.64	295.77
INIA 419 SAN FRANCISCO	162	7.20	13.40	15.30	22.00	-0.49	9.00	584.40	55.29	84.74	119.64	295.77
INIA 422 ESPIGON	166	7.20	13.40	15.30	22.00	-0.49	9.00	584.40	55.29	84.74	119.64	295.77
INIA 424 VICSEÑO	162	7.20	13.40	15.30	22.00	-0.49	9.00	584.40	55.29	84.74	119.64	295.77
INIA 428 SANTA ELENA	161	7.20	13.40	15.30	22.00	-4.90	9.00	584.40	55.29	84.74	119.64	295.77
INIA 434 ESPIGA MISHA	159	7.40	13.40	15.30	22.00	-0.30	9.00	584.40	63.94	84.74	119.64	311.47

Tabla 53. Rango de variación de las Variables Climáticas hasta la madurez fisiológica en Taray.

Variedades	Días	T° Media (°C)		T° Máx. (°C)		T° Mín. (°C)		Pp (mm)	H°R° (%)		Rad. Solar (w/m ²)	
ANDENES INIA	151	12.10	18.70	16.50	26.60	3.10	17.30	372.00	55.09	83.38	100.48	764.25
ANDINO INIAA	151	12.10	18.70	16.50	26.60	3.10	17.30	372.00	55.09	83.38	100.48	764.25
INIA 403 MORAY	151	12.10	18.70	16.50	26.60	3.10	17.30	372.00	55.09	83.38	100.48	764.25
INIA 405 SAN ISIDRO	154	12.10	18.70	16.50	26.60	3.10	17.30	372.00	55.09	83.38	91.76	764.25
INIA 418 EL NAZARENO	155	12.10	18.70	16.50	26.50	3.10	17.30	372.00	55.09	83.38	78.30	764.25
INIA 419 SAN FRANCISCO	152	12.10	18.70	16.50	26.60	3.10	17.30	372.00	55.09	83.38	100.48	764.25
INIA 422 ESPIGON	156	12.10	18.70	16.50	26.60	3.10	17.30	372.00	55.09	83.38	78.30	764.25
INIA 424 VICSEÑO	157	12.10	18.70	17.80	26.60	3.10	17.30	372.00	55.09	83.38	78.30	764.25
INIA 428 SANTA ELENA	151	12.10	18.70	16.50	26.60	3.10	17.30	372.00	55.09	83.38	100.48	764.25
INIA 434 ESPIGA MISHA	151	12.10	18.70	16.50	26.60	3.10	17.30	372.00	55.09	83.38	100.48	764.25

De la tabla 52 en la localidad de Zurite, se ha observado que la etapa de madurez fisiológica fue entre los 159 a 166 días, la variedad que alcanzo esta etapa en el menor tiempo fue INIA 434 ESPIGA MISHA con 159 días, mientras que las variedades que alcanzaron en el mayor tiempo fue INIA 405 SAN ISDIRO, INIA 422 ESPIGON con 166 días el registro de las temperaturas medias estuvo en el rango de 7.20 a 13.40° °C, la temperatura máxima estuvo en el rango de 15.30 a 22.00 °C, la temperatura mínima entre los -4.90 a 9.00°C, la precipitación acumulada fue de 584.40 mm, la humedad relativa entre los 55.29 a 84.74%, y la radiación solar 119.64 a 295.77 w/m²

En la tabla 53 esta misma fase fenológica en la localidad de Taray se observa que la duración fue entre 151 a 157 días desde la siembra con un menor tiempo para las variedades ANDENES INIA, ANDINO INIAA, INIA 403 MORAY, INIA 428 SANTA ELENA, INIA 434 ESPIGA MISHA, el comportamiento de las variables climáticas se mantiene con valores superiores de temperaturas frente al registro de Zurite y por el contrario la precipitación, humedad relativa y radiación muestran valores inferiores.

Comparando estos resultados con los requerimientos climáticos reportados por (MINAGRI-SENAMHI, 2016.) Para esta etapa indica como temperatura óptima entre 18 a 22°C y la temperatura crítica entre los 12 a 30°C, podemos indicar que en las localidades en estudio la temperatura mínima y máxima se encuentra entre el rango permisible de la temperatura crítica para la madurez fisiológica y con respecto a la Humedad Relativa el registro de datos se encuentra entre los valores de humedad óptima de 60 a 80%.

Tabla 54. Rango de variación de las Variables Climáticas hasta la madurez de cosecha en Zurite.

Variedades	Días	T° Media (°C)		T° Máx. (°C)		T° Mín. (°C)		Pp (mm)	H°R° (%)		Rad. Solar (w/m ²)	
ANDENES INIA	170	7.20	8.80	15.60	21.70	-4.90	0.50	584.40	55.29	77.72	113.96	237.70
ANDINO INIAA	170	7.20	8.80	15.60	21.70	-4.90	0.50	584.40	55.29	77.72	113.96	237.70
INIA 403 MORAY	170	7.20	8.80	15.60	21.70	-4.90	0.50	584.40	55.29	77.72	113.96	237.70
INIA 405 SAN ISIDRO	175	7.40	11.20	15.10	23.20	-3.70	4.80	585.20	58.88	81.39	113.96	228.82
INIA 418 EL NAZARENO	175	7.40	11.20	15.10	23.20	-3.70	4.80	585.20	58.88	81.39	113.96	231.93
INIA 419 SAN FRANCISCO	170	7.40	8.80	15.60	21.70	-3.70	0.50	584.40	58.88	77.72	113.96	237.36
INIA 422 ESPIGON	175	7.40	11.20	15.10	23.20	-3.70	4.80	585.20	58.88	81.39	113.96	228.82
INIA 424 VICSEÑO	170	7.40	8.80	15.60	21.70	-3.70	0.50	584.40	58.88	77.72	113.96	237.36
INIA 428 SANTA ELENA	170	7.20	8.80	15.60	21.70	-4.90	0.50	584.40	55.29	77.72	113.96	237.70
INIA 434 ESPIGA MISHA	170	7.20	8.80	15.60	21.70	-4.90	0.50	584.40	55.29	77.72	113.96	237.70

Tabla 55. Rango de variación de las Variables Climáticas hasta la madurez de cosecha en Taray.

Variedades	Días	T° Media (°C)		T° Máx. (°C)		T° Mín. (°C)		Pp (mm)	H°R° (%)		Rad. Solar (w/m ²)	
ANDENES INIA	162	12.50	16.40	19.70	26.50	4.20	9.80	375.20	59.05	78.23	78.30	196.53
ANDINO INIAA	162	12.50	16.40	19.70	26.50	4.20	9.80	375.20	59.05	78.23	78.30	196.53
INIA 403 MORAY	162	12.50	16.40	19.70	26.50	4.20	9.80	375.20	59.05	78.23	78.30	196.53
INIA 405 SAN ISIDRO	165	12.50	16.30	19.70	26.10	4.20	9.80	275.20	56.64	78.23	78.30	199.19
INIA 418 EL NAZARENO	166	11.20	15.30	19.70	26.10	4.20	7.60	375.40	56.64	78.23	78.30	199.19
INIA 419 SAN FRANCISCO	163	12.50	16.40	19.70	26.50	4.20	9.80	375.20	59.05	78.23	78.30	199.19
INIA 422 ESPIGON	167	11.20	14.70	19.70	25.60	4.20	6.90	375.40	56.64	77.94	107.27	199.19
INIA 424 VICSEÑO	168	11.20	14.60	19.70	25.10	4.20	6.90	375.40	56.64	75.46	112.37	199.19
INIA 428 SANTA ELENA	162	12.50	16.40	19.70	26.50	4.20	9.80	375.20	59.05	78.23	78.30	196.53
INIA 434 ESPIGA MISHA	162	12.50	16.40	19.70	26.50	4.20	9.80	375.20	59.05	78.23	78.30	196.53

De la tabla 54 en la localidad de Zurite, se ha observado que en la etapa de madurez de cosecha se ha desarrollado entre los 170 a 175 días, las variedades que alcanzaron esta etapa en el menor tiempo con 170 días fueron ANDENES INIA, ANDINO INIAA, INIA 403 MORAY, INIA 424 VICSEÑO, INIA 428 SANTA ELENA, INIA 434 ESPIGA MISHA, INIA 219 SAN FRANCISCO, mientras que las variedades que alcanzaron 175 días la etapa de madurez de cosecha fueron INIA 405 SAN ISIDRO, INIA 418 EL NAZARENO, INIA 422 ESPIGON, el registro de las temperaturas medias estuvo en el rango de 7.20 a 11.20° °C, la temperatura máxima estuvo en el rango de 15.10 a 23.20 °C, la temperatura mínima entre los -4.90 a 4.80°C, la precipitación acumulada fue de 584.40 mm, la humedad relativa entre los 55.29 a 81.39%, y la radiación solar 113.96 a 237.70 w/m²

En la tabla 55 esta misma fase fenológica en la localidad de Taray se observa que la duración fue entre 162 a 167 días desde la siembra con un menor tiempo para las variedades ANDENES INIA, ANDINO INIAA, INIA 403 MORAY, INIA 428 SANTA ELENA, INIA 434 ESPIGA MISHA, el comportamiento de las variables climáticas se mantiene con valores superiores de temperaturas frente al registro de Zurite y por el contrario la precipitación, humedad relativa y radiación muestran valores inferiores.

Comparando estos resultados con los requerimientos climáticos reportados por (MINAGRI-SENAMHI, 2016.) Para esta etapa indica como temperatura óptima entre 18 a 22°C y la temperatura crítica entre los 12 a 30°C, podemos indicar que en las localidades en estudio la temperatura mínima y máxima se

encuentra entre el rango permisible de la temperatura crítica para la madurez de cosecha y con respecto a la Humedad Relativa el registro de datos se encuentra entre los valores de humedad óptima de 60 a 80%.

Tabla 56. Resultado de las evaluaciones de días ha espigado en la localidad de Zurite

Variedades	I	II	III	IV	Media
ANDENES INIA	64	64	67	67	66
ANDINO INIAA	65	64	69	69	67
INIA 403 MORAY	64	66	69	67	67
INIA 405 SAN ISIDRO	72	72	72	72	72
INIA 418 EL NAZARENO	66	72	72	72	71
INIA 419 SAN FRANCISCO	66	66	69	69	68
INIA 422 ESPIGON	72	72	72	72	72
INIA 424 VICSEÑO	66	68	69	69	68
INIA 428 SANTA ELENA	65	65	67	69	67
INIA 434 ESPIGA MISHA	64	64	64	67	65

Tabla 57. Resultado de las evaluaciones de días ha espigado en la localidad de Taray

Variedades	I	II	III	IV	Media
ANDENES INIA	57	57	56	56	57
ANDINO INIAA	57	56	56	58	57
INIA 403 MORAY	56	57	58	58	57
INIA 405 SAN ISIDRO	62	62	62	62	62
INIA 418 EL NAZARENO	60	60	60	60	60
INIA 419 SAN FRANCISCO	57	58	56	56	57
INIA 422 ESPIGON	68	68	68	68	68
INIA 424 VICSEÑO	57	58	58	58	58
INIA 428 SANTA ELENA	57	56	57	58	57
INIA 434 ESPIGA MISHA	57	57	56	56	57

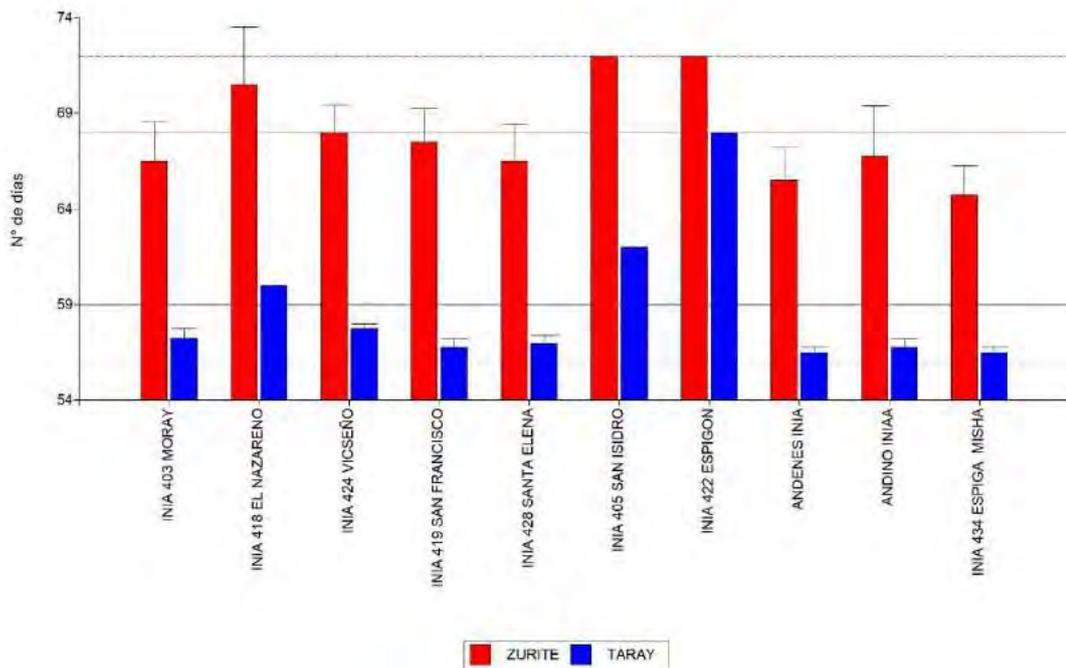


Figura 17. Días ha espigado de las diez variedades de trigo evaluadas en las dos localidades

De las tablas 56,57 y figura 17 podemos mencionar que el promedio de los días a espigado en Zurite fueron a los 68 días y en Taray a los 59 días, con registro máximo de 72 días en Zurite y mínimo de 56 días en Taray que alcanzaron los tratamientos en estudio la fase fenológica de espigado. El comportamiento entre variedades se observa que la variedad INIA 434 ESPIGA MISHA alcanza los días a espigado en el menor tiempo en la localidad de Zurite y las variedades INIA 405 SAN ISIDRO e INIA 422 ESPIGON tuvieron un comportamiento más tardío no solo en Zurite sino también en la localidad de Taray, esto implica principalmente que las condiciones de temperatura y menor precipitación aceleran las fases fenológicas del cultivo por esta razón se observa que las diez variedades en estudio tienen un comportamiento más precoz en ambientes como Taray con menor precipitación y mayores temperaturas en comparación con Zurite donde el registro de precipitaciones es mayor y el registro de temperaturas menor. Con respecto a estas

evaluaciones Gómez (2015), al evaluar genotipos de trigo en dos campañas consecutivas señala que hay un incremento en 20 días para alcanzar la etapa de espigado a un volumen de precipitación de 611 mm que se registró en la campaña 2012/2013 con respecto a un volumen de precipitación de 581 mm que se registró en la campaña 2010/2011 lo que implica que la disponibilidad de humedad prolonga las fases fenológicas del cultivo, también (MINAGRI-SENAMHI, 2016.) señala que la ocurrencia del espigado en promedio es entre los 85 a 110 días bajo temperaturas optimas de 18°C a 22°C, comparando con estos estudios los resultados que se obtuvieron en el trabajo de investigación se corrobora que a mayor precipitación se extiende las fases fenológicas del cultivo de trigo.

Tabla 58. Resultados de las evaluaciones de días a la madurez fisiológica en la localidad de Zurite

Variedades	I	II	III	IV	Media
ANDENES INIA	158	158	161	161	160
ANDINO INIAA	159	158	163	163	161
INIA 403 MORAY	158	160	163	161	161
INIA 405 SAN ISIDRO	166	166	166	166	166
INIA 418 EL NAZARENO	160	166	166	166	165
INIA 419 SAN FRANCISCO	160	160	163	163	162
INIA 422 ESPIGON	166	166	166	166	166
INIA 424 VICSEÑO	160	162	163	163	162
INIA 428 SANTA ELENA	159	159	161	163	161
INIA 434 ESPIGA MISHA	158	158	158	161	159

Tabla 59. Resultados de las evaluaciones de días a la madurez fisiológica en la localidad de Taray

Variedades	I	II	III	IV	Media
ANDENES INIA	151	151	150	150	151
ANDINO INIAA	151	150	150	152	151
INIA 403 MORAY	150	151	152	152	151
INIA 405 SAN ISIDRO	156	156	156	156	156
INIA 418 EL NAZARENO	154	154	154	154	154
INIA 419 SAN FRANCISCO	151	152	150	150	151
INIA 422 ESPIGON	162	162	162	162	162
INIA 424 VICSEÑO	151	152	152	152	152
INIA 428 SANTA ELENA	151	150	151	152	151
INIA 434 ESPIGA MISHA	151	151	150	150	151

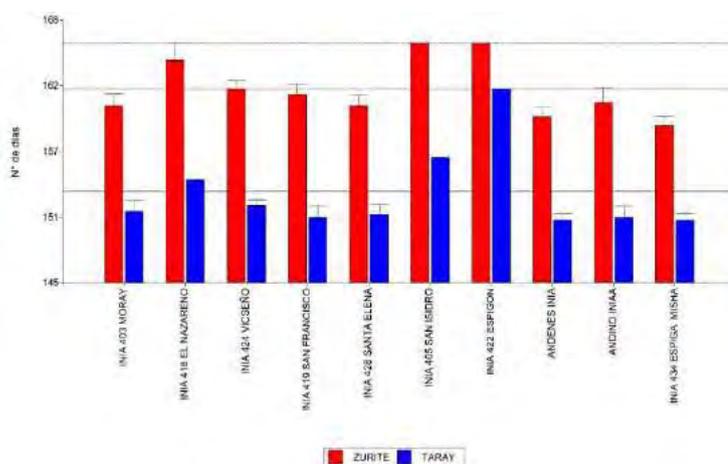


Figura 18. Días a la madurez fisiológica de las diez variedades de trigo evaluados en las dos localidades

De las tablas 58,59 y figura 18 podemos mencionar que el promedio de los días a madurez fisiológica en Zurite fueron a los 162 días y en Taray a los 153 días, con registro máximo de 166 días en Zurite y mínimo de 150 días en Taray que alcanzaron los tratamientos en estudio la madurez fisiológica. Se observa que en la localidad de Zurite las variedades que tuvieron un comportamiento más tardío fueron INA 405 SAN ISIDRO e INIA 422 ESPIGON, y el más precoz INIA 434 ESPIGA MISHA, por otro lado en la localidad de Taray la variedad más tardía a la madurez fisiológica fue INIA 422 ESPIGON el comportamiento

más precoz ANDENES INIA e INIA 434 ESPIGA MISHA, esto implica principalmente que las condiciones de temperatura y menor precipitación aceleran las fases fenológicas del cultivo por esta razón se observa que las diez variedades en estudio tienen un comportamiento más precoz en ambientes como Taray con menor precipitación y mayores temperaturas en comparación con Zurite donde el registro de precipitaciones es mayor y el registro de temperaturas menor. Con respecto a estas evaluaciones, (MINAGRI-SENAMHI, 2016.) Señala que la ocurrencia de la madurez fisiológica en promedio es a los 170 días bajo temperaturas óptimas de 18°C a 22°C, y de las características de las variedades en estudio en sus ambientes de generación la madurez fisiológica fluctúa entre los 140 a 172 días comparando con estos estudios los resultados que se obtuvieron en el trabajo de investigación se corrobora que a mayor precipitación se extiende las fases fenológicas del cultivo de trigo.

