



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y  
EL RENDIMIENTO DE GRANO DE COMPUESTOS  
BALANCEADOS DE TRES ACCESIONES DE MAÍZ  
ALTIPLÁNICO (*Zea mays* L.) PUNO – PERÚ.**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. JEANET URRETA CALCINA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PUNO – PERÚ**

**2021**



## DEDICATORIA

*A Dios divino creador de la vida de todo lo que existe, por la oportunidad de vivir, por guiarme en cada paso que doy en mi vida, que me guía por el camino de la vida, por permitirme conseguir uno de mis mejores anhelos en mi vida profesional.*

*A mis queridos padres José Alejandro y Julia Epifania por su amor, dedicación, por su abnegado sacrificio y sabios consejos, que han hecho posible la culminación de mi carrera profesional.*

*A mis hermanas Guina y Shiomara con mucho amor, cariño, por ser parte de mi vida, por su apoyo y confianza incondicional.*

*A todos mis familiares, amigos y compañeros de la universidad por el apoyo moral que me brindaron.*

***Jeanet Urreta Calcina***



## AGRADECIMIENTOS

*A Dios, por darme vida, salud y guiarme por un buen camino y darme la fortaleza en los momentos difíciles para poder llegar a este momento especial de mi vida.*

*A mi familia, especialmente a mis padres y hermanas por todo el apoyo que me brindaron en el transcurso de mi proyecto de investigación.*

*A la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, por haberme formado y brindado conocimientos que contribuyeron en mi formación profesional y alcanzar esta importante meta.*

*Al proyecto “Mejoramiento Genético de Granos Andinos”, convenio con la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, la Universidad de Hohenheim – Alemania y la empresa KWS – Alemania. Por su apoyo y haberme dado las facilidades en la realización de este trabajo de investigación.*

*A todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, por sus valiosos conocimientos compartidos durante mi formación profesional.*

*Al D.Sc. Ernesto Javier Chura Yupanqui, por su orientación, apoyo, confianza y paciencia durante la realización del presente trabajo de investigación.*

*A los miembros del jurado: D.Sc. Silverio Apaza Apaza, Ph.D. Ángel Mauricio Holguer Mujica Sanchez, M.Sc. Saturnino Marca Vilca, por las sugerencias y evaluación durante la investigación.*

*Al personal administrativo de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Altiplano, por las facilidades brindadas en los laboratorios durante mi formación profesional.*

*Al Ing. Flavio Lozano Isla e Ing. José D. Apaza Calcina, por el apoyo brindado en el transcurso de este trabajo de investigación; y por haberme guiado en esta labor con un gran interés.*

*A mis compañeros y amigos que siempre formarán parte de los mejores recuerdos de mi vida, por darme siempre la fuerza y apoyo incondicional y que de una u otra forma colaboraron para la finalización de este trabajo de investigación. Así mismo a todas las personas que directa e indirectamente me apoyaron en la culminación del presente trabajo, siendo ejemplo de servicio y humildad.*

**Jeanet Urreta Calcina**



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTO</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN.....</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1. OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICO.....</b>	<b>17</b>
<b>1.3. HIPÓTESIS GENERAL.....</b>	<b>18</b>
<b>1.4. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
<b>2.1. EL CULTIVO DE MAÍZ.....</b>	<b>19</b>
2.1.1. Centro de origen del maíz.....	20
2.1.2. Clasificación Taxonómica .....	21
2.1.3. El maíz en el Perú .....	22
2.1.4. Parientes silvestres.....	23
<b>2.2. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE MAÍZ .....</b>	<b>24</b>
2.2.1. Composición química y valor nutritivo del maíz por cada 100 g.....	25
<b>2.3. MORFOLOGÍA Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL MAÍZ.....</b>	<b>25</b>
2.3.1. Planta .....	25
2.3.2. Raíz .....	26
2.3.3. Tallo.....	26
2.3.4. Hojas .....	27
2.3.5. Inflorescencia.....	28
2.3.6. Inflorescencia masculina (panoja o penacho).....	28
2.3.7. Inflorescencia femenina (“mazorca o espiga”).....	30
2.3.8. Mazorca .....	30



2.3.9. Semillas.....	31
<b>2.4. FENOLOGÍA DEL CULTIVO DE MAÍZ .....</b>	<b>32</b>
2.4.1. Emergencia o nacencia .....	32
2.4.2. Crecimiento.....	32
2.4.3. Floración .....	33
2.4.4. Fructificación .....	33
2.4.5. Maduración y secado .....	33
<b>2.5. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO .....</b>	<b>34</b>
2.5.1. Suelo .....	34
2.5.2. Clima.....	35
2.5.3. Temperatura.....	35
2.5.4. Humedad.....	36
<b>2.6. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE MAÍZ .....</b>	<b>36</b>
2.6.1. Preparación del terreno .....	37
2.6.2. Elección de la semilla .....	37
2.6.3. Siembra y densidad de siembra .....	38
2.6.4. Deshierbo .....	38
2.6.5. Aporque .....	39
2.6.6. Cosecha.....	39
2.6.7. Postcosecha.....	40
2.6.8. Rendimiento.....	40
<b>2.7. ACCESIÓN.....</b>	<b>41</b>
<b>2.8. VARIEDAD .....</b>	<b>41</b>
<b>2.9. CARACTERIZAR .....</b>	<b>41</b>
<b>2.10. COMPUESTO BALANCEADO .....</b>	<b>41</b>
<b>2.11. DESCRIPTOR.....</b>	<b>42</b>
<b>2.12. BANCO DE GERMOPLASMA.....</b>	<b>42</b>
<b>2.13. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN.....</b>	<b>43</b>
<b>2.14. DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR (DBCA) .....</b>	<b>43</b>
<b>2.15. ANTECEDENTES .....</b>	<b>44</b>
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
<b>3.1. LUGAR DE ESTUDIO .....</b>	<b>47</b>
3.1.1. Ubicación geográfica .....	47



<b>3.2. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>47</b>
<b>3.3. HISTORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL .....</b>	<b>48</b>
<b>3.4. ANÁLISIS DEL SUELO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>48</b>
3.4.1. Climatología y ecología.....	50
<b>3.5. MATERIAL EXPERIMENTAL .....</b>	<b>52</b>
3.5.1. Material genético .....	52
<b>3.6. MATERIALES, EQUIPO Y HERRAMIENTAS .....</b>	<b>52</b>
<b>3.7. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL .....</b>	<b>53</b>
<b>3.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO.....</b>	<b>54</b>
<b>3.9. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>54</b>
<b>3.10. DISEÑO ESTADÍSTICO .....</b>	<b>54</b>
<b>3.11. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.....</b>	<b>55</b>
3.11.1. Fase de campo.....	55
<b>3.12. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS .....</b>	<b>57</b>
3.12.1. Rendimiento.....	57
<b>3.13. VARIABLES DE ESTUDIO .....</b>	<b>58</b>
<b>3.14. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>58</b>

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

<b>4.1. LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LOS COMPUESTOS BALANCEADOS DE TRES ACCESIONES DE MAÍZ ALTIPLÁNICO. .....</b>	<b>59</b>
4.1.1. Altura de planta (ADP).....	59
4.1.2. Diámetro del tallo (DDT) .....	61
4.1.3. Número de hojas arriba de la mazorca, incluida la hoja de la mazorca (NHM).....	62
4.1.4. Poder germinativo (%).....	64
<b>4.2. EL RENDIMIENTO DE GRANO DE LOS COMPUESTOS BALANCEADOS DE TRES ACCESIONES DE MAÍZ ALTIPLÁNICO. .....</b>	<b>66</b>
4.2.1. Longitud de la mazorca (LDM).....	66
4.2.2. Forma de la mazorca (FDM) .....	68
4.2.3. Peso promedio de grano por planta .....	69
4.2.4. Rendimiento de grano por parcela (RD).....	71



4.2.5. Rendimiento por hectárea .....	73
4.2.6. Diámetro de la mazorca (DDM) .....	74
4.2.7. Peso de la mazorca (PDM) .....	76
4.2.8. Disposición de hileras de granos (DHG) .....	78
4.2.9. Número de hileras de granos (NHG) .....	78
4.2.10. Peso de 100 granos (PDG).....	80
4.2.11. Largo del grano (LDG) .....	83
4.2.12. Ancho del grano (ADG) .....	84
4.2.13. Espesor del grano (EDG).....	86
4.2.14. Forma de la superficie del grano (FSG) .....	88
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>89</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>90</b>
<b>VII. REFERENCIAS .....</b>	<b>91</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>96</b>

**Área** : Ciencias Agrícolas

**Línea** : Manejo Agronómico de Cultivos

**FECHA DE SUSTENTACIÓN: 15 DE JULIO DE 2021**



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura N° 1:</b> Características del tallo de la planta de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.), campaña agrícola 2018 – 2019.....	27
<b>Figura N° 2:</b> Desarrollo de las hojas de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.) campaña agrícola 2018 – 2019.....	28
<b>Figura N° 3:</b> Características de la inflorescencia masculina del maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.), campaña agrícola 2018 – 2019.....	29
<b>Figura N° 4:</b> Características de la inflorescencia femenina del maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.), campaña agrícola 2018 – 2019.....	30
<b>Figura N° 5:</b> Características de la mazorca de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.), campaña agrícola 2018 – 2019.....	31
<b>Figura N° 6:</b> Semillas de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.), a) accesión GMRF–UNA PUNO 011, b) accesión GMRF–UNA PUNO 086, c) accesión GMRF–UNA PUNO 005 campaña agrícola 2018 – 2019.....	32
<b>Figura N° 7:</b> Fases fenológicas del maíz ( <i>Zea mays</i> L.) (SENAMHI, 2017).....	34
<b>Figura N° 8:</b> Ubicación del campo experimental en el centro de investigación y producción Camacani UNA-Puno.....	48
<b>Figura N° 9:</b> Temperaturas promedio mensual máximas y mínimas del campo experimental.....	51
<b>Figura N° 10:</b> Promedio de precipitación pluvial de la campaña agrícola 2018-2019..	51
<b>Figura N° 11:</b> Altura de planta de las 3 accesiones de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.).	60
<b>Figura N° 12:</b> Diámetro de tallo (DDT) de las 3 accesiones de maíz ( <i>Zea mays</i> L.)...	62
<b>Figura N° 13:</b> Número de hojas de la mazorca, incluida la hoja de la mazorca (NHM) de las 3 accesiones de maíz ( <i>Zea mays</i> L.).	64
<b>Figura N° 14:</b> Porcentaje de germinación de las 3 accesiones de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.).....	66
<b>Figura N° 15:</b> Longitud de la mazorca (LDM) de las 3 accesiones de maíz ( <i>Zea mays</i> L.).	68
<b>Figura N° 16:</b> Peso promedio por planta de las 3 accesiones de maíz ( <i>Zea mays</i> L.)...	71
<b>Figura N° 17:</b> Rendimiento de grano por parcela de las 3 accesiones de maíz ( <i>Zea mays</i> L.).....	72
<b>Figura N° 18:</b> Rendimiento por hectárea de las 3 accesiones de maíz ( <i>Zea mays</i> L.)...	74
<b>Figura N° 19:</b> Diámetro de la mazorca (DDM) de las 3 accesiones de maíz ( <i>Zea mays</i> L.).....	75
<b>Figura N° 20:</b> Peso de la mazorca (PDM) de las 3 accesiones de maíz ( <i>Zea mays</i> L.).	77
<b>Figura N° 21:</b> Número de hileras de granos por mazorca (NHG), de las 3 accesiones de maíz ( <i>Zea mays</i> L.).....	80
<b>Figura N° 22:</b> Peso de 100 granos (PDG) de las 3 accesiones de maíz ( <i>Zea mays</i> L.).	82
<b>Figura N° 23:</b> Largo del grano (LDG) de las 3 accesiones de maíz ( <i>Zea mays</i> L.).	84
<b>Figura N° 24:</b> Ancho del grano (ADG) de las 3 accesiones de maíz ( <i>Zea mays</i> L.).	86
<b>Figura N° 25:</b> Espesor del grano de las 3 accesiones de maíz ( <i>Zea mays</i> L.).	87
<b>Figura N° 26:</b> Croquis del área experimental y de la distribución de accesiones de maíz.	100
<b>Figura N° 27:</b> Análisis y caracterización del suelo experimental (UNALM).	101
<b>Figura N° 28:</b> Marcado de parcelas y siembra del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.).	102
<b>Figura N° 29:</b> Inicio de germinación del cultivo de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.).	102
<b>Figura N° 30:</b> Desmalezado del cultivo de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.).....	103





<b>Figura N° 31:</b> Aporque del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.), en el campo experimental. .....	103
<b>Figura N° 32:</b> Vista panorámica del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) campaña 2018 -2019. .....	104
<b>Figura N° 33:</b> Evaluación de la altura de planta de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.)... ..	104
<b>Figura N° 34:</b> Evaluación del diámetro del tallo de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.).. .	105
<b>Figura N° 35:</b> Etapa de la madurez fisiológica del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.).....	105
<b>Figura N° 36:</b> Selección de 10 plantas al azar del cultivo de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.).....	106
<b>Figura N° 37:</b> Cosecha del cultivo de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.).....	106
<b>Figura N° 38:</b> Las tres accesiones después de la cosecha de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.).....	107
<b>Figura N° 39:</b> Evaluación de la largo, ancho y espesor del grano de maíz altiplánico ( <i>Zea</i> <i>mays</i> L.).....	107
<b>Figura N° 40:</b> Conteo de 100 granos de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.).....	108
<b>Figura N° 41:</b> Semillas para la germinación de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.).....	108
<b>Figura N° 42:</b> Conteo de 100 semillas de maíz ( <i>Zea mays</i> L.), para poder germinar.	109
<b>Figura N° 43:</b> Inicio de germinación a 24° de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.).....	109
<b>Figura N° 44:</b> Semilla germinada de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.).....	110
<b>Figura N° 45:</b> Tríptico de la accesión GMRF–UNA PUNO 086 sobre saliente y la que debe ser lanzada como variedad.....	111



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla N° 1:</b> Superficie de cosecha, producción y rendimiento de maíz en la región de Puno.....	23
<b>Tabla N° 2:</b> Composición química y valor nutritivo del maíz por cada 100 g.....	25
<b>Tabla N° 3:</b> Historial del campo experimental de los cultivos conducidos antes del experimento con fines de tesis de investigación.....	48
<b>Tabla N° 4:</b> Resultado del análisis del suelo del campo experimental.....	49
<b>Tabla N° 5:</b> Acciones selectas de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) utilizado en el ensayo de la campaña agrícola 2018 - 2019.....	52
<b>Tabla N° 6:</b> Nombres de las malezas encontrados en el experimento del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) de la campaña 2018 – 2019.....	56
<b>Tabla N° 7:</b> Variables de estudio evaluadas durante la investigación (campaña agrícola 2018 - 2019). .....	58
<b>Tabla N° 8:</b> Análisis de Varianza (ANVA) para la altura de planta de 3 accesiones de maíz ( <i>Zea mays</i> L.), campaña agrícola 2018 – 2019.....	59
<b>Tabla N° 9:</b> Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para altura de planta (cm) de las 3 accesiones de maíz ( <i>Zea mays</i> L.), campaña agrícola 2018 – 2019.....	60
<b>Tabla N° 10:</b> Análisis de Varianza para diámetro de tallo (DDT); (cm).....	61
<b>Tabla N° 11:</b> Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para diámetro de tallo (DDT); (mm). .....	62
<b>Tabla N° 12:</b> Análisis de Varianza para número de hojas de la mazorca, incluida la hoja de la mazorca (NHM); (cm). .....	63
<b>Tabla N° 13:</b> Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para número de hojas de la mazorca, incluida la hoja de la mazorca (NHM); (cm).....	63
<b>Tabla N° 14:</b> Análisis de Varianza para porcentaje de germinación (%). .....	65
<b>Tabla N° 15:</b> Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para porcentaje de germinación (%). .....	65
<b>Tabla N° 16:</b> Análisis de Varianza para longitud de la mazorca (LDM) (cm).....	67
<b>Tabla N° 17:</b> Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para longitud de la mazorca (LDM); (cm). .....	67
<b>Tabla N° 18:</b> Forma de la mazorca de las accesiones de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.). .....	69
<b>Tabla N° 19:</b> Análisis de Varianza para el peso promedio de grano por planta (g). .....	70
<b>Tabla N° 20:</b> Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para peso promedio de grano por planta (g). .....	70
<b>Tabla N° 21:</b> Análisis de Varianza para rendimiento por parcela de grano (kg).....	71
<b>Tabla N° 22:</b> Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para rendimiento de grano por parcela (Kg). .....	72
<b>Tabla N° 23:</b> Análisis de Varianza para rendimiento por hectárea (kg/ha). .....	73
<b>Tabla N° 24:</b> Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para rendimiento por hectárea (kg/ha).....	73
<b>Tabla N° 25:</b> Análisis de Varianza para diámetro de la mazorca (DDM) (cm). .....	75
<b>Tabla N° 26:</b> Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para diámetro de la mazorca (DDM) (cm). .....	75
<b>Tabla N° 27:</b> Análisis de Varianza para peso de la mazorca (PDM) (g).....	76
<b>Tabla N° 28:</b> Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para peso de la mazorca (PDM) (g).....	77
<b>Tabla N° 29:</b> Análisis de Varianza para la disposición de hileras de granos. .....	78
<b>Tabla N° 30:</b> Análisis de Varianza para número de hileras de granos (NHG).....	79
<b>Tabla N° 31:</b> Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para número de hileras de granos (NHG).. ..	79
<b>Tabla N° 32:</b> Análisis de Varianza para peso de 100 granos (PDG) (g). .....	81
<b>Tabla N° 33:</b> Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para peso de 100 granos (PDG) (g). .....	81



<b>Tabla N° 34:</b> Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para Peso de 1000 grano.....	82
<b>Tabla N° 35:</b> Análisis de Varianza para el largo del grano (LDG) (mm).....	83
<b>Tabla N° 36:</b> Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para el largo del grano (LDG) (mm). ....	84
<b>Tabla N° 37:</b> Análisis de Varianza para ancho del grano (ADG) (mm).....	85
<b>Tabla N° 38:</b> Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para ancho del grano (ADG) (mm). ....	85
<b>Tabla N° 39:</b> Análisis de Varianza para el espesor del grano (mm).....	87
<b>Tabla N° 40:</b> Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para el espesor del grano (mm). ....	87
<b>Tabla N° 41:</b> Forma de la superficie del grano de maíz. ....	88
<b>Tabla N° 42:</b> Datos de campo de altura de planta de 3 accesiones de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.) (cm). ....	96
<b>Tabla N° 43:</b> Datos de campo del diámetro del tallo de 3 accesiones de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.) (cm). ....	96
<b>Tabla N° 44:</b> Datos de campo de número de hojas arriba de la mazorca de 3 accesiones de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.) (número).....	96
<b>Tabla N° 45:</b> Datos de laboratorio de germinación de 3 accesiones de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.) (%). ....	97
<b>Tabla N° 46:</b> Datos de laboratorio de valor cultural de 3 accesiones de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.) (%). ....	97
<b>Tabla N° 47:</b> Datos de campo de longitud de la mazorca de 3 accesiones de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.) (cm). ....	97
<b>Tabla N° 48:</b> Datos de campo de peso de grano de una planta de las 3 accesiones de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.) (g). ....	97
<b>Tabla N° 49:</b> Datos de campo de rendimiento por parcela de 3 accesiones de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.) (kg). ....	98
<b>Tabla N° 50:</b> Datos de campo de rendimiento por hectárea de 3 accesiones de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.) (kg/ha). ....	98
<b>Tabla N° 51:</b> Datos de campo de diámetro de la mazorca de 3 accesiones de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.) (cm). ....	98
<b>Tabla N° 52:</b> Datos de campo de peso de la mazorca de 3 accesiones de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.) (g). ....	98
<b>Tabla N° 53:</b> Datos de campo de número de hileras de granos de 3 accesiones de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.) (número). ....	99
<b>Tabla N° 54:</b> Datos de campo de peso de 100 granos de 3 accesiones de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.) (g). ....	99
<b>Tabla N° 55:</b> Datos de campo de largo del grano de 3 accesiones de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.) (mm). ....	99
<b>Tabla N° 56:</b> Datos de campo de ancho del grano de 3 accesiones de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.) (mm). ....	99
<b>Tabla N° 57:</b> Datos de campo de espesor del grano de 3 accesiones de maíz altiplánico ( <i>Zea mays</i> L.) (mm). ....	100



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

<b>ANOVA</b>	: Análisis de Varianza
<b>BLOQ</b>	: Bloques
<b>C.V.</b>	: Coeficiente de variación
<b>C.M.</b>	: Cuadrados medios
<b>CIP</b>	: Centro de Investigación y Producción
<b>DBCA</b>	: Diseño de Bloques Completos al Azar
<b>FAO</b>	: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura
<b>F.V.</b>	: Fuente de variabilidad
<b>F<sub>c</sub></b>	: F Calculada
<b>F<sub>t</sub></b>	: F tabular
<b>n.s.</b>	: No significativo
<b>S.C.</b>	: Suma de cuadrados
<b>SIG. ≤ 0.05</b>	: Significancia alfa 0.05
<b>RD</b>	: Rendimiento por kg/ha
<b>%</b>	: Porcentaje
<b>*</b>	: Significativo
<b>**</b>	: Altamente significativo



## RESUMEN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los granos alimenticios básicos en muchos países y tiene múltiples aplicaciones como alimento animal y usos industriales. A pesar de ello, en el altiplano de Puno, se tiene una baja producción de maíz en comparación con otras regiones, por las condiciones edafoclimáticas adversas que se presenta en el altiplano de Puno, por ello en la presente investigación se evaluó tres accesiones para estudiar su adaptabilidad, sus características agronómicas y que posean mayor rendimiento para incrementar la producción. La investigación se realizó en el Centro de Investigación y Producción Camacani de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, durante la campaña agrícola 2018-2019. El experimento se llevó a cabo bajo el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro repeticiones utilizando tres accesiones de maíz donde se evaluaron 16 variables entre características agronómicas y rendimiento de grano. Los objetivos fueron a) Identificar las características agronómicas de los compuestos balanceados de tres accesiones de maíz altiplánico. b) Determinar el rendimiento de grano de los compuestos balanceados de tres accesiones de maíz altiplánico. Entre los principales resultados se obtuvo, a) La accesión Grano Maduro Resistente al Frio-086 alcanzó mayor altura con 138.91 cm, con mayor diámetro de tallo fue de 1.98 cm y el mayor número de hojas arriba de la mazorca fue de 6.05, mientras que la accesión Grano Maduro Resistente al Frio-011 obtuvo 97% de germinación. b) La accesión Grano Maduro Resistente al Frio-086 tuvo una longitud de mazorca de 8.89 cm, peso de grano por planta de 71.50g, con un rendimiento por hectárea de 3944.4 kg/ha, en diámetro de la mazorca con 4.75 cm, en peso de la mazorca con 73.50g, en la disposición de hileras de grano tiene la característica de “irregular” en un 50.0%, y 32.5% “en espiral” y 17.5% de “regular”, en número de hileras de grano por mazorca con 14.35 hileras, en el ancho del grano se obtuvo 8.58 mm, en el espesor del grano con 6.05 mm, la accesión Grano Maduro Resistente al Frio-011 en el largo de grano obtuvo 13.43 mm. En conclusión la accesión Grano Maduro Resistente al Frio-086 posee buenas cualidades agronómicas, con buenas características agronómicas y de rendimiento por lo que esta accesión es un candidato para ser liberado como una nueva variedad.