Tabla 60. Resultado de las evaluaciones de altura planta (cm) en la localidad de Zurite

Variedades	I	II	III	IV	Media
ANDENES INIA	107	104	90	105	102
ANDINO INIAA	111	104	100	113	107
INIA 403 MORAY	104	105	95	106	103
INIA 405 SAN ISIDRO	94	100	104	110	102
INIA 418 EL NAZARENO	100	92	108	102	101
INIA 419 SAN FRANCISCO	97	96	91	108	98
INIA 422 ESPIGON	110	112	110	124	114
INIA 424 VICSEÑO	112	120	125	133	123
INIA 428 SANTA ELENA	99	93	92	94	95
INIA 434 ESPIGA MISHA	103	89	100	107	100

Tabla 61. Resultado de las evaluaciones de altura de planta en la localidad de Taray

Variedades	I	II	III	IV	Media
ANDENES INIA	107	104	90	105	102
ANDINO INIAA	111	104	100	113	107
INIA 403 MORAY	104	105	95	106	103
INIA 405 SAN ISIDRO	94	100	104	110	102
INIA 418 EL NAZARENO	100	92	108	102	101
INIA 419 SAN FRANCISCO	97	96	91	108	98
INIA 422 ESPIGON	110	112	110	124	114
INIA 424 VICSEÑO	112	120	125	133	123
INIA 428 SANTA ELENA	99	93	92	94	95
INIA 434 ESPIGA MISHA	103	89	100	107	100

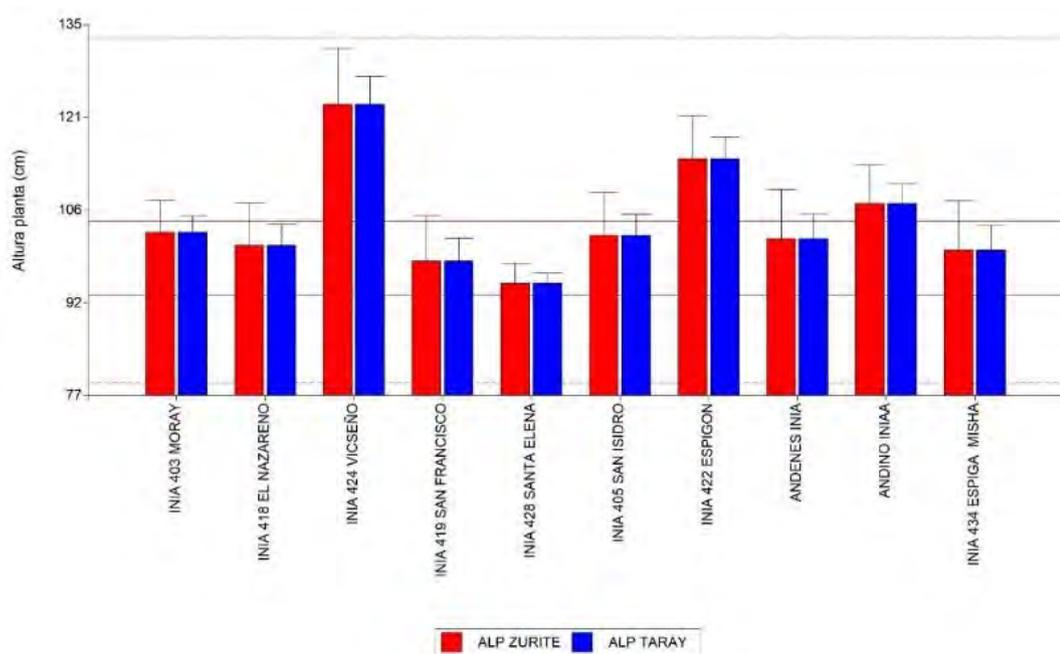


Figura 19. Altura de planta de las diez variedades de trigo evaluados en las dos localidades

De las tablas 60, 61 y figura 19, podemos mencionar que la variedad INIA 424 VICSEÑO en ambas localidades presenta el mayor desarrollo de planta con 122.5 cm y 110 cm para Zurite y Taray respectivamente y el menor desarrollo de planta se muestra para la variedad INIA 428 SANTA ELENA, con 94.5 cm y 84.75 cm para Zurite y Taray, también nos permite visualizar la figura que estadísticamente las variedades presentaron un comportamiento similar en su

desarrollo en ambas localidades con un rango de variación entre 83.25 cm a 122.50 cm. De las características de las variedades tabla 4, podemos observar que en sus lugares de desarrollo las variedades en estudio presentan similar altura planta al obtenido en las localidades de Zurite y Taray, en promedio para INIA 424 VICSEÑO se reporta 110cm de altura planta y para SANTA ELENA 85 cm, en contraste con los datos obtenidos podemos indicar que son características propias de cada una de las variedades el mayor o menor tamaño de planta que no se ve altamente influenciada al ser evaluadas en otras condiciones ambientales diferentes a sus lugares de origen, estudios similares para la variables de altura planta en otros ambientes también muestran este mismo comportamiento. En promedio general de los diez tratamientos en Zurite fue de 104.23 cm y en Taray 92.70 cm, estos valores son considerados como altura de planta de tamaño mediano según UPOV.

Tabla 62. Resultado de las evaluaciones de número plantas/m² en la localidad de Zurite

Variedades	I	II	III	IV	Media
ANDENES INIA	240	240	245	255	245
ANDINO INIAA	245	240	255	250	248
INIA 403 MORAY	235	250	240	245	243
INIA 405 SAN ISIDRO	263	260	261	264	262
INIA 418 EL NAZARENO	267	267	255	250	260
INIA 419 SAN FRANCISCO	226	226	245	235	233
INIA 422 ESPIGON	261	273	279	286	275
INIA 424 VICSEÑO	231	226	235	255	237
INIA 428 SANTA ELENA	286	267	286	273	278
INIA 434 ESPIGA MISHA	218	224	218	218	220

Tabla 63. Resultado de las evaluaciones de número de plantas/m² en la localidad de Taray

Variedades	I	II	III	IV	Media
ANDENES INIA	258	251	246	249	251
ANDINO INIAA	273	239	265	243	255
INIA 403 MORAY	249	256	251	253	252
INIA 405 SAN ISIDRO	266	263	264	262	264
INIA 418 EL NAZARENO	271	278	273	268	272
INIA 419 SAN FRANCISCO	251	276	246	226	250
INIA 422 ESPIGON	273	276	265	252	267
INIA 424 VICSEÑO	253	246	263	249	253
INIA 428 SANTA ELENA	276	268	261	262	267
INIA 434 ESPIGA MISHA	226	228	219	222	224

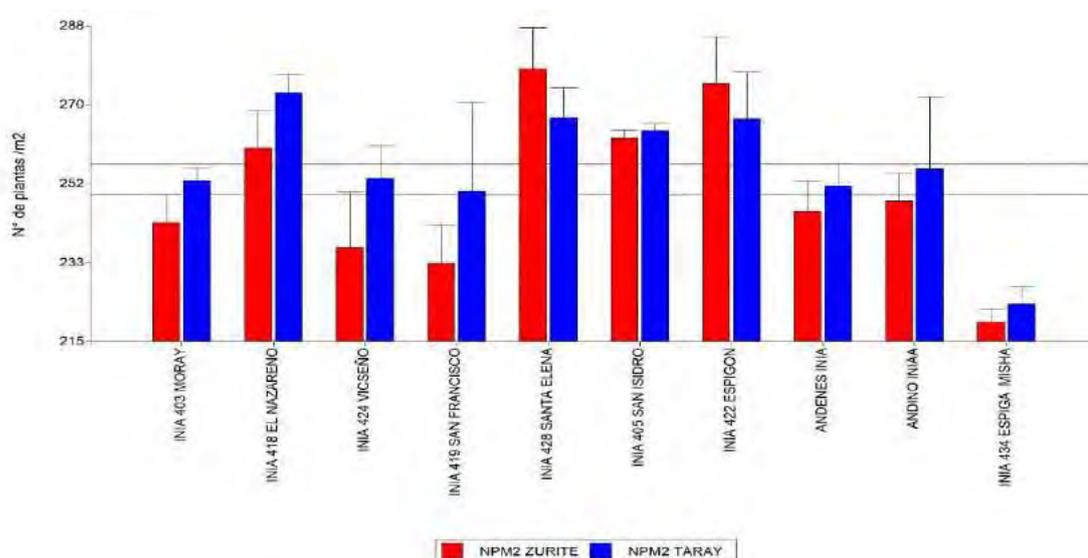


Figura 20. Número de plantas/metro cuadrado de las diez variedades de trigo evaluados en las dos localidades

De las tablas 62,63 y figura 20, podemos mencionar que en la localidad de Zurite las variedades INIA 428 SANTA ELENA e INIA 422 ESPIGON presentan el mayor número de plantas/m² con 278 y 275 respectivamente, en comparación con las demás variedades mientras que en la localidad de Taray INIA 418 NAZARENO presenta el mayor número de plantas/m² con 260 plantas/m², en promedio en la localidad de Zurite se registró 250 plantas/m² y

en Taray 255 plantas/m², resultando con el número de plantas inferiores a la media principalmente la variedad 434 ESPIGA MISHA con 220 y 224 plantas/m² en las localidades de Zurite y Taray respectivamente.

Tabla 64. Resultado de evaluaciones de espigas/m² en la localidad de Zurite

Variedades	I	II	III	IV	Media
ANDENES INIA	720	720	735	766	735
ANDINO INIAA	735	720	766	750	743
INIA 403 MORAY	706	750	720	735	728
INIA 405 SAN ISIDRO	789	780	783	792	786
INIA 418 EL NAZARENO	800	800	766	750	779
INIA 419 SAN FRANCISCO	679	679	735	706	700
INIA 422 ESPIGON	783	818	837	857	824
INIA 424 VICSEÑO	692	679	706	766	711
INIA 428 SANTA ELENA	857	800	857	818	833
INIA 434 ESPIGA MISHA	655	672	655	655	659

Tabla 65. Resultado de las evaluaciones de espigas/m² en la localidad de Taray

Variedades	I	II	III	IV	Media
ANDENES INIA	644	628	615	622	627
ANDINO INIAA	682	598	664	607	638
INIA 403 MORAY	622	641	628	633	631
INIA 405 SAN ISIDRO	665	658	661	655	660
INIA 418 EL NAZARENO	679	694	682	670	681
INIA 419 SAN FRANCISCO	628	691	615	564	624
INIA 422 ESPIGON	682	691	664	630	667
INIA 424 VICSEÑO	633	615	658	622	632
INIA 428 SANTA ELENA	691	670	652	655	667
INIA 434 ESPIGA MISHA	565	570	547	555	559

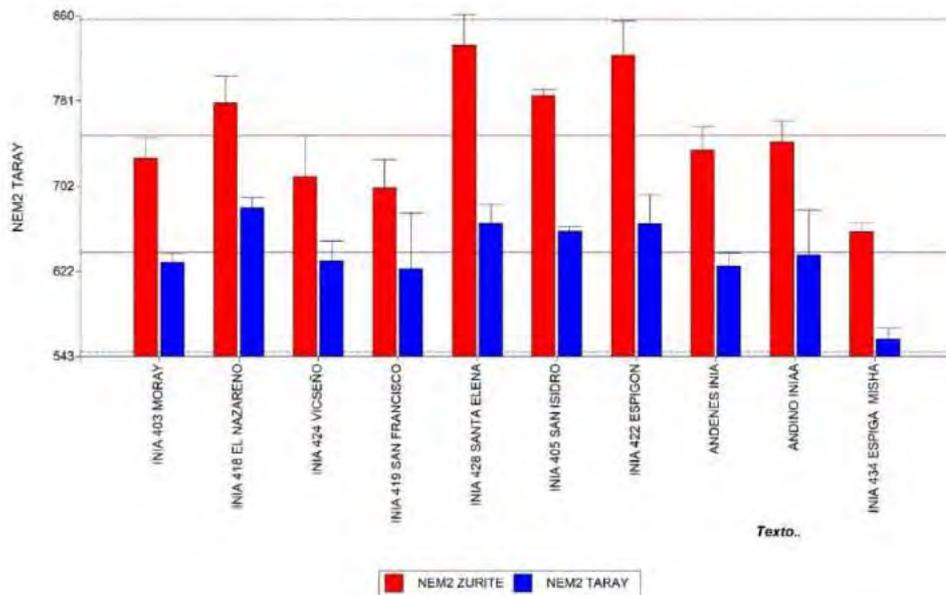


Figura 21. Número de espigas/metro cuadrado de las diez variedades de trigo evaluados en las dos localidades

Con respecto al análisis del número de espigas/m² en las tablas 64,65 y figura 21, observamos que en la localidad de Zurite en promedio fue de 750 y en Taray de 639 existiendo una alta diferencia entre ambas localidades en la formación de espigas para cada uno de los tratamientos destacando la mayor producción de espigas/m² las variedades INIA 428 SANTA ELENA e INIA 422 ESPIGON, con 833 y 659 espigas/m² respectivamente esta variable está asociado al registro del mayor número de plantas/m² de la figura 21 donde la misma variedades presentaron el mayor número en la localidad de Zurite También podemos mencionar respecto al análisis de la variable espigas/m² que está asociado al mayor volumen de precipitación en la localidad de Zurite con respecto a la de Taray lo que ha generado mejores condiciones climatológicas para el macollamiento y por ende la mayor formación de espigas con respecto a Taray donde se registró menor precipitación y mayores temperaturas durante esta fase fenológica del espigado. En el estudio

desarrollado por Martínez registro que el mayor número de espigas/m² fue de 568 y 542 para las variedades San Isidro y Wari INIA, bajo las condiciones de Ayacucho, en contraste con los resultados podemos indicar que las condiciones climatológicas de Zurite y Taray son más favorables para el cultivo de trigo y el desarrollo de mayor número de espigas que repercutirá en el rendimiento principalmente debido a la mayor precipitación.

Tabla 66. Resultados de las evaluaciones de número de granos por espiga en las localidades de Zurite y Taray

TRATAMIENTO	Zurite				Taray			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
ANDENES INIA	53	35	53	49	53	48	44	66
ANDINO INIAA	66	62	48	71	63	56	52	63
INIA 403 MORAY	49	40	43	38	49	38	48	48
INIA 405 SAN ISIDRO	60	44	56	71	39	65	58	52
INIA 418 EL NAZARENO	51	46	54	49	59	53	56	54
INIA 419 SAN FRANCISCO	65	45	50	64	53	48	45	51
INIA 422 ESPIGON	52	53	55	53	52	54	58	56
INIA 424 VICSEÑO	45	58	51	53	51	40	42	46
INIA 428 SANTA ELENA	46	47	46	48	48	47	48	48
INIA 434 ESPIGA MISHA	52	41	51	54	49	58	40	44

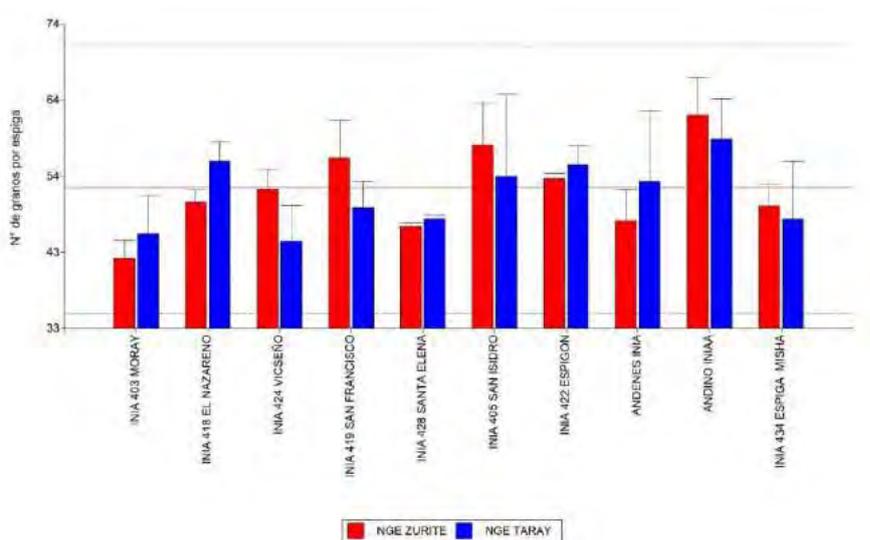


Figura 22. Número de granos/espiga de las diez variedades de trigo evaluados en las dos localidades

En la tabla 66 y figura 22, se observa que el mayor número de granos/espiga en ambas localidades se registra en la variedad ANDINO INIA con 62 y 59 granos respectivamente, en promedio en el estudio se encontraron 52 y 51 granos/espiga en Zurite y Taray. Sin embargo, el rango de variación fue muy amplio entre 35 a 71 granos/espiga siendo el menor número de granos/espiga para la variedad INIA 403 MORAY con 43 y 46 granos/espiga para ambas localidades.

Tabla 67. Análisis de los coeficientes de correlación de Pearson para el número de plantas/m², número de espigas/m², número de granos por espiga, días a espigado y madurez fisiológica

	N° plantas /m ²	N° Espigas /m ²	N° granos /espiga	Días a espigado	Días a madurez fisiológica
N° plantas/m ²	1.0000				
N° Espigas/m ²	0.5304	1.0000			
N° granos/espiga	0.0634	0.0700	1.0000		
Días a espigado	0.1436	0.7900	0.1800	1.0000	
Días a madurez fisiológica	0.1436	0.7900	0.1800	1.0000	1.0000

En la tabla 67, podemos observar la asociación existente entre las diferentes variables tal es el caso que existe una correlación positiva y significativa entre el número de plantas/m² y el número de espigas/m² con $r=0.53$ y $p>0.05$ esta correlación es mayor al valor encontrado por Campuzano de $r=0.46$ para las mismas variables en su estudio desarrollado en Obregón (México), también en el estudio se ha encontrado una correlación positiva con respecto al número de espigas/m² y los días a espigado y días a madurez altamente significativa

con $r=0.79$; así mismo existen correlaciones positivas en menor grado de asociación para las demás variables evaluadas como es el caso del número de espigas/m² y número de granos/espiga que se encontró una correlación de $r=0.07$ muy inferior al resultado que obtiene Silva para estas mismas variables encontrando una correlación positiva de $r=0.542$

4.1.3. Analizar el comportamiento de las características climatológicas de precipitación y temperatura en el Distrito de Taray y en el Distrito de Zurite.

Durante el desarrollo del trabajo de investigación se ha recopilado la información de precipitación y temperaturas media, máxima y mínima registrado por las Estaciones Meteorológicas a lo largo del ciclo productivo, con esta información se realizó el análisis de las características climatológicas de las zonas en estudio.

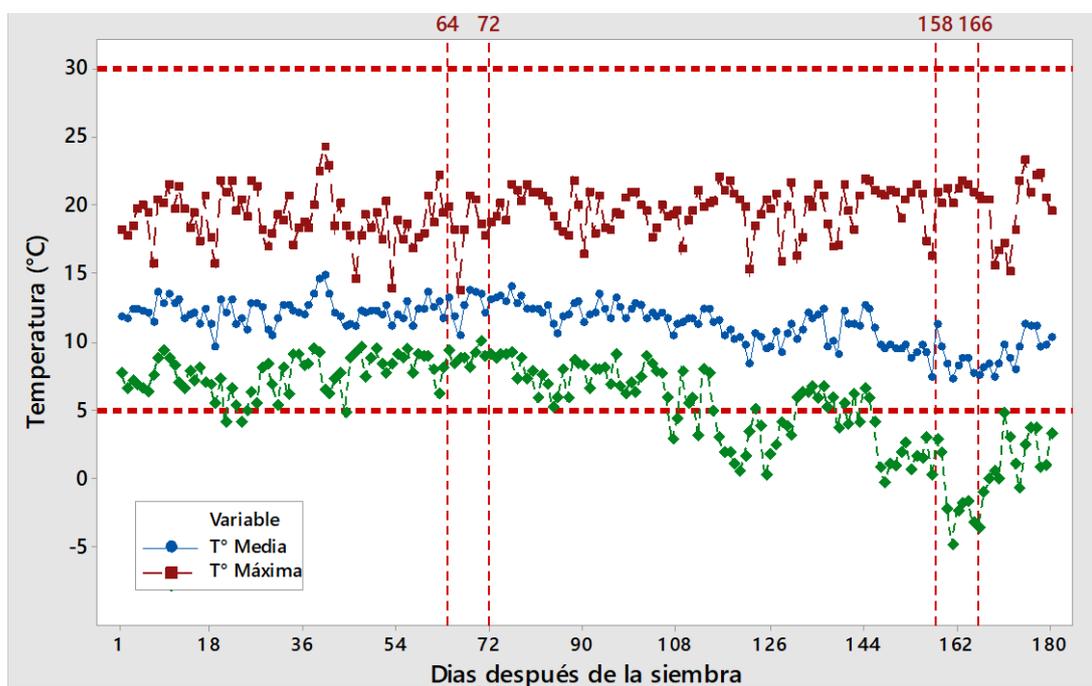


Figura 23. Comportamiento de temperaturas (°C) máxima, media y mínima durante el desarrollo del ensayo en Zurite (datos de la estación meteorológica de Andenes, Diciembre 2019 a Junio 2020)

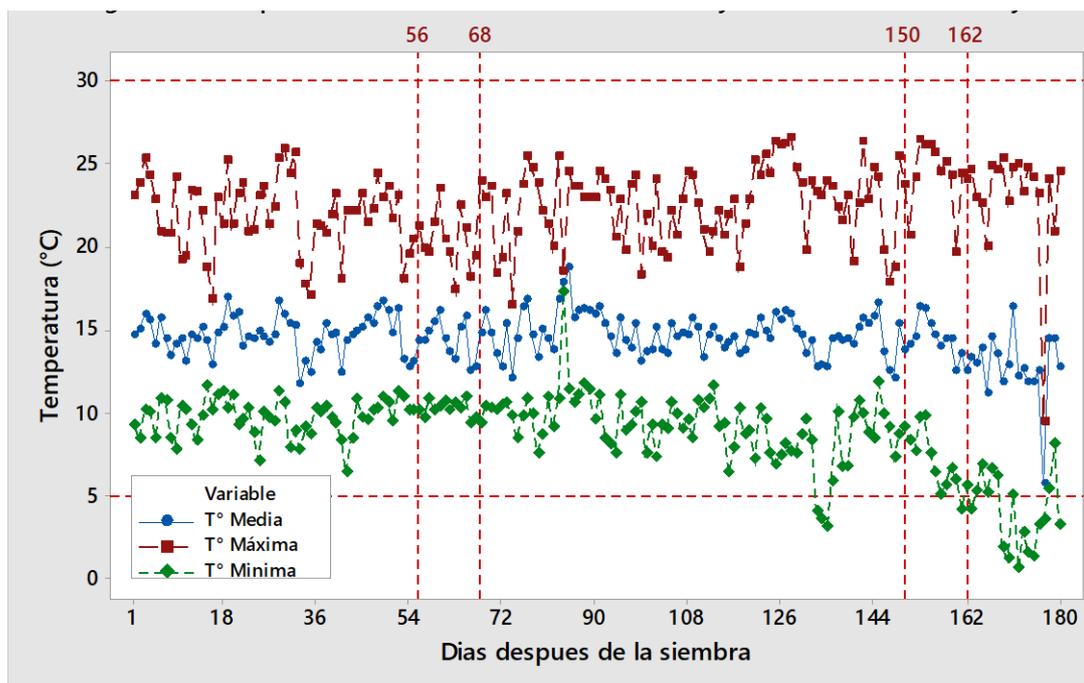


Figura 24. Comportamiento de temperaturas (°C), máxima, media y mínima durante el desarrollo del ensayo en Taray (Datos de la estación meteorológica de Taray, diciembre del 2019 a junio 2020)

Según (MINAGRI-SENAMHI, 2016.) el requerimiento de temperaturas durante el desarrollo del cultivo de trigo la temperatura óptima se encuentra entre los 15 a 20 °C en las etapas iniciales de desarrollo, posteriormente entre los 18 a 25°C principalmente durante el macollamiento y encañado y finalmente entre los 18 a 22 °C desde el espigado hasta la madurez de cosecha frente a ello podemos observar en las figuras 23, 24 y la tabla 32, que en la localidad de Zurite y Taray la temperatura media fue inferior a la óptima requerida desde la siembra hasta la cosecha con registro promedio entre de 9.31 a 12.38 °C y 12.89 a 15.06 °C respectivamente, mientras que el reporte de las temperaturas máximas en Zurite se aproximaron a la óptima requerida por el cultivo y en Taray fueron relativamente superiores principalmente desde la siembra hasta el macollamiento y luego desde el espigado hasta la madurez de cosecha, bajo este escenario lo que se observa en el estudio es la prolongación de la

fenología del cultivo hasta los 180 días principalmente por el registro de las temperaturas mínimas que se encuentran por debajo de la temperatura crítica mínima que demanda el cultivo en condiciones de secano; sin embargo en ninguno de las localidades se registró temperaturas máximas que superen la temperatura crítica máxima para el desarrollo del cultivo de trigo, por lo tanto podemos manifestar que Zurite y Taray en la campaña agrícola 2019-2020 mostraron ambientes favorables para el desarrollo del cultivo.

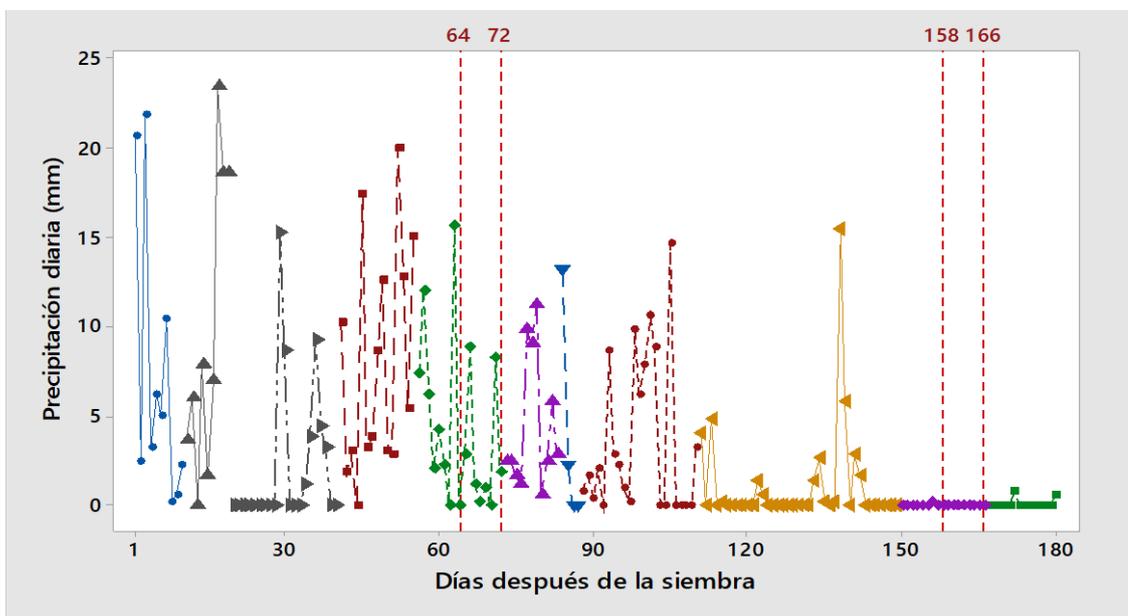


Figura 25. Comportamiento de la precipitación (mm) durante el desarrollo del ensayo en la localidad de Zurite (Datos de la estación meteorológica de Andenes, Diciembre del 2019 a Junio 2020).

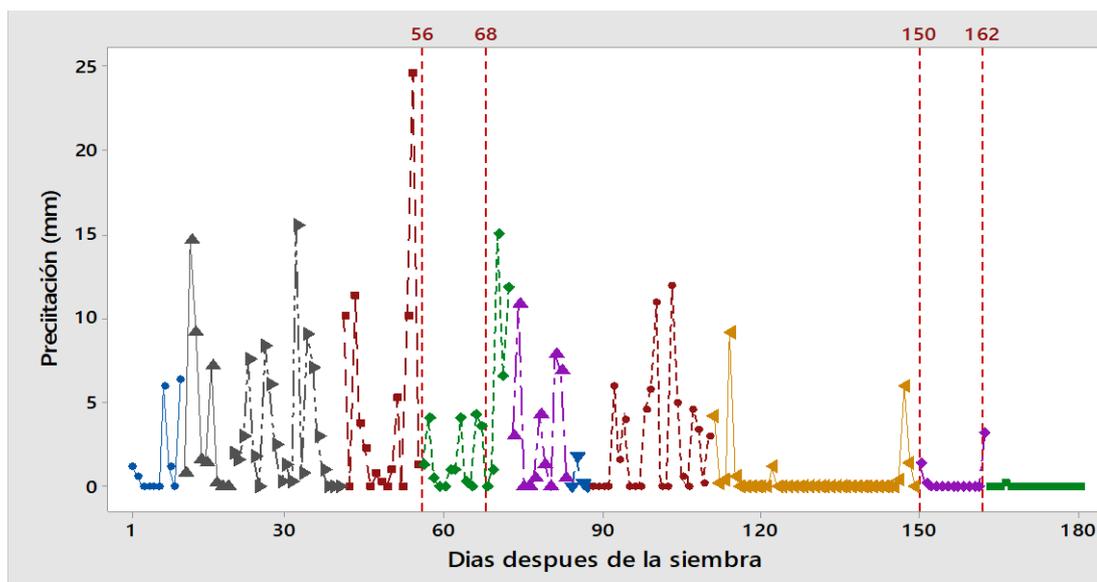


Figura 26. Comportamiento de la precipitación en (mm) durante el desarrollo del ensayo en la localidad de Taray (Datos de la estación meteorológica de Taray, Diciembre del 2019 a Junio 2020)

Con respecto a la precipitación en los ambientes en estudio en las figuras podemos observar los volúmenes de precipitación registradas durante el desarrollo fenológico de los tratamientos en estudio de estos resultados de observa en las figuras 25, 26 y la tabla 32 que para el caso de la localidad de Taray la precipitación acumulada desde octubre fue de 375.4 mm y en Zurite de 585.80 mm con mayor distribución hasta los 110 días después de la siembra de 346.8 mm y 543.20 mm, estos volúmenes de precipitación según el reporte de (PACC-SENAMHI, P 41) encuentran dentro de los valores óptimos que requiere el cultivo de trigo que fluctúa entre 350 a 600 mm e inclusive señala que los rangos de desarrollo pueden darse entre los 200 a 1200 mm. Bajo este análisis las condiciones de precipitación de Zurite y Taray si responden a las necesidades óptimos para la producción del cultivo de trigo.

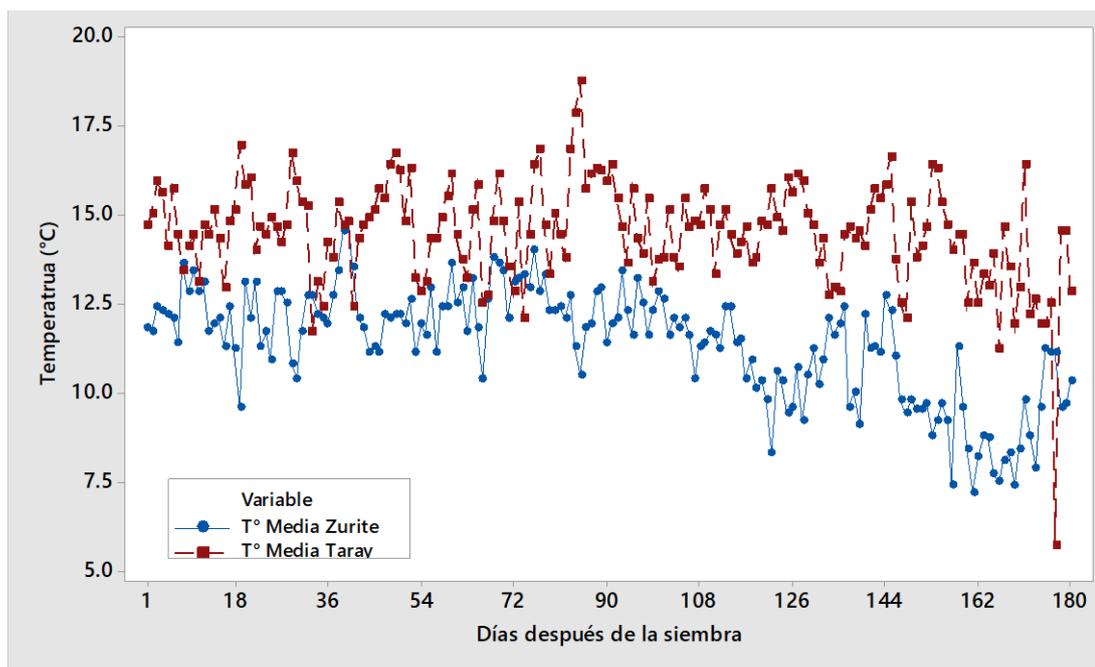


Figura 27. Comparación de la variación diaria de la temperatura media durante el desarrollo del estudio en las localidades de Zurite y Taray (Datos de las estaciones meteorológicas de Andenes y Taray, Diciembre 2019 a Junio 2020).

Tabla 68. Valores promedios y rangos de variación de la temperatura (°C) durante el desarrollo del estudio en las localidades de Zurite y Taray (datos de la Estación Meteorológica de Andenes y Taray diciembre 2019-junio 2020)

Variable	Media	Desv.Est.	Mínima	Máxima
T° Media Taray	11.381	1.55	7.2	14.8
T° Máxima Taray	19.463	1.828	13.8	24.2
T° Mínima Taray	5.586	3.23	-4.9	10
T° Media Zurite	14.475	1.44	5.7	18.7
T° Máxima Zurite	22.376	2.479	9.5	26.6
T° Mínima Zurite	8.739	2.406	0.6	17.3

Al comparar la temperatura media registrada en las dos localidades durante el ciclo de desarrollo del trabajo de investigación en la tabla 68 y figura 27 encontramos los valores promedios diarios de temperatura fueron en la localidad de taray entre 5.7 a 18.7 °C y en Zurite entre 7.2 y 14.8°C en Taray en ambos casos concentrados los rangos más altos de temperatura entre los 72 a 108 días y los mínimos valores entre

los 170 a 180 días, estos resultados nos ratifican que las condiciones de temperatura son apropiados en las dos zonas en estudio encontrándose en los rangos señalados por SENAMHI para el ciclo productivo del cultivo de trigo

Tabla 69. Registro de la precipitación histórica (1986-2020) de las Estaciones meteorológicas de Ancachuro y Pisac vs Registro promedio mensual 2020 de las Estaciones meteorológicas de Andenes y Taray

Estación Meteorológica de Ancachuro					Estación Meteorológica de Pisac			
Latitud: 13°28'20.8" S		Departamento: Cusco			Latitud: 13° 24' 57" S		Departamento: Cusco	
Longitud: 72°13'09.9" O		Provincia: Anta			Longitud: 71° 51'3.0" O		Provincia: Calca	
Altitud: 3,354.00 msnm		Distrito: Zurite			Altitud: 2,950.00 msnm		Distrito: Pisac	
Mes	Histórica precipitación 1986-2020	Desviación estándar histórico	Año 2020	Diferencia	Histórica precipitación 1986-2020	Desviación estándar histórico	Año 2020	Diferencia
Ene	193.76	112.51	147.20	-46.56	123.4	53.63	127.10	3.70
Feb	179.89	89.84	165.60	-14.29	100	35.1	90.80	-9.20
Mar	143.32	86.22	137.20	-6.12	86.77	45.76	77.80	-8.97
Abr	39.54	26.25	18.40	-21.14	30.18	18.89	1.80	-28.38
May	8.5	9.99	26.00	17.50	6.98	5.39	12.80	5.82
Jun	6.89	9.72	1.40	-5.49	5.74	9.38	0.00	-5.74
Jul	7.24	15.65	0.00	-7.24	4.73	8.87	1.20	-3.53
Ago	8.79	10.22	3.20	-5.59	5.92	7.15	0.00	-5.92
Set	17.92	18.56	3.00	-14.92	10.41	8.89	0.00	-10.41
Oct	68.64	43.62	16.20	-52.44	37.98	26.74	44.20	6.22
Nov	97.83	57.79	115.60	17.77	55.25	34.59	97.40	42.15
Dic	160.06	104.25	152.80	-7.26	97.3	41.99	100.20	2.90
Total	932.38	584.62	786.6	-145.78	564.66	296.38	553.3	-11.36

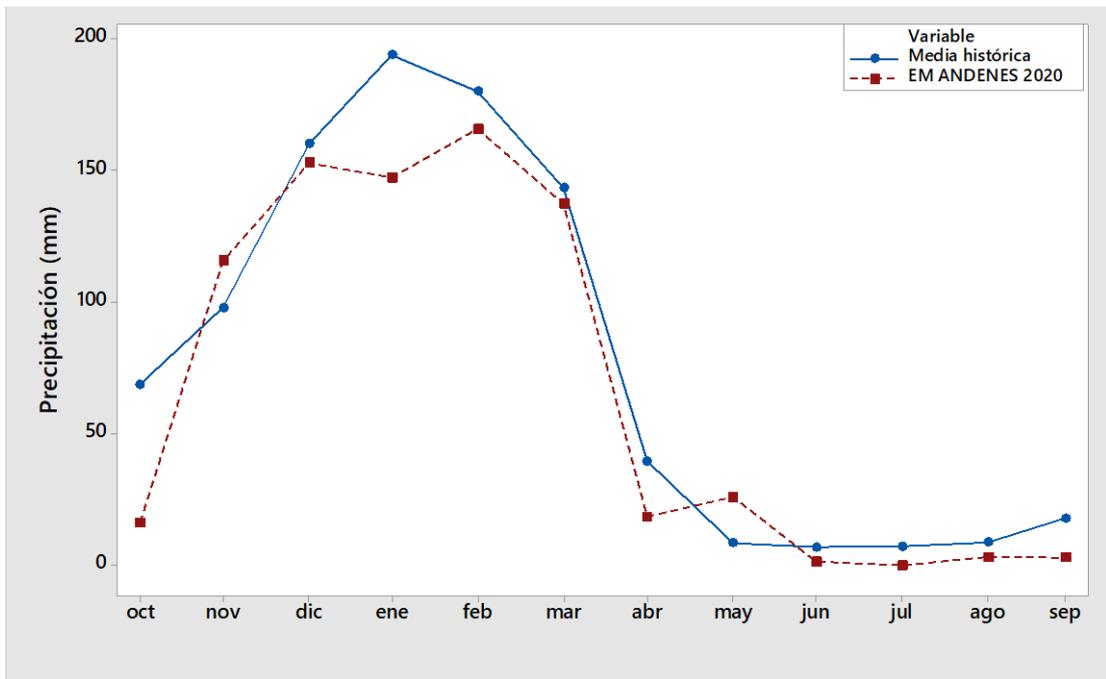


Figura 28. Precipitaciones registradas en la estación meteorológica de Andenes 2020 y registro histórico (1986-2020), SENAMHI-Ancachuro

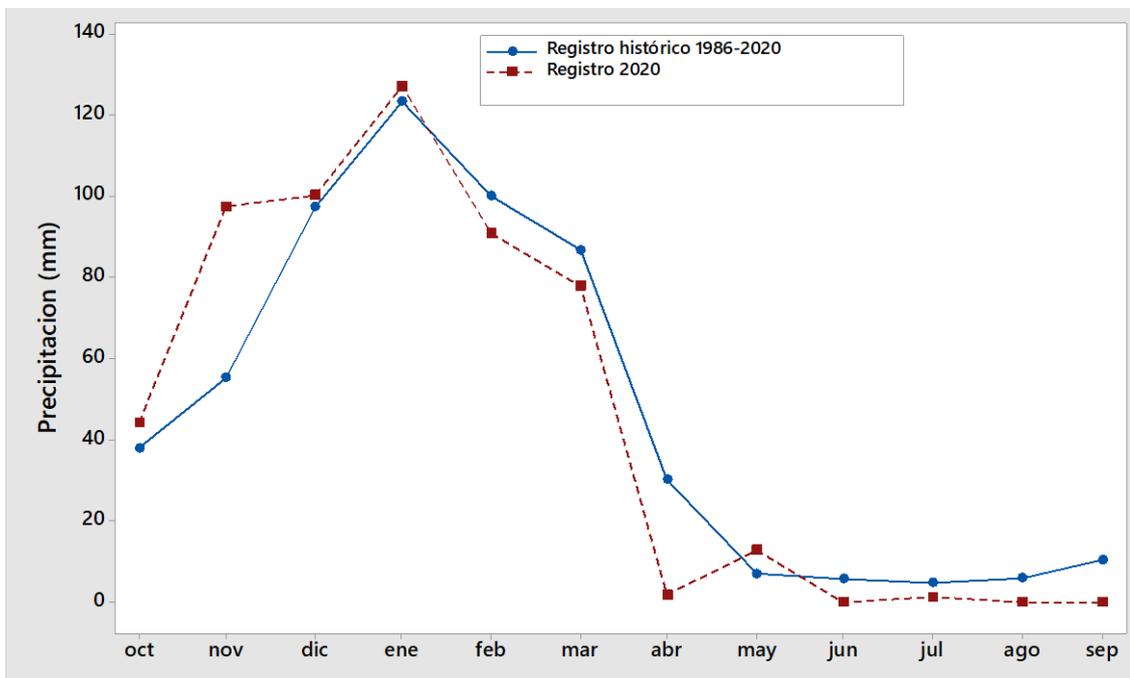


Figura 29. Precipitaciones registradas en la estación meteorológica de Taray 2020 y registro histórico (1986-2020) SENAMHI-Pisac

El registro de precipitación de la media histórica de los últimos 34 años fue mayor al acumulado del año 2020 para Zurite y Taray con una diferencia de 145.78 mm inferior al histórico para Zurite y 11.36 mm al histórico para Taray Figura 28, 29 y tabla 69; así mismo, podemos observar que destacan para el 2020 las diferencias de las precipitaciones en el mes de mayo con una incremento de 17.50 mm y para el mes de octubre con la mayor disminución de 55.44 mm para Zurite y por otro lado en Taray se observa el incremento de la precipitación con respecto al histórico en el mes de noviembre con 42.15 mm y la mayor disminución en el mes de abril con 28.38 mm, en consecuencia se observa en las figuras 31 y 32 la disminución de los volúmenes de precipitación anual para el 2020 a volúmenes que en la actualidad se mantienen dentro de los promedios óptimos para el cultivo de trigo, sin embargo la distribución mensual a lo largo del período vegetativo también se ve afectado con variaciones considerables durante los meses de instalación (octubre a diciembre) y cosecha del cultivo (mayo a julio).