**Palabras Clave:** Accesión, altiplánico, comportamiento, maíz, rendimiento y *Zea mays*.



## ABSTRACT

Corn (*Zea mays* L.) is one of the basic food grains in many countries and has multiple applications as animal feed and industrial uses. Despite this, in the highlands of Puno, there is a low production of maize compared to other regions, due to the adverse edaphoclimatic conditions that occur in the highlands of Puno, therefore, in the present investigation, three accessions were evaluated to study their adaptability, their agronomic characteristics and that they have higher yields to increase production. The research was carried out at the Camacani Research and Production Center of the National University of the Altiplano Puno, during the 2018-2019 agricultural season. The experiment was carried out under a completely randomized block design (DBCA) with four repetitions using three accessions of corn where 16 variables were evaluated between agronomic characteristics and grain yield. The objectives were a) Identify the agronomic characteristics of the balanced compounds of three accessions of highland maize. b) Determine the grain yield of the balanced compounds of three highland corn accessions. Among the main results, a) The Cold Resistant Mature Grain-086 accession reached the highest height with 138.91 cm, with the largest stem diameter was 1.98 cm and the highest number of leaves above the ear was 6.05, while the Cold Resistant Mature Grain accession-011 obtained 97% germination. b) The Cold-Resistant Mature Grano-086 accession had an ear length of 8.89 cm, grain weight per plant of 71.50g, with a yield per hectare of 3944.4 kg / ha, in ear diameter of 4.75 cm, in weight of the cob with 73.50g, in the arrangement of rows of grain has the characteristic of "irregular" in 50.0%, and 32.5% "spiral" and 17.5% of "regular", in number of rows of grain per ear With 14.35 rows, in the width of the grain 8.58 mm was obtained, in the thickness of the grain with 6.05 mm, the accession Mature Cold Resistant Grain-011 in the grain length obtained 13.43 mm. In conclusion, the Cold Resistant Mature Grain accession-086 has good agronomic qualities, with good agronomic and yield characteristics, making this accession a candidate to be released as a new variety.

**Key Words:** Accession, behavior, corn, high plateau, yield and *Zea mays*.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los granos alimenticios más antiguo que se conoce y es utilizado por el hombre desde épocas remotas. La importancia de este cultivo a nivel mundial está dada por los diversos usos, desde grano verde, bajo las formas de choclo y como grano seco bajo la forma de cancha, mote, harina precocida y bebidas; y que tienen las diferentes partes de la planta, por lo que puede utilizarse en la alimentación humana y animal (Maluenda, 2015).

El maíz ha sido y sigue siendo uno de los productos más importantes en la alimentación nacional y de mayor arraigo en la cultura productiva de la población rural de los andes peruanos. En el 2013, se obtuvo en el país una producción de 307,481 toneladas de maíz amiláceo, con una superficie cosechada de 216 832 hectáreas, dando un rendimiento promedio nacional de 1,418 Kg/ha. El mismo año, la región del Cusco presentó la mayor producción de maíz amiláceo con un 26% de participación en la producción nacional de este tipo de maíz (MINAGRI, 2014).

El maíz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 3900 m de altitud a orillas del lago Titicaca y constituye uno de los tres cereales más importantes que el hombre utiliza para su alimentación o la de los animales, ya sea en forma directa o transformada (Gallardo, Vallejo, y Hernandez, 2010). En la región andina es la de mayor diversificación del maíz, así lo prueban las 55 razas milenarias definidas para el Perú. El cultivo del maíz se distribuye en 40 % de maíz amarillo duro (selva y costa), 50 % de maíz amiláceo (sierra) y el 10 % de maíz para choclo, forraje y el famoso maíz morado (sierra y costa) (INIA, 2006).



El maíz del altiplano tiene elevada tolerancia al frío, puede soportar temperaturas mínimas de hasta  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , crece a orillas del lago Titicaca, llegando hasta los 3890 msnm. Tiene amplia diversidad y variabilidad (Mujica y Chura, 2012).

Este cultivo resulta fundamental para la supervivencia de las poblaciones rurales y urbanas de la región, constituyendo una importante fuente de su alimentación (Njuguna *et al.*, 2015). La creciente demanda por la gramínea lleva a buscar estrategias de aumento de la producción expresadas en mayores niveles de rendimiento que optimicen el uso de recursos amigables con el ambiente y que sean de fácil aplicación local (Vera *et al.*, 2013).

Las accesiones de maíz altiplánico que existen en las orillas del lago Titicaca, no han sido estudiadas, específicamente las características agronómicas y morfológicas, a pesar de presentar bondades extraordinarias en ser tolerantes al frío, bajo condiciones adversas tiene buenos rendimientos

El lugar donde se realizó el trabajo de investigación, es un lugar apropiado para sembrar maíz amiláceo, presenta las condiciones edafoclimáticas ideales para maíz, por este motivo en la campiña de Arequipeña se estima que el maíz amiláceo en las campaña 2016-2017 tuvo una superficie cosechada de 422 ha con una producción de 1 521 115 .88 t y un rendimiento de  $3604.537\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (MINAGRI, 2017). El presente trabajo de investigación se ejecutó en el Centro de Investigación y Producción Camacani, ubicado en el distrito de Platería, provincia y región de Puno, es un lugar apropiado para sembrar maíz, presenta las condiciones edafoclimáticas ideales para este cultivo.

En el altiplano de Puno, se tiene una baja producción de maíz en comparación con otras regiones, por razones como el miedo a la pérdida del producto debido a las condiciones edafoclimáticas adversas que se presenta en el altiplano de Puno, que se





encuentra a 3871 m.s.n.m., por ello en la presente investigación se trabajó con tres accesiones donde se pretende obtener accesiones con buena adaptabilidad y características agronómicas favorables que ayuden a obtener un buen rendimiento en el altiplano de Puno, para incrementar la producción, además abastecer el mercado local y regional, hecho que permitirá mejorar los ingresos de los agricultores. El presente trabajo de investigación se llevó a cabo con el objetivo de evaluar las características agronómicas y rendimiento de grano de compuestos balanceados de tres accesiones de maíz altiplánico (*Zea mays* L.). Los resultados del presente trabajo de investigación darán pie a nuevos trabajos de investigación orientados a obtener mayores rendimientos bajo condiciones adversos del clima, hecho que permitirá contribuir en la mejora del nivel de vida de la población. Además, la producción de granos sirve de alimentos para la población asentada en la cuenca del lago Titicaca, como también forraje para los animales, es decir de doble propósito.

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar las características agronómicas y el rendimiento de grano de compuestos balanceados de tres accesiones de maíz altiplánico (*Zea mays* L.) Puno – Perú.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICO**

- Identificar las características agronómicas de compuestos balanceados de tres accesiones de maíz altiplánico (*Zea mays* L.).
- Determinar el rendimiento de grano de compuestos balanceados de tres accesiones de maíz altiplánico (*Zea mays* L.).



### **1.3. HIPÓTESIS GENERAL**

Las características agronómicas y el rendimiento de grano de compuestos balanceados de tres accesiones de maíz altiplánico (*Zea mays* L.), difieren de unas a otras en la región de Puno.

### **1.4. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- Existe al menos una de las características agronómicas diferentes de los compuestos balanceados de tres accesiones de maíz (*Zea mays* L.).
- Existen diferencias en los rendimientos de granos entre las accesiones del maíz altiplánico (*Zea mays* L.)



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. EL CULTIVO DE MAÍZ

El maíz es uno de los pocos cultivos que ha pasado por un proceso de evolución muy dinámico, es decir, a partir de formas muy débiles y poco productivas se generaron muchas razas que son utilizadas en diversas formas y que cubren un amplio rango de ambientes y ecosistemas. La evolución del maíz ha sido realmente un proceso de selección natural y artificial muy eficientes, que generó mucha variabilidad asegurándonos la disponibilidad de abundante variancia genética para el futuro (Sevilla, 1991).

El confite puneño es la más pequeña de todas las razas peruanas. Es aquella con plantas más bajas, 86 cm. de altura, su color es rojo púrpura intensa, posee 6 hojas y es precoz, florece a los 90 días. Mazorca muy pequeña, ovoide, sin ahusamiento en la base, numero promedio de hileras 12, con disposición irregular de granos; pedúnculo delgado; granos pequeños, pero más largos, más gruesos y más anchos que los del Confite Puntigudo y el Confite Morocho, sin imbricación ni depresión y ligeramente estriados; endospermo duro, tipo reventón, amarillo; color morado de la aleurona, colores del pericarpio y de la coronta; respectivamente: incoloro-blanco, rojo variegado, cereza-morado, marrón claro-marrón claro y otras combinaciones. Las mazorcas generalmente están implantadas en los primeros nudos localizados algunas veces bajo tierra. Es la única raza de maíz en el mundo que se cultiva entre los 3,600 y 3,900 msnm en la meseta del Collao, alrededor del Lago Titicaca, en Perú y Bolivia (Oscanoa 2010).



## **Maíz altiplánico**

Es un maíz con elevada tolerancia al frío puede soportar temperaturas mínimas de hasta  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , crece a orillas del lago Titicaca, llegando hasta los 3.890 msnm. Tiene amplia diversidad y variabilidad, mostrando colores de grano bastante variados que van desde el negro hasta el blanco pasando por todos los colores intermedios, se utiliza para ser consumido en grano seco, choclo , tostado y para hacer el pop de maíz (Chicha sara), tiene otra característica importante que es macollador pudiendo tener entre tres y cinco macollos por planta , lo que le permite soportar temperaturas mínimas durante su desarrollo fenológico y continuar su crecimiento a pesar que las heladas pudieran matar a uno de su hijuelos, además muestra un mecanismo evolutivo importante para soportar el frío , puesto que sus órganos reproductores femeninos inician su formación al ras del suelo, lo que permite evadir el frío ya que el suelo es el último elemento en enfriarse y lógicamente colocando su órgano reproductor en dichas condiciones evade el intenso frío del altiplánico, además es muy prolifero pudiendo dar entre 3 -6 mazorcas por planta lógicamente de tamaño pequeño; además tiene la característica de ser muy precoz, completando su ciclo aun en condiciones demasiadas drásticas para el cultivo, siendo su representante el morocho puneño, que constituye el maíz cultivado más antiguo de los andes, posiblemente sea el ancestro del maíz actual de los andes, ya que sus características morfológicas y adaptación a condiciones drásticas de clima hacen de este maíz uno de los más ancestrales, cultivado incluso es las islas del Titicaca por las culturas Tiahuanaco y anteriores (Mujica y Chura, 2012).

### **2.1.1. Centro de origen del maíz**

El maíz (*Zea mays* L.) originario de América, presenta uno de los aportes más valiosos a la seguridad alimentaria mundial. Junto con el arroz y el trigo son considerados



como las tres poáceas más cultivadas en el mundo. Asimismo, en el transcurso del tiempo, diversas instituciones mundiales, estatales y privadas vienen realizando estudios con el objetivo principal de incrementar el rendimiento y la producción con nuevos híbridos resistentes a factores bióticos y abióticos (INIA, 2015).

Rimache (2008), manifiesta que el Maíz (*Zea mays* L.) se dio origen hace unos 8000 años atrás en las regiones de México, América central, y Perú. Actualmente sabemos que el maíz es la forma domesticada de la gramínea silvestre mexicana, el teocinte (*Zea mexicana* Schrader). El maíz fue domesticado hace más de 8 000 años, a partir de una planta silvestre Teocinte que significa “grano de dios”. De un número grande de tipos silvestres de Teocinte se seleccionaron dos tipos de plantas, con cuatro hileras de granos en cada mazorca, y al cultivar estos dos tipos juntos y aisladamente, el híbrido derivado de ellos llegó a ser el primer maíz.

### 2.1.2. Clasificación Taxonómica

El maíz presenta la siguiente clasificación taxonómica Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS, 2020):

<b>Reino</b>	: Plantae
<b>Subreino</b>	: Viridiplantae
<b>Infrareino</b>	: Streptophyta
<b>Superdivisión</b>	: Embryophyta
<b>División</b>	: Traqueofitas
<b>Sub división</b>	: Espermatofitina
<b>Clase</b>	: Magnoliopsida
<b>Superorden</b>	: Lilianae
<b>Orden</b>	: Poales



<b>Familia</b>	: Poaceae
<b>Género</b>	: Zea L.
<b>Especie</b>	: <i>Zea mays</i> L.

El maíz ha sido y sigue siendo uno de los productos más importantes en la alimentación nacional y de mayor arraigo en la cultura productiva de la población rural de los andes peruanos (MINAG, 2014). A nivel nacional la superficie sembrada es de 441,100 hectáreas, con una producción de 1.5 millones de toneladas (INEI, 2016).

### **2.1.3. El maíz en el Perú**

La evolución del maíz en el continente americano fue dirigida por el hombre, desde el maíz primitivo que se empezó a cultivar hace por lo menos 6000 años, hasta el más moderno. En nuestro país, el cultivo del maíz se desarrolló a partir del pre-cerámico. En diferentes lugares de nuestro territorio se han encontrado restos con una antigüedad mayor de 4000 años: Cuevas de Guitarrero en la sierra de Ancash (6000 a 8000 años); Casma (6000 años); Cuevas de Rosamachay en Ayacucho (5500 años); Los Gavilanes y Áspero en Huarney (4500 años). Las razas originales Confite Chavinense, Protoconfite Morocho y Proto Kully se originaron en la sierra y posiblemente en esa región se cultivaban más frecuentemente (Sevilla, 2006).

**Tabla N° 1:** Superficie de cosecha, producción y rendimiento de maíz en la región de Puno.

N°	Cultivo	Superficie Cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (kg/h <sup>-1</sup> )
1	Papa	59 711	742 924	12 442
2	Quinoa	35 269	39 610	1 123
3	Cebada grano	25 625	27 156	1 060
4	Haba grano seco	9 832	11 911	1 211
5	Avena grano	7 792	7 633	980
6	Cañihua	5 704	4 785	839
7	Maíz amiláceo	3 768	6 034	1 601
8	Oca	3 424	28 309	8 268
9	Olluco	3 042	19 782	6 503
10	Maíz a. duro	2 527	4 267	1 689
11	Yuca	1 963	21 754	11 082

FUENTE: (MINAGRI, 2018).

#### 2.1.4. Parientes silvestres

Población de Teocinte (*Zea mexicana* Schrader) que significa grano de dios. El maíz y sus parientes silvestres, las teocintes, se clasifican dentro del género *Zea* perteneciente a la familia Gramínea o Poaceae, que incluye también a importantes cultivos agrícolas como el trigo, arroz, avena, sorgo, cebada y caña de azúcar. Con base en caracteres de la espiga o inflorescencia masculina, el género *Zea*, se ha dividido en dos secciones. La sección Luxuriantes que agrupa 4 especies; las teocintes perennes (*Z. diploperennis* y *Z. perennis*) y los anuales *Z. Luxurians* y *Z. nicaraguensis* (Iltis y Benz, 2000); y la sección *Zea* que se circunscribe a una sola especie (*Z. mays*), dividida en cuatro subespecies: el maíz (*Z. mays* sub sp. *mays*) y las teocintes anuales (*Z. mays* subsp. *Mexicana*, *Z. mays* subsp. *Parviglumis* y *Z. mays* subsp. *Huehuetenanguensis*).



## 2.2. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE MAÍZ

La importancia en realizar la caracterización de cultivares radica en conocer el material genético existente y hacerlo disponible a los fitomejoradores, tanto para la identificación de genotipos y desarrollo de cultivares comerciales, como para la estimación de relaciones genéticas (Bonamico *et al.*, 2004). Además, (Beingolea, Nakhodo, y Chura, 2008) las nuevas tecnologías deben orientarse al mejoramiento del cultivo y en esta propuesta por medio de la selección de características morfológicas que generen mayores rendimientos, como porte bajo para llegar a tener más plantas por unidad de área e incrementar la productividad, así como menciona (Oscanoa, 2010) indican que clasificar la diversidad de maíz en razas es recomendable para planear la conservación, formar compuestos para facilitar el mejoramiento participativo, producir semillas y uniformizar los productos de valor para acceder más fácilmente al mercado. Por ello la caracterización morfológica mediante algunos descriptores del cultivo de maíz es importante para su posterior clasificación, además los agricultores se beneficiarán con las nuevas variedades obtenidas por los mejoradores para un uso específico.

Actualmente el Perú cuenta con 2 813 940 hectáreas, campaña 2,012 – 2,013; bajo cultivo, de las cuales se siembran con maíz alrededor de 502 258 ha; lo que representa el 15 % del total en el año 2,013. Correspondiendo el 34 % a la costa, el 38 % a la sierra y el 28 % a la selva. En la campaña 2013 – 2014 el maíz amiláceo fue el producto con mayor siembra (MINAG, 2014).



### 2.2.1. Composición química y valor nutritivo del maíz por cada 100 g

**Tabla N° 2:** Composición química y valor nutritivo del maíz por cada 100 g

<b>Composición</b>	<b>Seco</b>	<b>Fresco</b>
Agua	10.3 g	75.9 g
Energía	365 Kcal	86 Kcal
Grasa	4.7 g	1.18 g
Proteína	9.4 g	3.22 g
Hidratos de carbono	74.2 g	19.02 g
Fibra	1g	2.7g
Potasio	287 mg	270 mg
Fosforo	210 mg	89 mg
Hierro	2.7 mg.	0.52 mg
Sodio	35 mg	15 mg
Manganeso	0.48 mg	0.16 mg
Magnesio	127 mg	37 mg
Calcio	7 mg	2 mg
Zinc	2.21 mg	0.45 mg
Selenio	15.5 mg	0.6 mg
Vitamina C	0,0	6.8
Vitamina A	469 UI	281 UI
Vitamina B1 (tiamina)	0.38 mg	0.20 mg
Vitamina B2 (riboflavina)	0.20 mg	0.06 mg
Vitamina E	0.78mg	0.090mg
Niacina	3.62 mg	1.7 mg

FUENTE: (Rimache, 2008)

### 2.3. MORFOLOGÍA Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL MAÍZ

Parsons y David (1988), señala el cultivo de maíz es de régimen anual su ciclo vegetativo oscila entre 80 y 200 días, desde la siembra hasta la cosecha, la estructura del maíz es la siguiente:

#### 2.3.1. Planta

Existen variedades enanas de 40 a 60 cm de altura hasta las gigantes de 200 a 300 cm el maíz común no produce macollos (Parsons y David, 1988).



### 2.3.2. Raíz

Son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias (Risco *et al.*, 2007).

El sistema radicular es fibroso, cuya mayor área es superficial y está localizada alrededor de unos 30 cm. de profundidad, en un radio de 40 cm. (Paredes, 2009).

### 2.3.3. Tallo

Obando (2019), señala que las plántulas tienen de 112 cm a 165 cm de altura de planta del punto de crecimiento, alcanza el nivel del suelo, con 9 a 13 hojas. (Parsons y David, 1988), es leñoso y cilíndrico. El número de los nudos varía de 8 a 25 con un promedio de 16. En este estado el tallo presenta la forma de un pequeño cilindro piramidal terminando en punta, de 3 cm. de longitud y 2.5 cm. de diámetro aproximadamente. Este pequeño tallo está formado por entrenudos muy comprimidos, terminando en la panoja embrional (Paredes, 2009).

El tallo es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones. Por su aspecto recuerda al de una caña, no presenta entrenudos y si una médula esponjosa si se realiza un corte transversal (Risco *et al.*, 2007).



**Figura N° 1:** Características del tallo de la planta de maíz altiplánico (*Zea mays* L.), campaña agrícola 2018 – 2019.

#### 2.3.4. Hojas

Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. que se encuentran en una vaina agarradas hacia el tallo y por el haz presenta vellosidades también presentan una lígula. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes (Risco *et al.*, 2007).

Parsons y David (1988), el color usual es verde, pero se puede encontrar hojas rayadas de blanco y verde o verde y púrpura, el número de hojas por planta varía en 8 y 25, la vaina de la hoja forma un cilindro alrededor del entrenudo, pero con los extremos desnudos.

Rimache (2008), las hojas generalmente son largas y angostas, envainadoras, formadas por la vaina y el limbo, con nervaduras lineales y paralelas a la nervadura central.



**Figura N° 2:** Desarrollo de las hojas de maíz altiplánico (*Zea mays* L.) campaña agrícola 2018 – 2019.

### **2.3.5. Inflorescencia**

Rimache (2008), menciona que, el maíz es una planta monoica con flores unisexuales en la misma planta, las masculinas agrupadas en una inflorescencia denominada panoja o penacho, y las femeninas o pistiladas agrupadas en una espiga modificada llamada mazorca.

### **2.3.6. Inflorescencia masculina (panoja o penacho)**

La panoja está localizada en la parte terminal del tallo y terminada en una borla, presenta ramas primarias, secundarias y terciarias. Los primeros están localizados en el

eje principal. La dehiscencia del polen es del tipo valvary comienza por la borla del eje principal y continua a las ramas inferiores a este periodo se le llama “antesis” y la producción del polen va aumentando del primero al octavo día, para luego declinar violentamente al noveno día. La dehiscencia se inicia generalmente, por las mañanas, alcanzando su máxima producción entre las 10 y 11 de la mañana. La cantidad de polen producidos por la planta es de aproximadamente 20 millones de granos de polen, el periodo de emisión de polen es de 10 días aproximadamente (Manrique, 1994). Además, la floración ocurre 1 a 2 días antes que la inflorescencia femenina (Paredes, 2009).

En la panoja sientan las flores masculinas agrupadas en espiguillas pareadas, cada una con tres anteras. Cada antera produce alrededor de 2500 granos de polen, y en promedio cada panoja tiene 10,000 anteras, por lo que se estima tiene una producción de 25,000.000 de granos de polen por panoja, es decir 25,000 granos de polen por cada óvulo para una mazorca de 1000 granos (Fernández-Granda *et al.*, 2010).



**Figura N° 3:** Características de la inflorescencia masculina del maíz altiplánico (*Zea mays* L.), campaña agrícola 2018 – 2019.

### 2.3.7. Inflorescencia femenina (“mazorca o espiga”)

Constituida por una espiga modificada, situada en la axila de la hoja en la parte superior del nudo, localizada en la parte media del tallo (Manrique, 1994). Considera que la mazorca se origina por desarrollo de la yema axilar, la cual tiene una estructura similar a la del tallo, debido a un fenómeno de raquitismo (poco desarrollo de la planta), se acortan al máximo los entrenudos formando el pedúnculo (Paredes, 2009).



**Figura N° 4:** Características de la inflorescencia femenina del maíz altioplánico (*Zea mays* L.), campaña agrícola 2018 – 2019.

### 2.3.8. Mazorca

Rimache (2008), menciona que, la mazorca se caracteriza por ser una estructura sólida, como resultado mutagénico de una rama lateral que sufre el acortamiento de los

entrenados y fusión de las ramas de las panojas, las que forman la coronta, sobre la cual se asientan los granos en pares, formando hileras.

Parsons y David (1988), menciona que cada planta tiene una a tres mazorcas según las variedades y condiciones ambientales, el estigma recibe el polen, se le conoce como cabello de elote. Los tipos de grano en la mazorca varían de acuerdo a la variedad.



**Figura N °5:** Características de la mazorca de maíz altiplánico (*Zea mays L.*), campaña agrícola 2018 – 2019.

### 2.3.9. Semillas

La semilla de maíz está contenida dentro de un fruto denominado cariósipide; la capa externa que rodea este fruto corresponde al pericarpio, estructura que se sitúa por sobre la testa de la semilla. Esta última está conformada internamente por el endospermo y el embrión, el cual a su vez está constituido por la coleorriza, la radícula, la plúmula u hojas embrionarias, el coleoptilo y cotiledón (Rimache, 2008).



**Figura N° 6:** Semillas de maíz altiplánico (*Zea mays* L.), a) accesión GMRF–UNA PUNO 011, b) accesión GMRF–UNA PUNO 086, c) accesión GMRF–UNA PUNO 005 campaña agrícola 2018 – 2019.

## 2.4. FENOLOGÍA DEL CULTIVO DE MAÍZ

Según Rimache (2008), las fases fenológicas del maíz son:

### 2.4.1. Emergencia o nacerencia

Esta fase comprende el periodo que transcurre desde la siembra hasta la aparición del coleóptilo cuya duración aproximada es de 6 a 8 días, en la sierra esto varía de 10 a 15 días en condiciones óptimas.

### 2.4.2. Crecimiento

Una vez emergido el maíz aparece una nueva hoja cada tres días si las condiciones son normales. A los 15 a 20 días siguientes a la emergencia, la planta debe tener 5 o 6 hojas, y en las primeras 4 o 5 semanas la planta deberá tener formadas todas sus hojas.





### **2.4.3. Floración**

A los 25-30 días de efectuada la siembra se inicia la panoja en el interior del tallo y en la base de este. Después de 4 a 6 semanas desde este momento se inicia la liberación del polen y el alargamiento de los estilos.

### **2.4.4. Fructificación**

Con la fecundación de los óvulos por el polen se inicia la fructificación. Una vez realizada la fecundación. Los estilos de la mazorca cambian de color, un color castaño. Después de la tercera semana de polinización, la mazorca toma el tamaño definitivo, se forman los granos y aparece el embrión. Los granos se llenan de una sustancia lechosa, rica en azúcares, los cuales se transforman al final de la quinta semana.

### **2.4.5. Maduración y secado**

Al final de la octava semana después de la polinización, el grano alcanza su máximo de materia seca, llegando a su madurez fisiológica. Entonces suele tener alrededor del 35% de humedad.

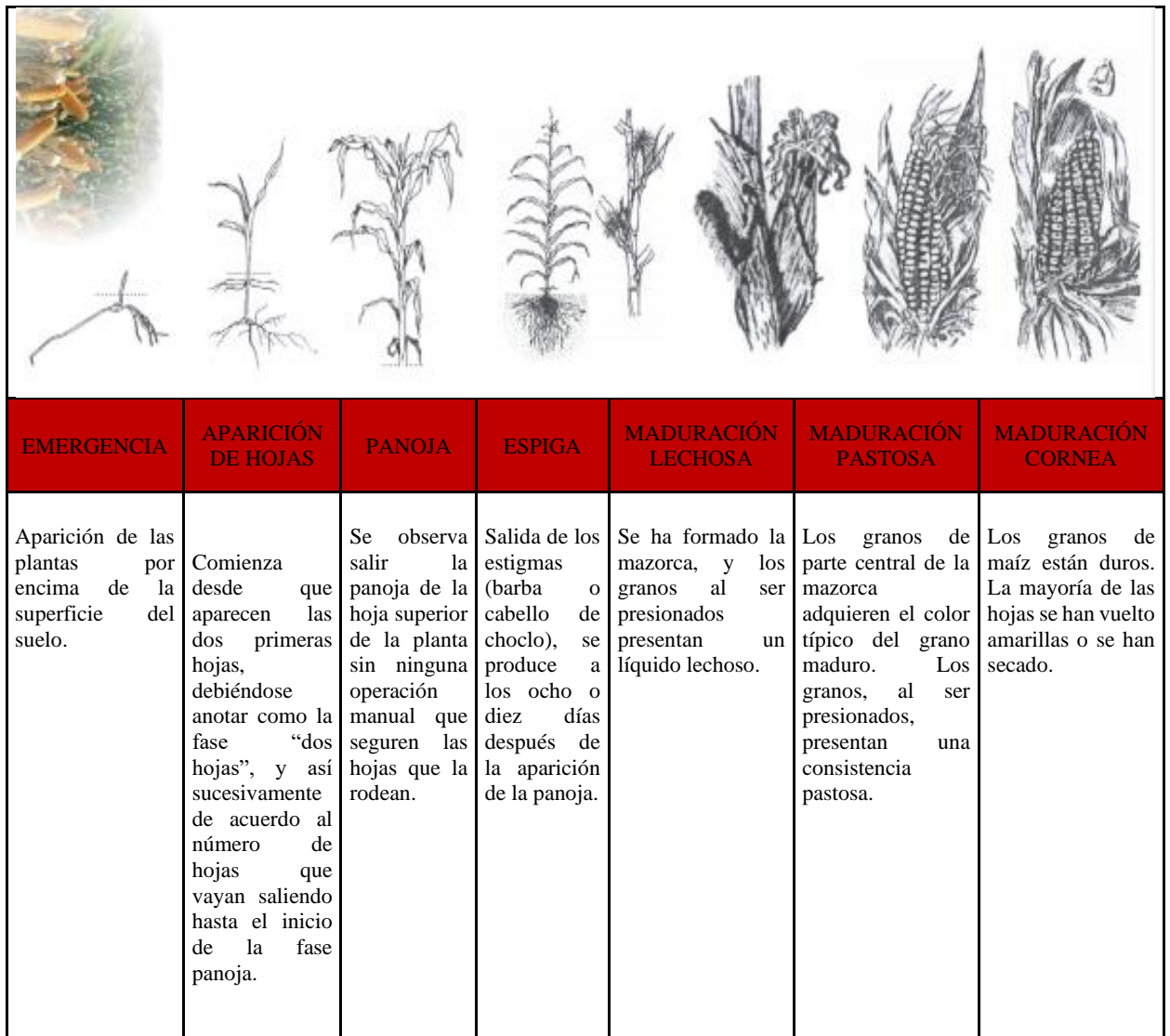


Figura N° 7: Fases fenológicas del maíz (*Zea mays* L.) (SENAMHI, 2017).

## 2.5. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO

### 2.5.1. Suelo

El maíz se adapta muy bien a todos los tipos de suelo, pero en suelos de textura franca, franco-arcilloso y franco-limoso, con pH de 6,5 a 7,5 es donde se aprecia el mejor desarrollo. Requieren además suelos profundos, ricos en materia orgánica con buen drenaje (INFOAGRO, 2012), para impedir el encharque y consecuente asfixia de las raíces (Yáñez *et al.*, 2005).



El maíz es uno de los cultivos que se adapta a una amplia variedad de suelos, los suelos más idóneos son los de textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos, con elevada capacidad de retención para el agua y con pH entre 5.5 y 7.8 (Derás, 2012).

El suelo ideal para el cultivo del maíz es de textura intermedia, de franco a franco limoso. Pero que, sin embargo, el maíz se cultiva en una amplia gama de suelos especialmente en condiciones de regadío, lo que extraña diferencia en el laboreo del suelo (Jugenheimer, 1988).

### **2.5.2. Clima**

SENAMHI (2017), las accesiones más productivas se adaptan mejor a climas templados o cálidos con suficiente humedad desde la siembra hasta el final de la floración. La temperatura óptima para el desarrollo del cultivo está entre 13 y 30°C, temperaturas que se encuentran en la mayoría de las áreas de cultivo.

La FAO (2012), indica que el maíz requiere una temperatura que está entre 15 y 30 °C; menciona, además, que el maíz puede soportar temperaturas mínimas de 8 °C y a partir de los 30 °C pueden aparecer problemas de mala absorción de nutrientes minerales y agua. Se menciona además que la temperatura ideal para el desarrollo de la mazorca está entre los 20 a 32 °C.

### **2.5.3. Temperatura**

Rimache (2008), la siembra de maíz es necesaria una temperatura media del suelo de 10°C. Para que la floración se desarrolle normalmente conviene que la temperatura sea de 18°C como mínimo. Para que se produzca germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20°C. El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8°C pudiendo variar de acuerdo a la variedad y a partir de los 30°C puede aparecer



problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32°C.

Para Manrique (1988), señala que cultivares de alta producción requieren de climas templados a cálidos, con suficiente humedad desde la siembra al final de floración. La temperatura óptima para todo el periodo vegetativo es de 15 a 30°C.

#### **2.5.4. Humedad**

Paliwal (2001), para un buen desarrollo el maíz requiere de 550 a 650 mm de lluvia, lo cual hace que la reducción de la competencia de las malezas durante este periodo sea sumamente importante a través de todo el ciclo. Sin embargo, si el perfil del suelo está en su capacidad de campo en el momento de la siembra, 350 a 400 mm de lluvias bien distribuidas durante el ciclo de crecimiento serán suficientes para producir buen cultivo. Para un crecimiento óptimo, el contenido de humedad del suelo debería de ser de cerca de 60 a 70% de la capacidad de campo. Un buen suelo profundo que permita el crecimiento de las raíces hasta 1,5 m de profundidad puede tener una capacidad de 1 cm<sup>3</sup> de agua por cada 6 cm<sup>3</sup> de suelo, equivalente a cerca de 250 mm de agua.

La semilla con la humedad del suelo se hidrata, activa su metabolismo y los cambios bioquímicos se inician. Resultado de ello, la radícula sale en tres o cuatro días, luego la plúmula y comienza la formación de hojas en el coleóptilo, cuyo contacto con la luz inicia el crecimiento de unas seis o siete hojas en 16 a 20 días. En esta fase se debe inspeccionar el cultivo para detectar la presencia de insectos e iniciar su control (Salazar, 1990).

### **2.6. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE MAÍZ**

La selección del terreno es muy importante para el éxito del cultivo de maíz.



### **2.6.1. Preparación del terreno**

Para Manrique (1997), Los terrenos dedicados al cultivo de maíz deben ser fértiles, de alto contenido de materia orgánica (2.5 a 4 %), pH alrededor de 7, planos y de buen drenaje, con el fin de evitar empozamientos de agua y permita una buena aireación y uso de maquinaria agrícola. La preparación de suelo debe iniciarse en el momento adecuado de la siembra. Una buena germinación solo se puede conseguir cuando la semilla encuentra un asiento ideal en el suelo, o sea, buena temperatura, humedad adecuada y suficiente aireación. Esto solo se consigue iniciando la preparación del terreno con la humedad del remojo en época oportuna.

La preparación del terreno es el paso previo a la siembra. Se recomienda efectuar una labor de arado al terreno con grada para que el terreno quede suelto y sea capaz de tener cierta capacidad de captación de agua sin encharcamientos. Se pretende que el terreno quede esponjoso sobre todo la capa superficial donde se va a producir la siembra. También se efectúan labores con arado de vertedera con una profundidad de labor de 30 a 40 cm. En las operaciones de labrado los terrenos deben quedar limpios de restos de plantas (MINAG, 2008).

### **2.6.2. Elección de la semilla**

Vásquez (1990), refiere que en el mercado existe una gran variedad de semillas mejoradas y certificadas. La semilla certificada garantiza al comprador la variedad a que pertenece, la semilla que se utiliza debe tener de 96 a 100 % de pureza varietal y presentar de 95 a 100 % de poder germinativo, debiendo además estar libre de plagas y enfermedades.



Manrique (1997), el sistema de siembra del maíz más generalizado en nuestro medio es a golpe y, en menor escala, en surco corrido cola buey, los resultados comparativos entre ambos sistemas de siembras con densidades similares no presentan diferencias significativas, pudiéndose por lo tanto sembrar utilizándose cualquiera de los dos sistemas.

### **2.6.3. Siembra y densidad de siembra**

Antes de efectuar la siembra se seleccionan aquellas semillas resistentes a enfermedades, virosis y plagas. Se efectúa la siembra cuando la temperatura del suelo alcanza un valor de 12°C. Se siembra a una profundidad de 5cm. La siembra se puede realizar a golpes, en llano o a surcos. La separación de las líneas de 0.8 a 1 m y la separación entre los golpes de 20 a 25 cm. La siembra se realiza por el mes de abril. (MINAG, 2008).

Rimache (2008), la densidad de siembra es de 25 a 30 kilos de semilla por Ha.

### **2.6.4. Deshierbo**

Para Paliwal (2001), en la mayoría de los casos, las pérdidas de rendimiento causadas por las malezas son mayores que las causadas conjuntamente por las enfermedades y los insectos. Un control temprano de malezas favorece al maíz. Las malezas que afectan al maíz pueden ser controladas por:

- Métodos culturales, tales como rotación de cultivos.
- Métodos mecánicos, que van desde su remoción a mano hasta el uso de cultivadores.
- Métodos químicos, tales como los herbicidas.



### 2.6.5. Aporque

La operación de aporque consiste en arrimar, formar y aplicar una cantidad considerable de tierra al pie de las plantas. Las ventajas de esta labor son; eliminar malezas, ayudar a que las raíces aéreas alcancen a fijarse en el suelo, impedir el acame de las plantas por influencia del viento y facilitar el riego. Esta actividad debe realizarse a los 20 ó 30 días después de la deshierba o rascadillo, para el cual se utilizará el azadón, además durante esta labor se colocará en forma lateral el 50% del abono nitrogenado (urea) (Yáñez *et al.*, 2005).

Según Manrique (1997), se realicen la finalidad de eliminar malezas, cubrir las raíces y darle mayor tolerancia y consistencia a la planta para que esta no se acabe con la acción del viento y de las lluvias, así como también cubrir las enmiendas de nitrógeno, se realiza cuando la planta tiene 40-60 cm de altura, sea mecánica o manualmente; a los 45 días después de la siembra.

### 2.6.6. Cosecha

Quishpe (2010), señala que se puede cosechar en choclo cuando está el grano en estado lechoso; para la semilla se cosecha al momento de la madurez fisiológico, cuando la base del grano se observe una capa negra, y para grano comercial después de esperar un período de 20 a 30 días más en el campo para bajar la humedad.

Choque (2005), el momento óptimo de la cosecha manual se realiza cuando la planta está amarillenta y el grano de la mazorca en estado de madurez, de consistencia dura al presionar con las uñas. Existen dos formas de cosecha: en el mismo campo, las mazorcas de la planta en pie, o cortando primero las plantas a nivel del suelo y luego se deja en el campo acomodado durante una semana para que sequen, después se procede a



sacar las mazorcas con la ayuda de un instrumento de punta para romper la panca. Las mazorcas se trasladaron al lugar de saqueamiento donde se les tiene extendido hasta que alcancen 15% de humedad y luego se desgrana a mano o máquina, se ensaca en bolsas de yute y se almacena hasta su comercialización.

No debe olvidarse que el 92% de la cosecha se debe a la actividad fotosintética ya que de ella depende la asimilación de nutrientes que la planta toma del suelo (SICA, 2001).

### **2.6.7. Postcosecha**

Almacenar con una humedad inferior al 13%, en lugares frescos y secos, libre de roedores e insectos. En silos cerrados se puede usar pastillas de fosfática, de 3 a 6 pastillas de 3g/t de semilla (Quishpe,2010).

Dentro de la actividad de postcosecha, la selección de las mazorcas es una actividad muy importante pues aquí se eliminan las mazorcas dañadas por plagas y las pequeñas, pues se busca obtener mazorcas que tengan el grano grueso y uniforme. Luego en la etapa de desgrane de las mazorcas es necesario además desechar todos los granos dañados y podridos, además aquí se separa el grano comercial del grano que será utilizado para semilla. Otra labor importante dentro de esta actividad es el secado del grano, sobre todo el que está destinado para semilla se debe evitar el colocar la semilla sobre planchas de cemento caliente pues el aumento de temperatura en el grano ocasionará la pérdida de viabilidad de la semilla (Yáñez *et al.*, 2005).

### **2.6.8. Rendimiento**

Benavente (1993), manifiesta que en las laderas del lago Arapa, el promedio en rendimiento es 984 kg.h<sup>-1</sup>, lo cual indica un bajo rendimiento. Además, (Estremadoyro,





1973), afirma que el rendimiento general, en la península de Chucuito, esta con un promedio de  $822.8 \text{ kg.h}^{-1}$ .

## **2.7. ACCESIÓN**

Muestra de germoplasma representativa de uno o varios individuos de la población. En carácter más general, cualquier registro individual de una colección de germoplasma (ejemplo. una planta, semilla, etc.). Población o línea en un programa de mejoramiento o colección de germoplasma (Henríquez, 2002).

## **2.8. VARIEDAD**

Agrupar a un conjunto de individuos con características hereditarias notables, como el color de los pétalos de la corola, la pubescencia, dimensiones de las hojas, la estatura, etc. Esta categoría también denota distribución geográfica y ecológica, se subordina a la especie o subespecie en caso de haberla (Solano, 2017).

## **2.9. CARACTERIZAR**

Caracterizar es separar, diferenciar la variabilidad genética. Queremos saber cuántas accesiones o clones diferentes de dos variedades o accesiones hay en el país. Para esto no necesariamente es bueno estar de acuerdo con todo el proceso, o la necesidad de saber cuál es la variabilidad genética.

## **2.10. COMPUESTO BALANCEADO**

Se realizó a partir del mejor material genético seleccionado durante el ciclo de selección. Para lo cual es necesario que cada individuo contribuya con la misma cantidad de semilla al total, de ahí el nombre de balanceado (Andrade, 2012).



Debido a que es un cultivo alógamo, el maíz posee gran variabilidad genética. Normalmente, se cruzan tipos de maíz genéticamente diversos para crear poblaciones de maíz (compuestos, complejos genéticos y generaciones avanzadas de cruces de variedades, etc.), que posteriormente son mejoradas mediante selección recurrente. Con frecuencia se libera como Variedad de Polinización Libre (VPL) mejorada un compuesto recombinado de una población (CYMMYT, 1999).

### **2.11. DESCRIPTOR**

Grupo de caracteres y sus estados que pueden ser documentados y cuyo estudio nos permite conocer y diferenciar el germoplasma, y determinar su utilidad potencial.

### **2.12. BANCO DE GERMOPLASMA**

Un banco de germoplasma es un banco de genes (semillas, cultivos, tubérculos y raíces reservantes), donde se guarda los recursos genéticos y una inmensa cantidad de información genética. Al preservar estos recursos genéticos se ayuda a proteger la biodiversidad, cuya pérdida reduciría los conjuntos genéticos vegetales disponibles para los agricultores y científicos. El banco de germoplasma es el sitio físico de almacenamiento y mantenimiento de muestras de material recolectado, asegurando su disponibilidad para el futuro, ya que la variabilidad perdida es irrecuperable (Solano, 2017).

El banco de germoplasma es un conjunto de valores o especies, que contienen información sobre un determinado aspecto específico y que son almacenados en forma ordenada, para que puedan ser utilizados por todos los interesados. En la actualidad, existen en varios países de la zona andina con estos bancos de germoplasma de cultivos andinos donde se recolecta, conserva y evalúa la variabilidad genética (Lescano, 1994).



### **2.13. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN**

Esta prueba tiene en cuenta los órdenes que le toca a los promedios de los tratamientos en comparación en el ordenamiento general, dando mayores límites de significación (mayor exigencia) en las comparaciones de tratamientos más apartados en el ordenamiento (Calzada, 2002).

Esquinas (1982), menciona que las variedades locales han evolucionado durante largos períodos de tiempo sometidas a selección natural, bajo medios ambientales y culturales diversos. En general, su evolución se produjo bajo condiciones de producción con un reducido número de prácticas culturales, fertilización y protección sanitaria, lo que les ha conferido una gran estabilidad productiva. Su valor potencial reside no sólo en genes para resistencia a enfermedades y plagas, calidad nutritiva y adaptación a condiciones ambientales adversas, sino también por sus caracteres que, aunque no sean reconocidos actualmente, pueden un día ser considerados como indispensables.

### **2.14. DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR (DBCA)**

En cualquier experimento, la variabilidad que surge de un factor perturbador puede afectar los resultados, un factor perturbador puede definirse como un factor del diseño que probablemente tenga un efecto sobre la respuesta, pero en el que no existe un interés específico. En ocasiones un factor perturbador es desconocido o no controlable; es decir, se desconoce la existencia de ese factor e incluso puede tener niveles variables mientras se está realizando el experimento. Las aleatorizaciones son la técnica de diseño que se utiliza para protegerse contra estos factores perturbadores “que están al acecho”. En otros casos, el factor perturbador es conocido, pero no controlable. Cuando la fuente de variabilidad es conocida y controlable, puede usarse una técnica de diseño llamada formación de bloques para eliminar de manera sistemática su efecto sobre las



comparaciones estadísticas entre los tratamientos. La formación de bloques es una técnica de diseño en extremo importante que se utilizará ampliamente en la experimentación industrial. El objetivo de este diseño es hacer el error experimental tan pequeño como fuera posible; es decir, querría eliminarse del error experimental la variabilidad entre los ejemplares de prueba. Un diseño para lograr esto requiere que el experimentador pruebe cada ejemplar una vez cada uno de los ejemplares de prueba (Montgomery, 2002).

## 2.15. ANTECEDENTES

Machaca (2017), evaluó la caracterización agronómica y morfológica de doce accesiones de Maíz (*Zea mays* L.) altiplánicos tolerantes al frío, se realizó en Centro de Investigación y Producción (CIP Camacani) de la Universidad Nacional del Altiplano Puno. Los objetivos fueron: a) Caracterizar las cualidades de 12 Accesiones de maíz tolerantes al frío en CIP Camacani. b) Caracterizar la morfología de 12 Accesiones de maíz tolerantes al frío en CIP Camacani. El material experimental fue 12 Accesiones de maíz altiplánico Tolerantes al frío, los cuales son: 0135, 0010, 0048, 0046, 0094, 0086, 0005, 0011, 0002, 0110, 0056 y CB (completo balanceado). En características morfológicas, la accesión 0056 tuvo 98.25% de porcentaje de germinación; en días a la floración masculina, la accesión 0094 tuvo 111.03 días; en días a la floración femenina, la accesión 0094 tuvo 102.05 días; en días de la siembra a grano lechoso, la accesión 0110 tuvo 157.60 días; en días de siembra grano maduro, la accesión 0110 tuvo 194.58 días; en altura de planta, las accesiones 0046 y 0110 tuvieron 0.83 y 0.82 m; en altura de la mazorca, las accesiones 0110 y 0046 tuvieron 22.85 y 2.33 cm; en número total de hojas por planta, la accesión 0086 tuvo mayor número con 9.00 hojas; en longitud de hoja, la accesión 0002 tuvo 40.08 cm; en ancho de hoja, la accesión CB tuvo mayor ancho con 6.10 cm; en longitud de panoja, la accesión 0002 tuvo la mayor longitud con 20.78 cm; en longitud de pedúnculo, la accesión 0046 tuvo 38.41 cm; en longitud entre nudos, la



accesión CB tuvo 11.19 cm; en longitud de mazorca, la accesión 0046 tuvo mayor 17.52 cm; en diámetro de mazorca, la accesión 0086 tuvo 4.27 cm; en peso de mazorca, la accesión 0046 tuvo 44.94 g; en número de hileras de granos por mazorca, la accesión 0086 tuvo 13.58 hileras; en número de granos por hilera, la accesión 0046 tuvo 13.90 hileras; en diámetro de tusa (hueso), la accesión 0005 tuvo 2.34 cm; el peso de 100 granos, la accesión 0056 tuvo 54.75 g; en longitud de grano, la accesión 0110 tuvo 1.07 mm; en ancho de grano, la accesión 0046 tuvo 0.79 mm; en grosor de grano, la accesión 0010 tuvo 0.60 mm; en número de mazorcas por planta, la accesión CB tuvo 1.20 mazorcas; en peso promedio por mazorca, la accesión 0046 tuvo 41.06 g; y en rendimiento por hectárea, la accesión 0046 tuvo 4587.86 kg.ha.<sup>-1</sup>

Obando (2019), evaluó datos de las características más sobresalientes y de importancia económica como son longitud de la mazorca (13,2 cm), diámetro de la mazorca (6 cm), peso de la mazorca (165,57 g), longitud del grano (12,1 cm) y ancho del grano (10,8 cm).

Al respecto Castillo (2018) sus resultados muestran un mejor comportamiento agronómico de las accesiones, en altura de planta hay diferencia entre el maíz arequipeño y las accesiones altiplánicas, mostrando mayor altura de planta el maíz arequipeño con un valor promedio 205.00 cm, la accesión GMTF-UNA 0110 tuvo el menor valor con 146.98 cm; el maíz arequipeño presentó mayor altura de mazorca con 100.60cm de promedio y mayor número de hojas con un valor promedio 14.20 hojas; el mayor número de mazorcas por planta lo presentó la accesión GMTF-UNA 0110 con un valor promedio de 1.48 mazorcas; el maíz arequipeño presento mayor longitud y diámetro de mazorca con valores de 10.37 cm y 5.09 cm respectivamente; en cuanto al peso de mazorca y grano el maíz arequipeño sobresalió con valores 107.55 y 97.43 gramos respectivamente. Los



mejores rendimientos en grano, el maíz arequipeño tuvo un rendimiento de 5571.26 kg.ha-1; le siguen las accesiones altiplánicas: GMTF-UNA 0046, GMTF-UNA 0110, GMTF-UNA 0086, GMTF-UNA 0094 con 5444.35, 5354.53, 5226.69 y 5033.06 kg.ha-1 respectivamente.

INIA (2015), indica que “por su alto valor alimenticio de carbohidratos, proteínas y grasas de maíz se sitúa como materia prima para la elaboración de alimentos balanceados, además es componente esencial en la dieta de sus habitantes, en especial de los agricultores de bajos ingresos, aportando con el 50% a 60% de energía que el ser humano precisa en su dieta diaria”.



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro de Investigación y Producción (CIP) Camacani, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, está ubicado en el Centro Poblado de Camacani, que geopolíticamente se ubica en el distrito de Platería, Provincia y Región de Puno a 24 Km sobre la carretera panamericana Sur Puno Desaguadero, con las siguientes características:

##### 3.1.1. Ubicación geográfica

Se encuentra en las siguientes coordenadas:

- Este X : 408369.55
- Norte Y : 8236456.43
- Altura : 3850 msnm
- Clima : Templado y relativamente seco; la temperatura varía entre 10 °C y 21 °C

#### 3.2. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El campo experimental donde se desarrolló la fase de campo de la presente investigación fue en el CIP Camacani de la Universidad Nacional del Altiplano, el cual se puede apreciar en la Figura N° 8.