Tabla 70. Registro de la Temperatura máxima histórico (1986-2020) de las Estaciones Meteorológicas de Ancachuro y Pisac vs Registro promedio mensual de las Estaciones meteorológicas de Andenes y Taray

Estación Meteorológica de Ancachuro					Estación Meteorológica de Pisac			
Latitud: 13°28'20.8" S		Departamento: Cusco			Latitud: 13° 24' 57" S		Departamento: Cusco	
Longitud: 72°13'09.9" O		Provincia: Anta			Longitud: 71° 51' 03.0" O		Provincia: Calca	
Altitud: 3,354.00 msnm		Distrito: Zurite			Altitud: 2,950.00 msnm		Distrito: Pisac	
Mes	Histórico T° máxima 1986-2020	Desviación estándar histórico	Año 2020	Diferencia	Histórico T° máxima 1986-2020	Desviación estándar histórico	Año 2020	Diferencia
Ene	19.81	1.21	19.52	-0.29	21.83	1.16	21.92	0.09
Feb	19.73	1.07	18.40	-1.33	21.53	1.08	21.23	-0.30
Mar	19.92	1.08	19.65	-0.27	21.98	1.3	22.13	0.15
Abr	20.26	1.18	19.56	-0.70	22.75	1.15	23.39	0.64
May	20.51	1.22	20.16	-0.35	23.4	1.11	23.02	-0.38
Jun	20.4	1.19	20.37	-0.03	23.25	1.1	21.90	-1.35
Jul	20.34	1.12	20.84	0.50	23.06	1.46	23.94	0.88
Ago	20.74	1.05	21.79	1.05	23.5	1.4	24.90	1.40
Set	20.67	1.04	18.86	-1.81	23.47	1.11	23.02	-0.45
Oct	20.71	1.01	19.47	-1.24	23.6	1.03	22.43	-1.17
Nov	22.97	11.13	19.57	-3.40	24.26	1.18	22.44	-1.82
Dic	20.24	1.04	19.67	-0.57	22.67	1.03	22.01	-0.66
Media	20.53		19.82	-0.70	22.94		22.69	-0.25

Tabla 71. Registro de la temperatura mínima (°C) histórico (1986-2020) de las Estaciones meteorológicas de Ancachuro y Pisac vs Registro promedio mensual 2020 de las Estaciones Meteorológicas de Andenes y Taray

Estación Meteorológica de Ancachuro					Estación Meteorológica de Pisac				
Latitud: 13°28'20.8" S		Departamento: Cusco			Latitud: 13° 24' 57" S		Departamento: Cusco		
Longitud: 72°13'09.9" O		Provincia: Anta			Longitud: 71° 51' 03.0" O		Provincia: Calca		
Altitud: 3,354.00 msnm		Distrito: Zurite			Altitud: 2,950.00 msnm		Distrito: Pisac		
Mes	Histórico T° mínima 1986-2020	Desviación estándar histórico	Año 2020	Diferencia	Histórico T° mínima 1986-2020	Desviación estándar histórico	Año 2020	Diferencia	
Ene	5.59	0.95	6.95	1.36	10.06	0.58	9.55	-0.51	
Feb	5.73	1.16	8.65	2.92	10.03	0.45	9.99	-0.04	
Mar	5.22	1.19	7.49	2.27	9.67	0.53	10.02	0.35	
Abr	3.05	1.34	4.14	1.09	8.23	0.76	7.94	-0.29	
May	-1.35	1.51	1.80	3.15	6.11	0.79	6.05	-0.06	
Jun	-3.98	1.63	1.03	5.01	4.63	0.53	5.24	0.61	
Jul	-4.32	1.81	-0.07	4.25	4.14	0.67	4.27	0.13	
Ago	-2.57	1.23	-0.17	2.40	5.3	1.02	4.65	-0.65	
Set	0.63	1.5	5.48	4.85	7.55	0.88	8.10	0.55	
Oct	3.24	1.26	6.29	3.05	9.26	0.69	9.20	-0.06	
Nov	4.26	1.33	7.08	2.82	9.87	0.58	9.60	-0.27	
Dic	5.05	1.13	7.10	2.05	9.96	0.6	9.73	-0.23	
Media	1.71		4.65	2.94	7.90		7.86	-0.04	

Tabla 72. Registro de la temperatura media histórico (1986-2020) de las Estaciones meteorológicas de Ancachuro y Pisac vs Registro promedio mensual 2020 de las Estaciones Meteorológicas de Andenes y Taray

Estación Meteorológica de Ancachuro					Estación Meteorológica de Pisac			
Latitud: 13°28'20.8" S		Departamento: Cusco			Latitud: 13° 24' 57" S		Departamento: Cusco	
Longitud: 72°13'09.9" O		Provincia: Anta			Longitud: 71° 51' 03.0" O		Provincia: Calca	
Altitud: 3,354.00 msnm		Distrito: Zurite			Altitud: 2,950.00 msnm		Distrito: Pisac	
Mes	Histórico T° media 1986-2020	Desviación estándar histórico	Año 2020	Diferencia	Histórico T° media 1986-2020	Desviación estándar histórico	Año 2020	Diferencia
Ene	12.65	0.79	12.15	-0.50	15.97	0.64	14.67	-1.30
Feb	12.63	0.73	12.38	-0.25	15.81	0.64	14.42	-1.39
Mar	12.48	0.77	12.30	-0.18	15.83	0.73	15.06	-0.77
Abr	11.8	0.97	10.83	-0.97	15.48	0.7	14.61	-0.87
May	9.82	0.91	9.75	-0.07	14.75	0.62	13.42	-1.33
Jun	8.56	1.02	9.31	0.75	14	0.72	12.89	-1.11
Jul	8.42	1.13	9.31	0.89	13.63	0.79	13.14	-0.49
Ago	9.45	0.94	10.01	0.56	14.45	0.84	13.96	-0.49
Set	10.9	1.06	11.62	0.72	15.51	0.65	14.67	-0.84
Oct	12.13	0.88	12.12	-0.01	16.42	0.68	14.94	-1.48
Nov	12.79	0.92	12.25	-0.54	17.07	0.62	14.97	-2.10
Dic	12.68	0.74	12.29	-0.39	16.31	0.59	14.67	-1.64
Media	11.19		11.19	0.00	15.44		14.29	-1.15

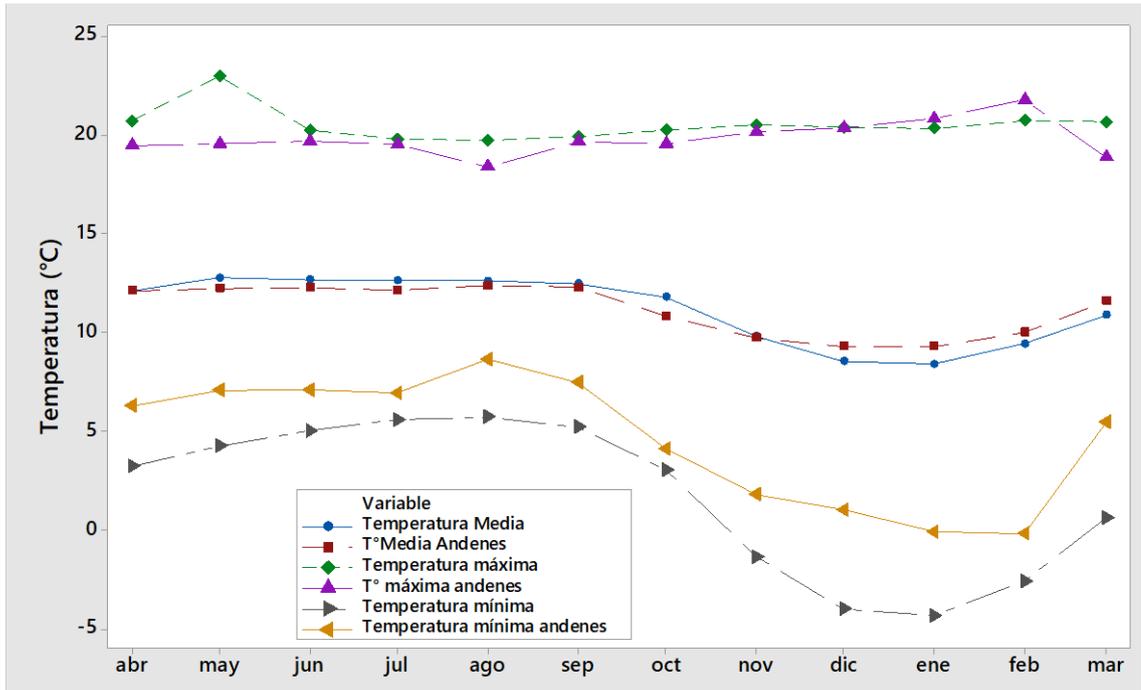


Figura 30. Temperaturas (°C) máxima, media, mínima registradas en la estación meteorológica de Andenes 2020 y registro histórico (1986.2020) SENAMHI-Ancachuro

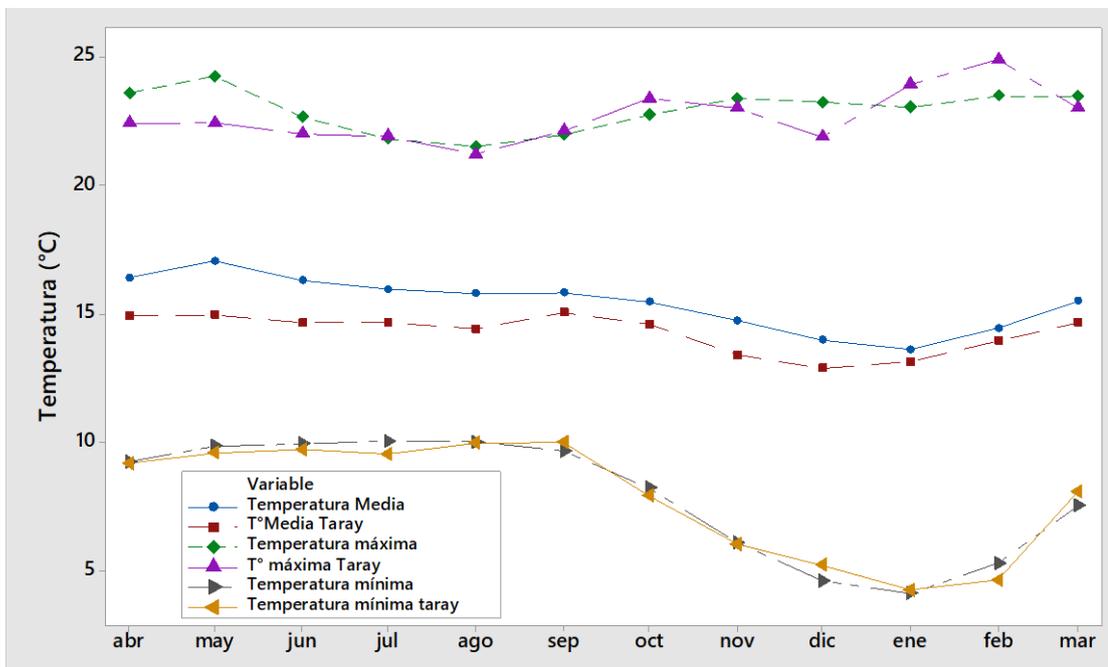


Figura 31. Temperaturas (°C) máxima, media, mínima registradas en la estación meteorológica de Taray 2020 y registro histórico (1986-2020) SENAMHI-Pisac

El registro histórico de los últimos 34 años de las Estaciones meteorológicas de Ancachuro y Pisac en contraste con el registro del 2020 de Zurite (figura 30,31 y tablas 70, 71, 72), muestra para el caso de Ancachuro y Zurite que en promedio anual existe una disminución de -0.70°C de la temperatura máxima, un incremento de 2.94°C de la temperatura mínima, manteniendo sin variación anual la temperatura media, para el caso de Pisac y Taray en promedio anual existe una disminución tanto para la temperatura máxima, mínima y media en -0.25°C , -0.04°C y -1.15°C respectivamente, como se puede visualizar en las figuras 33 y 34 hay una disminución de la temperatura máxima frente a histórico de los 34 años sobre todo en los meses de conducción del cultivo de trigo en condiciones de secano en los ámbitos de estudio entre octubre a junio que inciden en la productividad.

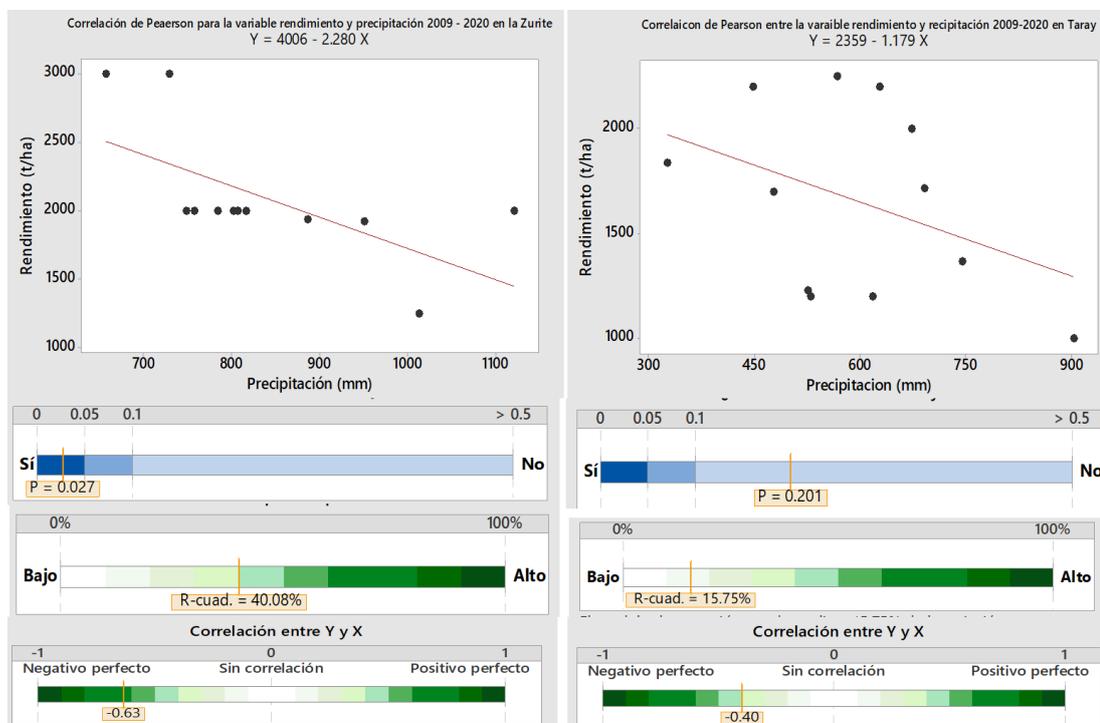


Figura 32. Coeficientes de correlación de Pearson para variables de rendimiento y precipitación entre el 2009-2020

En la figura 32 de los análisis de correlación y regresión desarrollados para los registros de rendimiento y precipitación durante el periodo 2009 al 2020 en base a datos del SENAMHI y la Gerencia Regional de Agricultura y Riego encontramos que en el caso de Zurite existe una relación estadísticamente significativa para rendimiento versus la precipitación con $p\text{-valor} < 0.05$ donde el modelo de la regresión explica a través del coeficiente de determinación que la variación del rendimiento fue de 40.08% asociado a la precipitación, existiendo una correlación negativa $r = -0.63$ lo que implica que al incrementarse el volumen de precipitación, el rendimiento tiende a disminuir. Este efecto similar se observa para el caso de análisis en la localidad de Taray con una correlación negativa de $r = -0.40$, sin embargo, no es estadísticamente significativo siendo el $p\text{-valor} > 0.05$ y el modelo de la regresión explica a través del coeficiente de determinación que la variación del rendimiento fue de 15.75% asociado a la precipitación. En base a estos resultados podemos señalar que la producción de trigo en los dos ambientes responde con mejor rendimiento cuando el volumen de precipitación se encuentra entre los 600 a 800 mm con rendimiento superiores a las 2.00 t/ha, mientras que a menores o mayores volúmenes de precipitación afecta la producción de este cultivo.

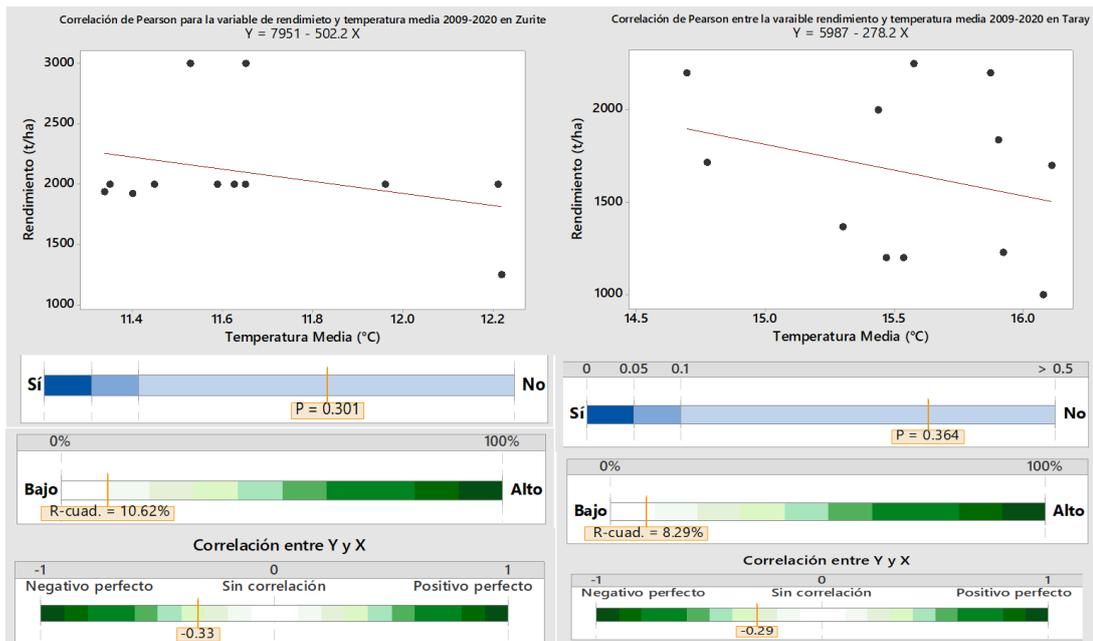


Figura 33. Coeficientes de correlación de Pearson para variables de rendimiento y temperatura media entre el 2009-2020

En la figura 33 de los análisis de correlación y regresión desarrollados para los registros de rendimiento y temperatura media durante el periodo 2009 al 2020 en base a datos del SENAMHI y la Gerencia Regional de Agricultura y Riego encontramos que en el caso de Zurite no existe una relación estadísticamente significativa para rendimiento versus la temperatura siendo el p -valor > 0.05 donde el modelo de la regresión puede explicar que la variación del rendimiento fue del 10.62% asociado a la temperatura, existiendo una correlación negativa $r = -0.33$. Este efecto similar se observa para el caso de análisis en la localidad de Taray con una correlación negativa de $r = -0.29$ que no es estadísticamente significativo siendo el p -valor > 0.05 y el modelo de la regresión puede explicar que la variación del rendimiento fue de 8.29% asociado a la temperatura. En base a estos resultados podemos señalar que en los dos ambientes la temperatura media tiene una baja influencia en la variación de la producción de trigo aun cuando estos valores promedios se encuentran debajo de la

temperatura óptima que demanda el cultivo según el reporte de SENAMHI entre 15 a 25°C.

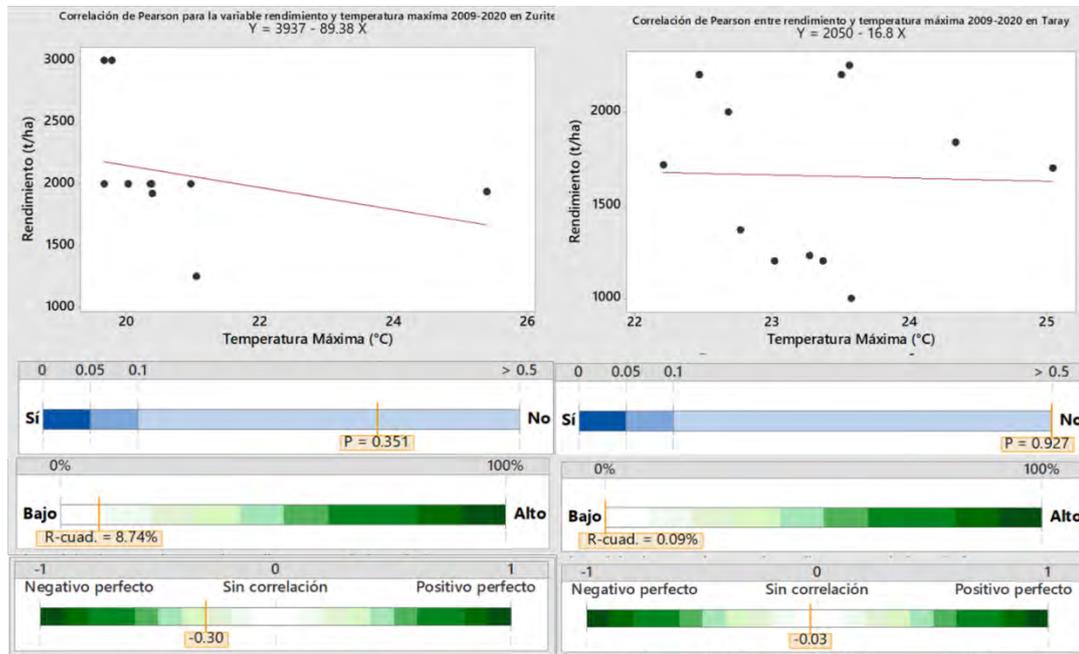


Figura 34. Coeficientes de correlación de Pearson para variables de rendimiento y temperatura máxima entre el 2009-2020

En la figura 34 de los análisis de correlación no existe una relación estadísticamente significativa para rendimiento versus la temperatura máxima en Zurite, siendo el $p\text{-valor} > 0.05$ donde el modelo de la regresión puede explicar que la variación del rendimiento fue del 8.74% asociado a la temperatura máxima, existiendo una correlación negativa $r = -0.30$. Este efecto similar se observa para el caso de análisis en la localidad de Taray con una correlación negativa de $r = -0.03$ que no es estadísticamente significativo siendo el $p\text{-valor} > 0.05$ y el modelo de la regresión puede explicar que la variación del rendimiento fue de 0.09% asociado a la temperatura máxima. En base a estos

resultados podemos señalar que en los dos ambientes la temperatura máxima tiene una baja influencia en la variación de la producción de trigo.

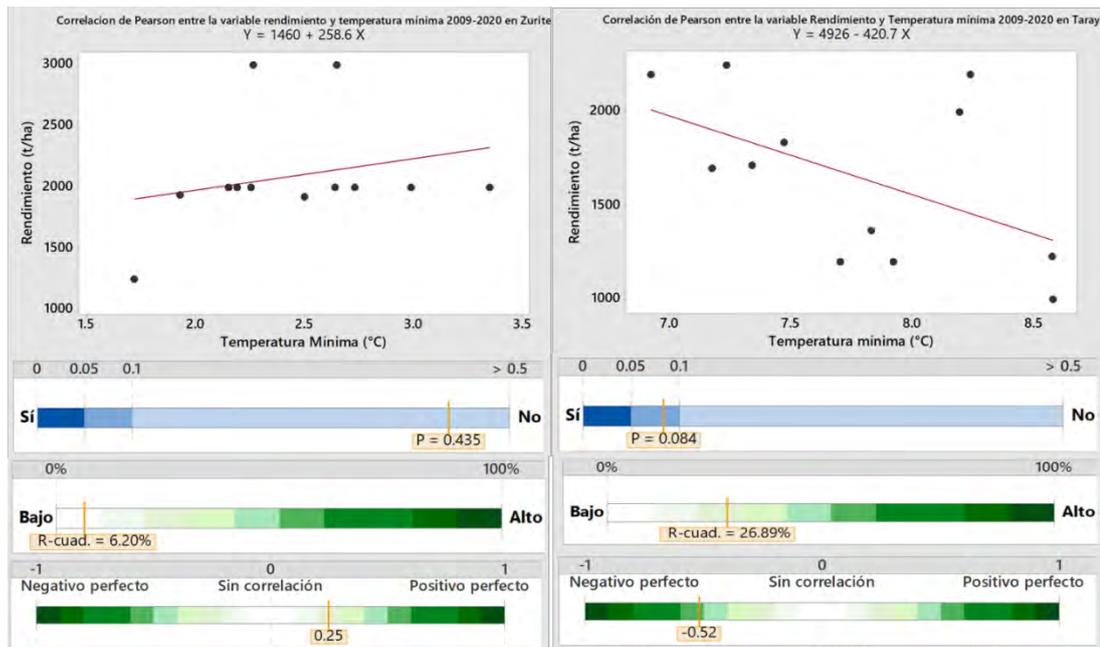


Figura 35. Coeficientes de correlación de Pearson para variable de rendimiento y temperatura mínima ente el 2009-2020

En la figura 35 de los análisis de correlación no existe una relación estadísticamente significativa para rendimiento versus la temperatura mínima en ambas localidades, siendo el p-valor > 0.05 donde el modelo de la regresión puede explicar que la variación del rendimiento del 6.20% en Zurite y 26.89% en Taray asociado a la temperatura mínima, existiendo una correlación positiva $r = 0.25$ en Zurite y negativa $r = -0.52$ en Taray. En base a estos resultados podemos señalar que en los dos ambientes la temperatura mínima tiene una baja influencia en la variación de la producción de trigo.

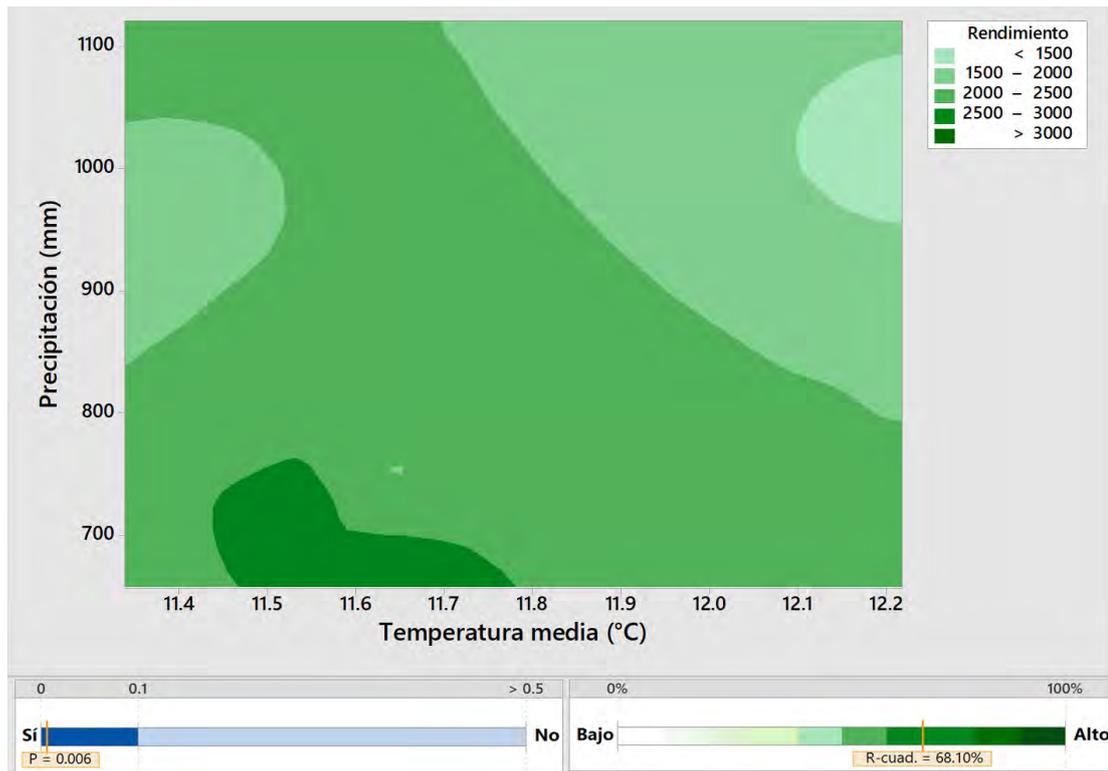


Figura 36. Análisis múltiple de temperatura media y precipitación con el rendimiento en la localidad de Zurite

Del análisis de la figura 36 observamos a través de la regresión múltiple podemos anotar que el rendimiento en función de las variables precipitación y temperatura media en Zurite y es estadísticamente significativo con un $p=0.006$ y el modelo puede explicar que la variación del rendimiento en función a estas dos variables en conjunto es del 68.10%, logrando una mayor producción de trigo con rendimientos superiores a 2.20 t/ha cuando el rango de la temperatura media se encuentra entre los 11.5 a 11.8°C y la precipitación entre 650 a 750 mm.

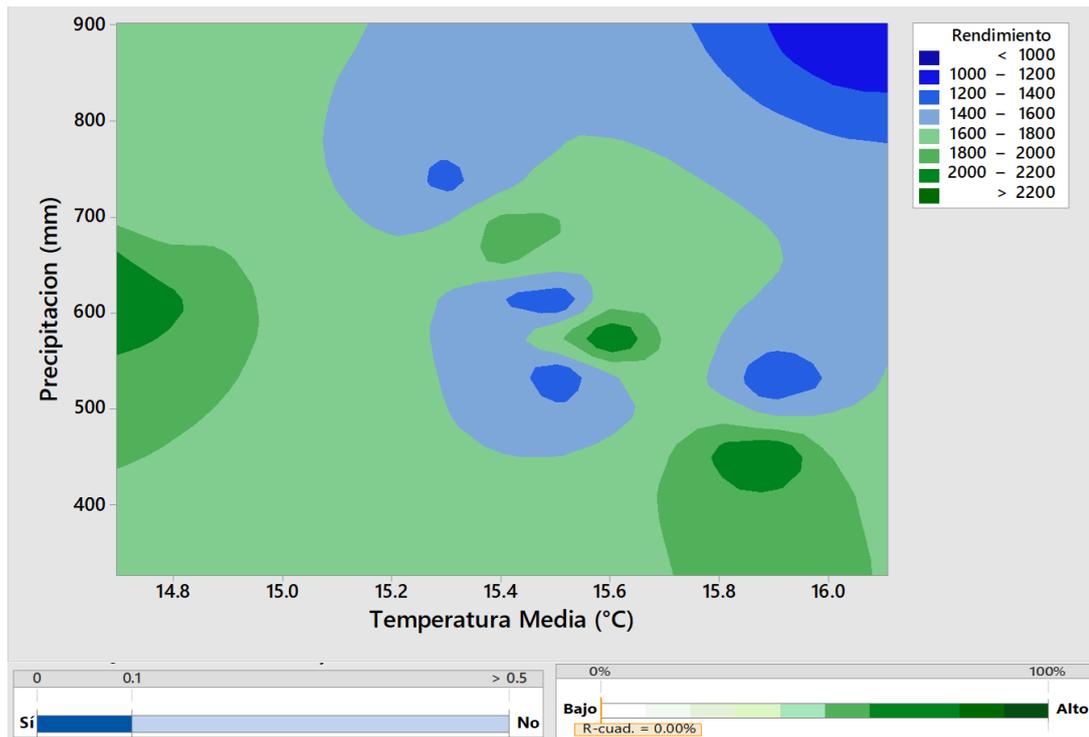


Figura 37. Análisis múltiple de temperatura media y precipitación con el rendimiento en la localidad de Taray

Para el caso de la localidad de Taray de la figura 37 observamos a través de la regresión múltiple no existe evidencia suficiente para concluir que las dos variables en su conjunto tengan una relación estadísticamente significativa también podemos señalar que bajo las condiciones de la localidad de Taray es posible lograr una mayor producción de trigo con rendimientos superiores a 2.20 t/ha cuando la temperatura media se registra entre 14 a 14.8°C y la precipitación entre 550 a 650 mm.

CONCLUSIONES

En los análisis de los componentes de rendimiento en las localidades de Zurite y Taray encontramos que existen diferencias claras en el comportamiento de los cultivares para las variables evaluadas predominando la superioridad principalmente en Zurite con rendimiento promedio de 6.238 t/ha, el peso de mil granos de 48.45 gramos, mientras que para el peso hectolítrico estadísticamente se mantienen iguales en ambas localidades, a nivel de las variedades en estudio encontramos que presentan características distintas en las localidades de Zurite y Taray para los componentes de rendimiento destacando la mayor productividad por unidad de área en la localidad de Zurite el cultivar INIA 434 ESPIGA MISHA con rendimiento de 7.20 t/ha superior a los demás tratamientos por otro lado en la localidad de Taray el mayor rendimiento alcanzó la variedad INIA 418 EL NAZARENO CON 4.86 t/ha, por consiguiente con los resultados del estudio podemos afirmar que las variedades presentan rendimientos diferentes en ambas localidades asociado también a sus características de calidad de grano determinado por el peso hectolítrico demostrándose su comportamiento asociado a las características del clima de cada ambiente por el nivel de interacción que existe con la variedad y el grado de correlación que se manifiesta entre sus componentes de rendimiento con perspectiva de alcanzar mejores rendimientos bajo ciertas características particulares de los cultivares, entre ellos con el tamaño de espiga entre 9 a 10 cm. y peso de mil granos de 54 a 56 gramos.

Con respecto al comportamiento fenológico de las variedades en estudio se concluye que la altitud de ubicación de los dos ambientes de evaluación asociado a sus registros de temperatura y precipitación influyen significativamente en las fases fenológicas de las variedades de trigo evaluados registrándose el espigado en promedio a los 68 días en Zurite y 59 días en Taray y la madurez fisiológica a los 162 y 153 días respectivamente y entre los cultivares también las fases fenológicas disminuyeron en la localidad de Taray frente al registro Zurite por consiguiente las variedades en estudio presentan diferente comportamiento fenológico frente a las condiciones climatológicas de los ambientes en estudio; sin embargo otros caracteres como la altura de planta, el número de granos por espiga no fueron influenciados por el clima manteniendo sus características propias cada una de las variedades.

Las características climatológicas de las localidades de Zurite y Taray presenta variaciones durante el desarrollo fenológico del cultivo en condiciones de secano que se encuentran dentro de los rangos requeridos para el cultivo de trigo, entre ellos la temperatura se registró dentro del requerimiento crítico entre los 5° a 30 °C en ambas localidades que en ningún caso supero a la temperatura crítica máxima; sin embargo respecto a la temperatura crítica mínima posterior a la fase fenológica de madurez fisiológica se registró inferiores a 5°C, con respecto a la precipitación ambas localidades muestran los volúmenes óptimos que requiere el cultivo entre los 350 a 600 mm que responden a las necesidades del cultivo en condiciones de secano. Con el análisis del registro histórico de información de 34 años de las Estaciones Meteorológicas de Ancachuro y Pisac en contraste con el reporte del año 2020 de las Estaciones meteorológicas de Zurite y Taray se observa una disminución

de la precipitación en 145.78 mm y 11.36 mm respectivamente; sin embargo el acumulado anual se mantiene entre los 553.3 mm y 786.6 mm anual que requiere el cultivo de trigo igualmente con respecto al promedio anual de la temperatura existe ligera disminución en cuanto a la máxima (entre 0.70 y 0.25°C), hay un incremento en la temperatura mínima en Zurite (2.94°C) y en Pisac disminuye (-0.04°C) y la temperatura media anual se mantiene en Zurite y disminuye en Taray (-1.15°C). Bajo estas condiciones de los ámbitos de estudios considerando el registro histórico de las características del clima y la producción bajo condiciones de secano influyen en el rendimiento obtenido en cada una de las localidades principalmente la precipitación y la temperatura máxima.

RECOMENDACIONES

Bajo los actuales escenarios de cambio climático y las características predominantes de producción en la región Cusco es recomendable plantear trabajos de identificación de nuevos cultivares de trigo adaptados a las actuales condiciones de temperatura y precipitación en la Región Cusco.

Se recomienda desarrollar estudios de caracterización de la variabilidad climática en diversos ámbitos de la región cuscos asociados al rendimiento de cultivos de seguridad alimentaria en condiciones de secano.

Se recomienda desarrollar estudios de la caracterización de otras variables climáticas asociados a la producción en condiciones de secano

BIBLIOGRAFIA

- Abbate, P. E. (2004). *Ecofisiología de trigo: Aspectos prácticos*. (Instituto). XII CONGRESO DE AAPRESID.
- Abbate, P. E. (2017). *Manual del Cultivo del Trigo* Instituto Internacional de Nutrición de Plantas. *Instituto Internacional de Nutrición de Plantas Programa Latinoamérica Cono Sur*, (October 2017), 33–52.
- Albújar, E. (2019). “*El Agro en Cifras*” *Boletín Estadístico Mensual*. Lima, Peru.
- Amado, A. G. (2016). *Efecto del Déficit Hídrico moderado en la fase fenológica del espigado y madurez de grano en 15 líneas avanzadas de Triticum aestivum L. “Trigo harinero”, La Molina, Lima-Perú*. UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTIN DE AREQUIPA.
- Amador, J. A., Rica, U. D. C., & Alfaro, E. J. (2007). *Métodos dinámicos y estadísticos de reducción de escala: Aplicaciones al clima, variabilidad climática y cambio climático.*, (506), 43.
- Ambiente, M. del. (2016). *El Perú y el Cambio Climático*. (Ministerio del Ambiente, Ed.) (Primera Ed). Lima, Peru.
- Aregentel, L., Garatuza, J., Armendáriz, M., Yépez, E., Arredondo, J., & Gonzáles, J. (2017). *Estres térmico en el cultivo del trigo. Implicaciones fisiológicas, bioquímicas y agronómicas.*, 38(1), 57–67.
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. (C. . El Pasillo 2011, Ed.) (6ta ed.). Caracas.
- Campuzano, L., Molina, J., Rajaram, S., & Van, M. (1994). *Clima, Fenología y su relación con el rendimiento de trigo (Triticum aestivum L.) en tres ambientes de*

- selección. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 6.
- Castillo, D., Alfaro, C., Madariaga, R., Matus, I., Hirzel, J., & Vera, C. (2015). Manual de Buenas Prácticas para el Manejo del Trigo Candeal. Chillan, Chile.
- Castro, M., Hoffman, E., & Viega, L. (2014). Variabilidad en la respuesta al estrés hídrico de cultivares de trigo en Uruguay. In *INIA SEMINARIO INTERNACIONAL: 1914-2014, un siglo de mejoramiento de trigo en La Estanzuela* (p. 9).
- Cifuentes, M. S. (2014). *Efecto del estrés hídrico en el rendimiento y la calidad del trigo candeal (Triticum turgidum L. ssp. Durum)*. Universidad de Chile.
- CIMMYT. (2012). *Manual de determinación de rendimiento*. (M. Coronel & A. Klamroth, Eds.). Mexico, D.F.
- Conde, C., & Saldaña-Zorrilla, S. (2007). Cambio climático en América Latina y el Caribe : Impactos , vulnerabilidad y adaptación. *Revista Ambiente y Desarrollo*, 23(2000), 23–30.
- Dell'Amico, Jose M. Martin, R. Jerez Eduardo I. Morales, D. Plana, R. (2016). Respuesta fisiológica del trigo (*Triticum aestivum* L.) Cultivar Inca TH 4 al déficit hídrico Physiological response of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivar INCA TH 4 to water deficit José M . Dell ' Amico) , Roberqui Martín Martin , Eduardo I . Jere. *Cultivos Tropicales*, 37, 10. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4157.2080>
- Endara, S., Acuña, J., Vega, F., Febre, C., Correa, K., & Avalos, G. (2019). *Caracterización espacio temporal de la sequía en los departamentos altoandinos del Perú (1981-2018)*. (SENAMHI, Ed.). Lima-Perú.
- Escobar, R. (1972). *El cultivo del Trigo y su Relación con el Clima*. Quito- Ecuador.

- Estrada, R., & Altamirano, H. (2008). *El cultivo de trigo en la sierra sur del peru* (02-2008). Cusco-Perú.
- FAO. (2014). *Producción de cultivos*.
- FAO. (2016). *Ahorrar para crecer en la práctica: maíz, arroz, trigo Guia para la producción sostenible de cereales*. Roma.
- FAO. (2021). Nota informativa de la FAO sobre la oferta y demanda de cereales.
- Gomez-Coronado, F. (2015). *Biofortificación agronomica y genetica con Zinc de genotipos de trigo harinero (Triticum aestivum L.) en clima Mediterraneo*. Universidad de Extremadura.
- Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático. (2014). *Cambio Climático 2014 Informe de Sintesis*. Genova, Suiza.
- Gutierrez, H., & De la Vara, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. (Mc Graw Hill Interamericana, Ed.) (Segunda Ed). México.
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. (McGRAW-HILL/INTERAMERICANA, Ed.) (Sexta Edic). México.
- Huanca, N. (2015). Estimación de la variabilidad fenotípica de trigo harinero para componentes de productividad, 77–83.
- Juarez, J. A. (2019). El mercado mundial y nacional del trigo _ El Economista.
- Martinez, L. (2011). *Rendimiento de seis variedades de trigo harinero (Triticum aestivum L.) Chiara, 2850 msnm-Ayacucho*". UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA.
- MINAGRI-SENAMHI. (2016). Ficha04-Requerimientos Agroclimáticos del Cultivo de

Trigo-Programa Presupuesta 0089. Lima, Peru.

MINAGRI. (2016). TRIGO Principales Aspectos de la Cadena Agroproductiva. Lima-Perú: Ministerio de Agricultura.

Ministerio del Ambiente. (2015). *Estrategia Nacional ante el Cambio Climático*. Lima-Perú.

Miralles, D. J. (2004). Consideraciones sobre ecofisiología y manejo de Trigo. *Información Técnica de Trigo. Campaña 2004. Publicación Miscelánea. INTA*, 101(1), 1–7.

PACC-SENAMHI. (n.d.). *Caracterización Agroclimática de la Region Cusco*. (T. I. (SENAHMI) Alarcón C, Ed.). Cusco-Perú.

Quintero-angel, M., Carvajal-Escobar, Y., & Aldunce, P. (2012). Adaptación a la variabilidad y el cambio climático: Intersecciones con la gestión del riesgo. In *Revista Luna Azul - universidad de Caldas* (pp. 257–271).
<https://doi.org/1909.2474>

Quiroz, J. (2010). *Rendimiento y Producción de biomasa de Trigo, Cebada, y Triticale bajo riego y seco durante el llenado de grano en el sur de Chile*. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE.

Rienzo, D., Alejandro, J., Alicia, L., Margot, E., & Pilar, M. (2005). *Estadística para las Ciencias Agropecuarias*. (F. C. Julio Di Rienzo, Ed.) (Sexta Edic). Cordoba Argentina.

Romani, M., & Herrera, I. (2017). Ensayo Comparativo de rendimiento de trigo bajo riego. Campaña 2016-2017 Campo Experimental "La María del INTA EEA Santiago del Estero, (Pret 1231205).

- Sanabria, H., & Tarqui, C. (2007). Fundamentos para la fortificación de la harina de trigo con micronutrientes en el Perú, *68(2)*, 185–192.
- Sara, H. (2017). *Impacto de la variabilidad y cambio climático en la productividad de trigo de invierno mediante modelos agroclimáticos*. UNIVERSIDAD DE SALAMANCA.
- Silva, E., Michma, R., Marza, F., & Butrón, R. (2001). Ensayo comparativo de rendimiento de diez variedades de trigo en condiciones de altiplano central de Bolivia, 84–89.
- Soto, F., Plana, R., & Hernández, N. (2009). Influencia de la temperatura en la duración de las fases fenológicas del Trigo harinero (*Triticum aestivum ssp aestivum*) y Triticale (X *Triticum secale* Wittmack) y su relación con el rendimiento. *Instituto Nacional de Ciencias Agrarias*, (0258–5936), 6. Retrieved from 0258-5963
- Sven, W., Casimiro, L., Silvestre, E., & Pulache, W. (2010). Tendencias en los extremos de lluvias cerca a la ciudad del Cusco y su relación con las inundaciones de enero del 2010, *98(2)*, 89–98.
- Tejada, T. (2008, February). El Cultivo de Trigo en la Sierra Norte del Perú (*Triticum aestivum L . y Triticum durum L .*), p. 49.
- Vara-Horna, A. (2012). *7 Pasos para una tesis exitosa*. (Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos. Universidad de San Martín de Porres. Lima., Ed.) (Segunda Ed). Lima-Peru.
- Vargas, P. (2009). *El Cambio Climático y Sus Efectos en el Perú*. Lima-Peru.
- Yana, E. (2018). *Identificación de Genotipos de Trigo Harinero (Triticum aestivum s*

sp aestivum) tolerantes a sequía empleando indicadores morfológicos y fisiológicos. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA.

Yzarra, W., & López, F. (2011). *Manual de observaciones fenológicas*. Lima, Peru.