**Figura N° 8:** Ubicación del campo experimental en el centro de investigación y producción Camacani UNA-Puno.

### 3.3. HISTORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El historial del campo experimental de los cultivos conducidos antes del experimento con fines de tesis de investigación fue:

**Tabla N° 3:** Historial del campo experimental de los cultivos conducidos antes del experimento con fines de tesis de investigación.

<b>Campaña agrícola</b>	<b>Cultivo manejado</b>
2017 – 2018	Quinoa
2018 – 2019	Presente investigación (maíz)

### 3.4. ANÁLISIS DEL SUELO EXPERIMENTAL

El análisis de suelo se llevó a cabo en el laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes del departamento de suelos de la Facultad de Agronomía de la





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA - LIMA, según los resultados de la Tabla N° 4, de donde podemos interpretar que el suelo presenta, textura franco arcillo arenoso. La reacción del suelo es casi neutra (pH 5.25). El contenido de materia orgánica es medio (1.69%), el contenido de fósforo es medianamente alto (22.7ppm), el potasio disponible es medianamente alto (157 ppm), la capacidad de intercambio catiónico (CIC). El análisis del suelo es aceptable ya que el pH, está en los rangos de neutro, además el maíz se adapta en esas condiciones de suelo.

**Tabla N° 4:** Resultado del análisis del suelo del campo experimental.

<b>TIPO DE ANÁLISIS</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>MÉTODO</b>
<b>ANÁLISIS FÍSICO</b>		
<b>Arena %</b>	54	Hidrómetro
<b>Limo %</b>	20	Hidrómetro
<b>Arcilla %</b>	26	Hidrómetro
<b>Clase textual</b>	Franco arcillo arenoso	Triángulo textural
<b>ANÁLISIS QUÍMICO</b>		
<b>pH</b>	5.25	Potenciómetro
<b>C.E. ds/m</b>	0.28	Lectura del extracto de saturación en la celda eléctrica
<b>CaCO<sub>3</sub> %</b>	0.00	Método gaso-volumétrico
<b>M.O. %</b>	1.69	Walkley y Black
<b>P ppm</b>	22.7	Olsen modificado
<b>K ppm</b>	157	Extracción con acetato de amonio
<b>CIC (meq/100g)</b>	14.08	Saturación con acetato de amonio
<b>Ca<sup>++</sup> (meq/100g)</b>	7.42	Fotometría de llama y/o absorción atómica
<b>Mg<sup>++</sup> (meq/100g)</b>	2.87	Fotometría de llama y/o absorción atómica
<b>K<sup>+</sup> (meq/100g)</b>	0.25	Fotometría de llama y/o absorción atómica
<b>Na<sup>+</sup> (meq/100g)</b>	0.15	Fotometría de llama y/o absorción atómica
<b>Al<sup>++</sup> H<sup>+</sup> (meq/100g)</b>	0.15	Fotometría de llama y/o absorción atómica

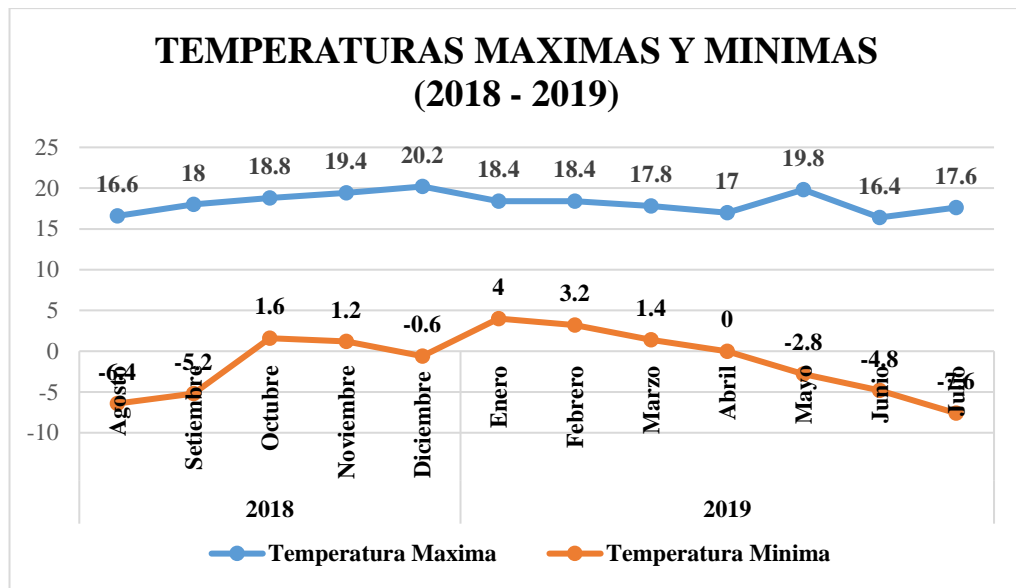
FUENTE: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, agua y fertilizantes del Departamento de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (2018).



### 3.4.1. Climatología y ecología

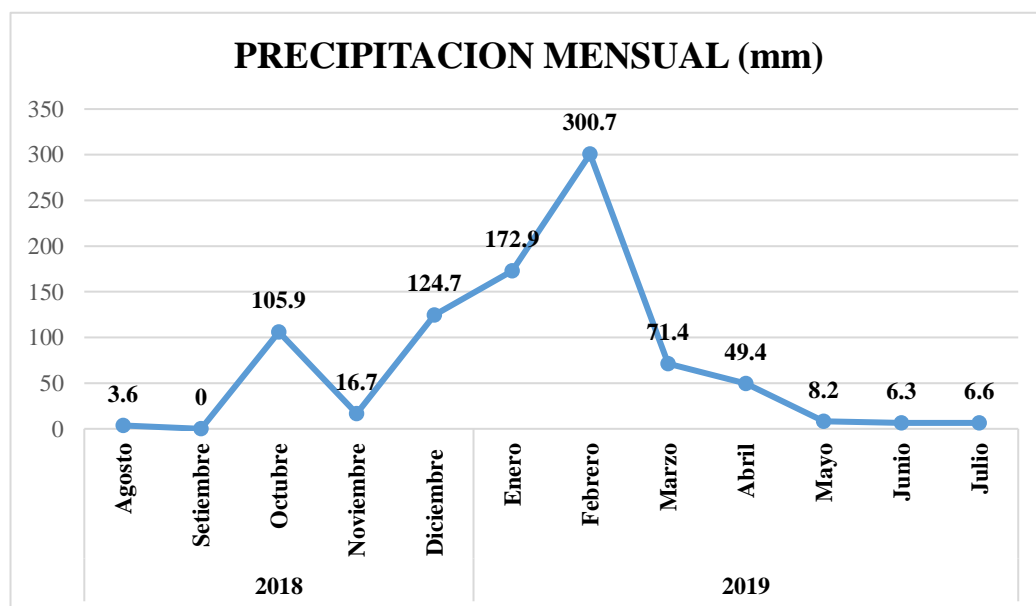
Climatológicamente el Centro de Investigación y Producción CIP Camacani se encuentra ubicado en el sub área “Semi lluvioso, frío con tres meses lluviosos” con características de: otoño, invierno y primavera secos. Pertenece a la zona agroecológica Suni ladera, caracterizada por clima con precipitaciones pluviales en los meses de enero, febrero y marzo. Temperaturas mínimas anuales superiores a 0°C y media de 9°C. Su límite altitudinal superior a 4 000 m.s.n.m, (ONERN, 1985); lo que hace suponer una fuerte variación térmica diurna. El promedio anual de precipitación pluvial es de 738 mm, dentro del CIP Camacani; la conducción de cultivos es en secano y con una cosecha por campaña agrícola a nivel de terraza media. Ecológicamente el CIP Camacani se encuentra en la zona de vida clasificada como: “Bosque Húmedo Montano Subtropical” con simbología: bh-MS dentro de la Amplitud Ecológica existen áreas forestales y de pastoreo, (ONERN, 1985), determinada por el sistema de clasificación de Holdridge (1982).

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI a través de su Estación Rincón de la Cruz Acora, tal como se observa en la Figura N° 09, que la mayor temperatura máxima (2018-2019) se dio en el mes de diciembre con 20.2 °C y la menor temperatura máxima fue en el mes de junio con 16.4°C. En temperatura mínima, la mayor fue en el mes de enero con 4°C y la menor fue en el mes de agosto con -7.6 °C. Según los datos, durante el desarrollo del cultivo de maíz se presentaron heladas en los meses de mayo, junio y julio con temperaturas mínimas de (-2.8°C), (-4.8°C) y (-7.6°C) considerándose un comportamiento irregular de este parámetro meteorológico.



**Figura N° 9:** Temperaturas promedio mensual máximas y mínimas del campo experimental.

En la Figura N° 10, se observa que la precipitación pluvial en el mes de febrero fue más abundante con 300.7mm, y la menor precipitación pluvial fue en el mes de septiembre con 0 mm. Al principio al instalar el cultivo, las precipitaciones pluviales fueron escasas, repercutiendo en el comportamiento agronómico y se puede observar que a partir del mes de diciembre las lluvias incrementaron hasta el mes de febrero favoreciendo el desarrollo vegetativo del cultivo de maíz.



**Figura N° 10:** Promedio de precipitación pluvial de la campaña agrícola 2018-2019.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMI) Puno – Perú.



### 3.5. MATERIAL EXPERIMENTAL

#### 3.5.1. Material genético

En el presente trabajo de investigación, se estudiará Evaluar el comportamiento agronómico, rendimiento de los compuestos balanceados de las tres accesiones de maíz altioplánico (*Zea mays* L.). Grano de maíz resistente al frío (GMRF) procedentes del Banco de Germoplasma del Centro de Investigación y Producción (CIP) Camacani, de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, cuya distribución se muestra en el Tabla N°5.

**Tabla N° 5:** Accesiones selectas de maíz (*Zea mays* L.) utilizado en el ensayo de la campaña agrícola 2018 - 2019.

N°	Accesiones de maíz
1	Grano de Maíz Resistente al Frio–UNA PUNO 005
2	Grano de Maíz Resistente al Frio–UNA PUNO 086
3	Grano de Maíz Resistente al Frio–UNA PUNO 011

FUENTE: Banco de Germoplasma de maíz de la UNA-Puno.

### 3.6. MATERIALES, EQUIPO Y HERRAMIENTAS

#### a) Materiales de campo

- Etiquetas
- Cuaderno de Campo
- Sobres de Manila
- Cordel
- Tablero
- Lápiz
- Yeso
- Sacos

#### b) Equipos

- Balanza Electrónica
- Tablet
- Tractor Agrícola con implementos de roturación, nivelación y surcado



### c) Herramientas

- Vernier
- Picos
- Calculadora
- Wincha métrica de 3.0 y 30.0 metros

### d) Materiales y equipos de laboratorio

- Cámara germinadora.
- Bandejas
- Cámara digital.

## 3.7. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

### Campo experimental

Largo	: 23 m
Ancho	: 14.6 m
Área total del terreno	: 335.8 m <sup>2</sup>
Calle	: 1.0 m

### Bloque

Número de bloque	: 3.00
Largo	: 23.00 m
Ancho	: 4.2.00 m

### Parcelas (Unidades Experimentales)

Número de parcelas	: 12.00
Ancho	: 5.00 m
Largo	: 4.2 m
Distancia entre parcelas	: 1.0 m
Área neta de parcela	: 21m <sup>2</sup>

### Surcos

Número de líneas por parcela (camellones)	: 7.0
Largo	: 5.0 m



Distanciamiento entre surcos	: 0.6 m
Distanciamiento entre plantas	: 0.3 m
Número de semillas por golpe	: 4.0 plantas
Sistema de siembra	: en golpe en forma manual

### 3.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO

La población constituyó 12 parcelas experimentales teniendo cada una de ellas 160 plantas en total. Para la muestra se consideró 10 plantas por unidad experimental de las tres accesiones de maíz.

### 3.9. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Por su naturaleza de obtención de los datos el trabajo es considerado de tipo experimental. Y por las evaluaciones obtenidas permitieron obtener individuos con buenas características agronómicas, por lo cual es considerada de nivel experimental.

### 3.10. DISEÑO ESTADÍSTICO

Para analizar los datos el presente trabajo de estudio fue desarrollado bajo el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 3 tratamientos y 04 bloques, para análisis de varianza se utilizó el nivel de significación de  $\alpha=0.05$  y para la comparación de promedios la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de  $\alpha =0.05$ .

El modelo aditivo lineal del diseño experimental fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable de respuesta del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

$\mu$  = Medida verdadera de la población



$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento de maíz.

$\beta_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo bloque.

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto de error experimental

Siendo los valores de:

$i = 1, 2, \dots, 10$  accesiones

$j = 1, 2, 3$  y 4 repeticiones

### **3.11. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO**

#### **3.11.1. Fase de campo**

##### **3.11.1.1. Preparación del terreno**

Para la preparación del suelo se realizó de forma mecánica una roturación con un tractor con arado de discos después de la campaña 2017 – 2018 y posteriormente se pasó al mullido con rastra de discos, a una profundidad de 20 cm, del suelo y el área donde estaba destinado el experimento de 335.8 m<sup>2</sup>.

##### **3.11.1.2. Surcado, marcado y abonado**

El surcado se realizó mecánicamente con la ayuda de una surcadora a una distancia de 0.60 m, con una profundidad de 20 cm.

El marcado se realizó manualmente con ayuda de una wincha de 30 m, separando tres bloques 23m x 4.2m de área; por cada bloque y para cada parcela experimental se separó 4.2m x 5m, con 7 surcos cada parcela y con una separación de 0.6 m entre surcos.

Para el abonamiento se incorporó guano de isla a razón de 1.7 a 2 kg por m<sup>2</sup>, para evitar la carencia de nutrientes del suelo a la planta, ya que en el experimento no se incorporó ningún otro fertilizante.

### 3.11.1.3. Siembra

La siembra de las accesiones se realizó el 18 de octubre de 2018 en forma manual, a cuatro semillas por golpes, con distanciamiento de 0.30m entre plantas y 0.60m entre surcos. El tapado se realizó manualmente.

### 3.11.1.4. Deshierbo

El deshierbo se realizó en forma manual junto con el aporque, donde se eliminaron las malas hierbas que competían por los nutrientes, agua y luz entre maleza y cultivo, se encontraron las siguientes malezas:

**Tabla N° 6:** Nombres de las malezas encontrados en el experimento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) de la campaña 2018 – 2019.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
<b>kikuyo</b>	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochs	Poaceae
<b>Chiqchipa</b>	<i>Tagetes mandonii</i>	Asteraceae
<b>Trébol carretilla</b>	<i>Medicago hispida</i>	Fabaceae
<b>Bolsa de pastor</b>	<i>Capsella bursapastoris</i>	Brassicaceae
<b>Layo</b>	<i>Trifolium amabile</i>	Fabaceae
<b>Amor seco</b>	<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae
<b>Maycha</b>	<i>Senecio vulgaris</i>	Asteraceae
<b>Nabo silvestre</b>	<i>Brassica campestris</i>	Brassicaceae
<b>Auja auja</b>	<i>Erodium cicutarium</i>	Geraniaceae

### 3.11.1.5. Aporque

El aporque se realizó manualmente, esta labor se realizó con la finalidad de remover el suelo y formar surcos para dar mayor base de sustentación a las plantas la cual permite la formación de raíces otorgándole a la planta de maíz mayor desarrollo y estabilidad.





### **3.11.1.6. Cosecha**

La cosecha se realizó en forma manual desprendiendo las mazorcas de la planta de maíz.

### **3.11.1.7. Deshoje y secado**

Se procedió después de la cosecha con el deshoje manual de las brácteas (pancas) que envuelven a la mazorca y para completar la madurez fisiológica de la mazorca se procedió al secado de las mazorcas a la sombra en un ambiente ventilado del CIP Camacani, con las medidas necesarias.

### **3.11.1.8. Desgranado**

Cuando el grano de maíz alcanzó entre el 10 y 14% de humedad fue desgranado a mano comenzando de la base, y terminando en el ápice de la mazorca, teniendo cuidado que el grano se desprenda completo de la tusa y evitando desgranar aquellos que no han llenado el grano.

## **3.12. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS**

Las evaluaciones para las medidas agronómicas, se realizaron en el área de muestreo de cada unidad experimental, en el área de muestreo consistió en tomar las muestras del surco central de cada unidad experimental, descartando los surcos extremos.

### **3.12.1. Rendimiento**

Se evaluó durante la cosecha, donde se tomó todas las mazorcas de las plantas de cada unidad experimental donde fueron pesadas y también se tomó al azar 10 mazorcas para realizar las evaluaciones de grano de maíz .



### 3.13. VARIABLES DE ESTUDIO

**Tabla N° 7:** Variables de estudio evaluadas durante la investigación (campaña agrícola 2018 - 2019).

<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>VARIABLE INTERVINIENTE</b>
Accesiones: GMRF–UNA PUNO 086 GMRF–UNA PUNO 011  GMRF–UNA PUNO 005	Altura de planta Diámetro del tallo Número de hojas arriba de la mazorca, incluida la hoja de la mazorca. Poder germinativo Forma de la mazorca más alta <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cilíndrica</li> <li>2. Cilíndrica–cónica</li> <li>3. Cónica</li> <li>4. Esférica</li> </ol> Longitud de la mazorca Diámetro de la mazorca Peso de la mazorca Disposición de hileras de granos <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Regular</li> <li>2. Irregular</li> <li>3. Recta</li> <li>4. En espiral</li> </ol> Número de hileras de granos. Peso de 100 granos (g) Largo del grano (mm) Ancho del grano (mm) Espesor del grano (mm) Forma de la superficie del grano <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contraído</li> <li>2. Dentado</li> <li>3. Plano</li> <li>4. Redondo</li> <li>5. Puntiagudo</li> <li>6. Muy puntiagudo</li> </ol> Rendimiento	Condiciones Agro-Ecológicas, (clima, temperatura y humedad)

### 3.14. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En la presente investigación los datos se registraron en un cuaderno de campo, luego se realizó el análisis de varianza (ANOVA), con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$  de probabilidad de error. También se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey, con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$  de probabilidad de error.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LOS COMPUESTOS BALANCEADOS DE TRES ACCESIONES DE MAÍZ ALTIPLÁNICO.

##### 4.1.1. Altura de planta (ADP)

En la Tabla N° 8, se muestra para el análisis de varianza (ANVA), altura de planta, se observa que para las accesiones de maíz no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que entre las accesiones de maíz la altura de planta fue homogénea. Al evaluar los bloques también no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos muestra que entre los bloques la altura de planta fue homogénea. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 8.07% nos indica que los datos evaluados son confiables (Ochoa, 2009).

**Tabla N° 8:** Análisis de Varianza (ANVA) para la altura de planta de 3 accesiones de maíz (*Zea mays* L.), campaña agrícola 2018 – 2019.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>ADP</b>	2	3.83	1.91	0.02	2.25	3.14	n.s.
<b>BLOQUE</b>	3	321.47	107.15	0.86	2.96	4.60	n.s.
<b>ERROR</b>	6	747.88	124.48				
<b>TOTAL</b>	11	1071.19					

CV=8.07 PROMEDIO=138.16

n.s.=no significativo

\*=significativo

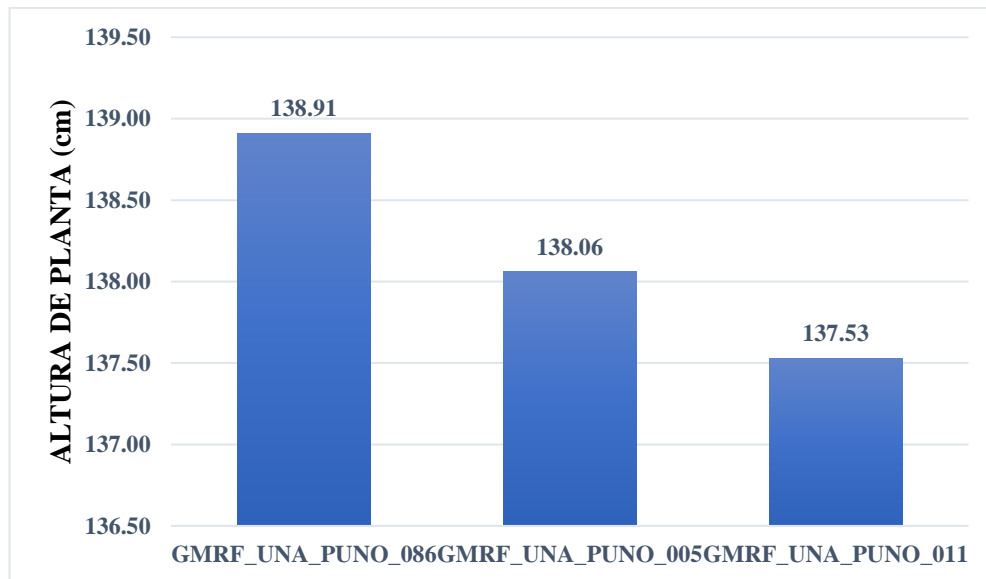
\*\*=altamente significativo

De las accesiones evaluadas, en la prueba de Tukey para altura de planta, se muestra que la accesión GMRF–UNA PUNO 086, registro mayor altura de planta con 138.91 cm respectivamente le sigue la accesión GMRF–UNA PUNO 005, con 138.06 cm. En último lugar se ubica la accesión GMRF–UNA PUNO 011, que tuvo la menor altura de planta con 137.53 cm, mostradas en la Tabla N° 9 y Figura N° 11.

**Tabla N° 9:** Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para altura de planta (cm) de las 3 accesiones de maíz (*Zea mays* L.), campaña agrícola 2018 – 2019.

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE MAÍZ	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	GMRF-UNA PUNO 086	138.91	a
2	GMRF-UNA PUNO 005	138.06	a
3	GMRF-UNA PUNO 011	137.53	a

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS= 24.20.



**Figura N° 11:** Altura de planta de las 3 accesiones de maíz altiplánico (*Zea mays* L.).

El promedio general en este estudio fue de 138.16 cm, el cual es un valor similar a los obtenidos por Castillo (2018), en su investigación quien evaluó la altura de planta indica que obtuvo entre 146.98 a 205.00 cm las accesiones Maíz arequipeños y GMRF-UNA 0110. Por otro lado Obando (2019), quien obtuvo de 112 cm hasta 165 cm de altura de planta debido a los factores ambientales como la temperatura, humedad, factores genéticos y factores nutricionales de cada accesión de maíz. Según Machaca (2017), quien realizó su investigación en similares condiciones edafoclimáticas registro de 0.72 cm hasta 0.83 cm, los cuales son valores inferiores a lo reportado en el presente trabajo donde se obtuvo de 137.53 cm hasta 138.91 cm. Asimismo menciona que la altura de

planta, para un buen crecimiento y desarrollo de la planta, los regímenes pluviales y de temperatura puede tener un efecto considerable en el crecimiento del maíz.

#### 4.1.2. Diámetro del tallo (DDT)

El análisis de varianza para el diámetro de tallo (Tabla N° 10), se observa que para las accesiones de maíz hubo diferencias altamente estadísticas significativas, lo cual nos indica que entre las accesiones de maíz el diámetro de tallo fue diferente. Al evaluar los bloques no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos muestra que entre los bloques el diámetro del tallo fue homogénea, esto fue debido a buenos labores culturales que tuvo la parcela experimental que influye el diámetro de tallo, esto debido a la influencia de la precipitación pluvial y temperatura. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 7.06% nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

**Tabla N° 10:** Análisis de Varianza para diámetro de tallo (DDT); (cm).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>DDT</b>	2	0.30	0.15	9.03	2.25	3.14	**
<b>BLOQUE</b>	3	0.09	0.03	1.83	2.96	4.60	n.s.
<b>ERROR</b>	6	0.10	0.01				
<b>TOTAL</b>	11	0.50					

CV=7.06 PROMEDIO= 1.85

n.s.=no significativo

\*=significativo

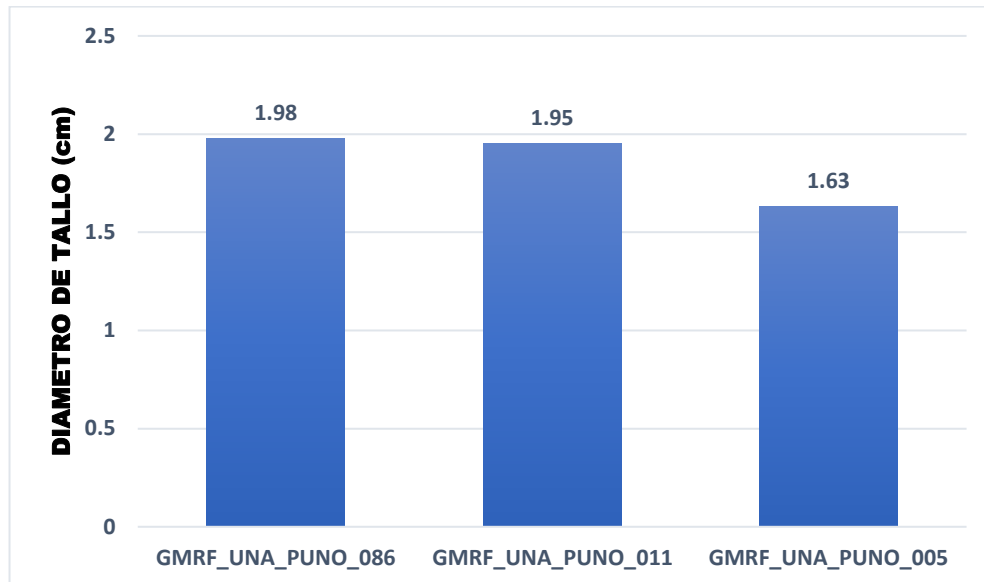
\*\*=altamente significativo

En la Tabla N° 11 y Figura N° 12, se observa para el diámetro de tallo, en donde las accesiones accesión GMRF–UNA PUNO 086, tuvieron mayor diámetro de tallo con 1.98 cm respectivamente; le sigue la accesión GMRF–UNA PUNO 011, con 1.95 cm. En último lugar se ubica la accesión GMRF–UNA PUNO 005, que tuvo menor diámetro de tallo con 1.63 cm. Esta variable se evaluó en la madurez fisiológica.

**Tabla N° 11:** Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para diámetro de tallo (DDT); (mm).

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE MAÍZ	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	GMRF-UNA PUNO 086	1.98	a
2	GMRF-UNA PUNO 011	1.95	a
3	GMRF-UNA PUNO 005	1.63	b

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS= 0.28.



**Figura N° 12:** Diámetro de tallo (DDT) de las 3 accesiones de maíz (*Zea mays* L.).

Según Machaca (2017), menciona que el diámetro de tallo de maíz en el altiplano varía entre 1.18 a 1.40 cm, las accesiones GMTF-UNA 0135 y GMTF-UNA CB, con un promedio de 1.25 cm, bajo las condiciones edafoclimáticas propias del CIP Camacani – Puno, quien realizó su investigación en similares condiciones edafoclimáticas los cuales son inferiores a lo reportado en el presente trabajo donde se obtuvo 1.63 cm hasta 1.98 cm, esto debido a un buen manejo de labores culturales.

#### 4.1.3. Número de hojas arriba de la mazorca, incluida la hoja de la mazorca (NHM)

El análisis de varianza para el número de hojas arriba de la mazorca (Tabla N° 12), se observa que para las accesiones de maíz no hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual nos indica que entre las accesiones de maíz son homogéneas. Al evaluar los bloques también no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos

muestra que entre los bloques el número de hojas arriba de la mazorca son homogéneas. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 6.57% nos indica que los datos evaluados son confiables (Fernández, *et al.*, 2018)

**Tabla N° 12:** Análisis de Varianza para número de hojas de la mazorca, incluida la hoja de la mazorca (NHM); (cm).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>NHM</b>	2	0.20	0.10	0.68	2.25	3.14	n.s.
<b>BLOQUE</b>	3	0.10	0.03	0.23	2.96	4.60	n.s.
<b>ERROR</b>	6	0.91	0.15				
<b>TOTAL</b>	11	1.22					

CV=6.57 PROMEDIO=5.93

n.s.=no significativo

\*=significativo

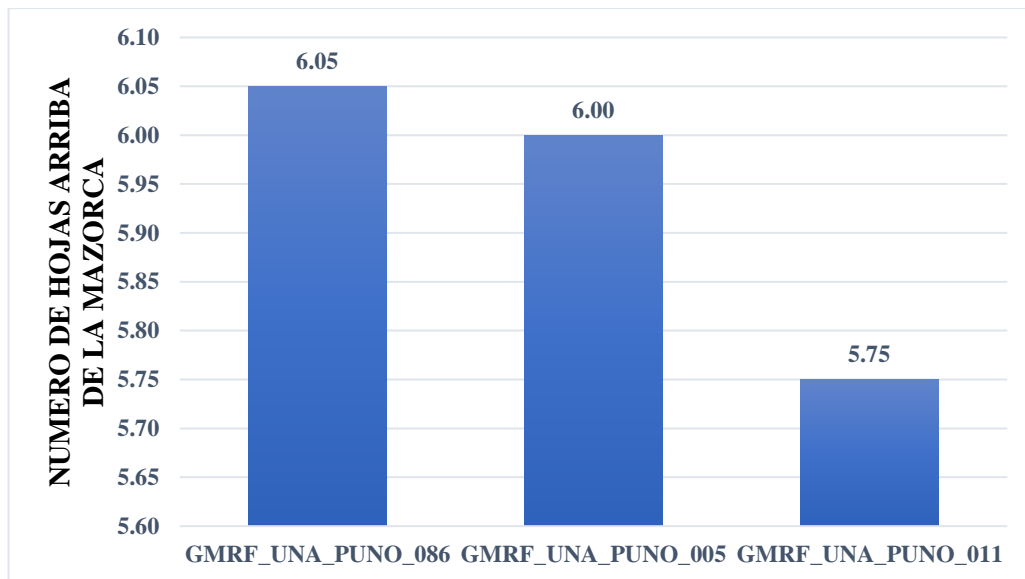
\*\*=altamente significativo

De las accesiones evaluadas, en la prueba de Tukey para número de hojas arriba de la mazorca, en donde la accesión GMRF–UNA PUNO 086, tuvo mayor número de hojas arriba de la mazorca con 6.05 respectivamente; le siguen las accesiones GMRF–UNA PUNO 005, con 6.00. En último lugar se ubica la accesión GMRF–UNA PUNO 011, que tuvo menor número de hojas arriba de la mazorca con 5.75. Esta variable se evaluó en la madurez fisiológica contando las hojas incluida la hoja de la mazorca. En la Tabla N° 13 y Figura N° 13.

**Tabla N° 13:** Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para número de hojas de la mazorca, incluida la hoja de la mazorca (NHM); (cm).

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE MAÍZ	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	GMRF–UNA PUNO 086	6.05	a
2	GMRF–UNA PUNO 005	6.00	a
3	GMRF–UNA PUNO 011	5.75	a

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS= 0.84.



**Figura N° 13:** Número de hojas de la mazorca, incluida la hoja de la mazorca (NHM) de las 3 accesiones de maíz (*Zea mays* L.).

Al respecto, Machaca (2017), mencionan que el número de hojas de la mazorca más alta, incluida la hoja de la mazorca de maíz en el altiplano varía entre 5.53 a 5.00, con un promedio de 5.38, quien realizó su investigación en similares condiciones edafoclimáticas las cuales son similares a lo reportado en el presente trabajo donde se obtuvo 5.75 cm hasta 6.05.

#### 4.1.4. Poder germinativo (%)

El análisis de varianza para porcentaje de germinación (Tabla N° 14), muestra que para las accesiones de maíz hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual nos indica que entre las accesiones de maíz el porcentaje de germinación fue diferente. Al evaluar los bloques no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos muestra que entre los bloques el porcentaje de germinación fue homogénea. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 3.95% lo que indica que los datos evaluados son confiables (Fernández, *et al.*, 2018).





**Tabla N° 14:** Análisis de Varianza para porcentaje de germinación (%).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>GERMINACIÓN</b>	2	64.66	32.33	2.37	2.25	3.14	*
<b>BLOQUE</b>	3	22.25	7.41	0.54	2.96	4.60	n.s.
<b>ERROR</b>	6	82.00	13.66				
<b>TOTAL</b>	11	168.91					

CV=3.95 PROMEDIO=94

n.s.=no significativo

\*=significativo

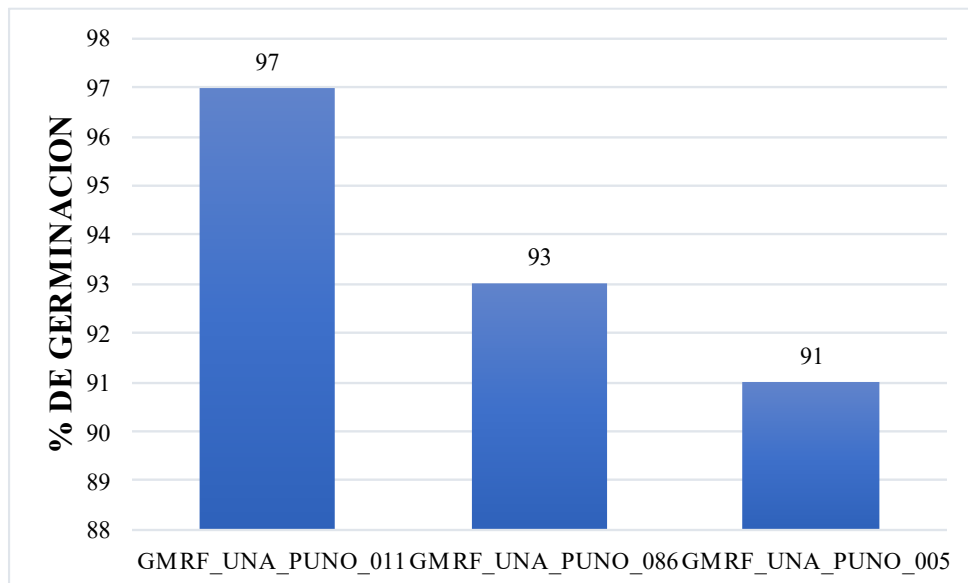
\*\*=altamente significativo

En la Tabla N° 15 y Figura N° 14, se observa para el porcentaje de germinación, en donde la accesión GMRF-UNA PUNO 011, tuvo mayor porcentaje de germinación con 97% respectivamente; le siguen la accesión GMRF-UNA PUNO 086 con 93%. En último lugar se ubica la accesión GMRF-UNA PUNO 005, que tuvo menor porcentaje de germinación con 91%. Las accesiones de maíz que tengan la misma letra significan que estadísticamente son similares.

**Tabla N° 15:** Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para porcentaje de germinación (%).

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE MAÍZ	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	GMRF-UNA PUNO 011	97	a
2	GMRF-UNA PUNO 086	93	a
3	GMRF-UNA PUNO 005	91	a

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS= 8.02.



**Figura N° 14:** Porcentaje de germinación de las 3 accesiones de maíz altiplánico (*Zea mays* L.).

Según Machaca (2017), mencionan en su trabajo de investigación que el porcentaje de germinación de maíz varía entre 83.75 a 98.25 %, y con un promedio de 92.56 %, bajo las condiciones edafoclimáticas propias del CIP Camacani – Puno. En tanto Alviz Rimachi (2015), quien obtuvo el porcentaje de germinación de las accesiones Inía 607-CH' con 96,94% y CH-101 con 99,17%, y un promedio de 98.40%, el alto porcentaje de emergencia se debe a que la semilla de los cultivares utilizadas proviene de la Estación Experimental Agraria Andenes Cusca, lo que nos garantiza su calidad.

## **4.2. EL RENDIMIENTO DE GRANO DE LOS COMPUESTOS BALANCEADOS DE TRES ACCESIONES DE MAÍZ ALTIPLÁNICO.**

### **4.2.1. Longitud de la mazorca (LDM)**

El análisis de varianza para longitud de la mazorca (Tabla N° 16), se observa que para las accesiones de maíz no hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual nos indica que entre las accesiones de maíz la longitud de mazorca fue homogéneo. Al evaluar los bloques también no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos muestra que entre los bloques la longitud de la mazorca fue homogénea. Además, el coeficiente de

variación (CV) es igual a 4.75% nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

**Tabla N° 16:** Análisis de Varianza para longitud de la mazorca (LDM) (cm).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>LDM</b>	2	0.20	0.10	0.60	2.25	3.14	n.s.
<b>BLOQUE</b>	3	0.35	0.11	0.69	2.96	4.60	n.s.
<b>ERROR</b>	6	1.02	0.17				
<b>TOTAL</b>	11	1.58					

CV=4.75 PROMEDIO=8.71

n.s.=no significativo

\*=significativo

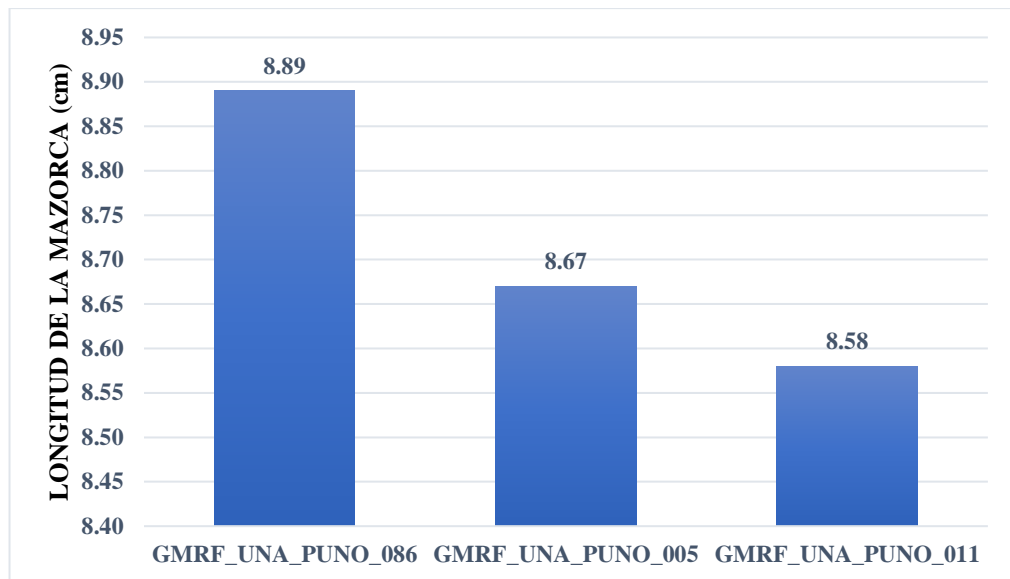
\*\*=altamente significativo

En la Tabla N° 17 y Figura N° 15, se observa la longitud de la mazorca, en donde la accesión GMRF-UNA PUNO 086, tuvo mayor longitud de la mazorca con 8.89 cm respectivamente; le sigue la accesión GMRF-UNA PUNO 005, con 8.67 cm. En último lugar se ubica la accesión GMRF-UNA PUNO 011, que tuvo menor longitud de la mazorca con 8.58 cm.

**Tabla N° 17:** Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para longitud de la mazorca (LDM); (cm).

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE MAÍZ	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	GMRF-UNA PUNO 086	8.89	a
2	GMRF-UNA PUNO 005	8.67	a
3	GMRF-UNA PUNO 011	8.58	a

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS= 0.89.



**Figura N° 15.** Longitud de la mazorca (LDM) de las 3 accesiones de maíz (*Zea mays* L.).

Según, Pasquel (2016), mencionan que la longitud de la mazorca de maíz varía entre 11.62 cm a 12.10 cm, con un promedio de 11.85 cm, bajo condiciones edafoclimáticas de la provincia de Pichincha. Además Machaca (2017), mencionan que la longitud de la mazorca de maíz en el altiplano varía entre 7.52 a 6.95 cm, y con un promedio de 7.21 cm, quien realizó su investigación en similares condiciones del altiplano – Puno. Por otro lado Castillo (2018), en su estudio obtuvo de 7.72 cm a 10.37 cm en longitud de mazorca de las accesiones GMTF-UNA 0005 y Maíz arequipeño, con un promedio de 8.17 cm; siendo este resultado similar a los obtenidos en el presente estudio donde se obtuvo un promedio 8.71 cm longitud de la mazorca.

#### **4.2.2. Forma de la mazorca (FDM)**

En la Tabla N° 18, se observa que, la accesión GMRF–UNA PUNO 086, tiene la característica de “cónica” en un 70%, 20% de “cilíndrica-cónica”, 5% “cilíndrica” y 5% “esférica”. La accesión GMRF–UNA PUNO 005, tiene la característica de “cónica” en un 65%, 22.5% de “cilíndrica cónica” y 12.5% de “cilíndrica”. La accesión GMRF–UNA PUNO 011, tiene la característica de “cónica” en un 62.5%, 25.0% de “cilíndrica cónica”, y 12.5% de “cilíndrica”.

**Tabla N° 18:** Forma de la mazorca de las accesiones de maíz altiplánico (*Zea mays* L.).

ACCESIÓN DE MAÍZ	1 Cilíndrica	2 Cilíndrica – Cónica	3 Cónica	4 Esférica	Total % Plantas
GMRF-UNA PUNO 086	5.0	20.0	70.0	5.0	100.0
GMRF-UNA PUNO 011	12.5	25.0	62.5	0.0	100.0
GMRF-UNA PUNO 005	12.5	22.5	65.0	0.0	100.0

Según Machaca (2017), indica que la accesión GMTF-UNA 0048, tiene la característica de “cónica” en un 82.5%, y 17.5% de “cilíndrica cónica”. La accesión GMTF-UNA 0086, tiene la característica de “cónica” en un 67.5%, 25.0% de “cilíndrica cónica”, 5% de “cilíndrica” y 2.5% de “esférica”. La accesión GMTF-UNA 0002, tiene la característica de “cónica” en un 67.5%, 25.0% de “cilíndrica cónica”, y 7.5% de “cilíndrica”. La accesión GMTF-UNA 0046, tiene la característica de “cónica” en un 65.0%, 32.0% de “cilíndrica cónica”, y 2.5% de “cilíndrica”. La accesión GMTF-UNA 0005, tiene la característica de “cónica” en un 60.0%, 25.0% de “cilíndrica cónica”, y 15.0% de “cilíndrica”. La accesión GMTF-UNA 0094, tiene la característica de “cónica” en un 57.5%, 40.0% de “cilíndrica cónica”, y 2.5% de “cilíndrica”. La accesión GMTF-UNA CB, tiene la característica de “cónica” en un 52.5%, 37.5% de “cilíndrica cónica”, y 10.0% de “cilíndrica”, resultados similares fue obtenido en el presente trabajo de investigación.

#### 4.2.3. Peso promedio de grano por planta

El análisis de varianza para altura de planta (Tabla N° 19), se observa que para las accesiones de maíz no hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual nos indica que entre las accesiones de maíz el peso promedio de grano por planta fue homogénea. Al evaluar los bloques también no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos muestra que entre los bloques el peso promedio de grano por planta fue homogénea.

Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 13.90% nos indica que los datos evaluados son confiables (Fernández, *et al.*, 2018).

**Tabla N° 19:** Análisis de Varianza para el peso promedio de grano por planta (g).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>PSG</b>	2	86.70	43.35	0.48	2.25	3.14	n.s.
<b>BLOQUE</b>	3	337.34	112.44	1.24	2.96	4.60	n.s.
<b>ERROR</b>	6	543.78	90.63				
<b>TOTAL</b>	11	967.83					

CV=13.90 PROMEDIO=68.47

n.s.=no significativo

\*=significativo

\*\*=altamente significativo

De las accesiones evaluadas, en el análisis de comparación de la prueba de Tukey para el peso promedio de grano por planta, en donde la accesión GMRF–UNA PUNO 086, tuvo mayor peso de grano con 71.50 g respectivamente; le siguen la accesión GMRF–UNA PUNO 011, con 68.95 g. En último lugar se ubica la accesión GMRF–UNA PUNO 005, que tuvo menor peso de grano con 64.97 g, mostradas en la Tabla N° 20 y Figura N° 16.

**Tabla N° 20:** Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para peso promedio de grano por planta (g).

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE MAÍZ	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	GMRF–UNA PUNO 086	71.50	a
2	GMRF–UNA PUNO 011	68.94	a
3	GMRF–UNA PUNO 005	64.96	a

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS= 20.65.

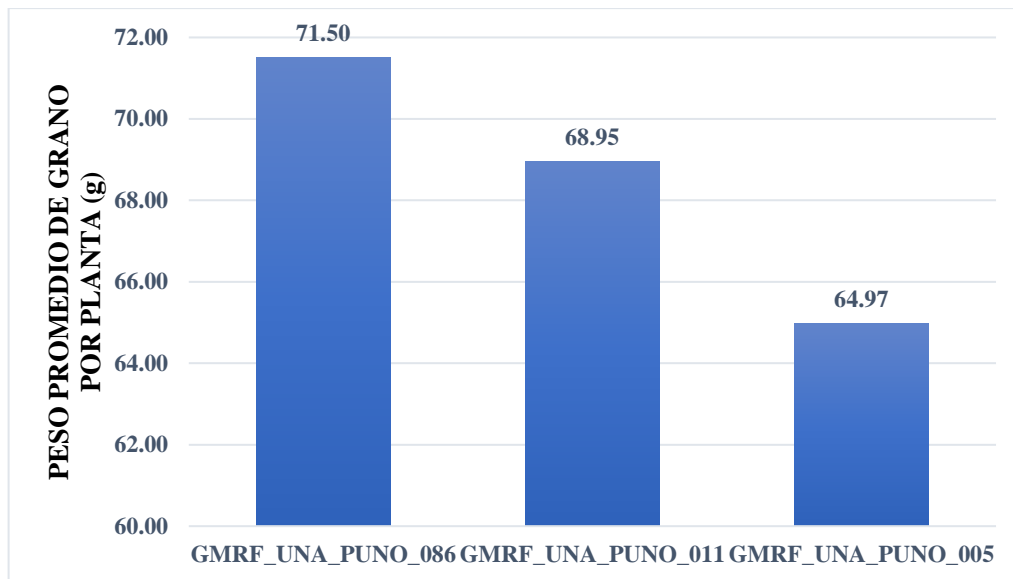


Figura N° 16: Peso promedio por planta de las 3 accesiones de maíz (*Zea mays* L.).

#### 4.2.4. Rendimiento de grano por parcela (RD)

El análisis de varianza para el rendimiento de grano por parcela (Tabla N° 21), se observa que para las accesiones de maíz no hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual nos indica que entre las accesiones de maíz el rendimiento de grano por parcela fue homogénea. Al evaluar los bloques también no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos muestra que entre los bloques el rendimiento de grano por parcela fue homogénea. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 15.17% nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

Tabla N° 21: Análisis de Varianza para rendimiento por parcela de grano (kg).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>RDP</b>	2	1.08	0.54	0.67	2.25	3.14	n.s.
<b>BLOQUE</b>	3	0.55	0.18	0.23	2.96	4.60	n.s.
<b>ERROR</b>	6	4.86	0.81				
<b>TOTAL</b>	11	6.49					

CV=15.17 PROMEDIO=5.93

n.s.=no significativo

\*=significativo

\*\*=altamente significativo

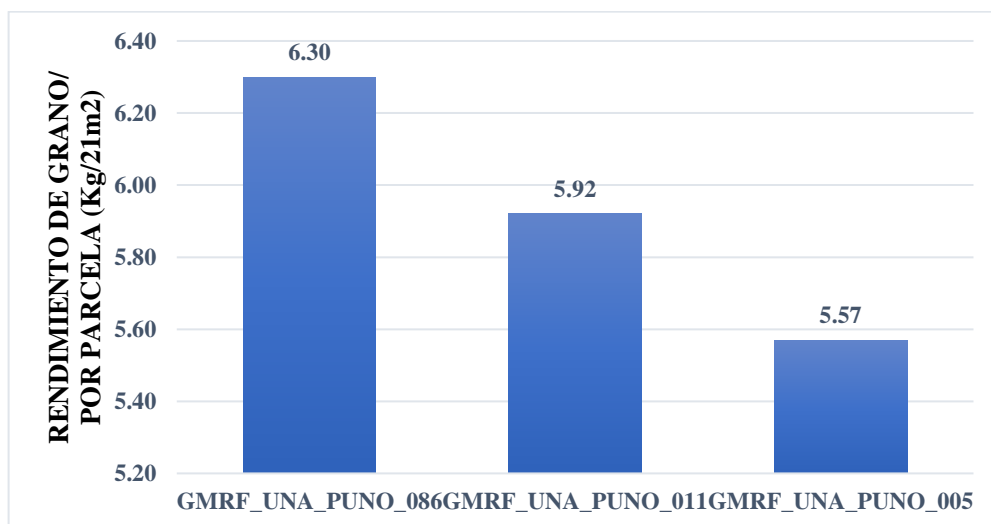
En la Tabla N° 22 y Figura N° 17, se muestra que en el rendimiento por parcela, la accesión GMRF–UNA PUNO 086, tuvo mayor rendimiento de grano por parcela con

6.30 kg respectivamente; le sigue la accesión GMRF–UNA PUNO 011, con 5.92 Kg. En último lugar se ubica la accesión GMRF–UNA PUNO 005, que tuvo menor rendimiento de grano por parcela con 5.57 kg por parcela de 21m<sup>2</sup>.