Retrieved from <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-11.pdf>

AGRODATA PERU. (2019). Trigo Los demás Perú Importación 2019 febrero

<https://www.agrodataperu.com/2020/08/trigo-los-demas-peru-importacion-2020-julio.html>

CENAGRO 2012, Instituto Nacional de Estadística e Informática

<http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/?id=CensosNacionales>

ANEXOS

Tabla 73. Registro de los datos de temperatura (°C) media, máxima, mínima y precipitación (mm) de las Estaciones Meteorológicas de Andenes y Taray durante el desarrollo del trabajo de investigación

Estación Meteorológica de Andenes								Estación Meteorológica de Taray									
Año	Mes	Día	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	H°R° (%)	Radiación solar (W/m²)	Año	Mes	Día	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	H°R° (%)	Radiación solar (W/m²)
			Media	Máxima	Mínima							Media	Máxima	Mínima			
2019	Dic	18	11.80	18.20	7.60	20.60	78.60	201.44	2019	Dic	9	14.70	23.00	9.20	1.20	61.75	230.14
2019	Dic	19	11.70	17.70	6.60	2.40	80.26	239.53	2019	Dic	10	15.00	23.80	8.40	0.60	74.90	169.50
2019	Dic	20	12.40	18.40	7.10	21.80	78.71	207.01	2019	Dic	11	15.90	25.30	10.10	0.00	74.66	173.67
2019	Dic	21	12.30	19.70	6.90	3.20	76.05	251.35	2019	Dic	12	15.60	24.30	10.00	0.00	81.94	141.82
2019	Dic	22	12.20	19.90	6.60	6.20	75.58	241.60	2019	Dic	13	14.10	22.80	8.50	0.00	76.64	184.15
2019	Dic	23	12.10	19.40	6.30	5.00	75.92	226.00	2019	Dic	14	15.70	20.90	10.80	0.00	73.60	186.76
2019	Dic	24	11.40	15.70	7.50	10.40	82.30	172.75	2019	Dic	15	14.40	20.80	10.70	6.00	76.96	163.51
2019	Dic	25	13.60	20.40	8.80	0.20	76.05	276.60	2019	Dic	16	13.40	20.80	8.40	1.20	77.18	153.84
2019	Dic	26	12.80	20.10	9.30	0.60	74.81	191.02	2019	Dic	17	14.10	24.20	7.80	0.00	76.92	176.71
2019	Dic	27	13.40	21.40	8.80	2.20	74.77	303.04	2019	Dic	18	14.40	19.20	10.40	6.40	69.57	202.61
2019	Dic	28	12.80	19.70	8.20	3.60	77.46	203.97	2019	Dic	19	13.10	19.40	10.20	0.80	64.05	180.20
2019	Dic	29	13.10	21.30	7.00	6.00	72.11	321.10	2019	Dic	20	14.70	23.40	9.20	14.60	67.08	169.13
2019	Dic	30	11.70	19.70	6.60	0.00	77.40	207.57	2019	Dic	21	14.40	23.30	8.30	9.20	66.99	141.44
2019	Dic	31	11.90	18.30	7.80	7.80	81.67	195.83	2019	Dic	22	15.10	22.10	9.80	1.60	59.86	203.87
2020	Ene	1	12.10	19.40	7.10	1.60	76.46	241.31	2019	Dic	23	14.30	18.80	11.60	1.40	76.18	165.38
2020	Ene	2	11.30	17.30	8.10	7.00	82.11	165.54	2019	Dic	24	12.90	16.80	10.20	7.20	78.33	149.68
2020	Ene	3	12.40	20.60	7.00	23.40	79.02	250.53	2019	Dic	25	14.80	22.90	11.10	0.20	73.78	186.55
2020	Ene	4	11.20	17.60	6.90	18.60	81.86	164.34	2019	Dic	26	15.10	21.40	11.30	0.00	72.52	149.33
2020	Ene	5	9.60	15.70	5.40	18.60	85.71	141.40	2019	Dic	27	16.90	25.20	10.30	0.00	82.06	147.10
2020	Ene	6	13.10	21.70	7.30	0.00	71.80	204.68	2019	Dic	28	15.80	21.30	11.10	2.00	76.74	152.42
2020	Ene	7	12.10	20.90	4.10	0.00	72.76	275.52	2019	Dic	29	16.00	23.20	9.30	1.60	73.71	207.63
2020	Ene	8	13.10	21.70	6.60	0.00	70.48	260.14	2019	Dic	30	14.00	23.80	9.60	3.00	70.01	199.93
2020	Ene	9	11.30	19.60	5.30	0.00	78.79	254.32	2019	Dic	31	14.60	20.90	10.30	7.60	78.19	105.18
2020	Ene	10	11.70	20.30	4.10	0.00	72.99	266.21	2020	Ene	1	14.40	21.00	8.80	1.80	86.83	154.42
2020	Ene	11	10.90	19.10	4.90	0.00	77.44	233.70	2020	Ene	2	14.90	23.00	7.10	0.00	77.48	174.05
2020	Ene	12	12.80	21.70	6.30	0.00	72.59	285.97	2020	Ene	3	14.60	23.60	10.00	8.40	75.34	172.89
2020	Ene	13	12.80	21.30	5.40	0.00	71.29	321.96	2020	Ene	4	14.20	21.30	9.70	6.10	66.21	258.56
2020	Ene	14	12.50	18.20	8.10	0.00	79.67	241.52	2020	Ene	5	14.70	22.40	9.50	2.50	69.79	182.35
2020	Ene	15	10.80	16.90	8.40	15.20	87.01	186.57	2020	Ene	6	16.70	25.30	11.30	0.30	66.83	241.82
2020	Ene	16	10.40	17.90	6.80	8.60	85.98	194.94	2020	Ene	7	15.90	25.90	10.60	1.30	77.58	191.36
2020	Ene	17	11.70	19.30	5.30	0.00	77.11	298.61	2020	Ene	8	15.30	24.40	7.90	0.30	76.83	165.45
2020	Ene	18	12.70	18.90	8.10	0.00	73.40	244.50	2020	Ene	9	15.20	25.60	8.90	15.50	73.58	223.45
2020	Ene	19	12.70	20.60	6.10	0.00	73.49	323.10	2020	Ene	10	11.70	19.00	7.80	0.80	76.95	111.49
2020	Ene	20	12.20	17.10	9.10	1.20	79.36	137.69	2020	Ene	11	13.10	17.70	9.10	9.10	84.98	166.05

2020	Ene	21	12.10	18.30	9.10	3.80	81.04	176.66	2020	Ene	12	12.40	17.10	8.70	7.10	76.83	165.45
2020	Ene	22	11.90	18.70	8.20	9.20	83.06	214.30	2020	Ene	13	14.20	21.40	10.30	3.00	76.95	111.49
2020	Ene	23	12.70	18.30	8.40	4.40	79.45	247.19	2020	Ene	14	13.80	21.20	10.00	1.00	55.59	242.22
2020	Ene	24	13.40	19.90	9.40	3.20	76.19	260.40	2020	Ene	15	15.30	20.80	10.40	0.00	63.83	269.48
2020	Ene	25	14.50	22.40	9.20	0.00	69.92	325.55	2020	Ene	16	14.70	21.90	9.70	0.00	67.01	217.61
2020	Ene	26	14.80	24.20	6.40	0.00	68.07	361.14	2020	Ene	17	14.80	23.20	9.40	0.00	74.79	161.11
2020	Ene	27	13.50	22.80	6.20	10.20	71.88	278.56	2020	Ene	18	12.40	18.10	8.30	10.20	76.69	164.81
2020	Ene	28	12.10	18.40	7.20	1.80	76.05	185.14	2020	Ene	19	14.30	22.10	6.40	0.00	79.29	147.94
2020	Ene	29	11.80	20.10	7.60	3.00	80.72	236.66	2020	Ene	20	14.70	22.10	8.40	11.40	67.86	225.36
2020	Ene	30	11.10	18.40	4.80	0.00	82.34	194.81	2020	Ene	21	14.90	22.10	10.80	3.80	71.84	197.69
2020	Ene	31	11.30	17.70	8.70	17.40	86.17	149.22	2020	Ene	22	15.10	23.20	9.70	2.30	70.23	137.38
2020	Feb	1	11.10	14.60	9.20	3.20	88.29	118.76	2020	Ene	23	15.70	21.50	9.60	0.00	86.43	74.35
2020	Feb	2	12.20	17.70	9.60	3.80	83.15	136.60	2020	Ene	24	15.40	22.30	10.10	0.80	71.84	197.69
2020	Feb	3	12.10	19.20	7.40	8.60	81.39	242.96	2020	Ene	25	16.40	24.40	10.30	0.30	73.58	223.45
2020	Feb	4	12.20	18.30	8.80	12.60	80.52	221.58	2020	Ene	26	16.70	22.90	10.90	0.00	66.83	241.82
2020	Feb	5	12.20	19.40	9.40	3.00	83.04	178.10	2020	Ene	27	16.20	23.60	10.60	1.00	76.69	164.81
2020	Feb	6	11.90	17.40	8.40	2.80	82.71	195.76	2020	Ene	28	14.80	21.70	9.50	5.30	73.58	223.45
2020	Feb	7	12.60	20.20	7.70	20.00	80.17	253.74	2020	Ene	29	16.30	23.10	11.30	0.00	71.84	197.69
2020	Feb	8	11.10	13.90	8.30	12.80	85.36	111.45	2020	Ene	30	13.20	18.10	10.90	10.20	76.83	165.45
2020	Feb	9	11.90	18.80	9.00	5.40	82.88	169.76	2020	Ene	31	12.80	19.50	10.20	24.60	73.58	223.45
2020	Feb	10	11.60	17.40	8.80	15.00	88.78	135.95	2020	Feb	1	13.10	20.40	10.10	1.30	76.69	164.81
2020	Feb	11	12.90	18.60	9.40	7.40	80.30	231.31	2020	Feb	2	14.30	21.20	10.20	1.30	66.83	241.82
2020	Feb	12	11.10	16.80	7.70	12.00	84.85	190.63	2020	Feb	3	14.30	19.90	9.70	4.10	76.83	165.45
2020	Feb	13	12.40	17.60	9.00	6.20	80.91	185.71	2020	Feb	4	14.90	19.60	10.80	0.50	76.83	165.45
2020	Feb	14	12.40	17.90	8.90	2.00	82.03	212.56	2020	Feb	5	15.50	21.50	10.20	0.00	66.83	241.82
2020	Feb	15	13.60	20.60	8.90	4.20	80.05	264.64	2020	Feb	6	16.10	23.50	10.40	0.00	76.83	165.45
2020	Feb	16	12.50	18.70	7.90	2.20	78.25	272.17	2020	Feb	7	14.40	20.50	10.70	1.00	76.83	165.45
2020	Feb	17	12.90	22.10	6.10	0.00	78.81	301.74	2020	Feb	8	13.70	19.60	10.20	1.00	71.84	197.69
2020	Feb	18	11.70	19.40	8.10	15.60	83.86	218.76	2020	Feb	9	13.20	17.40	10.60	4.10	65.53	173.96
2020	Feb	19	13.20	19.80	9.30	0.00	80.17	247.40	2020	Feb	10	15.10	22.50	10.30	0.30	76.69	164.81
2020	Feb	20	11.80	18.20	8.30	2.80	79.76	216.33	2020	Feb	11	15.80	21.10	11.00	0.00	71.84	197.69
2020	Feb	21	10.40	13.80	8.70	8.80	89.61	91.26	2020	Feb	12	12.50	18.20	9.40	4.30	66.83	241.82
2020	Feb	22	12.60	18.10	8.80	1.20	79.14	198.15	2020	Feb	13	12.70	19.40	9.70	3.60	67.38	464.18
2020	Feb	23	13.80	20.60	8.10	0.20	76.76	306.46	2020	Feb	14	14.80	23.90	9.40	0.00	69.28	162.44
2020	Feb	24	13.60	20.40	9.20	1.00	76.96	275.38	2020	Feb	15	16.10	22.90	10.40	1.00	61.52	230.19
2020	Feb	25	13.40	18.60	10.00	0.00	78.00	186.84	2020	Feb	16	14.80	23.60	10.30	15.00	76.83	165.45
2020	Feb	26	12.10	17.70	8.90	8.20	80.07	194.42	2020	Feb	17	13.50	18.40	10.20	6.60	65.53	173.96
2020	Feb	27	13.10	18.70	9.10	1.80	78.49	204.89	2020	Feb	18	12.80	19.30	10.50	11.90	61.52	230.19
2020	Feb	28	13.20	19.10	8.80	2.40	79.23	205.34	2020	Feb	19	15.30	23.20	10.60	3.00	64.92	236.74
2020	Feb	29	13.30	20.10	9.10	2.40	80.76	286.48	2020	Feb	20	12.10	16.50	9.80	10.90	66.83	241.82
2020	Mar	1	12.90	18.90	9.10	1.60	80.55	298.57	2020	Feb	21	14.40	20.90	8.40	0.00	76.69	164.81
2020	Mar	2	14.00	21.40	9.20	1.20	73.28	339.95	2020	Feb	22	16.40	23.70	9.80	0.00	61.52	230.19
2020	Mar	3	12.80	21.10	7.30	9.80	79.39	284.48	2020	Feb	23	16.80	25.40	10.80	0.50	63.50	265.06
2020	Mar	4	13.30	20.20	8.70	9.00	74.01	234.29	2020	Feb	24	14.70	24.70	9.90	4.30	69.28	162.44
2020	Mar	5	12.30	21.40	7.20	11.20	76.92	274.42	2020	Feb	25	13.30	23.80	7.60	1.30	76.83	165.45
2020	Mar	6	12.30	20.90	7.80	0.60	78.39	245.11	2020	Feb	26	15.00	22.10	8.70	0.00	63.50	265.06

2020	Mar	7	12.40	20.90	5.80	2.40	76.14	311.47	2020	Feb	27	14.40	21.30	10.90	7.90	69.28	162.44
2020	Mar	8	12.10	20.70	7.50	5.80	76.74	274.00	2020	Feb	28	13.80	20.00	9.10	6.90	64.92	236.74
2020	Mar	9	12.70	20.20	6.90	2.80	75.73	247.19	2020	Feb	29	16.80	25.40	10.80	0.50	67.81	244.33
2020	Mar	10	11.30	19.10	5.20	13.20	74.99	272.43	2020	Mar	1	17.80	18.50	17.30	0.00	69.28	162.44
2020	Mar	11	10.50	18.50	5.90	2.20	77.01	218.08	2020	Mar	2	18.70	24.50	11.40	1.80	64.92	236.74
2020	Mar	12	11.80	18.00	7.90	0.00	81.25	231.01	2020	Mar	3	15.70	23.60	10.60	0.20	67.81	244.33
2020	Mar	13	11.90	17.70	5.90	0.00	77.51	185.30	2020	Mar	4	16.10	23.60	11.10	0.00	68.74	236.10
2020	Mar	14	12.80	21.80	8.60	0.80	77.21	248.09	2020	Mar	5	16.30	22.90	11.70	0.00	69.28	162.44
2020	Mar	15	12.90	19.90	8.40	1.60	75.61	244.47	2020	Mar	6	16.20	22.90	11.40	0.00	65.53	173.96
2020	Mar	16	11.40	16.40	8.20	0.40	79.81	168.06	2020	Mar	7	15.90	22.90	9.60	0.00	63.50	265.06
2020	Mar	17	11.90	20.90	6.60	2.00	76.88	286.21	2020	Mar	8	16.40	24.50	11.10	0.00	76.83	165.45
2020	Mar	18	12.10	17.90	7.90	0.00	81.11	180.46	2020	Mar	9	15.40	24.10	8.40	6.00	65.25	764.25
2020	Mar	19	13.40	20.60	8.00	8.60	75.27	272.72	2020	Mar	10	14.60	23.40	8.10	1.60	55.09	407.32
2020	Mar	20	12.30	18.30	8.10	2.80	77.42	214.02	2020	Mar	11	13.60	20.60	7.60	4.00	68.74	236.10
2020	Mar	21	11.60	18.20	6.80	2.20	79.15	198.84	2020	Mar	12	15.70	22.80	11.10	0.00	65.67	248.54
2020	Mar	22	13.20	19.40	9.00	1.00	75.74	238.50	2020	Mar	13	14.30	19.80	8.90	0.00	65.53	173.96
2020	Mar	23	12.50	19.30	6.70	0.20	78.40	206.10	2020	Mar	14	13.90	23.70	9.30	0.00	61.52	230.19
2020	Mar	24	11.60	20.50	6.10	9.80	82.35	238.82	2020	Mar	15	15.40	24.30	10.00	4.60	63.50	265.06
2020	Mar	25	12.30	20.90	7.00	6.20	79.35	260.90	2020	Mar	16	13.10	18.30	10.60	5.80	59.19	216.73
2020	Mar	26	12.80	20.90	6.30	7.80	77.28	280.95	2020	Mar	17	13.70	21.90	7.50	11.00	64.92	236.74
2020	Mar	27	12.60	19.90	7.40	10.60	79.66	239.91	2020	Mar	18	13.80	20.00	9.30	0.00	67.81	244.33
2020	Mar	28	11.60	19.60	8.90	8.80	84.74	185.45	2020	Mar	19	15.10	24.10	7.30	0.00	69.88	223.34
2020	Mar	29	12.10	17.60	8.30	0.00	82.70	171.73	2020	Mar	20	13.80	19.60	9.20	12.00	65.19	214.86
2020	Mar	30	11.80	18.30	7.80	0.00	80.21	194.32	2020	Mar	21	13.50	19.30	9.00	5.00	67.42	149.72
2020	Mar	31	12.10	19.90	7.60	14.60	77.02	226.49	2020	Mar	22	15.40	22.10	10.60	0.60	75.13	163.22
2020	Abr	1	11.60	19.10	5.90	0.00	73.23	250.29	2020	Mar	23	14.60	20.70	9.90	0.00	68.89	212.54
2020	Abr	2	10.40	19.30	2.80	0.00	78.11	233.85	2020	Mar	24	14.80	22.80	9.00	4.60	82.63	121.68
2020	Abr	3	11.30	19.50	4.40	0.00	78.32	239.23	2020	Mar	25	14.70	24.50	9.60	3.40	70.84	204.56
2020	Abr	4	11.40	16.80	7.80	0.00	82.21	171.47	2020	Mar	26	15.70	24.30	8.50	0.20	74.32	144.43
2020	Abr	5	11.70	18.90	5.40	3.20	79.95	169.19	2020	Mar	27	15.10	22.60	10.70	3.00	68.38	243.96
2020	Abr	6	11.60	19.60	5.80	4.00	78.04	204.00	2020	Mar	28	13.30	21.00	10.30	4.20	80.18	195.52
2020	Abr	7	11.20	21.10	3.10	0.00	80.51	241.15	2020	Mar	29	14.70	19.70	10.80	0.20	76.15	136.85
2020	Abr	8	12.40	19.80	8.00	4.80	78.88	189.96	2020	Mar	30	15.10	20.90	11.60	0.40	72.20	247.62
2020	Abr	9	12.40	20.10	7.70	0.00	77.74	241.28	2020	Mar	31	14.40	22.10	9.10	9.20	75.08	197.79
2020	Abr	10	11.40	20.20	4.90	0.20	76.70	185.84	2020	Abr	1	13.90	20.70	9.40	0.60	74.47	219.79
2020	Abr	11	11.50	22.00	2.90	0.00	68.27	294.15	2020	Abr	2	14.20	21.90	6.40	0.00	77.67	218.32
2020	Abr	12	10.40	21.10	1.80	0.00	74.11	274.56	2020	Abr	3	14.60	22.80	7.90	0.00	70.37	270.01
2020	Abr	13	10.90	21.80	1.90	0.00	71.28	294.48	2020	Abr	4	13.60	18.80	10.30	0.00	75.94	177.51
2020	Abr	14	10.10	20.80	1.10	0.00	68.59	282.98	2020	Abr	5	13.80	21.30	8.70	0.00	83.38	141.18
2020	Abr	15	10.30	20.40	0.50	0.00	69.16	295.77	2020	Abr	6	14.80	22.80	8.90	0.00	73.93	135.01
2020	Abr	16	9.80	19.80	1.60	0.00	71.42	228.14	2020	Abr	7	14.70	25.20	7.20	0.00	70.67	146.84
2020	Abr	17	8.30	15.30	3.40	1.40	84.64	152.09	2020	Abr	8	15.70	24.30	10.30	1.20	72.97	203.46
2020	Abr	18	10.60	18.40	5.10	0.60	78.24	278.58	2020	Abr	9	14.90	25.50	9.60	0.00	69.51	197.69
2020	Abr	19	10.30	19.30	3.80	0.00	74.58	260.45	2020	Abr	10	14.50	24.40	7.50	0.00	65.87	244.66
2020	Abr	20	9.40	20.30	0.20	0.00	72.29	239.20	2020	Abr	11	16.00	26.30	6.90	0.00	67.55	186.74
2020	Abr	21	9.60	19.70	1.70	0.00	74.78	240.00	2020	Abr	12	15.60	26.10	7.40	0.00	78.07	158.25