**Tabla N° 22:** Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para rendimiento de grano por parcela (Kg).

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE MAÍZ	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	GMRF–UNA PUNO 086	6.30	a
2	GMRF–UNA PUNO 011	5.92	a
3	GMRF–UNA PUNO 005	5.57	a

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS= 1.95.



**Figura N° 17:** Rendimiento de grano por parcela de las 3 accesiones de maíz (*Zea mays* L.).

Al respecto Machaca (2017), menciona en su investigación que el rendimiento de maíz en el altiplano varía entre 4.80 a 8.03 kg, con un promedio de 7.08 kg por parcela en promedio, bajo las condiciones del altiplano. Por otro lado, Pérez (2014), menciona que el rendimiento por parcela que varía entre 3.674 a 7.144 kg/parcela, con un promedio de 5.418 kg/parcela, se debe al efecto de que los niveles de cada factor interactuaron por acción del genotipo – medio ambiente, resultado similar en el presente trabajo de investigación.



#### 4.2.5. Rendimiento por hectárea

El análisis de varianza para rendimiento por hectárea (Tabla N° 23), se observa que para las accesiones de maíz no hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual nos indica que entre las accesiones el rendimiento por hectárea fue homogénea. Al evaluar los bloques también no hubo diferencia estadística significativa, lo cual indica que entre los bloques el rendimiento fue homogéneo. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 13.97% nos indica que los datos evaluados son confiables (Fernández, *et al.*, 2018).

**Tabla N° 23:** Análisis de Varianza para rendimiento por hectárea (kg/ha).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>RPH</b>	2	262854.64	131427.32	0.47	2.25	3.14	n.s.
<b>BLOQUE</b>	3	996639.45	332213.15	1.19	2.96	4.60	n.s.
<b>ERROR</b>	6	1669193.26	278198.87				
<b>TOTAL</b>	11	2928687.35					

CV=13.97 PROMEDIO=3773.11

n.s.=no significativo

\*=significativo

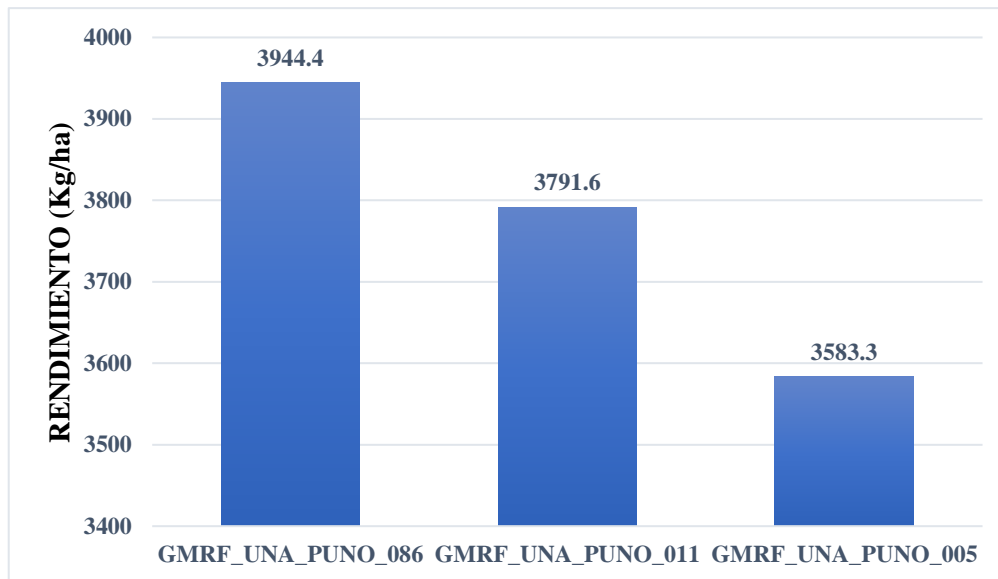
\*\*=altamente significativo

De las accesiones, se observa la prueba de Tukey para rendimiento por hectárea, en donde la accesión GMRF–UNA PUNO 086, tuvo mayor rendimiento por hectárea con 3944.4 kg/ha respectivamente; le sigue la accesión GMRF–UNA PUNO 011, con 3791.6 kg/ha. En último lugar se ubica la accesión GMRF–UNA PUNO 005, que tuvo menor rendimiento con 3583.3 kg/ha en promedio. En la Tabla N° 24 y Figura N° 18.

**Tabla N° 24:** Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para rendimiento por hectárea (kg/ha).

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE MAÍZ	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	GMRF–UNA PUNO 086	3944.4	a
2	GMRF–UNA PUNO 011	3791.6	a
3	GMRF–UNA PUNO 005	3583.3	a

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS= 1144.3.



**Figura N° 18:** Rendimiento por hectárea de las 3 accesiones de maíz (*Zea mays* L.).

Según Machaca (2017), menciona que la accesión con alto rendimiento por hectárea fue GMRF-UNA 0046 con 4587.86 kg/ha, la accesión GMRF-UNA CB tuvo menos rendimiento por hectárea con 2740.57 kg/ha con un promedio de 4045.19 kg/ha, bajo las condiciones del altiplano, es similar al resultado obtenido en este estudio. Al respecto Castillo (2018), quien obtuvo en su trabajo de investigación un promedio de 5027.40 kg/ha, bajo las condiciones edafoclimáticas propias del distrito de Tiabaya – Arequipa.

#### 4.2.6. Diámetro de la mazorca (DDM)

El análisis de varianza para el diámetro de la mazorca (Tabla N° 25), se observa que para las accesiones de maíz no hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual nos indica que entre las accesiones de maíz el diámetro de la mazorca fue homogénea. Al evaluar los bloques también no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos muestra que entre los bloques el diámetro de la mazorca fue homogénea. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 4.46 % nos indica que los datos evaluados son confiables (Fernández, *et al.*, 2018).

**Tabla N° 25:** Análisis de Varianza para diámetro de la mazorca (DDM) (cm).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>DDM</b>	2	0.10	0.05	1.29	2.25	3.14	n.s.
<b>BLOQUE</b>	3	0.05	0.01	0.45	2.96	4.60	n.s.
<b>ERROR</b>	6	0.25	0.04				
<b>TOTAL</b>	11	0.42					

CV=4.46 PROMEDIO=4.62

n.s.=no significativo

\*=significativo

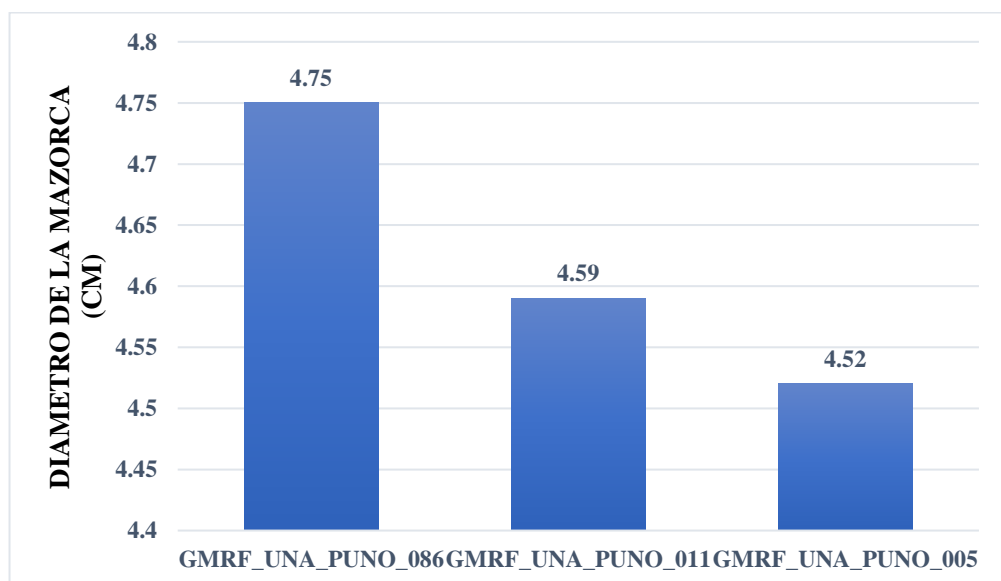
\*\*=altamente significativo

En la Tabla N° 26 y Figura N° 19, se observa el diámetro de la mazorca, en donde la accesión GMRF–UNA PUNO 086, tuvieron mayor diámetro de mazorca con 4.75cm respectivamente; le siguen las accesiones GMRF–UNA PUNO 011, con 4.59cm. En último lugar se ubica la accesión GMRF–UNA PUNO 005, que tuvo la menor altura de planta con 4.52cm. Esta variable se evaluó en la madurez fisiológica.

**Tabla N° 26:** Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para diámetro de la mazorca (DDM) (cm).

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE MAÍZ	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	GMRF–UNA PUNO 086	4.75	a
2	GMRF–UNA PUNO 011	4.59	a
3	GMRF–UNA PUNO 005	4.52	a

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS= 0.44.



**Figura N° 19:** Diámetro de la mazorca (DDM) de las 3 accesiones de maíz (*Zea mays* L.).

Respecto a Castillo (2018), en su investigación de diámetro de la mazorca bajo las condiciones edafoclimáticas propias del distrito de Tiabaya – Arequipa reporto que varía entre 4.26 cm a 5.09 cm, En cambio Machaca (2017), quien obtuvo el diámetro de la mazorca de maíz varía entre 3.84 cm a 4.27 cm, resultado similar fue obtenido en el presente trabajo. Por su parte, Obando (2019), menciona que el diámetro de la mazorca de maíz varía entre 4.9 cm a 7.2 cm bajo condiciones edafoclimáticas de la provincia de Cotopaxi, resultado superior a los obtenidos en el presente estudio.

#### 4.2.7. Peso de la mazorca (PDM)

El análisis de varianza para peso de la mazorca (Tabla N° 27), se observa que para las accesiones de maíz no hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual nos indica que entre las accesiones de maíz el peso de la mazorca fue homogénea. Al evaluar los bloques también no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos muestra que entre los bloques el peso de la mazorca fue homogénea, esto fue debido a la pendiente que tuvo la parcela experimental que influye en el peso de la mazorca. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 13.73% nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez 1990).

**Tabla N° 27:** Análisis de Varianza para peso de la mazorca (PDM) (g).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>PSDM</b>	2	86.50	43.25	0.46	2.25	3.14	n.s.
<b>BLOQUE</b>	3	353.79	117.93	1.26	2.96	4.60	n.s.
<b>ERROR</b>	6	562.32	93.72				
<b>TOTAL</b>	11	1002.62					

CV=13.73 PROMEDIO=70.47

n.s.=no significativo

\*=significativo

\*\*=altamente significativo

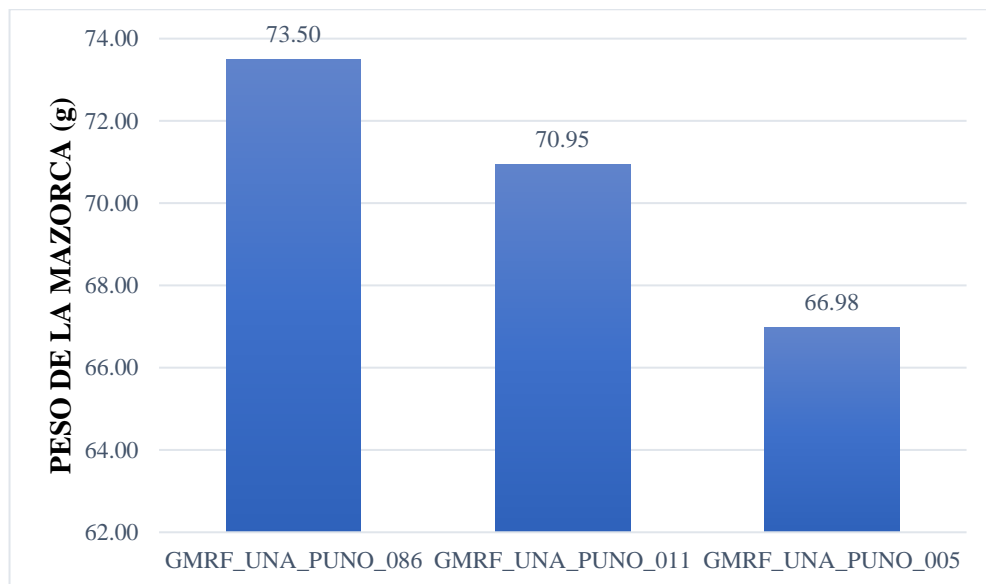
Las accesiones evaluadas, en la prueba de Tukey el peso de la mazorca, en donde la accesión GMRF–UNA PUNO 086, obtuvo mayor peso de la mazorca con 73.50g

respectivamente; le siguen la accesión GMRF–UNA PUNO 011, con 70.95g. En último lugar se ubica la accesión GMRF–UNA PUNO 005, que tuvo menor peso de la mazorca con 66.98 g. Esta variable se evaluó en la madurez fisiológica, se muestra en la Tabla N° 28 y Figura N° 20.

**Tabla N° 28:** Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para peso de la mazorca (PDM) (g).

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE MAÍZ	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	GMRF–UNA PUNO 086	73.50	a
2	GMRF–UNA PUNO 011	70.95	a
3	GMRF–UNA PUNO 005	66.98	a

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS= 21.00.



**Figura N° 20:** Peso de la mazorca (PDM) de las 3 accesiones de maíz (*Zea mays* L.).

Al respecto Castillo (2018), quien obtuvo mayor peso de mazorca, la accesión Maíz arequipeño con 107.55 g, con menor peso de mazorca la accesión GMTF-UNA 0002 con 60.85 g, con un promedio de 71.79 g, bajo las condiciones edafoclimáticas propias del distrito de Tiabaya – Arequipa, resultado similar a los datos obtenidos en el presente trabajo de investigación. Por su parte Machaca (2017), quien obtuvo el peso de la mazorca de maíz varía entre 31.74 g a 44.94 g, con un promedio de 40.55 g, bajo las

condiciones edafoclimáticas propias del CIP Camacani – Puno, resultado inferior a los datos obtenidos en el presente trabajo de investigación.

#### 4.2.8. Disposición de hileras de granos (DHG)

En la Tabla N° 29, se observa que, la accesión GMRF–UNA PUNO 086, tiene la característica de “irregular” en un 50.0%, 32.5% “en espiral” y 17.5% de “regular”. La accesión GMRF–UNA PUNO 005, tiene la característica de “irregular” en un 50.0%, 40.0% “en espiral” y 10.0% “regular”. La accesión GMRF–UNA PUNO 011, tiene la característica de “irregular” en un 45.0%, 35.0% “en espiral” y 20.0% “regular”.

**Tabla N° 29:** Análisis de Varianza para la disposición de hileras de granos.

<b>ACCESIONES DE MAÍZ</b>	<b>1. Regular</b>	<b>2. Irregular</b>	<b>3. Recta</b>	<b>4. En espiral</b>	<b>Total % plantas</b>
GMRF–UNA PUNO 086	17.5	50.0		32.5	100.0
GMRF–UNA PUNO 005	10.0	50.0		40.0	100.0
GMRF–UNA PUNO 011	20.0	45.0		35.0	100.0

#### 4.2.9. Número de hileras de granos (NHG)

El análisis de varianza para número de hileras de granos (Tabla N° 30), se observa que para las accesiones de maíz hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual nos indica que entre las accesiones de maíz el número de hileras de granos fue diferente. Al evaluar los bloques no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos muestra que entre los bloques el número de hileras de granos fue homogénea. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 4.05% nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez 1990).

**Tabla N° 30:** Análisis de Varianza para número de hileras de granos (NHG).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>NHG</b>	2	1.73	0.86	2.71	2.25	3.14	*
<b>BLOQUE</b>	3	0.75	0.25	0.78	2.96	4.60	n.s.
<b>ERROR</b>	6	1.91	0.31				
<b>TOTAL</b>	11	4.39					

CV=4.05 PROMEDIO=13.91

n.s.=no significativo

\*=significativo

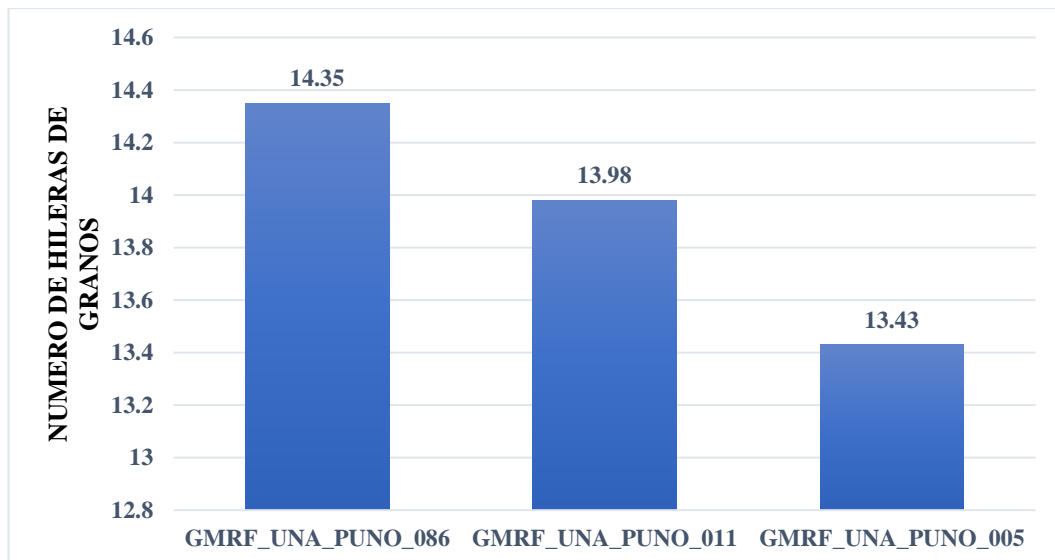
\*\*=altamente significativo

En la Tabla N° 31 y Figura N° 21, se observa los valores del número de hileras de granos, donde la accesión GMRF–UNA PUNO 086 registro un promedio mayor con 14.35 hileras de granos mostrando superioridad numérica sobre el resto de accesiones evaluadas, seguido de la accesión GMRF–UNA PUNO 011 con 13.98 hileras de granos, mientras la accesión GMRF–UNA PUNO 005 registro menor valor con 13.43 hileras de granos. Esta variable se evaluó en la cosecha se contó las hileras de granos en la parte central de la mazorca.

**Tabla N° 31:** Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para número de hileras de granos (NHG).

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE MAÍZ	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	GMRF–UNA PUNO 086	14.35	a
2	GMRF–UNA PUNO 011	13.98	a
3	GMRF–UNA PUNO 005	13.43	a

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS= 1.22.



**Figura N° 21:** Número de hileras de granos por mazorca (NHG), de las 3 accesiones de maíz (*Zea mays* L.).

Al respecto, Machaca (2017), menciona que el número de hileras de granos por mazorca de maíz en el altiplano varía entre 13.58 a 12.98, con un promedio de 13.21, bajo las condiciones edafoclimáticas propias del CIP Camacani – Puno. Por consiguiente Fuentes (1990), indica que el número de hileras de una mazorca está definido por las características genotípicas, siendo un número que difiere según la planta, puede ir de 6 a 14 hileras por mazorca. Según Obando (2019), menciona que el número de hileras de granos varía entre 10 a 16 hileras por mazorca, con un promedio de 11.7, bajo condiciones edafoclimáticas de la provincia de Cotopaxi, los cuales son similares resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación.

#### **4.2.10. Peso de 100 granos (PDG)**

El análisis de varianza para peso de 100 granos (Tabla N° 32), se observa que para las accesiones de maíz hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual nos indica que entre las accesiones de maíz el peso 100 granos fue diferente. Al evaluar los bloques no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos muestra que entre los bloques el peso





de 100 granos fue homogénea. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 10.39% nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez 1990).

**Tabla N° 32:** Análisis de Varianza para peso de 100 granos (PDG) (g).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>100 GNS</b>	2	53.83	26.91	2.27	2.25	3.14	*
<b>BLOQUE</b>	3	66.77	22.25	1.88	2.96	4.60	n.s.
<b>ERROR</b>	6	71.09	11.84				
<b>TOTAL</b>	11	191.71					

CV=10.39 PROMEDIO=33.09

n.s.=no significativo

\*=significativo

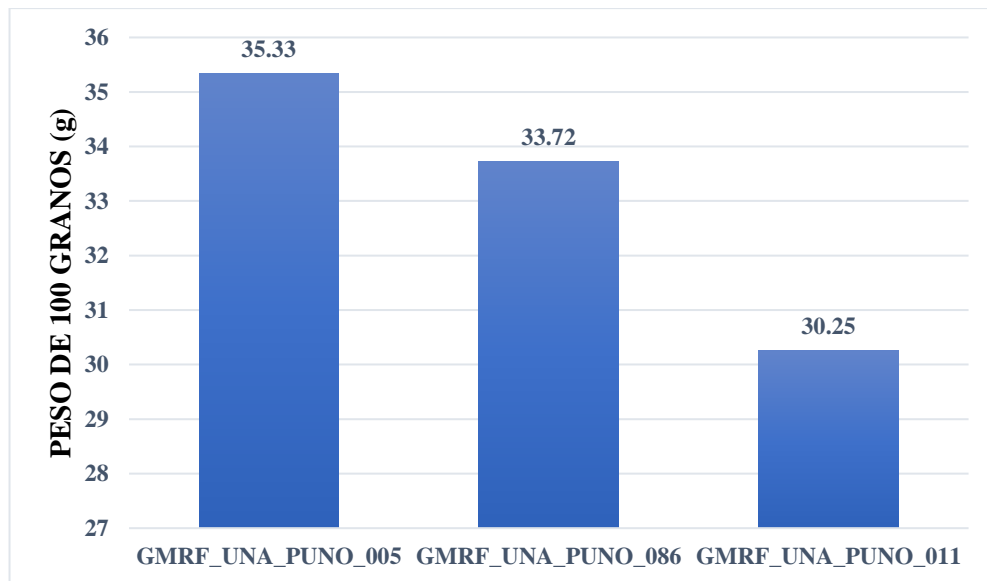
\*\*=altamente significativo

De las accesiones evaluadas, a través de la prueba de Tukey para el peso de 100 granos, en donde la accesión GMRF-UNA PUNO 005, tuvo mayor peso de 100 granos con 35.33 g respectivamente; le sigue la accesión GMRF-UNA PUNO 086, con 33.72 g respectivamente. En último lugar se ubica la accesión GMRF-UNA PUNO 011, que tuvo menor peso de 100 granos con 30.25 g, se muestra en la Tabla N° 33 y Figura N° 22.

**Tabla N° 33:** Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para peso de 100 granos (PDG) (g).

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE MAÍZ	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	GMRF-UNA PUNO 005	35.33	a
2	GMRF-UNA PUNO 086	33.72	a
3	GMRF-UNA PUNO 011	30.25	a

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS= 7.46.