2020	Abr	22	10.70	20.80	2.40	0.00	74.49	264.10	2020	Abr	13	16.10	26.20	8.10	0.00	76.95	115.67
2020	Abr	23	9.20	15.80	4.10	0.00	82.99	126.63	2020	Abr	14	15.90	26.60	7.70	0.00	71.04	151.32
2020	Abr	24	10.50	19.80	3.80	0.00	76.70	249.23	2020	Abr	15	15.00	24.80	7.60	0.00	69.42	219.76
2020	Abr	25	11.20	21.60	3.10	0.00	76.59	228.81	2020	Abr	16	14.70	23.80	8.70	0.00	69.96	188.09
2020	Abr	26	10.20	16.20	5.80	0.00	83.04	126.48	2020	Abr	17	13.60	19.80	9.60	0.00	73.27	209.32
2020	Abr	27	10.90	17.60	6.30	0.00	79.31	160.07	2020	Abr	18	14.30	23.90	8.30	0.00	68.78	208.31
2020	Abr	28	12.10	20.40	6.30	1.40	77.50	236.29	2020	Abr	19	12.70	23.30	4.00	0.00	57.33	264.60
2020	Abr	29	11.60	19.80	6.70	2.60	80.44	206.96	2020	Abr	20	12.90	23.00	3.60	0.00	62.92	228.81
2020	Abr	30	11.90	21.40	5.90	0.20	76.41	229.92	2020	Abr	21	12.80	24.00	3.10	0.00	59.10	235.35
2020	May	1	12.40	20.60	6.70	0.00	72.90	246.29	2020	Abr	22	14.40	23.60	5.90	0.00	59.64	251.08
2020	May	2	9.60	18.60	5.20	0.20	84.07	143.22	2020	Abr	23	14.60	22.40	10.00	0.00	63.41	244.83
2020	May	3	10.00	16.90	5.90	15.40	83.81	127.53	2020	Abr	24	14.30	21.60	6.80	0.00	61.33	187.70
2020	May	4	9.10	17.10	3.70	5.80	81.98	139.48	2020	Abr	25	14.50	23.10	6.80	0.00	65.13	112.25
2020	May	5	12.20	21.40	5.50	0.00	68.48	244.66	2020	Abr	26	14.10	19.10	9.70	0.00	60.20	212.77
2020	May	6	11.20	19.50	4.00	2.80	76.84	189.83	2020	Abr	27	15.10	22.60	10.70	0.00	63.16	203.05
2020	May	7	11.30	18.20	6.20	1.60	80.39	148.45	2020	Abr	28	15.70	26.30	9.90	0.00	58.01	222.68
2020	May	8	11.10	20.60	4.10	0.00	77.33	209.82	2020	Abr	29	15.40	22.80	8.80	0.00	59.22	224.97
2020	May	9	12.70	21.90	6.60	0.00	75.44	227.07	2020	Abr	30	15.80	24.80	8.40	0.00	62.97	214.68
2020	May	10	12.30	21.80	5.80	0.00	77.00	240.33	2020	May	1	16.60	24.20	11.80	0.00	67.45	140.97
2020	May	11	11.00	21.00	4.10	0.00	73.82	227.66	2020	May	2	13.70	19.80	9.90	0.40	66.56	188.14
2020	May	12	9.80	20.80	0.80	0.00	70.83	239.91	2020	May	3	12.50	17.80	9.10	6.00	67.12	180.65
2020	May	13	9.40	20.60	-0.30	0.00	63.94	234.00	2020	May	4	12.10	18.80	7.30	1.40	68.23	100.48
2020	May	14	9.80	21.00	1.10	0.00	66.73	230.57	2020	May	5	15.30	25.40	8.70	0.00	62.61	150.63
2020	May	15	9.50	20.90	0.90	0.00	68.73	229.61	2020	May	6	13.80	23.70	9.10	1.40	64.66	198.48
2020	May	16	9.50	19.00	1.90	0.00	74.66	188.33	2020	May	7	14.10	20.70	8.30	0.20	62.40	187.46
2020	May	17	9.70	20.40	2.50	0.00	72.31	216.88	2020	May	8	14.60	24.20	7.70	0.00	60.12	155.13
2020	May	18	8.80	20.90	0.60	0.00	75.39	208.52	2020	May	9	16.40	26.50	9.70	0.00	59.05	194.73
2020	May	19	9.20	21.40	1.60	0.00	72.54	228.30	2020	May	10	16.30	26.10	9.80	0.00	71.69	91.76
2020	May	20	9.70	20.80	1.40	0.00	73.66	237.64	2020	May	11	15.30	26.10	7.60	0.00	78.23	78.30
2020	May	21	9.20	17.30	2.90	0.20	78.01	130.38	2020	May	12	14.70	25.60	6.40	0.00	77.94	107.27
2020	May	22	7.40	16.20	0.20	0.00	83.84	119.64	2020	May	13	14.00	24.50	5.10	0.00	66.22	188.71
2020	May	23	11.30	20.90	2.80	0.00	73.02	222.14	2020	May	14	14.40	25.10	5.60	0.00	76.46	155.18
2020	May	24	9.60	20.10	1.80	0.00	70.67	200.70	2020	May	15	14.40	24.30	6.70	0.00	74.07	112.37
2020	May	25	8.40	21.20	-2.30	0.00	57.44	236.73	2020	May	16	12.50	19.70	6.00	0.00	70.58	145.76
2020	May	26	7.20	20.10	-4.90	0.00	55.29	237.70	2020	May	17	13.60	24.40	4.20	0.00	63.81	196.53
2020	May	27	8.20	21.20	-2.40	0.00	63.25	237.36	2020	May	18	12.50	24.10	5.60	3.20	65.54	186.00
2020	May	28	8.80	21.70	-1.80	0.00	63.22	224.22	2020	May	19	13.30	24.60	4.20	0.00	66.13	199.19
2020	May	29	8.70	21.50	-1.70	0.00	62.83	232.67	2020	May	20	13.00	22.90	5.30	0.00	60.05	185.94
2020	May	30	7.70	20.90	-3.30	0.00	59.17	231.93	2020	May	21	13.90	22.60	6.90	0.00	56.64	166.10
2020	May	31	7.50	20.60	-3.70	0.00	58.88	227.68	2020	May	22	11.20	20.00	5.20	0.20	59.29	187.24
2020	Jun	1	8.10	20.30	-1.10	0.00	64.57	228.82	2020	May	23	14.60	24.90	6.60	0.00	59.91	181.36
2020	Jun	2	8.30	20.40	-0.10	0.00	64.19	210.34	2020	May	24	13.50	24.60	6.20	0.00	63.22	140.83
2020	Jun	3	7.40	15.60	0.50	0.00	72.86	113.96	2020	May	25	11.90	25.30	1.90	0.00	59.17	178.84
2020	Jun	4	8.40	16.60	-0.10	0.00	77.72	157.21	2020	May	26	12.90	22.70	1.20	0.00	70.10	163.45
2020	Jun	5	9.80	17.20	4.80	0.00	73.97	136.86	2020	May	27	16.40	24.80	5.10	0.00	64.15	187.16
2020	Jun	6	8.80	15.10	2.90	0.80	81.39	120.77	2020	May	28	12.20	25.00	0.60	0.00	67.28	157.43

2020	Jun	7	7.90	18.10	1.10	0.00	80.34	151.05	2020	May	29	12.60	23.30	2.80	0.00	64.13	144.11
2020	Jun	8	9.60	21.70	-0.70	0.00	70.88	207.91	2020	May	30	11.90	24.70	1.60	0.00	75.41	92.04
2020	Jun	9	11.20	23.20	2.40	0.00	68.69	219.04	2020	May	31	11.90	24.20	1.30	0.00	65.25	166.08
2020	Jun	10	11.10	20.90	3.60	0.00	71.66	204.11	2020	Jun	1	12.50	23.20	3.20	0.00	58.74	151.97
2020	Jun	11	11.10	22.10	3.60	0.00	68.79	214.09	2020	Jun	2	5.70	9.50	3.60	0.00	46.96	171.74
2020	Jun	12	9.60	22.30	0.70	0.00	72.05	199.11	2020	Jun	3	14.50	24.10	5.40	0.00	63.55	0.36
2020	Jun	13	9.70	20.50	0.90	0.00	72.08	209.32	2020	Jun	4	14.50	20.90	8.10	0.00	23.78	154.83
2020	Jun	14	10.30	19.60	3.20	0.60	75.10	199.09	2020	Jun	5	12.80	24.50	3.20	0.00	40.13	169.83

Tabla 74. Prueba de Kolmogorov que verifica la homogeneidad de varianzas del estudio desarrollado en las dos localidades

Variable	media	varianza	Estadístico D	p-valor
N° plantas/m ²	113.19	518.53	1	<0.0001
N° espigas/m ²	361.53	7579.01	1	<0.0001
N° granos por espiga	51.81	70.1	1	<0.0001
Días a espigado	63.43	31.94	1	<0.0001
Días a madurez fisiológica	157.43	31.94	1	<0.0001
Altura de planta (cm)	98.46	132.58	1	<0.0001
Tamaño de espiga (cm)	9.24	1.1	1	<0.0001
Peso de mil granos (g)	47.74	12.25	1	<0.0001
Rendimiento (t/ha)	5.16	1.91	0.99	<0.0001

Tabla 75. Coeficientes de correlación de Pearson para las variables en estudio

	Altura de planta	Rendimiento	Tamaño de espiga	Peso mil granos	Peso Hectolítrico
Altura de planta	1.000000				
Rendimiento	0.870362	1.000000			
Tamaño de espiga	0.988564	0.876585	1.000000		
Peso mil granos	0.961277	0.924777	0.956918	1.000000	
Peso Hectolítrico	0.579667	0.732676	0.556951	0.624147	1.000000

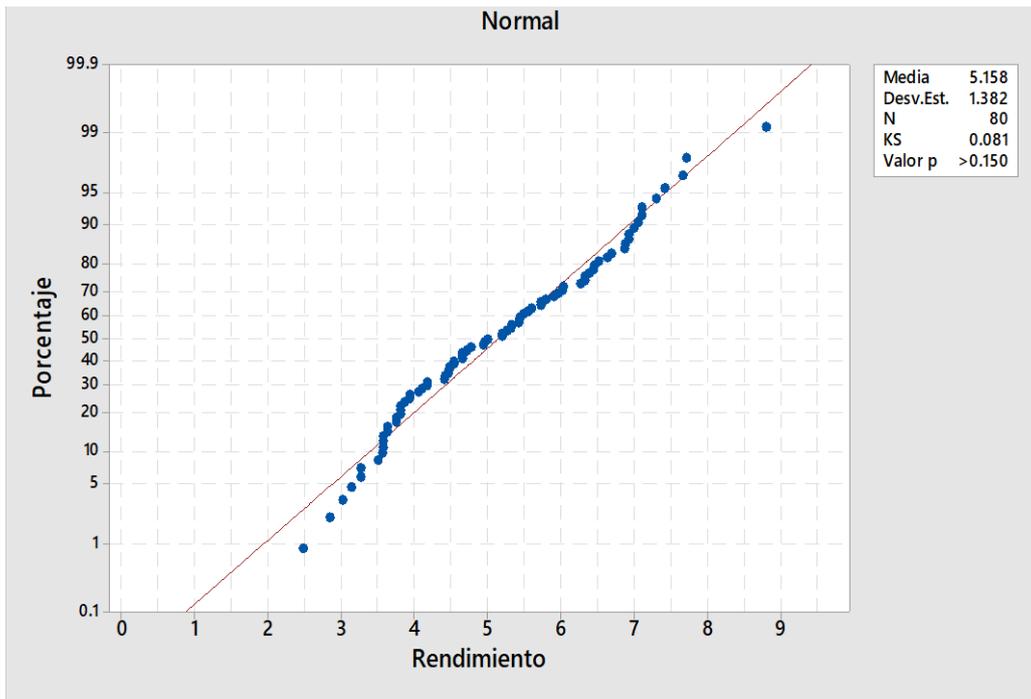


Figura 38. Prueba de normalidad para la variable rendimiento

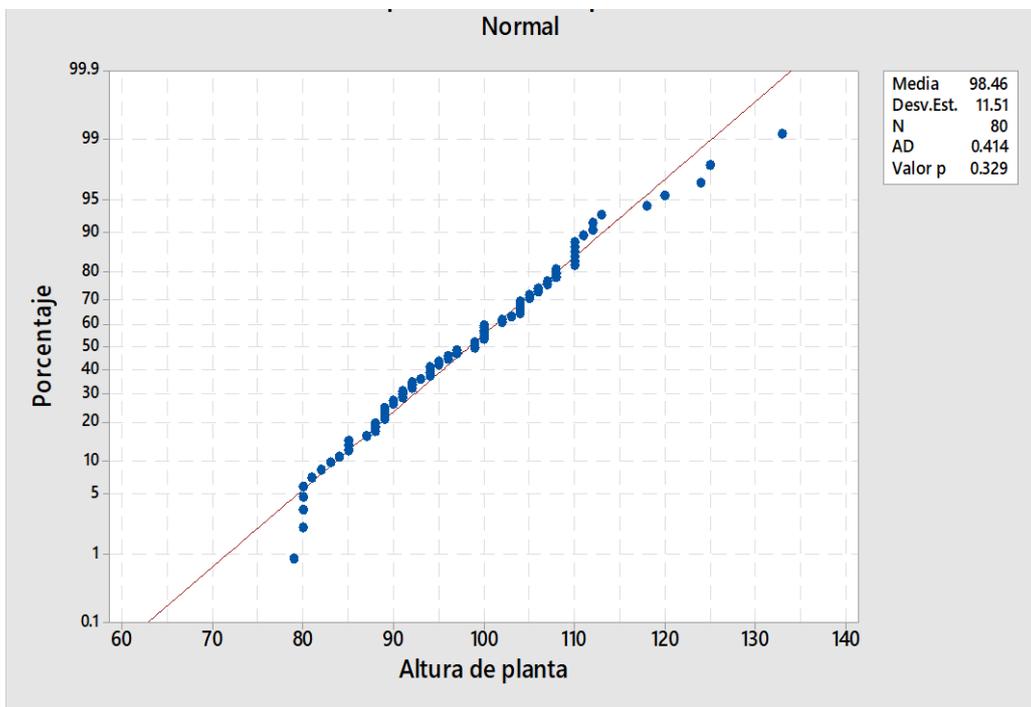


Figura 39. Prueba de normalidad para la variable altura de planta

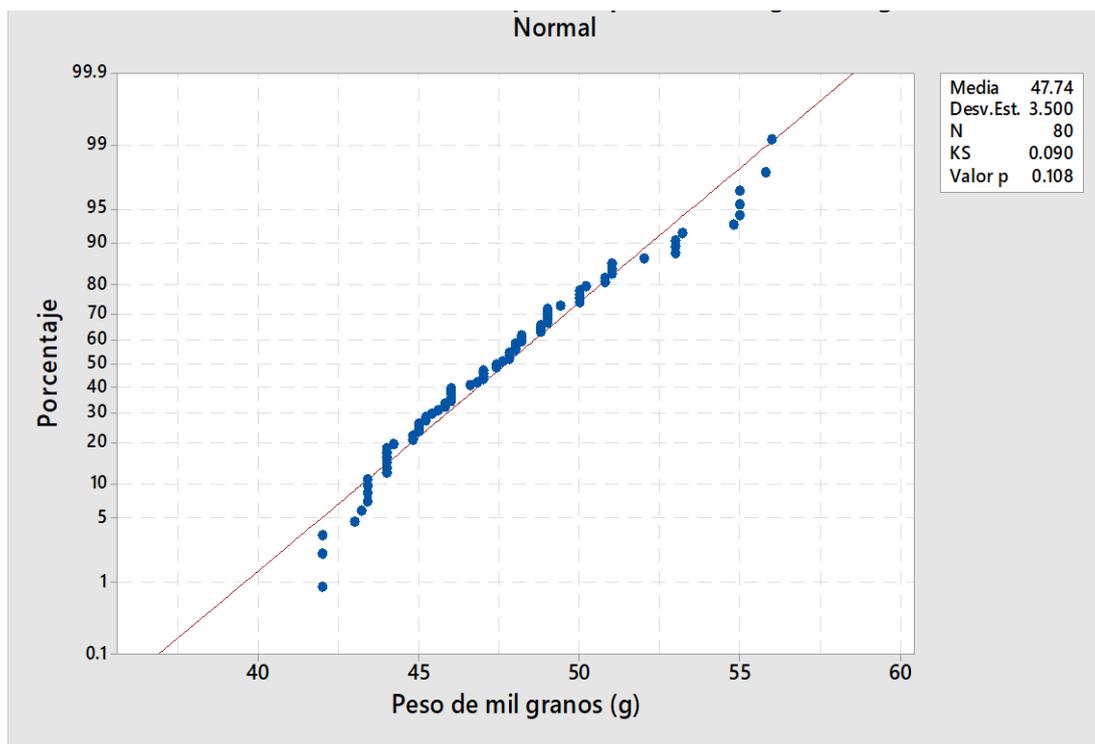


Figura 40. Prueba de normalidad para la variable peso de mil granos



Figura 41. Características de grano de las diez variedades en estudio



Figura 42. Parcela experimental ubicada en la localidad de Taray



Figura 43. Parcela experimental ubicada en la localidad de Zurite



Figura 44. Evaluación de días a espigado en la localidad de Taray



Figura 45. Evaluación de días a espigado en la localidad de Zurite



Figura 46. Inicio de la labor de cosecha con el corte manual por cada tratamiento



Figura 47. Trilla mecanizada de los tratamientos en estudio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú

UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

NO0625-19-LAQ

SOLICITANTE: INIA -SEAC
 MUESTRA : SUELO FINCA E.E.EA. ANEXO TARAY
 PROPIETARIO: INIA
 CULTIVO : TRIGO M-2 (15 cm)
 UBICACION : TARAY-CALCA-CUSCO
 FECHA : C/09/11/2019

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

pH	8.05
C.E. umhos/cm	0.85
Materia Orgánica %	2.70
Nitrógeno %	0.13
Fosforo ppm P ₂ O ₅	2.96
Potasio ppm K ₂ O	274.90
C.I.C. meq/100	10.20
Carbonatos %	1.24
Acidez Cambiable meq/100	0.00
Calcio meq/100	5.85
Magnesio meq/100	2.81
Potasio meq/100	5.85
Sodio meq/100	0.94
Textura:	
Arena %	79
Limo %	18
Arcilla %	3

CUSCO 16/11/19


 Director del Servicio de San Antonio Abad del Cusco
 Unidad de Prestación de Servicio LAQ010

 Miquelina Triguero Arvelo
 22/01/2019 10:58

Figura 48: Resultados de análisis de suelos de la localidad de Taray



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
 Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA
INFORME DE ANÁLISIS

Nº0624-LAQ

SOLICITANTE: INIA ESAC
 MUESTRA : SUELO FINCA E.E.A.
 PROPIETARIO: INIA
 CULTIVO : TRIGO M-1 (15cm)
 UBICACION : ZURITE-ANTA-CUSCO
 FECHA : 09/11/2019
 RESULTADO ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:

=====	
pH	7.40
C.E. mmhos/cm	0.71
Materia Orgánica %	3.20
Nitrógeno %	0.152
Fosforo ppm P ₂ O ₅	4.60
Potasio ppm K ₂ O	220.80
C.I.L. meq/100	12.80
Carbonatos %	0.82
Acidez Cambiable meq/100	0.00
Calcio meq/100	4.70
Magnesio meq/100	5.55
Potasio meq/100	4.70
Sodio meq/100	0.82
Textura:	
Arena %	64
Limo %	29
Arcilla %	7
=====	

Cusco 16/11/19

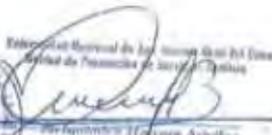

 He Aquilino Higuera Arceles
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO
 DE ANÁLISIS QUÍMICO

figura 49: Resultados de análisis de suelos de la localidad de Zurite

INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE SECANO EN EL RENDIMIENTO DE TRIGO HARINERO (*Triticum aestivum* L.) EN TARAY Y ZURITE – CUSCO 2019-2020

Cuba Mellado, Gloria¹
Álvarez Caceres, Aquilino²

RESUMEN

El déficit hídrico como consecuencia del cambio climático afecta principalmente en zonas en secano generando una baja producción, por estos motivos la investigación buscó “Determinar la influencia de las condiciones de secano y el rendimiento de 10 variedades de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) en los Distritos de Taray y Zurite 2019-2020”, se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones por localidad. Los resultados muestran diferencias claras en el comportamiento de los cultivares con mayor rendimiento (7.20 t/ha con ESPIGA MISHA en Zurite y en Taray 4.86 t/ha para EL NAZARENO), la altitud de los ambientes asociado a la temperatura y precipitación influyen en las fases fenológicas siendo la madurez fisiológica a los 162 y 153 días en Zurite y Taray, los datos históricos de temperaturas y precipitación muestran evidencias de la variabilidad climática que se presenta con disminución de la precipitación, temperatura máxima e incremento de la temperatura mínima.

ABSTRACT

The water deficit as a consequence of climate change mainly affects rainfed areas generating low production, for these reasons the research sought to "Determine the influence of dryland conditions and the yield of 10 varieties of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) in the Districts of Taray and Zurite 2019-2020", a completely randomized block design with four replications per locality was used. The results show clear differences in the behavior of the cultivars with the highest yield (7.20 t/ha with ESPIGA MISHA in Zurite and 4.86 t/ha with EL NAZARENO in Taray), the altitude of the environments associated with temperature and precipitation influence the Phenological phases being the physiological maturity at 162 and 153 days in Zurite and Taray, the historical data of temperatures and precipitation show evidence of climatic variability that occurs with decrease in precipitation, maximum temperature and increase in minimum temperature

PALABRAS CLAVE

Clima, cultivares de trigo, rendimiento, secano, fenología

¹ Ingeniero. Agrónomo, Universidad Nacional de San Antonio abad del Cusco, gloriacuba2906@gmail.com

² Doctor. Docente de la Facultad de Ciencias Agrarias-Universidad Nacional de Sa Antonio Abad del Cusco, aquilino.alvarez@unsaac.edu.pe

INTRODUCCION

La producción de alimentos a nivel mundial está siendo afectada por consecuencia del cambio climático y los países de América Latina a mediano y largo plazo serán los más afectados debido al calentamiento de las regiones montañosas siendo uno de los efectos de este fenómeno el retroceso glaciar (Barco, Vargas, & Real, 2009), así mismo (Sara, 2017, p.328) señala que un déficit de agua en el suelo afecta a los procesos fisiológicos del cultivo de trigo que repercuten en la disminución del rendimiento, también afirma que un exceso de precipitación puede afectar negativamente al cultivo. Por otro lado (Amado, 2016), en su investigación señala que el déficit hídrico tuvo un efecto significativo ($p < 0.01$) para altura planta y $p < 0.05$ para longitud de espiga en las líneas GO4 (LM 08B PITH28) y G11 (ERTH-102 VM) que vieron reducidas en estos caracteres en 6 a 8 cm, con consecuencia de menor rendimiento de grano. Así mismo señala que la disminución de días entre las etapas fenológicas de anthesis y madurez de grano fue significativa con déficit hídrico; también (Yana, 2018), al evaluar genotipos de trigo tolerantes a sequía, concluye que en La Molina altura planta obtiene una correlación significativa ($r = 0.262$) y (sequia) y en Junín un ($r = -0.004$) con un (P -valor = 0.05). Bajo estas condiciones el trigo es el cereal más consumido en el mundo siendo el consumo per cápita de 67.8 Kg anuales (Juárez, 2019), particularmente en el Perú y el Cusco su cultivo se desarrolla predominantemente desde los 2000 msnm en condiciones de secano sujeto a la presencia precipitaciones donde la producción es limitada principalmente por el escaso número de variedades de trigo resistentes a sequía, inadecuadas tecnologías de producción de trigo, limitada investigación en el desarrollo de variedades, que permite identificar como principal problema la baja producción de trigo debido a la escasa disponibilidad de variedades adaptadas a las condiciones de cultivo bajo precipitación. Frente a ello se planteó como objetivo general “Determinar la influencia de las condiciones de secano y el rendimiento de grano de 10 variedades de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) en los Distritos de Taray y Zurite, campaña agrícola 2019-2020” y como objetivos específicos: i) Evaluar los rendimientos de grano de 10 variedades de trigo harinero, ii) Evaluar el comportamiento fenológico de 10 variedades de trigo en condiciones de secano en los Distritos de Taray y Zurite durante la campaña agrícola 2019-2020 y iii) Analizar el comportamiento de las condiciones climatológicas de precipitación y temperatura en las mismas condiciones y su relación con la producción del cultivo de trigo.