**Figura N° 22:** Peso de 100 granos (PDG) de las 3 accesiones de maíz (*Zea mays* L.).

Según Castillo (2018), menciona que el peso de 100 granos de maíz varía entre 26.09 a 44.23 g, las accesiones Maíz arequipeño y GMTF-UNA 0002 con peso promedio de 26.09 g. Al respecto González (2010), menciona que el peso de 100 granos de maíz varía entre 28.43 a 30.53 g, los resultados obtenidos son similares al presente trabajo de investigación, puede deberse entre otras cosas a una mayor acumulación de sacarosa y almidón. En cambio Machaca (2017), mencionan que el peso de 100 granos de maíz en el altiplano varía entre 45.39 a 54.75 g, con un promedio de 49.58 g, bajo las condiciones edafoclimáticas propias del CIP Camacani – Puno, siendo estos valores inferiores a los valores reportados en el presente trabajo de investigación.

**Tabla N° 34:** Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para Peso de 1000 grano.

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE MAÍZ	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	GMRF-UNA PUNO 005	353.30	a
2	GMRF-UNA PUNO 086	337.15	a
3	GMRF-UNA PUNO 011	302.53	a

#### 4.2.11. Largo del grano (LDG)

El análisis de varianza para el largo del grano (Tabla N° 35), se observa que para las accesiones de maíz no hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual nos indica que entre las accesiones de maíz del largo del grano fue homogénea. Al evaluar los bloques también no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos muestra que entre los bloques el largo del grano fue homogénea, esto fue debido a la pendiente que tuvo la parcela experimental que influye al largo del grano. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 3.01% nos indica que los datos evaluados son confiables (Fernández, *et al.*, 2018).

**Tabla N° 35:** Análisis de Varianza para el largo del grano (LDG) (mm).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>LDG</b>	2	0.31	0.15	1.00	2.25	3.14	n.s.
<b>BLOQUE</b>	3	0.03	0.01	0.07	2.96	4.60	n.s.
<b>ERROR</b>	6	0.95	0.15				
<b>TOTAL</b>	11	1.30					

CV=3.01 PROMEDIO=13.21

n.s.=no significativo

\*=significativo

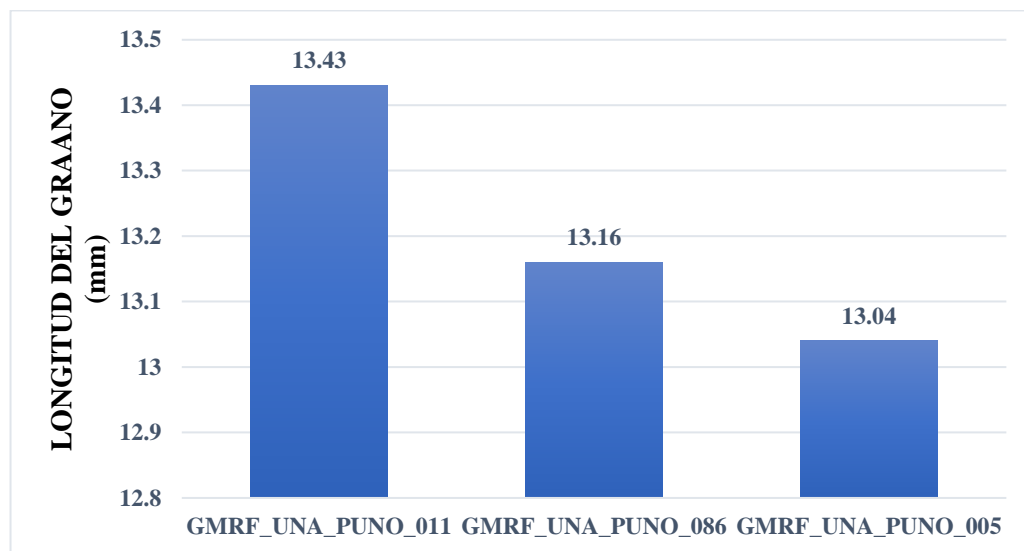
\*\*=altamente significativo

En la Tabla N° 36 y Figura N° 23, se observa las accesiones evaluadas del largo del grano, en donde la accesión GMRF–UNA PUNO 011, tuvo un largo del grano mayor con 13.43mm respectivamente; le sigue la accesión GMRF–UNA PUNO 086, con 13.16mm respectivamente. En último lugar se ubica la accesión GMRF–UNA PUNO 005, que tuvo un largo del grano menor con 13.04mm. Esta variable se evaluó en la madurez fisiológica.

**Tabla N° 36:** Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para el largo del grano (LDG) (mm).

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE MAÍZ	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	GMRF-UNA PUNO 011	13.43	a
2	GMRF-UNA PUNO 086	13.16	a
3	GMRF-UNA PUNO 005	13.04	a

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS= 0.86.



**Figura N° 23:** Largo del grano (LDG) de las 3 accesiones de maíz (*Zea mays* L.).

Al respecto, Obando (2019), mencionan que la longitud del grano de maíz varía entre 9 mm a 14 mm, con un promedio de 12.1 mm, bajo condiciones edafoclimáticas de la provincia de Cotopaxi. Según Machaca (2017), quien obtuvo mayor longitud del grano de maíz, varía entre 0.95 mm a 1.07 mm, con un promedio de 1.02 mm, bajo las condiciones edafoclimáticas propias del CIP Camacani – Puno, siendo estos valores inferiores a la del presente trabajo de investigación.

#### 4.2.12. Ancho del grano (ADG)

El análisis de varianza para ancho del grano (Tabla N° 37), se observa que para las accesiones de maíz hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual nos indica que entre las accesiones de maíz el ancho del grano fue diferente. Al evaluar los bloques no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos muestra que entre los bloques el

ancho del grano fue homogénea, esto fue debido a la pendiente que tuvo la parcela experimental que influye el ancho del grano. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 2.93% nos indica que los datos evaluados son confiables (Fernández, *et al.*, 2018).

**Tabla N° 37:** Análisis de Varianza para ancho del grano (ADG) (mm).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>ADG</b>	2	0.32	0.16	2.67	2.25	3.14	*
<b>BLOQUE</b>	3	0.27	0.09	1.52	2.96	4.60	n.s.
<b>ERROR</b>	6	0.36	0.06				
<b>TOTAL</b>	11	0.95					

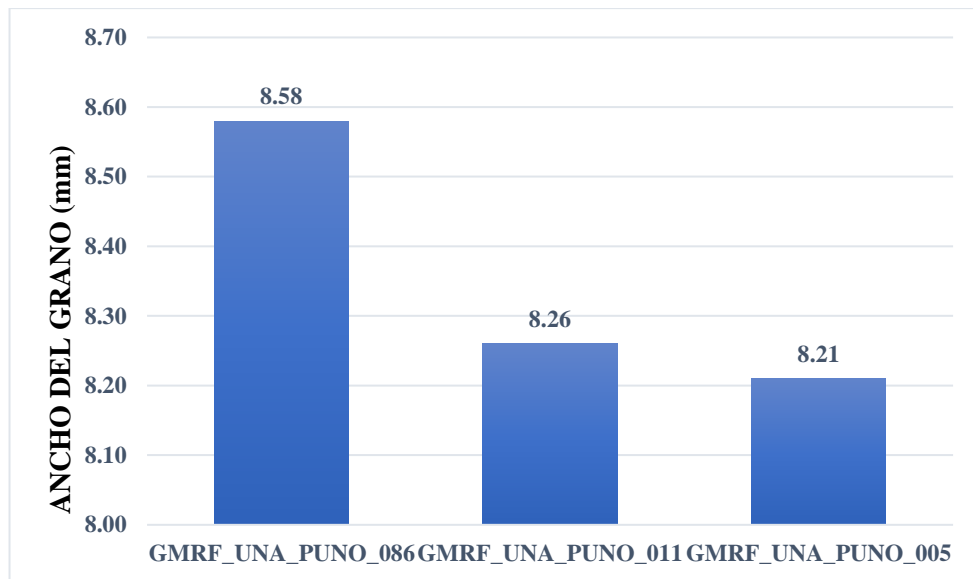
CV=2.93 PROMEDIO=8.35 n.s.=no significativo \*=significativo \*\*=altamente significativo

De las accesiones evaluadas, a través de la prueba de Tukey para ancho del grano, en donde la accesión GMRF–UNA PUNO 086, tuvo mayor ancho del grano con 8.58mm respectivamente; le siguen la accesión GMRF–UNA PUNO 011, con 8.26mm respectivamente. En último lugar se ubica la accesión GMRF–UNA PUNO 005, que tuvo menor ancho del grano con 8.21mm. Esta variable se evaluó en la madurez fisiológica, mostradas en la Tabla N° 38Figura N° 24.

**Tabla N° 38:** Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para ancho del grano (ADG) (mm).

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE MAÍZ	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	GMRF–UNA PUNO 086	8.58	a
2	GMRF–UNA PUNO 011	8.26	a
3	GMRF–UNA PUNO 005	8.21	a

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS= 0.53.



**Figura N° 24:** Ancho del grano (ADG) de las 3 accesiones de maíz (*Zea mays* L.).

Al respecto, Obando (2019), mencionan que el ancho del grano de maíz varía entre 8 mm a 13 mm, con un promedio de 10,8 mm, bajo condiciones edafoclimáticas de la provincia de Cotopaxi, se obtuvo un valor superior a del presente trabajo.

#### 4.2.13. Espesor del grano (EDG)

El análisis de varianza para espesor del grano (Tabla N° 39), se observa que para las accesiones de maíz hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual nos indica que entre las accesiones de maíz el espesor del grano fue diferente. Al evaluar los bloques no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos muestra que entre los bloques el espesor del grano fue homogénea, esto fue debido a factores climático que tuvo la parcela experimental que influye en el espesor del grano. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 3.05% nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez 1990).

**Tabla N° 39:** Análisis de Varianza para el espesor del grano (mm).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>GDG</b>	2	0.27	0.13	4.14	2.25	3.14	*
<b>BLOQUE</b>	3	0.13	0.04	1.39	2.96	4.60	n.s.
<b>ERROR</b>	6	0.19	0.03				
<b>TOTAL</b>	11	0.60					

CV=3.05 PROMEDIO=5.91

n.s.=no significativo

\*=significativo

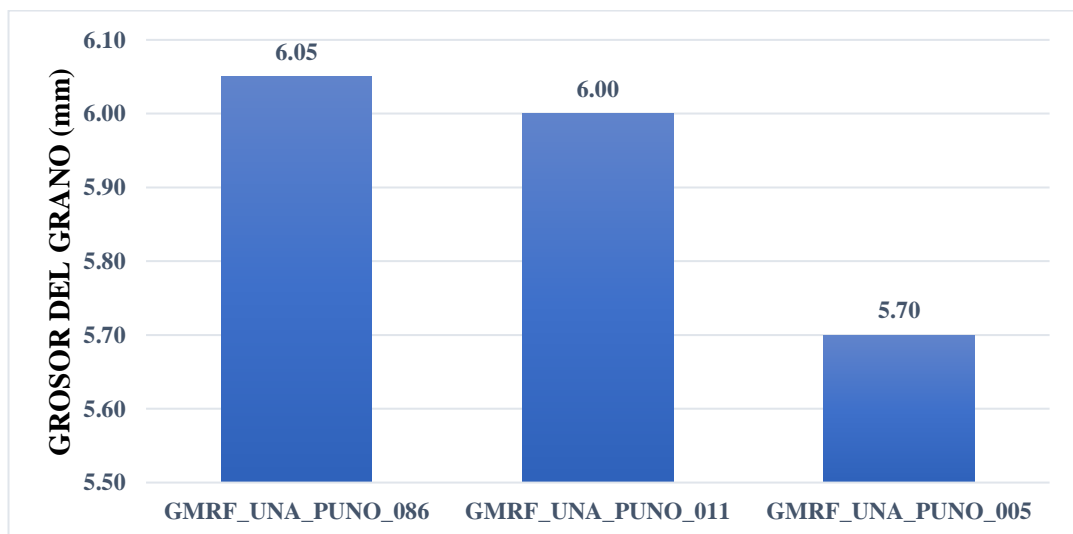
\*\*=altamente significativo

En la Tabla N° 40 y Figura N° 25, se observa el espesor del grano, en donde la accesión GMRF-UNA PUNO 086, tuvo mayor espesor del grano con 6.05mm respectivamente; le siguen las accesiones GMRF-UNA PUNO 011, 6.00mm respectivamente. En último lugar se ubica la accesión GMRF-UNA PUNO 005, que tuvo menor espesor del grano con 5.70cm. Esta variable se evaluó en la madurez fisiológica.

**Tabla N° 40:** Prueba de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para el espesor del grano (mm).

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE MAÍZ	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	GMRF-UNA PUNO 086	6.05	a
2	GMRF-UNA PUNO 011	6.00	a
3	GMRF-UNA PUNO 005	5.70	a

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS= 0.39.



**Figura N° 25:** Espesor del grano de las 3 accesiones de maíz (*Zea mays* L.).



#### 4.2.14. Forma de la superficie del grano (FSG)

En la Tabla N° 41, se observa que, la accesión GMRF–UNA PUNO 086, tiene la característica de la forma de la superficie del grano “dentado” en un 52.5%, 25.0% de “redondo”, 20% de “puntiagudo” y 2.5 de “muy puntiagudo”. La accesión GMRF–UNA PUNO 005, tiene la característica de la forma de la superficie del grano “dentado” en un 50.0%, 32.5% de “redondo” y 12.5% de “puntiagudo” y 5.0 de “muy puntiagudo”. La accesión GMRF–UNA PUNO 011, tiene la característica de la forma de la superficie del grano “dentado” en un 45.0%, 25.0% de “redondo”, 22.5% de “puntiagudo” y 7.5 de “muy puntiagudo”.

**Tabla N° 41:** Forma de la superficie del grano de maíz.

ACCESIÓN DE MAÍZ	FORMA DE LA SUPERFICIE DEL GRANO						
	1. Contraído	2. Dentado	3. Plano	4. Redondo	5. Puntiagudo	6. Muy puntiagudo	Total % plantas
GMRF–UNA PUNO 086		52.5		25.0	20.0	2.5	100.0
GMRF–UNA PUNO 011		45.0		25.0	22.5	7.5	100.0
GMRF–UNA PUNO 005		50.0		32.5	12.5	5.0	100.0





## V. CONCLUSIONES

Al realizar el estudio se encontró que la accesión GMRF–UNA PUNO 086 presento mejores características agronómicas presentando mayor altura de planta con 138.91 cm; con un diámetro de tallo de 1.98 cm y el número de hojas arriba de la mazorca con 6.05 hojas, siendo esta accesión ideal para la selección en condiciones de Puno. Seguido de la accesión GMRF–UNA PUNO 011 registro el promedio mayor de poder germinativo con 97 %.

Se determinó que en rendimiento el mejor resultado obtuvo la accesión GMRF–UNA PUNO 086 obtuvo los mejores rendimientos con 3,944.4 kg/ha, y tuvo una longitud de mazorca de 8.89 cm, con un 70 % de las mazorcas de forma “cónica”; con un diámetro de mazorca de 4.75 cm; el peso de la mazorca con 73.50 g; disposición de hileras de grano tiene la característica de “irregular” en un 50.0%, y 32.5% “en espiral” y 17.5% de “regular”; el número de hileras de granos por mazorca fue de 14.35 hileras; con un ancho de grano de 8.58 mm; el espesor del grano de 6.05 mm; por las características sobresalientes esta accesión debería ser liberado como una nueva variedad.



## VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda que la accesión GMRF–UNA PUNO 086 en estudio deben ser liberada como nueva variedad por las características agronómicas propias de dicha accesión, además tolerante al estrés hídrico y bajas temperaturas.

Se recomienda realizar más trabajos de investigación en mejoramiento genético, para obtener variedades mejoradas con buen vigor híbrido y que mejore los rendimientos, se adapten bajo las condiciones del altiplano seco.



## VII. REFERENCIAS

- Alviz Rimachi, Lourdes. (2015). Adaptabilidad de cuatro cultivares de maíz (*Zea mays* L.) Con fines de forrajeo en condiciones del centro de producción y capacitación granja" la perla" Chumbivilcas Cusco. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa., Arequipa - Perú. 105 P.
- Andrade, H. (2012). Mejoramiento de la productividad del cultivo de maíz (*Zea mays*) en los valles orientales subtropicales en la provincia de Pichincha, Macroproyecto. Quito: Universidad Central del Ecuador. 124 p.
- Beingolea, L., J. Nakhodo, y J. Chura. (2008). Acción génica de la heterosis de un grupo de variedades de libre polinización de maíces amarillos duros. En 13° Congreso Latinoamericano de Genética; VI Congreso Peruano de Genética; memorias de actividades y participantes. Asociación Latinoamericana de Genética, Lima (Perú); 9 p.
- Benavente Moreda, Pilar. (1993). Evaluación del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en las riveras del lago Arapa-Puno-Perú. Tesis Ing. Agrónomo., Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano. 64 p.
- Bonamico, N., J. Aiassa, M. Ibañez, M. Di Renzo, Daniel Díaz, y J. Salerno. (2004). Caracterización y clasificación de híbridos simples de maíz (*Zea mays* L.) con marcadores SSR. RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias 33(2):129 - 144 p.
- Calzada, José. (2002). Métodos estadísticos para la investigación. Editorial Milagros SA Lima-Perú, 644 p.
- Castillo Mendoza, Jose Luis. (2018). comportamiento agronómico de once accesiones de maíz amiláceo altiplánico (*Zea mays* L.), bajo condiciones del Distrito de Tiabaya-Arequipa. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa - Perú. 93 p.
- Choque, J. (2005). Producción y manejo de especies forrajeras. Editorial Universitaria UNA-Puno 199 p.
- CYMMYT, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (1999). Desarrollo, mantenimiento y multiplicación de semilla de variedades de polinización libre: Programa de maíz. (2 edición). México. 195 p.
- Derás, Héctor. (2012). Guía técnica El cultivo del maíz (*Zea mays* L.). Obtenido de [http://www.observatorioredsicta.info/sites/default/files/docpublicaciones/el\\_salvador\\_guiatecnica\\_maiz\\_2014.pdf](http://www.observatorioredsicta.info/sites/default/files/docpublicaciones/el_salvador_guiatecnica_maiz_2014.pdf).
- Dominguez, F. (2006). Introducción de once híbridos Nacional de maíz amarillo duro para rendimiento en grano en Majes. Tesis Ing. Agrónomo., Universidad Nacional de San Agustín., Arequipa – Perú. 145 p.
- Esquinas Alcazar, J. T. (1982). Analítico: recursos fitogenéticos una inversión segura para el futuro. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Roma, Italia. 34 p.



- Estremadoyro Rosas, Raúl Bernardino. (1973). Evaluación del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) en la península de Chucuito, Puno. Tesis Ing. Agrónomo., Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno - Perú. 59 p.
- FAO. (2012). “Mejoramiento de Maíz con objetivos especiales”. Disponible en: [www.fao.org/DOCREP/003/X7650S/x7650s21.com](http://www.fao.org/DOCREP/003/X7650S/x7650s21.com).
- Fernández-Granda, L., J. Crossa, Z. Fundora-Mayor, L. Castiñeiras-Alfonso, G. Gálvez-Rodríguez, M. García-García, y C. Giraudy-Bueno. (2010). Identificación y caracterización de razas de maíz en sistemas campesinos tradicionales de dos áreas rurales de Cuba. INIFAT. Revista Bio Ciencias 1(1):4-18 p.
- Fuentes López, Mario Roberto. (1990). Descriptores del Maíz. Managua: Programa Colaborativo de Fitomejoramiento Participativo en Mesoamerica. Centro para la Promoción, la Investigación y el Desarrollo Rural y Social, Managua (Nicaragua). 23 p.
- Gallardo, M., H. Vallejo, y F. Hernandez. (2010). “Manual técnico del cultivo del maíz”. Estado de Michoacán, México. 110 p.
- González Piñan, Hugo Noel. (2010). Efecto del bioestimulante evergreen en tres dosis y tres fraccionamientos en el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) CV. “Marginal 28-T” en Tingo María. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria de la Selva., Tingo María - Perú.
- Henríquez, Priscila. (2002). Glosario de términos útiles para el manejo de los recursos filogenéticos. IICA Biblioteca Venezuela. San Salvador, El Salvador. 92 p.
- Holdridge, L. (1982). Ecología basada en zonas de vida. San José (Costa Rica): Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 235 p.
- Iltis, Hugh H., y Bruce F. Benz. (2000). En el origen, la evolución y la dispersión de maíz. Pp. 25-38. in: M. Blake(ed.) La pacífica Latinoamérica en la Prehistoria, La evolución de Culturas Arcaicas y Formativas. 223 p.
- INEI, (Instituto Nacional de Estadística e Informática). (2016). Producción Nacional. Informe Técnico No 02.
- INFOAGRO. (2012). “El cultivo del maíz”. Disponible en: [www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.asp](http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.asp). Consultado el 17/05/2020.
- INIA, J. (2015). Instituto Nacional de Innovación Agraria, Producción de Maíz en el Perú. - (<http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-n039-2015-inei.pdf>).
- ITIS. (2020). Sistema Integrado de Información Taxonómica. Disponible en: [https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_val=506567#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_val=506567#null).
- Jugenheimer, Robert W. (1988). Maíz: variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Limusa México, DF. 841 p.



- Lescano, J. L. (1994). Genética y mejoramiento de cultivos altoandinos: quinua, kañihua, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca. Programa Interinstitucional de Waru Waru. Convenio INADE/PELT-COTESU. 459 p.
- Machaca Valencia, Richard. (2017). Caracterización agronómica y morfológica de doce accesiones de maíz (*Zea mays* L.) altiplánico tolerantes al frío en CIP Camacani, Puno. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano., Puno - Perú. 138 p.
- Maluenda, G. J. (2015). Máximos Históricos en Producción, Consumos y Stocks en Maíz (*Zea mays* L.). (CIC) Consejo Internacional de Cereales. Boletín Informativo. Madrid-España 9: 9 p.
- Manrique, A. (1988). El maíz en el Perú. Fondo de promoción de la cultura agraria. Banco Agrario del Perú. 362 p.
- Manrique, Antonio. (1994). El maíz en el Perú. Lima-Perú.: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). Lima, Perú. 362 p.
- Manrique Chávez, A. P. (1997). El maíz (*Zea mays* L.) en el Perú. Vol. 2. Edición. Edición Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Lima-Perú.
- MINAG, (Ministerio de Agricultura). (2008). Aspectos Técnicos De Cultivos Agrícolas. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Cajamarca - Perú.
- MINAG, (Ministerio de Agricultura). (2014). Maíz amiláceo Perú un campo fértil para sus inversiones desarrollo de sus exportaciones. (Consultado el 18-04-2020). URL:  
[http://www.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manales,boletines/maízamilaceo/maíz\\_amilaceo12.pdf](http://www.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manales,boletines/maízamilaceo/maíz_amilaceo12.pdf).
- MINAGRI, (Ministerio de Agricultura y Riego). (2014). Anuario “Producción de Principales Productos Agrícolas 2013”. Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas. Lima - Perú. 38 p.
- MINAGRI, (Ministerio de Agricultura y Riego). (2017). Boletín estadístico de la producción y comercialización. Agraria. pe, <http://www.agraria.pe/noticias/minagri-busca-promover-produccion-y-comercializacion-13923> 20 p.
- MINAGRI, (Ministerio de Agricultura y Riego). (2018). Plan Nacional de Cultivos (Campaña Agrícola 2018-2019). Perú.
- Montgomery, DC. (2002). Diseño y análisis de experimentos, México DF: Ed. Limusa. 686 p.
- Mujica, A., y E. Chura. (2012). Cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Cultivo de granos andinos y cereales. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú 336 - 387 p.
- Njuguna, Elijah, Mary Gathara, Stanley Nadir, Sizah Mwalusepo, David Williamson, Pierre-Etienne Mathé, Jackson Kimani, Tobias Landmann, Gerald Juma, y



- George Ong'amo. (2015). Characteristics of soils in selected maize growing sites along altitudinal gradients in East African highlands. *Data in brief* 5:138-44 p.
- Obando Arequipa, Erika Salome. (2019). Caracterización morfológica de maíz blanco harinoso (*Zea mays* L.) material nativo "Chazo" de la provincia de Chimborazo. B.S. thesis, Universidad Técnica de Ambato. Arequipa, Perú. 74 p.
- ONERN. (1985). Programa de inventario y evaluación de los recursos naturales del departamento de Puno, Cap. V Suelos. Lima, Perú.: Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales.
- Ore, Sonia. (2015). Comportamiento de cinco ciclos de selección en dos compuestos raciales de maíz (*Zea mays* L.) San Geronimo y Huancavelica. Universidad Nacional del Centro del Perú., El Mantaro, Jauja - Perú. 88 p.
- Oscanoa, César. (2010). Diversidad de razas de maíz (*Zea mays* L) en sierra central del Perú. Primer congreso peruano de mejoramiento genético y biotecnología agrícola. Proceeding. UNALM. Lima - Perú. 90-101 p.
- Paliwal, Ripusudan L. (2001). El maíz (*Zea mays* L.) en los trópicos: mejoramiento y producción. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.: Food & Agriculture Org. 376 p.
- Paredes Yume, Alexander. (2009). Evaluacion de adaptacion de siete hibridos introducidos de Maiz Amarillo (*Zea Mays* l.) en suelos del Bajo Mayo, region San Martín. San Martin, Perú. 83 p.
- Parsons, MD, y B. David. (1988). Manuales para la educación agropecuaria. Vol. 7° Reimpresion. Producción vegetal N° 10. Mexico DF.: Editorial Trillas. 56 p.
- Pasquel Pazmiño, Julio Geovanny. (2016). Evaluación de dos compuestos balanceados de maíz suave "Mishca" (*Zea mays* L.) provenientes de medios hermanos y hermanos completos en la localidad de Ascázubi, Pichincha. B.S. thesis, Universidad Central del Ecuador, Quito - Ecuador. 86 p.
- Pérez Laura, Maribel Mónica. (2014). Rendimiento de semilla de seis compuestos raciales de maíz (*Zea mays* L.) en la sierra central del Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú, El Mantaro, Jauja - Perú. 60 p.
- Quishpe Yanchaliquin, Bethy Lucia. (2010). Evaluación de la producción de 2 variedades experimentales en etapa fenológica (choclo) y seco, de maíz (*Zea mays* L.) de grano blanco harinoso, y un híbrido simple, frente al testigo local, en Loja-Ecuador. Tesis Ing. Agropecuaria., Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Cuenca - Azuay, 112 p.
- Rimache, M. (2008). Cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Vol. 1° Edicion. Lima, Perú.: Empresa editora Macro E.I.R.L. 111 p.
- Risco, Martha, R. Donckers, T. E. Avendaño, A. Martínez, P. R. D. Quispe, L. Pérez Ch, G. L. A. Arostegui, G. C. I. Calderón, y C. L. A. Guerra. (2007). Conociendo la cadena productiva del maíz morado en Ayacucho. Proyecto PRA. Perú.



- Salazar, P. (1990). El cultivo del maíz y su importancia en el estado Trujillo, FONAIAP Divulga, N 33. Enero. Venezuela. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve>.
- SENAMHI, (Servicio nacional de meteorología e hidrología). (2017). SENAMHI órgano oficial y rector del sistema hidrometeorológico nacional al servicio del desarrollo socio económico del país. 120 p.
- Sevilla, P. (1991). Diversidad del maíz en la región Andina. Experiencias en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el área Andina. Vol. Volumen 1. Quito-Ecuador.: IICA, Quito (Ecuador). Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregion Andina (PROCIANDINO), 120 p.
- Sevilla, R. (2006). Descriptores para la caracterización del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Manual para la caracterización in situ de cultivos nativos. R. Estrada, T. Medina, A. Roldán. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA). 1 ed. Lima – Perú. 167 p.
- SICA, (Servicio de Información del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador). (2001). Producción orgánica de quinua. (En línea). Consultado el 12 de Abril del 2020. Disponible en: <http://www.sica.gov.ec>.
- Solano, M., J. T. (2017). Taxonomía Vegetal. Universidad Nacional del Altiplano – Puno. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica., Puno - Perú. 105 p.
- Vásquez, V. (1990). Experimentación agrícola. Diseños estadísticos para la investigación científica y tecnológica. Primera edición, Editorial Amaru-Perú 107 – 45 p.
- Vera, D. V., Gabriel Liuba Delfini, Luis Godoy Montiel, E. Diaz, Freddy Sabando Avila, Felipe Garcés Fiallos, y Gary Meza Bone. (2013). Análisis de estabilidad para el rendimiento de híbridos de maíz (*Zea mays*) en la Región Central del Litoral Ecuatoriano. *Scientia Agropecuaria* 4(3): 211–218 p.
- Yáñez, C., J. Zambrano, M. Caicedo, y J. Heredia. (2005). Inventario Tecnológico del Programa de Maíz (*Zea mays* L.). INIAP-EESC. Quito-Ecuador 2-25 p.

## ANEXOS

**Tabla N° 42:** Datos de campo de altura de planta de 3 accesiones de maíz altioplánico (*Zea mays* L.) (cm).

BLOQUE	GMRF-UNA PUNO 086	GMRF-UNA PUNO 005	GMRF-UNA PUNO 011
I	145.66	129.16	145.72
II	143.12	140.00	143.72
III	128.14	156.70	137.88
IV	138.70	126.38	122.81
TOTAL	555.62	552.24	550.13
PROMEDIO	138.91	138.06	137.53

**Tabla N° 43:** Datos de campo del diámetro del tallo de 3 accesiones de maíz altioplánico (*Zea mays* L.) (cm).

BLOQUE	GMRF-UNA PUNO 086	GMRF-UNA PUNO 005	GMRF-UNA PUNO 011
I	2.15	1.70	2.13
II	1.84	1.77	1.97
III	2.08	1.44	1.80
IV	1.84	1.59	1.91
TOTAL	7.91	6.51	7.81
PROMEDIO	1.98	1.63	1.95

**Tabla N° 44:** Datos de campo de número de hojas arriba de la mazorca de 3 accesiones de maíz altioplánico (*Zea mays* L.) (número).

BLOQUE	GMRF-UNA PUNO 086	GMRF-UNA PUNO 005	GMRF-UNA PUNO 011
I	6.40	6.00	5.80
II	5.60	5.60	6.20
III	6.00	6.40	5.40
IV	6.20	6.00	5.60
TOTAL	24.20	24.00	23.00
PROMEDIO	6.05	6.00	5.75





**Tabla N° 45:** Datos de laboratorio de germinación de 3 accesiones de maíz altioplánico (*Zea mays* L.) (%).

BLOQUE	GMRF-UNA PUNO 086	GMRF-UNA PUNO 005	GMRF-UNA PUNO 011
I	89	95	100
II	93	93	95
III	94	90	100
IV	95	87	92
TOTAL	371	365	387
PROMEDIO	92.75	91.25	96.75

**Tabla N° 46:** Datos de laboratorio de valor cultural de 3 accesiones de maíz altioplánico (*Zea mays* L.) (%).

BLOQUE	GMRF-UNA PUNO 086	GMRF-UNA PUNO 005	GMRF-UNA PUNO 011
I	87.06	93.56	97.80
II	91.90	91.94	94.68
III	92.65	87.66	98.10
IV	94.03	85.26	90.20
TOTAL	365.6398	358.4158	380.7738
PROMEDIO	91.41	89.60	95.2

**Tabla N° 47:** Datos de campo de longitud de la mazorca de 3 accesiones de maíz altioplánico (*Zea mays* L.) (cm).

BLOQUE	GMRF-UNA PUNO 086	GMRF-UNA PUNO 005	GMRF-UNA PUNO 011
I	8.64	8.33	8.36
II	8.43	8.51	9.17
III	9.12	9.12	8.43
IV	9.39	8.72	8.38
TOTAL	35.58	34.68	34.33
PROMEDIO	8.89	8.67	8.58

**Tabla N° 48:** Datos de campo de peso de grano de una planta de las 3 accesiones de maíz altioplánico (*Zea mays* L.) (g).

BLOQUE	GMRF-UNA PUNO 086	GMRF-UNA PUNO 005	GMRF-UNA PUNO 011
I	90.68	65.86	72.85
II	67.65	55.01	76.62
III	58.68	68.32	58.53
IV	68.99	70.68	67.79
TOTAL	286	259.87	275.79
PROMEDIO	71.50	64.97	68.95

**Tabla N° 49:** Datos de campo de rendimiento por parcela de 3 accesiones de maíz altiplánico (*Zea mays* L.) (kg).

BLOQUE	GMRF-UNA PUNO 086	GMRF-UNA PUNO 005	GMRF-UNA PUNO 011
I	5.27	5.92	6.19
II	6.42	4.63	7.00
III	7.25	6.01	5.45
IV	6.27	5.71	5.05
TOTAL	25.20	22.27	23.68
PROMEDIO	6.30	5.57	5.92

**Tabla N° 50:** Datos de campo de rendimiento por hectárea de 3 accesiones de maíz altiplánico (*Zea mays* L.) (kg/ha).

BLOQUE	GMRF-UNA PUNO 086	GMRF-UNA PUNO 005	GMRF-UNA PUNO 011
I	4999.95	3611.08	3999.96
II	3722.19	3055.53	4222.18
III	3222.19	3777.74	3222.19
IV	3833.30	3888.85	3722.19
TOTAL	15777.6	14333.2	15166.5
PROMEDIO	3944.4	3583.3	3791.6

**Tabla N° 51:** Datos de campo de diámetro de la mazorca de 3 accesiones de maíz altiplánico (*Zea mays* L.) (cm).

BLOQUE	GMRF-UNA PUNO 086	GMRF-UNA PUNO 005	GMRF-UNA PUNO 011
I	5.06	4.42	4.67
II	4.74	4.52	4.65
III	4.36	4.60	4.61
IV	4.85	4.56	4.43
TOTAL	19.01	18.09	18.37
PROMEDIO	4.75	4.52	4.59

**Tabla N° 52:** Datos de campo de peso de la mazorca de 3 accesiones de maíz altiplánico (*Zea mays* L.) (g).

BLOQUE	GMRF-UNA PUNO 086	GMRF-UNA PUNO 005	GMRF-UNA PUNO 011
I	93.00	68.10	74.80
II	69.60	56.70	78.80
III	60.40	70.30	60.30
IV	71.00	72.80	69.90
TOTAL	294.00	267.90	283.80
PROMEDIO	73.50	66.98	70.95



**Tabla N° 53:** Datos de campo de número de hileras de granos de 3 accesiones de maíz altioplánico (*Zea mays* L.) (número).

BLOQUE	GMRF-UNA PUNO 086	GMRF-UNA PUNO 005	GMRF-UNA PUNO 011
I	14.30	13.90	13.60
II	15.00	13.40	14.30
III	13.40	12.80	14.40
IV	14.70	13.60	13.60
TOTAL	57.40	53.70	55.90
PROMEDIO	14.35	13.43	13.98

**Tabla N° 54:** Datos de campo de peso de 100 granos de 3 accesiones de maíz altioplánico (*Zea mays* L.) (g).

BLOQUE	GMRF-UNA PUNO 086	GMRF-UNA PUNO 005	GMRF-UNA PUNO 011
I	32.18	33.49	33.54
II	33.20	29.23	29.67
III	30.88	36.87	27.38
IV	38.60	41.73	30.42
TOTAL	134.86	141.32	121.01
PROMEDIO	33.72	35.33	30.25

**Tabla N° 55:** Datos de campo de largo del grano de 3 accesiones de maíz altioplánico (*Zea mays* L.) (mm).

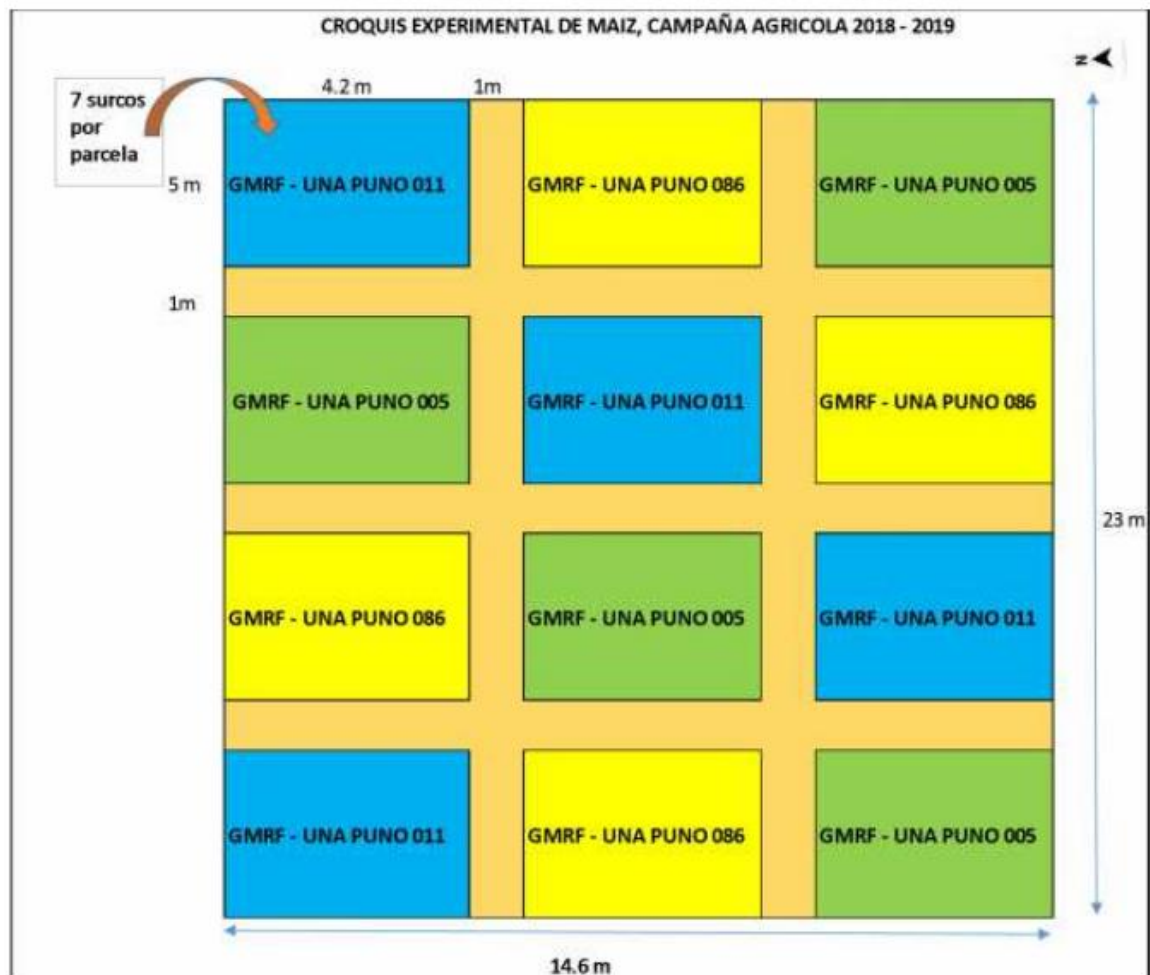
BLOQUE	GMRF-UNA PUNO 086	GMRF-UNA PUNO 005	GMRF-UNA PUNO 011
I	13.05	13.24	13.39
II	12.89	12.95	13.96
III	13.06	13.26	13.35
IV	13.64	12.71	13.02
TOTAL	52.64	52.16	53.72
PROMEDIO	13.16	13.04	13.43

**Tabla N° 56:** Datos de campo de ancho del grano de 3 accesiones de maíz altioplánico (*Zea mays* L.) (mm).

BLOQUE	GMRF-UNA PUNO 086	GMRF-UNA PUNO 005	GMRF-UNA PUNO 011
I	8.82	8.55	8.46
II	8.66	7.69	8.33
III	8.32	8.39	8.07
IV	8.54	8.23	8.20
TOTAL	34.33	32.86	33.05
PROMEDIO	8.58	8.21	8.26

**Tabla N° 57:** Datos de campo de espesor del grano de 3 accesiones de maíz altiplánico (*Zea mays* L.) (mm).

BLOQUE	GMRF-UNA PUNO 086	GMRF-UNA PUNO 005	GMRF-UNA PUNO 011
I	6.14	5.63	6.12
II	6.05	5.77	6.37
III	6.09	5.81	5.71
IV	5.91	5.62	5.80
TOTAL	24.19	22.82	24.00
PROMEDIO	6.05	5.70	6.00



**Figura N° 26:** Croquis del área experimental y de la distribución de accesiones de maíz.



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



Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

Departamento : PUNO

Distrito : CAMACANI

Referencia : H.R. 62785-028C-18

Provincia : PUNO

Predio : 23/03/18

Fecha : 23/03/18

Fact.: 2514

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico		Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g			Suma de Cationes Bases	% Sat. De Bases				
								Arena %	Limo %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>			Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>		
1901	Juan Esteban Chahua Alangua	5.25	0.28	0.00	1.69	22.7	157	54	26	20	Fr.Ar.A.	14.08	7.42	2.87	0.25	0.15	0.15	10.84	10.69	76

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

Sady Garcia Bendezu  
Jefe del Laboratorio

Figura N° 27: Análisis y caracterización del suelo experimental (UNALM).

## PANEL FOTOGRÁFICO



**Figura N° 28:** Marcado de parcelas y siembra del cultivo de maíz (*Zea mays* L.).



**Figura N° 29:** Inicio de germinación del cultivo de maíz altiplánico (*Zea mays* L.).



**Figura N° 30:** Desmalezado del cultivo de maíz altiplánico (*Zea mays* L.).



**Figura N° 31:** Aporque del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en el campo experimental.

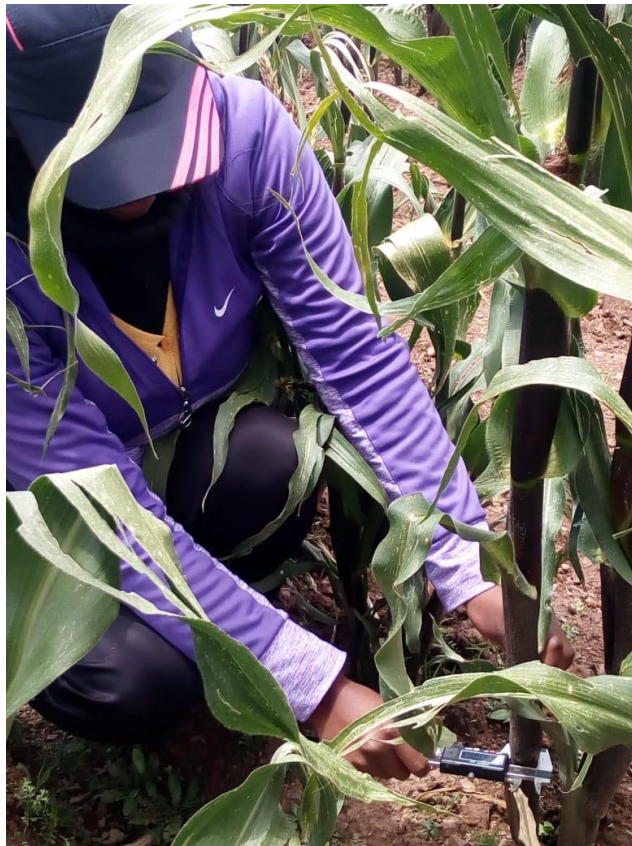


**Figura N° 32:** Vista panorámica del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) campaña 2018 -2019.



**Figura N° 33:** Evaluación de la altura de planta de maíz altiplánico (*Zea mays* L.).





**Figura N° 34:** Evaluación del diámetro del tallo de maíz altiplánico (*Zea mays* L.).



**Figura N° 35:** Etapa de la madurez fisiológica del cultivo de maíz (*Zea mays* L.).



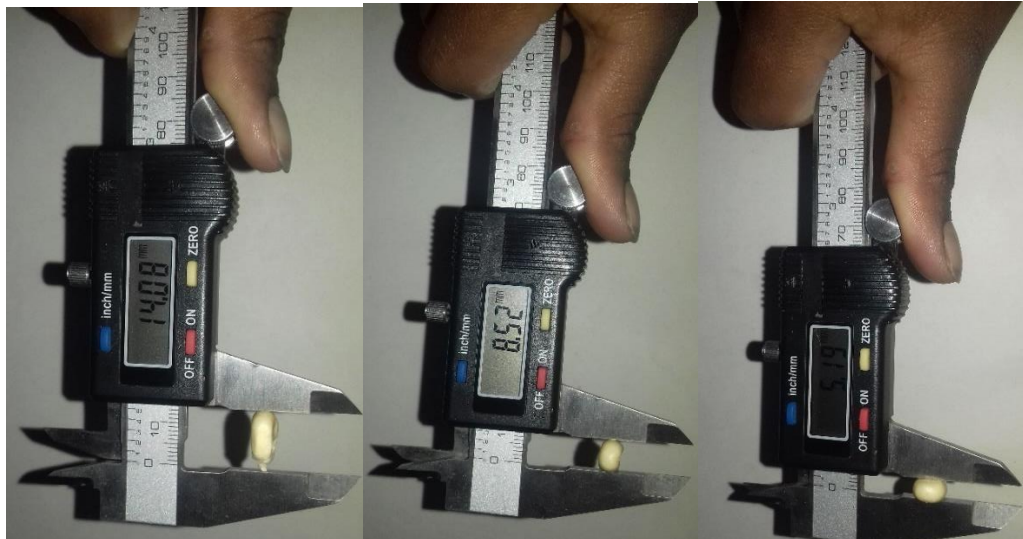
**Figura N° 36:** Selección de 10 plantas al azar del cultivo de maíz altioplánico (*Zea mays* L.).



**Figura N° 37:** Cosecha del cultivo de maíz altioplánico (*Zea mays* L.).



**Figura N° 38:** Las tres accesiones después de la cosecha de maíz altioplánico (*Zea mays* L.).



**Figura N° 39:** Evaluación de la largo, ancho y espesor del grano de maíz altioplánico (*Zea mays* L.).



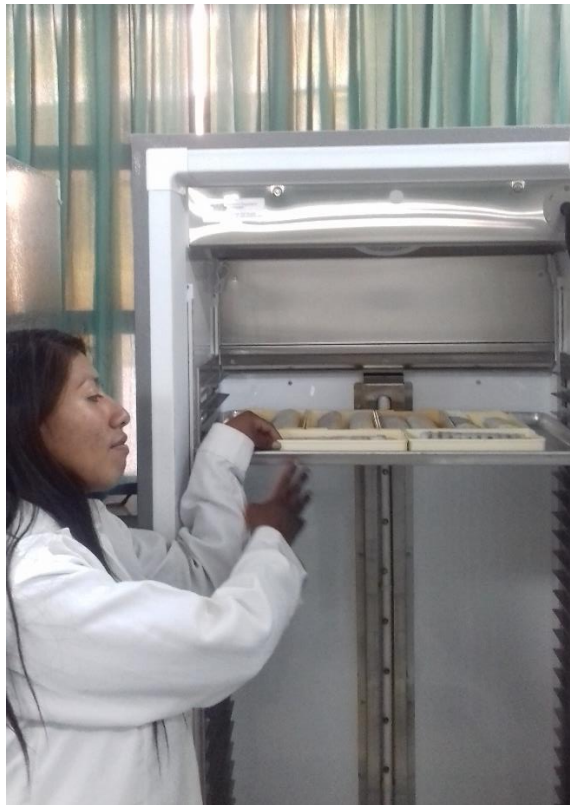
**Figura N° 40:** Conteo de 100 granos de maíz altiplánico (*Zea mays* L.).



**Figura N° 41:** Semillas para la germinación de maíz altiplánico (*Zea mays* L.).



**Figura N° 42:** Conteo de 100 semillas de maíz (*Zea mays* L.), para poder germinar.



**Figura N° 43:** Inicio de germinación a 24° de maíz altiplánico (*Zea mays* L.).



**Figura N° 44:** Semilla germinada de maíz altiplánico (*Zea mays* L.).

<p><b>Peso de 100 granos (g):</b> 33.72</p> <p><b>Peso promedio de grano por planta:</b> 71.50g</p> <p><b>Rendimiento de por parcela:</b> 6.30 kg</p> <p><b>Rendimiento por hectárea:</b> 3944.4 kg/ha</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Este X</b> : 408369.55</li><li>• <b>Norte Y</b> : 8236456.43</li><li>• <b>Altura</b> : 3850 msnm</li><li>• <b>Clima</b> : Templado y relativamente seco; la temperatura varía entre 10 °C</li></ul>  		<p><b>DESCRIPCIÓN</b></p> <p><b>CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN:</b></p> <p><b>GMRF-UNA PUNO 086</b></p>
---	--	---



**Figura N° 45:** Tríptico de la accesión GMRF–UNA PUNO 086 sobre saliente y la que debe ser lanzada como variedad.