Entre los principales resultados se encontró que existe diferencias de rendimiento entre las variedades, con una correlación directa para el rendimiento, el tamaño de espiga y el peso de mil granos; la altitud de los ambientes asociado a la temperatura y precipitación fueron determinantes en la fenología de las variedades siendo el menor periodo vegetativo en Taray, finalmente se concluye que bajo estos escenarios de clima de ambas localidades se ha identificado a la variedad INIA 434 ESPIGA MISHA con mejor respuesta productiva a las influencias de las condiciones de cultivo en secano.

MATERIALES Y METODOS

La investigación fue de tipo aplicada con dos variables (Vara-Horna, 2012, p.202), explicativo de naturaleza cuantitativa (Hernández, 2014, p.95), se desarrolló en la campaña agrícola 2019-2020 en la localidad de Taray a 2968 msnm y en Zurite a 3420 msnm en las provincias de Calca y Anta respectivamente del departamento de Cusco, utilizando el diseño experimental de Bloques Completamente al Azar con cuatro repeticiones en cada localidad para evaluar 10 variedades comerciales de trigo harinero desarrolladas por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) en diferentes regiones del país con un área por unidad experimental de 28.80 m² y área experimental por localidad de 1,296 m².

En el manejo de la investigación la preparación del terreno fue mecanizada, la siembra manual con densidad de siembra de 120 kg/ha, fertilización química a nivel de 80-80 00 de K, P₂O₅, K₂O, control químico de malezas, cosecha semimecanizada, limpieza y selección de granos mecanizada, La unidad experimental fue la parcela de 21 m² (área central) y el tamaño de muestra estuvo en base a los parámetros de evaluación, para los caracteres cualitativos por observación de la parcela completa y para la evaluación de rendimiento se consideró el área central de cada parcela, para el acopio de la información climatológica fue a partir de la información de las Estaciones Meteorológicas del INIA en Zurite y Taray y datos históricos de 34 años del SENAMHI, para las evaluaciones fenológicas según las escalas Zadoks señalado por (Castillo et al., 2015) y para los componentes de rendimiento a través de mediciones utilizando instrumentos de precisión. Los análisis de resultados se desarrollaron utilizando el software estadístico Infostat de libre acceso para analizar con el modelo lineal para el análisis de varianza por localidad y análisis combinado siguiente:

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

donde:

- ✓ Y_{ij} respuesta observada correspondiente al i -ésimo tratamiento en el j -ésimo bloque, con $i = 1, 2, \dots, t$ y $j = 1, 2, \dots, r$
- ✓ μ = efecto medio general común a todas las observaciones
- ✓ τ_i = efecto del i -ésimo tratamiento en la variable dependiente, y mide el alejamiento de la media μ en relación con μ .
- ✓ β_j = efecto del j -ésimo bloque en la variable dependiente, y mide el alejamiento de la media μ en relación con μ .
- ✓ ε_{ij} = error aleatorio no observable atribuido a la observación Y_{ij}

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

Donde:

- ✓ Y_{ijk} representa la respuesta de la k -ésima repetición en el i -ésimo nivel del factor A y j -ésimo nivel de factor B
- ✓ μ representa una media general,
- ✓ α_i el efecto que produce el i -ésimo nivel del factor A
- ✓ β_j corresponde al efecto del j -ésimo nivel del factor B
- ✓ δ_{ij} los efectos adicionales (interacciones) para cada combinación de los niveles de los factores
- ✓ ε_{ijk} es el error asociado a la observación ijk -ésima que como siempre se supone normal e independiente con esperanza cero y varianza común σ^2 .

RESULTADOS

Tabla 01. Medidas de resumen para los parámetros evaluados

Variabes	Zurite	Taray
Número de plantas/m ²	249±19.52	256 ± 15.93
Número de espigas/m ²	748±58.03	640 ± 39.93
Número granos por espiga	52±8.33	52 ± 8.52
Días a espigado	68±2.99	59 ± 3.58
Días a madurez fisiológica	162±2.99	153 ± 3.58
Altura de planta (cm)	104.23±9.93	92.7 ± 10.09
Tamaño de espiga (cm)	8.95±0.95	9.53 ± 1.08
Peso de mil granos (g)	48.45±3.77	47.02 ± 3.09
Peso Hectolitrico (kg/hl)	79.83±1.45	81.2 ± 0.87
Longitud de grano (mm)	6.87±0.41	6.86 ± 0.35
Ancho de grano (mm)	3.54±0.28	3.57 ± 0.18
Rendimiento (t/ha)	6.24±0.97	4.08 ± 0.72

Tabla 02. Análisis de varianza combinado para el rendimiento (t/ha)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Localidad	93.4049	1	93.4049	349.6115	<0.0001
Repetición (Localidad)	23.7	6	3.95	14.7847	<0.0001
Tratamiento	9.6704	9	1.0745	4.0218	0.0006
Localidad*Tratamiento	9.7125	9	1.0792	4.0393	0.0005
Error	14.4271	54	0.2672		
Total	150.9149	79			

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento (t/ha)	80	0.9044	0.8601	10.0219

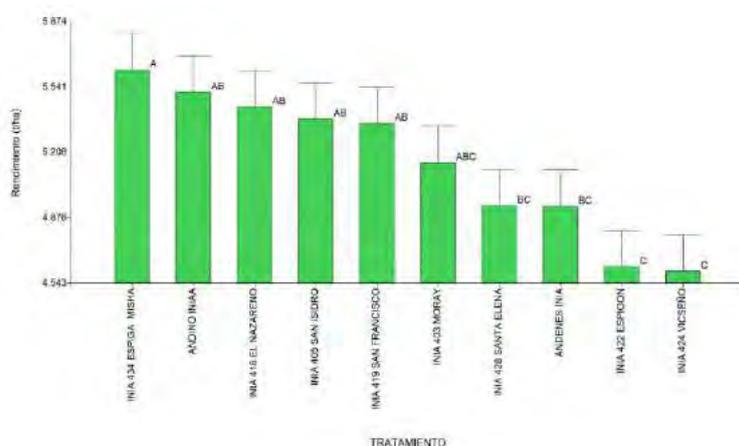


Figura 01. Comparación del rendimiento promedio (t/ha) de los tratamientos en estudio en las dos localidades

De los análisis de correlación y regresión desarrollados para las principales variables, encontramos que existe una relación significativa para rendimiento versus los días a espigado y la madurez fisiológica con un valor de $r=0.62$, también la correlación entre rendimiento y altura planta es significativa con un $r=0.44$, estos tres casos presentan una correlación positiva, por otro lado los resultados muestran una correlación significativa inversa entre el peso hectolitrico y la altura planta con un $r=-0.42$, la correlación entre rendimiento y peso de mil granos es estadísticamente significativa con un $r=0.23$, sin embargo la correlación entre peso hectolitrico y rendimiento es significativo inversa con un $r=-0.33$.

Tabla 03. Promedio de duración de días a cada fase fenológica desde la siembra de las diez variedades en estudio

Fase Fenológica	Zurite	Taray
Emergencia	8 ± 1	7 ± 1
Macollamiento	41 ± 2	34 ± 2
Elongación del tallo	52 ± 3	44 ± 3
Espigado	68 ± 2	59 ± 2
Antesis	83 ± 2	71 ± 2
Madurez fisiológica	162 ± 2	153 ± 2
Madurez de cosecha	172 ± 2	164 ± 2

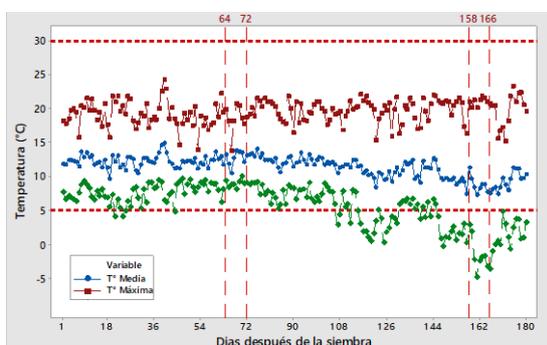


Figura 02. Temperaturas (°C) máxima, media y mínima durante el desarrollo del ensayo en Zurite, (diciembre 2019 a junio 2020)

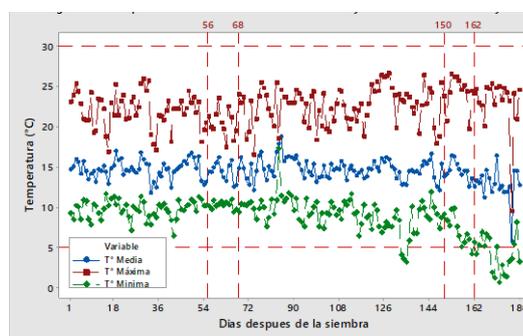


Figura 03. Temperaturas (°C) máxima, media y mínima durante el desarrollo del ensayo en Taray, (diciembre 2019 a junio 2020)

Al realizar la regresión múltiple para el rendimiento en función de la precipitación y temperatura media en Zurite es estadísticamente significativo con un $p=0.006$ y el modelo puede explicar que la variación del rendimiento en función a estas dos variables en conjunto es del 68.10%, logrando una mayor producción de trigo con rendimientos superiores a 2.20 t/ha cuando el rango de la temperatura media se encuentra entre los 11.5 a 11.8°C y la precipitación entre 650 a 750 mm. Para el caso de la localidad de Taray la regresión múltiple no muestra evidencia suficiente para concluir que las dos variables en su conjunto tengan una relación estadísticamente significativa también podemos señalar que bajo las condiciones de este ambiente es

posible lograr una mayor producción de trigo superior a 2.20 t/ha cuando la temperatura media se registra entre 14 a 14.8°C y la precipitación entre 550 a 650 mm

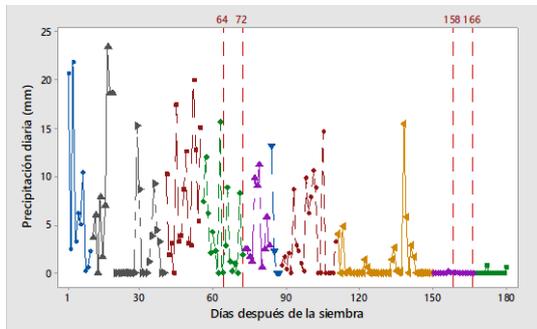


Figura 04. Precipitación (mm) máxima, media y mínima durante el desarrollo del ensayo en Zurite, (diciembre 2019 a junio 2020)

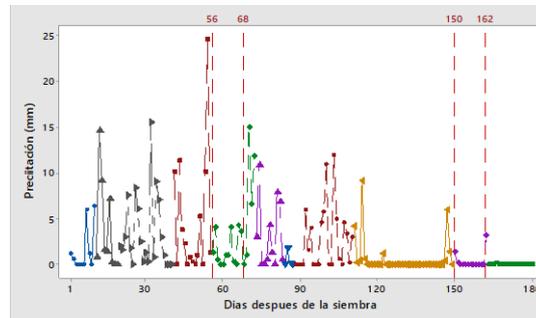


Figura 04. Precipitación (mm) máxima, media y mínima durante el desarrollo del ensayo en Taray, (diciembre 2019 a junio 2020)

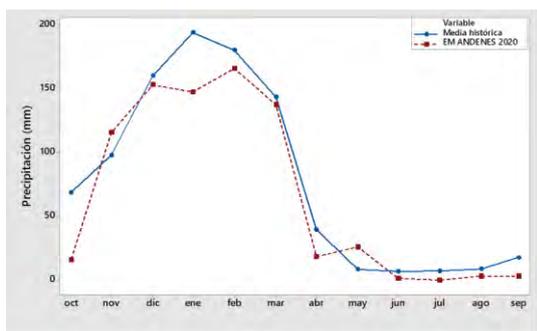


Figura 05. Precipitaciones en Zurite 2020 y registro histórico (1986-2020), SENAMHI-Ancachuro

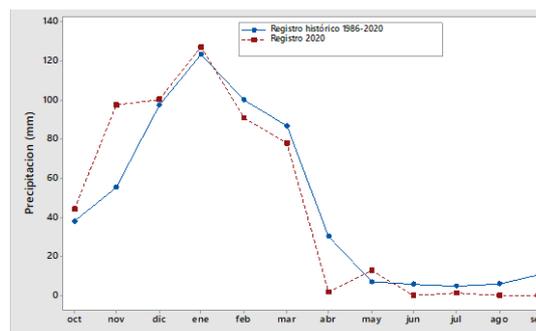


Figura 06. Precipitaciones en Taray 2020 y registro histórico (1986-2020) SENAMHI-Pisac

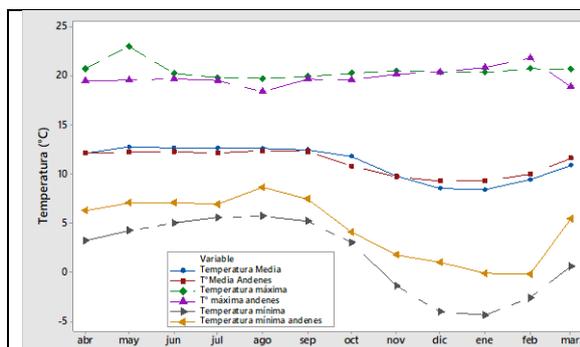


Figura 07. Temperaturas (°C) máxima, media, mínima en Zurite 2020 y registro histórico (1986-2020) SENAMHI-Ancachuro

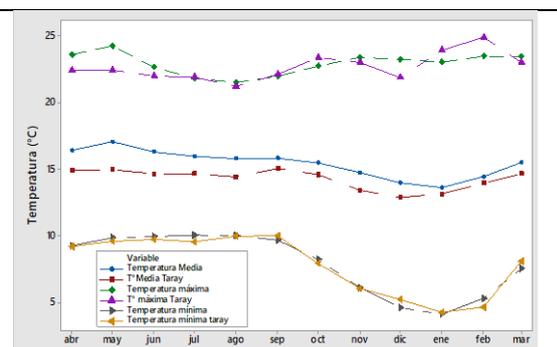


Figura 08. Temperaturas (°C) máxima, media, mínima en Taray 2020 y registro histórico (1986-2020) SENAMHI-Pisac

DISCUSION

Los resultados de la tabla 01 nos muestran que en Zurite se evidencio una mayor variabilidad de los resultados siendo los mayores valores para rendimiento y sus principales componentes en comparación con los resultados de la localidad de taray. Así mismo a través del análisis de varianza combinado (tabla 02) se presenta diferencia significativa para las principales fuentes de variación con $u\ cv = 10.02\%$ y en la prueba de comparación de medias para rendimiento INIA 434 ESPIGA MISHA presenta el mejor rendimiento con 5.629 t/ha, bajo las condiciones ambientales de Taray y Zurite. Según (MINAGRI, 2016) el rendimiento promedio nacional fue de 1,489 kg/ha y en el departamento del Cusco es de 1,685 Kg/ha, en contraste con el rendimiento promedio de 5.16 t/ha alcanzado en el presente trabajo, esta información nos permite manifestar que las condiciones de clima de los ámbitos de estudio asociado a las características de las variedades mejoradas es una alternativa importante para incrementar la producción de trigo.

De los análisis de correlación las mejores asociaciones son de rendimiento con los días a espigado, los días a la madurez y la altura de planta que influye significativamente en el incremento de la producción. Según Silva et al 2001, al evaluar el rendimiento variedades de trigo en el altiplano Boliviano entre otras variables encontraron que el peso hectolitrico y la altura de planta aportan significativamente y contribuyen hasta un 30% de las varianzas en el rendimiento mientras que el peso de mil granos contribuye con un 24.3% en el rendimiento con esta información podemos indicar que en el ámbito de estudio las variables de altura planta y el peso de mil granos contribuyeron en mayor valor 42% y 23% con respecto al estudio de Silva, mientras que la asociación entre el rendimiento y el peso hectolitrico fue inverso al estudio del mismo autor.

(Romani & Herrera, 2017, p-2-3).en su estudio de rendimiento de variedades de trigo registró la emergencia entre los 7 a 9 días después de la siembra similares a los datos que se registran en el presente estudio; sin embargo, la madurez de cosecha fue entre los 133 a 154 días con comportamiento más precoz frente a la duración de la fenología reportada en el estudio que fue entre los 164 a 172 días en promedio, información que estaría asociada a la altitud y condiciones climáticas diferentes que influyen en el desarrollo del cultivo (tabla 03)

Según (MINAGRI-SENAMHI, 2016.) el requerimiento de temperaturas durante el desarrollo del cultivo de trigo la temperatura óptima se encuentra entre los 15 a 25 °C frente a ello podemos observar en las figuras 02 y 03 la temperatura media fue inferior a la óptima requerida con registro promedio entre de 9.31 a 12.38 °C y 12.89 a 15.06 °C respectivamente, mientras que el reporte de las temperaturas máximas se aproximaron a la óptima requerida por el cultivo, bajo este escenario lo que se observa en el estudio es la prolongación de la fenología del cultivo hasta los 180 días principalmente por el registro de las temperaturas mínimas que se encuentran por debajo de la temperatura crítica mínima que demanda el cultivo en condiciones de secano; por lo tanto podemos manifestar que Zurite y Taray en la campaña agrícola 2019-2020 mostraron ambientes favorables para el desarrollo del cultivo

Con respecto a la precipitación en los ambientes en estudio en las figuras 04 y 05 podemos observar los volúmenes de precipitación registradas durante el desarrollo fenológico con 375.4 mm en Taray y 585.80 mm en Zurite, estos volúmenes de precipitación según el reporte de (PACC-SENAMHI) se encuentran dentro de los valores óptimos que requiere el cultivo de trigo que fluctúa entre 350 a 600 mm. Bajo este análisis las condiciones de precipitación de Zurite y Taray si responden a las necesidades óptimos para la producción del cultivo de trigo.

De las figuras 06 al 09 se observa que respecto al registro de los 34 años en el 2020 se observó una disminución de la precipitación con un mayor volumen en Zurite, una disminución de la temperatura máxima en -0.70 y -0.25°C en Zurite y Taray, incremento de la Temperatura mínima en Zurite (2.94°C) y disminución en Taray (-0.04°C)

Finalmente del trabajo de investigación se concluye que existen diferencias claras en el comportamiento de los cultivares en ambas localidades siendo los de mayor rendimiento (7.20 t/ha en Zurite con el cultivar INIA 434 ESPIGA MISHA y en Taray INIA 418 EL NAZARENO con 4.86 t/ha), la altitud de ubicación de los dos ambientes de evaluación asociado a sus registros de temperatura y precipitación influyen significativamente en las fases fenológicas de las variedades de trigo llegando a la madurez fisiológica a los 162 días en Zurite y 153 días en Taray, Los datos históricos y el registro de las temperaturas y precipitación nos demuestran evidencias de la variabilidad climática que se presenta con disminución de la precipitación, disminución de la temperatura máxima e incremento de la temperatura mínima.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Barco, D., Vargas, P., & Real, S. (2009). El cambio climático y sus efectos en el Perú, 5.
- Castillo, D., Alfaro, C., Madariaga, R., Matus, I., Hirzel, J., & Vera, C. (2015). Manual de Buenas Prácticas para el Manejo del Trigo Candeal. Chillan, Chile
- Juárez, J. A. (2019). El mercado mundial y nacional del trigo _ El Economista
- MINAGRI-SENAMHI. (2016). Ficha04-Requerimientos Agroclimáticos del Cultivo de Trigo-Programa Presupuesta 0089. Lima, Perú
- MINAGRI. (2016). TRIGO Principales Aspectos de la Cadena Agro productiva. Lima-Perú: Ministerio de Agricultura.
- PACC-SENAMHI. (n.d.). Caracterización Agroclimática de la Región Cusco. (T. I. (SENAMHI) Alarcón C, Ed.). Cusco-Perú.
- Romaní, M., & Herrera, I. (2017). Ensayo Comparativo de rendimiento de trigo bajo riego. Campaña 2016-2017 Campo Experimental "La María del INTA EEA Santiago del Estero, (Pret 1231205)

- Sara, H. (2017). Impacto de la variabilidad y cambio climático en la productividad de trigo de invierno mediante modelos agroclimáticos. UNIVERSIDAD DE SALAMANCA.
- Vara-Horna, A. (2012). 7 pasos para una tesis exitosa. (Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos. Universidad de San Martín de Porres. Lima., Ed.) (Segunda Ed). Lima-Perú
- Yana, E. (2018). Identificación de Genotipos de Trigo Harinero (*Triticum aestivum* s *sp aestivum*) tolerantes a sequia empleando indicadores morfológicos y fisiológicos. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA