



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONÓMICA



**“COMPORTAMIENTO AGROMORFOLÓGICO DE DIEZ
ACCESIONES DE CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) EN
EL CENTRO EXPERIMENTAL CAMACANI PUNO”**

TESIS

PRESENTADA POR:

JUAN ESTEBAN CHAHUA ALANGUIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2020



DEDICATORIA

A Dios por la oportunidad de vivir, por guiarme en cada paso que doy en mi vida por ser el compañero y amigo, que me guía por el camino de la vida, por permitirme alcanzar los logros propuestos.

A la memoria de mi abuelito Paulino por ser mi motivación e inspiración de la misma manera a mi abuelita Casimira por el apoyo para salir adelante en la vida siempre lo llevare en mi mente y en mi corazón.

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

A mi mama Eulogia por su inmenso apoyo, sacrificio y la ayuda incondicional que me brindo durante toda mi formación profesional, así mismo a mi padre Silverio que siempre me motiva para seguir adelante.

Con mucho cariño y gratitud a mi hermanito Brayan Wilberth gracias por todo su apoyo incondicional.

Juan Esteban.



AGRADECIMIENTOS

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

A la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, por formarme íntegramente, profesional y alcanzar esta importante meta.

Al Programa GRANOS ANDINOS de la E.P.I.A. de la Facultad de Ciencias Agrarias, por haberme dado las facilidades de este trabajo, para hacer una realidad.

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

Al Ph. Dr. Ángel Mauricio Holguer, Mujica Sánchez, por la confianza depositada en mi persona para el desarrollo de este trabajo de investigación, por su apoyo, orientación y sugerencias certeras.

A los miembros del jurado: D. Sc. Eleodoro Placido, Chahuares Velásquez, Ing. M. Sc. Juan, Larico Vera y Dr. Félix Alonso Astete Maldonado, 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 durante el proyecto en los momentos esenciales de mi trabajo de investigación.

A todos mis amigos y compañeros, 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.

Juan Esteban.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 14

ABSTRACT..... 15

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN 17

1.1.1. Hipótesis general 17

1.1.2. Hipótesis específicas..... 17

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... 17

1.2.1. Objetivo general 17

1.2.2. Objetivos específicos 17

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEORICO..... 19

2.1.1. Origen y Distribución 19

2.1.2. Taxonomía..... 20

2.1.3. Importancia del cultivo de cañihua..... 23

2.1.4. Valor nutricional..... 24

2.1.4.1. Proteínas 28

2.1.4.2. Grasas 29

2.1.4.3. Fibra..... 29

2.1.4.4. Minerales 30

2.1.5. Denominación de la especie 30

2.1.6. Descripción botánica de la cañihua 31

2.1.6.1. Hábito de crecimiento..... 31

2.1.6.2. Raíz..... 32

2.1.6.3. Tallo..... 32

2.1.6.4. Hojas..... 32

2.1.6.5. Inflorescencia 33



2.1.6.6. Características del grano.....	34
2.1.7. Fenología de la cañihua	34
2.1.7.1. Emergencia de la planta.....	35
2.1.7.2. Dos hojas verdaderas	35
2.1.7.3. Ramificación.....	35
2.1.7.4. Formación de inflorescencias	35
2.1.7.5. Floración.....	35
2.1.7.6. Grano lechoso	36
2.1.7.7. Grano pastoso	36
2.1.7.8. Madurez fisiológica	36
2.1.8. Requerimientos edafoclimaticos del cultivo	36
2.1.8.1. Clima	36
2.1.8.2. Suelo	36
2.1.8.3. Fertilización	37
2.1.8.4. Precipitación pluvial	37
2.1.9.1. Calidad de la semilla	38
2.1.9.2. Poder germinativo	39
2.1.9.3. Pureza botánica o física	40
2.1.9.4. Valor cultural.....	40
2.1.9.5. Rotación del cultivo.....	40
2.1.9.6. Elección del terreno	41
2.1.9.7. Preparación del suelo.....	41
2.1.9.8. Abonamiento	42
2.1.9.9. Siembra.....	43
2.1.10. Labores culturales.....	44
2.1.10.1. Aporque y deshierbe	44
2.1.11. Plagas y enfermedades	44
2.1.12. Cosecha y postcosecha	45
2.1.12.1. Siega	46
2.1.12.2. Emparve.....	46
2.1.12.3. Trilla	46
2.1.12.4. Venteo.....	47
2.1.13. Almacenamiento	47
2.1.14. Rendimiento de grano.....	47
2.1.15. Diversidad genética	48



2.1.15.1. Descripción de las variedades	49
2.1.15.2. Variedades Compuestas.....	52
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	53
2.2.1. Germoplasma.....	53
2.2.2. Germoplasma Vegetal.....	53
2.2.3. Banco de germoplasma.....	53
2.2.4. Accesoión	54
2.2.5. Entrada o accesoión	54
2.2.6. Variedad.....	54
2.2.7. Variedad vegetal	55
2.2.8. Cultivar	55
2.2.9. Clon	55
2.2.10. Ecotipo.....	56
2.2.11. Línea	56
2.2.12. Raza	56
2.2.13. Potencial genético de las poblaciones locales	56

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	58
3.2.1. Ubicación geográfica.....	58
Se encuentra en las siguientes coordenadas:	58
3.2.2. Ubicación política.....	58
3.2.3. Extensión superficial	59
3.2. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	59
3.3. CARACTERISTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	60
3.4. HISTORIAL DE CAMPO EXPERIMENTAL	60
3.5. ANÁLISIS DEL SUELO EXPERIMENTAL	60
3.5.1. Climatología y ecología.....	61
3.5.2. Condiciones agroecológicas de producción	64
3.6. MATERIAL GENETICO	66
FUENTE. Banco de Germoplasma de la UNA-Puno.	66
3.7. Equipos y herramientas	66
3.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO	67
3.9. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	67
3.10. DISEÑO ESTADISTICO	67



3.11. PROCEDIMIENTO Y METODOLOGIA EN CAMPO	68
3.11.1. Fase de campo	68
3.11.1.1. Preparación del terreno	68
3.11.1.2. Siembra.....	68
3.11.1.3. Fertilización.....	68
3.11.1.4. Deshierbo.....	68
3.11.1.5. Desahíje	69
3.11.1.6. Aporque	69
3.11.1.7. Control fitosanitario.....	69
3.11.1.8. Cosecha.....	69
3.12. VARIABLES DE ESTUDIO	69
3.12.1. Características agronómicas evaluadas de las accesiones de cañihua.....	69
3.12.1.1. Altura de planta (cm):.....	69
3.12.1.2. Diámetro del tallo (mm):	70
3.12.1.3. Longitud de peciolo (cm):	70
3.12.1.4. Longitud máxima de la lámina foliar (cm):.....	70
3.12.1.5. Ancho máximo de la lámina foliar (cm):	70
3.12.1.6. Poder germinativo (%)	70
3.12.1.7. Valor cultural.....	71
3.12.1.8. Peso de 1000 granos (g):	71
3.12.1.9. Peso hectolitrico del grano g/cm ³ :	71
3.12.1.10. índice de cosecha:.....	72
3.12.2. Rendimiento de las 10 accesiones del cultivo de cañihua.....	72
3.12.2.1. Rendimiento (Kg. ha):	72
3.12.3. Precocidad de 10 accesiones de cañihua	73
3.12.3.1. Precocidad (días):	73
En esta variable se evaluó los días de.....	73

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. COMPORTAMIENTO DE LAS CARACTERISTICAS AGRONÓMICO DE 10 ACCESIONES DE CAÑIHUA	74
4.1.1. Altura de planta (ADP).....	74
4.1.2. Diámetro del tallo (DMT)	76
4.1.3. Longitud de peciolo (LDP).....	79
4.1.4. Longitud máxima de la lámina foliar (LMLF)	81
4.1.5. Ancho máximo de la lámina foliar (AMLF)	83



4.1.6. Poder germinativo (PG).....	85
4.1.7. Valor cultural (VC).....	87
4.1.8. Peso hectolítrico (PHL)	89
4.1.9. Peso 1000 granos (PDG)	91
4.1.10. Índice de cosecha (ID).....	94
4.2. RENDIMIENTO DE LAS 10 ACCESIONES DEL CULTIVO DE CAÑIHUA	96
4.2.1. Rendimiento (kg/ha) (RDT)	96
4.3. PRECOCIDAD DE LAS 10 ACCESIONES DE CAÑIHUA.....	98
4.3.1. Precocidad (PC).....	98
V. CONCLUSIONES.....	101
VI. RECOMENDACIONES	102
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
ANEXOS.....	110

ÁREA: Ciencias Agrícolas

TEMA: Manejo Agronómico de Cultivos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 08 DE ENERO 2020.



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
FIGURA 1. Distribución de centros de producción de cañihua en el departamento de puno.	22
FIGURA 2. A. Planta de crecimiento erguida "saiwa". B. Planta de crecimiento semierguida "lasta". C. Planta de crecimiento postrado; "pampa lasta"	31
FIGURA 3. Raíz pivotante con escasa ramificación principal.....	32
FIGURA 4. Hojas con Oxalato de Calcio.....	33
FIGURA 5. Inflorescencia de Kañiwa cubiertas por hojas terminales que protegen a la planta de bajas temperaturas.....	34
FIGURA 6. Granos de cañihua.....	34
FIGURA 7. Rotación de cultivo.	41
FIGURA 8. Ubicación del Campo Experimental.....	59
FIGURA 9. Temperaturas máximas y mínimas del campo experimental.....	62
FIGURA 10. Precipitación fluvial para la campaña 2018-2019.....	63
FIGURA 11. Climograma para la campaña 2018-2019.....	63
FIGURA 12. Altura de planta (ADP) en accesiones de cañihua.....	75
FIGURA 13. Diámetro de tallo (DMT) en accesiones de cañihua.....	78
FIGURA 14. Longitud de Peciolo (LDP) en accesiones de cañihua.....	80
FIGURA 15. Longitud máxima de la lámina foliar (LMLF) en accesiones de cañihua.....	82
FIGURA 16. Ancho máximo de la lámina foliar (AMLF) en accesiones de cañihua.....	84
FIGURA 17. Poder germinativo (PG) en accesiones de cañihua.....	87
FIGURA 18. Valor cultural (VC) en accesiones de cañihua.....	89
FIGURA 19. Peso hectolitrico (PHL) en accesiones de cañihua.....	91
FIGURA 20. Peso de 1000 granos (PDG) en accesiones de cañihua.....	93
FIGURA 21. Peso de índice de cosecha (ID) en accesiones de cañihua.....	95
FIGURA 22. Rendimiento (RDT) en accesiones de cañihua.....	97
FIGURA 23. Precocidad (PC) en accesiones de cañihua.....	100
FIGURA 24. Croquis del área experimental y de la distribución de accesiones.....	113
FIGURA 25. Análisis y caracterización del suelo experimental (UNALM).....	114
FIGURA 26. Análisis de semillas.....	115
FIGURA 27. Surcado y marcado de campo experimental de cañihua.....	116
FIGURA 28. Siembra del cultivo de cañihua.....	116
FIGURA 29. Desmalezado del cultivo de cañihua.....	117
FIGURA 30. Aporque del cultivo de cañihua en el campo experimental.....	117



FIGURA 31. Vista panorámica del cultivo cañihua.	118
FIGURA 32. Medición de altura de la planta de cañihua.	118
FIGURA 33. Medición el diámetro del tallo de cañihua.	119
FIGURA 34. Vista panorámica de la madurez fisiológica del cultivo de cañihua.	119
FIGURA 35. Cosecha de cañihua en la madurez fisiológica.	120
FIGURA 36. Trilla manual del cultivo de cañihua.	120
FIGURA 37. Venteo del grano de cañihua.	121
FIGURA 38. Conteo de 100 semillas para poder germinativo.	121
FIGURA 39. Adicionando 10 ml de agua destilada para la germinación.	122
FIGURA 40. Inicio de germinación a 20°.	122
FIGURA 41. Semillas germinadas en la cámara germinadora.	123
FIGURA 42. Conteo de las semillas germinadas.	123
FIGURA 43. Peso hectolitrico del grano de cañihua.	124



ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
TABLA 1. Superficie cosechada, producción y precios de Cañihua según campaña agrícola – Región Puno.	23
TABLA 2. Contenido de aminoácidos en la cañihua. (mg de aminoácido/16 g de nitrógeno). 25	25
TABLA 3. Composición nutricional de la cañihua cañihua como Proteínas, Grasas, Fibra, Ceniza, Carbohidratos, Minerales y Aminoácidos.	27
TABLA 4. Valor nutritivo de la cañihua.	28
TABLA 5. Distritos de mayor diversificación y área cultivada de cañihua.	48
TABLA 6. Principales ecotipos de cañihua colectados en ferias rurales.....	49
TABLA 7. Análisis del suelo Experimental.	61
TABLA 8. Acciones de cañihua utilizado en el ensayo de la campaña 2018-2019.	66
TABLA 9. Nombres de las malezas encontradas en el experimento.....	69
TABLA 10. Análisis de Varianza para altura de planta (ADP) (cm).	74
TABLA 11. Prueba de Tukey ($Pr \leq 0.05$) para altura de planta (ADP) (cm).	75
TABLA 12. Análisis de Varianza para diámetro del tallo (DMT) (mm).	77
TABLA 13. Diámetro de tallo del cultivo de cañihua en el ensayo de campo experimental (DMT) (mm).....	77
TABLA 14. Análisis de Varianza para longitud de peciolo (LDP) (cm).	79
TABLA 15. Prueba de Tukey ($Pr \leq 0.05$) para longitud de peciolo (LDP) (cm).	80
TABLA 16. Análisis para longitud máxima de la lámina foliar (LMLF) (cm).	81
TABLA 17. longitud máxima de la lámina foliar del cultivo de cañihua en el ensayo del campo experimental (LMLF) (cm).	82
TABLA 18. Análisis de Varianza para Ancho máximo de la lámina foliar (AMLF) (cm).	83
TABLA 19. Ancho máximo de la lámina foliar del cultivo de cañihua en el ensayo del campo experimental (AMLF) (CM).	84
TABLA 20. Análisis de Varianza para poder germinativo (PG) (%).	85
TABLA 21. Poder germinativo de semillas de cañihua en el laboratorio de semillas (PG) (%). 86	86
TABLA 22. Análisis de Varianza para valor cultural (VC) (%)	88
TABLA 23. Prueba de Tukey ($Pr \leq 0.05$) para valor cultural (VC) (%).	88
TABLA 24. Análisis de Varianza para peso hectolítrico (PHL) (kg).....	90
TABLA 25. Prueba de Tukey ($Pr \leq 0.05$) para peso hectolítrico (PHL) (kg/hl).	90
TABLA 26. Análisis de Varianza para peso de 1000 granos (PDG) (g).	92
TABLA 27. Prueba de Tukey ($Pr \leq 0.05$) para peso de 1000 granos (PDG) (g).	92
TABLA 28. Análisis de Varianza para índice de cosecha (ID) (%).	94



TABLA 29. Prueba de Tukey ($Pr \leq 0.05$) para índice de cosecha (ID) (%).....	95
TABLA 30. Análisis de Varianza para rendimiento (RDT) (kg/ha).	96
TABLA 31. Rendimiento del cultivo de cañihua de las 10 accesiones en el campo experimental. (kg/ha).....	97
TABLA 32. Análisis de Varianza para precocidad (PC) (días).....	99
TABLA 33. Prueba de Tukey ($Pr \leq 0.05$) para precocidad (PC) (días).....	99
TABLA 34. Datos de campo de altura de planta de 10 accesiones de cañihua (cm).	110
TABLA 35. Datos de campo de diámetro de tallo de la planta de 10 accesiones de cañihua (mm).	110
TABLA 36. Datos de campo de longitud de peciolo de la planta de 10 accesiones de cañihua (cm).....	110
TABLA 37. Datos de campo de longitud máxima de la lámina foliar de la planta de 10 accesiones de cañihua (cm).	110
TABLA 38. Datos de campo de ancho máximo de la lámina foliar de la planta de 10 accesiones de cañihua (cm).	111
TABLA 39. Datos de laboratorio de poder germinativo del grano de 10 accesiones de cañihua (%).	111
TABLA 40. Datos de laboratorio de valor cultural de 10 accesiones de cañihua (%).	111
TABLA 41. Datos de peso hectolitrico de 10 accesiones de cañihua (kg).....	111
TABLA 42. Datos de peso de 1000 granos de 10 accesiones de cañihua (g).....	112
TABLA 43. Datos de índice de cosecha de 10 accesiones de cañihua (%).	112
TABLA 44. Datos de rendimiento de 10 accesiones de cañihua (kg/ha).	112
TABLA 45. Datos de precocidad de 10 accesiones de cañihua (días).	112
TABLA 46. Rango de la precocidad (días).	113
TABLA 47. Datos meteorológica.....	113



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

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



RESUMEN

La cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), es un grano andino valorado en la región y en el mundo, por la resistencia al frío y su contenido nutricional, se cultivó en altitudes entre 3 800 y 4 300 msnm, lo cual hace importante su cultivo en los andes sudamericanos. En la actualidad la cañihua posee baja producción y hay pocos trabajos de investigación; por esa misma razón, se desarrolló el trabajo de investigación con los siguientes objetivos: evaluar las características agronómicas de 10 accesiones de cañihua, determinar las accesiones que tienen mayor rendimiento, evaluar aquellas que tienen mayor precocidad. El trabajo se realizó en el CIP Camacani de la UNA – Puno, en la campaña agrícola 2018-2019. El material experimental utilizado proviene del Programa Granos Andinos de la F.C.A. UNA-PUNO, evaluadas y conducidas bajo diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 4 repeticiones, utilizando 10 accesiones y 40 unidades experimentales. Los resultados muestran que la accesión Illpa INIA 406 alcanzó mayor altura con 56.5 cm, en diámetro de tallo se obtuvo un promedio de 5.70 mm, la accesión Puca tuvo mayor longitud de peciolo con 2.18 cm, la accesión Puca mostro longitud máxima de la lámina foliar de 3.28cm, la accesión Puca logró máximo ancho de lámina foliar de 3.13cm, el poder germinativo de la accesión Isualla fue 99.75 %, en valor cultural la accesión Isualla adquirió 98.75 % de valor, en peso hectolítrico la accesión Isualla obtuvo 65.10 kg/hl, en peso de 1000 granos la accesión Chilliwa logró 0.80 g, en índice de cosecha la accesión puca obtuvo 25.69 %, en rendimiento de grano la accesión Isualla y Illpa INIA 406 ocupa el primer lugar con 1598.3 y 1507.1 kg/ha respectivamente, y en precocidad la accesión Illpa INIA 406 y Isualla tuvieron 138 y 144 días.

Palabras Clave: agronómico, cañahua, comportamiento, edafoclimáticas, genotipos.



ABSTRACT

The Cañihua (*chenopodium pallidicaule* Aellen), is an Andean grain valued in the region and in the world by the resistance to cold and its nutritional content, to be cultivated in altitudes between 3800 and 4300 meters above sea level which makes important its cultivation in the Andes of South America At present, Cañihua has low production and there are few research papers; for the same reason developed research work with the following objectives To evaluate the agronomic characteristics of 10 accessions of cañihua, determine the accessions that have higher performance, evaluating those who have greater precocity. The work was carried out in the CIP Camacani one - Puno, in the 2018-2019. The experimental material used comes from the Andean grains of the Program F.C.A. A-fist, evaluated and conducted under randomized complete block design (RCBD) with 4 repetitions, using 10 accessions and 40 experimental units The results show that the accession Illpa INIA 406 reached greater height 56.5 cm, accession K'ello obtained the major diameter of stem with 6.32mm, accession Puca had a greater length of petiole with 2.18 cm, the accession Puca showed maximum length of the leaf of 3.28cm, the accession puca achieving maximum leaf of 3.13cm, the germination rates of the accession Isualla was 99.75 %, in cultural value the accession Isualla acquired 98.75% of value, in weight the accession Isualla obtained 65.10 kg/hl Weight of 1000 grains the accession Chilliwa achievement 0.80 g, in harvest index the accession Puca obtained 25.69%, grain yield in the accession Isualla Illpa INIA 406 and occupies the first place with 1598.3 and 1507.1 kg/ha respectively, and in the accession precocity and Isualla Illpa INIA 406 and 144 had 138 days.

Key words: agronomic, cañahua, behavior, edaphoclimatic, genotipos.



CAPITULO I

INTRODUCCION

La Cañihua es originaria de los Andes del Sur de Perú y Bolivia; la hoya del lago Titicaca entre el Perú y Bolivia, se considera como el sub - centro de origen, habiéndose encontrado una mayor variabilidad genética en la zona de Cupi - Macarí en la provincia de Melgar, departamento de Puno, Perú; otro sub - centro de origen se considera a la zona de Cochabamba, Bolivia (Mujica *et al.*, 2002).

El grano de cañihua tiene un elevado contenido en proteínas de 15 a 19 % y al igual que la quinua tiene una proporción importante de aminoácidos azufrados. A su vez se distinguen por su buen contenido de minerales, pero su verdadero valor radica en la calidad de la proteína, estos granos contienen aproximadamente el doble de lisina y metionina que los cereales como trigo, arroz, maíz y cebada, a su vez la cañihua tiene la ventaja de no poseer saponinas, a diferencia de la quinua, lo cual facilita su utilización y calidad nutricional (FAO, 2000).

Incrementar la producción de la cañihua es muy importante considerando sobre todo el potencial de área cultivada, su tolerancia a las condiciones medioambientales para otros cultivos y su alto valor nutritivo en la alimentación humana (Apaza, 2010). En estas últimas décadas es uno de los alimentos más importantes a nivel nutricional que provee proteínas y aminoácidos azufrados y el contenido de minerales para el ser humano y tienen mucha demanda tanto a crecimiento poblacional, a nivel nacional y mundial exige un incremento en la producción de alimentos, así poder satisfacer las necesidades nutricionales; problema que se agudiza cada día más en países en desarrollo como la nuestra, con situaciones económicas bajas.



Por otro lado, tenemos que las variedades de cañihua son uno de los alimentos completos, por su contenido y calidad de proteínas. Por lo tanto, la cañihua es uno de los alimentos que puede solucionar el problema de la desnutrición y para prevenir la anemia para los niños es por ello que se realizara el trabajo de investigación en cañihua. evaluar las características agronómicas de 10 accesiones de cañihua, determinar las accesiones que tienen mayor rendimiento, evaluando aquellas que tienen mayor precocidad. Para mejorar la producción del cultivo de cañihua, con las características deseables para el agricultor.

1.1. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1. Hipótesis general

Al menos una de las accesiones tendrá buen comportamiento agronómico, bajo las condiciones edafoclimáticas en el CIP Camacani del a UNA-Puno.

1.1.2. Hipótesis específicas

-Se obtendrá al menos una accesión que tenga buenas características agronómicas.

-Por lo menos una de las accesiones tiene buen rendimiento.

-Al menos una de las accesiones será precoz.

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Objetivo general

-Comparar el comportamiento agronómico de 10 accesiones de cañihua bajo condiciones edafoclimáticas en el CIP Camacani de la Universidad Nacional Altiplano- Puno.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar y comparar las características agronómicas entre 10 accesiones de cañihua



- Determinar cuál de las 10 accesiones tienen mayor rendimiento.
- Evaluar cuál de las 10 accesiones tiene mayor precocidad.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEORICO

2.1.1. Origen y Distribución

La Cañihua, originaria de los Andes del sur de Perú y de Bolivia, fue domesticada por los pobladores de la cultura Tiahuanaco, asentados en la meseta del Collao. No se han encontrado vestigios arqueológicos con esta planta, y la dehiscencia que aun presentan los granos sugiere que su domesticación no está completa. Tiene importancia en el altiplano de Perú y de Bolivia, por que produce granos para la alimentación humana en altitud entre 3 800 y 4 300 m, siendo muy resistente al frio en sus diferentes fases fenológicas. En la actualidad, su cultivo y utilización se mantienen a niveles de autoconsumo en estas regiones; una de las causas de su marginación es la elevada cantidad de mano de obra requerida para su cosecha y el tamaño pequeño del grano, que dificulta su manejo (FAO, 2000).

La cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), conocida también como cañagua o cañahua, es un grano andino originario del altiplano. Este grano andino tuvo especial relevancia para los habitantes en el altiplano peruano-boliviano, donde se desarrolló la cultura Tiahuanaco y es donde actualmente existen mayores extensiones cultivadas con esta especie, siendo Puno la provincia que produce más del 90 por ciento, seguido de las zonas altas de Cuzco y por último Arequipa a menor escala (Higinio, 2011).

Este cultivo presenta múltiples cualidades, por su gran capacidad de adaptación a las condiciones agroecológicas difíciles soportando temperaturas muy bajas y sequias, por su alto valor nutricional contenido en sus granos y por presentar amplia variabilidad genética, constituyéndose de esta manera en uno de los cultivos andinos potenciales para



garantizar la seguridad alimentaria tanto en cantidad, calidad y oportunidad para la población que está en constante crecimiento; razones por las cuales ha despertado en la actualidad gran interés (Blanco *et al.*, 2005).

Mamani (2006), mencionan que, históricamente no existen evidencias arqueológicas relacionadas con la cañihua, de manera que no se puede saber desde que tiempo data su cultivo. Sin embargo, el hecho de que las plantas pierden gran parte del grano por dehiscencia, hace pensar que su proceso de domesticación aún no está concluido. Por otro lado, la mención más antigua sobre el uso de la cañihua es de Diego Cabeza; su descripción y Relación de la ciudad de la Paz data de 1586. Al aumentar los recursos de la región, menciona “las semillas con la que los indios se han sustentado y se sustentan son; maíz, papas, chuños, Oca, quinua y cañihua.

La cañahua es un cereal originario de Los Andes que crece a más de 3500 m.s.n.m. y tiene una principal importancia para los campesinos del Altiplano por su contenido nutritivo y por su calidad nutritiva en sus hojas para forraje (Castedo, 2007).

2.1.2. Taxonomía

La cañihua presenta la siguiente clasificación taxonómica Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS):

Reino : Plantae

Sub reino : Viridiplantae

Infra reino : Streotophyta

Super división : Embryophyta

Division : Tracheophyta

Sub división : Spermatophytina



Clase	: Magnoliopsida
Super orden	: Caryophyllanae
Orden	: Caryophyllales
Familia	: Amaranthaceae
Género	: <i>Chenopodium</i> L.
Especie	: <i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen

La cañihua muestra una amplia variabilidad genética, la cual se puede apreciar en los colores de las plantas y semillas principalmente, variando desde el color amarillo y naranja como los más claros, llegando hasta el color púrpura como el más oscuro, con todas las tonalidades intermedias (Estaña, 2012). Algunos de los cultivares conocidos en Perú son: Cupis, Ramis, Akallapi, Huanaco, Rosada, Chillihua, Condorsaya, K'ellu y Puca. En Bolivia, los cultivares incluyen Kanallapi, Chusllunca e Issualla. Existen colecciones de germoplasma en las estaciones experimentales INIA de Camacani e Illpa (Puno), la Universidad San Antonio Abad en K'ayra (Cusco) en Perú; y en Bolivia en la Universidad de Patacamaya en el Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA) donde se almacenan en frío más de 380 accesiones. En la estación experimental Illpa/INIAA en Puno, se han seleccionado las variedades Ramis, Cupi y Lampa (Fries y Tapia 2007).

La mayor concentración de producción de cañihua se encuentra en el altiplano de la región Puno, principalmente en las provincias de Melgar (Distritos: Llalli, Macarí, Ayaviri, Nuñoa), Azángaro, Huancané, San Román, Puno (Distrito: Acora) y Chucuito (Distritos: Pomata y Kelluyo).

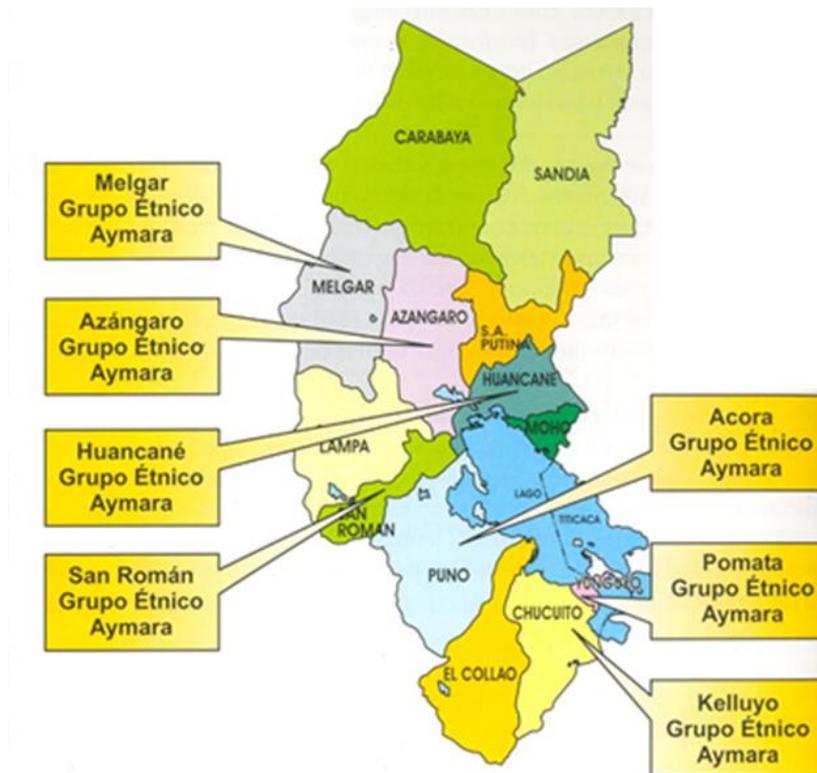


FIGURA 1. Distribución de centros de producción de cañihua en el departamento de puno.

Fuente. (Apaza, 2010).

Siendo un cultivo nativo del altiplano, es en esta área geográfica donde se encuentra la mayor variabilidad genética, existiendo alrededor de 800 entradas en los bancos de germoplasma del Instituto Nacional de Investigación Agraria y en la Universidad Nacional del Altiplano UNA-Puno, confirmando con esto su diversidad genética.

Se puede apreciar que en los últimos años la producción de cañihua no ha incrementado significativamente, alcanzado en la campaña 2008-2009 a 4,726 toneladas métricas, a consecuencia de la superficie sembrada que fue de 6068 Ha, y en la campaña 2016 – 2017 se alcanzó a producir 4785 toneladas con un rendimiento de 839 Kg./Ha. De las campañas reportadas la productividad promedio alcanza a 761.6 Kg./Ha. Analizando las cifras registradas de las campañas agrícolas, el comportamiento de las variables como la superficie cosechada, producción y rendimiento presentan pequeñas

variaciones, sin embargo, la variable precio en chacra se incrementa de manera significativa a partir del año 2008 y el mayor precio lo alcanza en el 2015 con S/5.22 soles/Kg.

TABLA 1. Superficie cosechada, producción y precios de Cañihua según campaña agrícola – Región Puno.

CAMPAÑAS	Superficie	Rendimiento	Producción (t)	Precio chacra
AGRICOLAS	Cosechada (Ha)	(Kg/Ha)		(S/. Kg.)
1990 – 1991	4900	551	2699	0,20
1991 – 1992	3028	271	821	0,32
1992 – 1993	4598	608	2795	0,48
1993 – 1994	5050	588	2967	0,48
1994 – 1995	4995	554	2767	0,50
1995 – 1996	4242	670	2841	0,51
1996 – 1997	5220	644	3363	0,53
1997 – 1998	5631	682	3842	0,55
1998 – 1999	5476	697	3816	0,56
2000 – 2001	5485	654	3586	0,56
2001 – 2002	6358	708	4503	0,58
2002 – 2003	6139	704	4323	0,57
2003 – 2004	5920	684	4052	0,58
2004 – 2005	5962	737	4394	0,82
2005 – 2006	5868	782	4590	0,84
2006 – 2007	5776	779	4498	0,98
2007 – 2008	5614	768	4313	1,15
2008 – 2009	6068	779	4726	2,06
2009 – 2010	5621	777	4366	2,06
2010 – 2011	5611	778	4365	2,21
2011 – 2012	5638	795	4485	3,25
2012 – 2013	5594	767	4288	3,95
2013 – 2014	5730	780	4467	4,89
2014 – 2015	5608	796	4462	5,22
2015 – 2016	5523	777	4290	4,12
2016 – 2017	5704	839	4785	4,07
2017 – 2018	5653	828	4683	3,87

Fuente. Dirección Regional Agraria Puno. www.agropuno.gob.pe (Consulta: 15 de mayo del 2019).

2.1.3. Importancia del cultivo de cañihua

La cañihua presenta múltiples cualidades, por su gran capacidad de adaptación a las condiciones agroecológicas difíciles del Altiplano Peruano - Boliviano, por su alto valor nutritivo contenido en sus granos y por presentar amplia



variabilidad genética; constituyéndose de esta manera en uno de los cultivos andinos potenciales para garantizar la seguridad alimentarla tanto en cantidad, calidad y oportunidad para la población que está en constante crecimiento; razones por las cuales ha despertado en la actualidad gran interés para los científicos y profesionales de la nutrición, salud, ciencias agrarias, ciencias biológicas, agroindustriales, agricultores, empresarios a nivel nacional e internacional (Mujica *et al.*, 2002).

La importancia de este cultivo se debe esencialmente a su alto contenido de proteína en el grano (15,23 %), con buena cantidad de aminoácidos esenciales y no esenciales, siendo un alimento plástico y energético de considerable valor alimenticio y nutritivo para el consumo humano (Castedo, 2007).

La cañahua es uno de los pocos cultivos que ha prosperado en los agrestes e impredecibles altiplanos del Perú y Bolivia. Altamente resistente a heladas, sequías, plagas y suelos salinos, teniendo un buen crecimiento entre los 3500 a 4100 metros de altitud sobre el nivel del mar (Woods, 2004).

2.1.4. Valor nutricional

La cañihua se caracteriza por contener proteínas de alto valor biológico, mayor que el de la quinua, además de fibra, es un alimento considerado nutracéutico o alimento funcional, con un elevado contenido de proteínas (15,7 a 1,8 %) y una proporción importante de aminoácidos esenciales, entre los que destaca la lisina (7,1 %), aminoácido escaso en los alimentos de origen vegetal, que forma parte del cerebro humano. Esta calidad proteica en combinación con un contenido de carbohidratos del orden del 63,4% y aceites vegetales del orden del 7,6%, la hacen altamente nutritiva (Apaza, 2010).



Las propiedades medicinales del grano de cañihua (pito), sirve para el tratamiento de tifoidea, tomar una disolución de harina de cañihua en vinagre. También, el pito de cañihua disuelto en agua potable, es un tratamiento efectivo contra el mal de altura y como para la diarrea (disentería) es una enfermedad producida por la infección interna, para esta es bueno el pito de cañihua, por eso se denomina alimento nutraceutica (Mamani , 2017).

También concentra grandes proporciones de calcio, magnesio, sodio, fósforo, hierro, zinc, vitamina E, complejo vitamínico B; por lo que los nutricionistas la comparan con la leche. El grano también tiene alto nivel de fibra dietética, y grasas no saturadas. Considerándose a esta especie como uno de los componentes estratégicos de la seguridad alimentaria, del cual se podrían elaborar productos innovadores en la industria alimentaria (Apaza, 2010).

TABLA 2. Contenido de aminoácidos en la cañihua. (mg de aminoácido/16 g de nitrógeno).

Aminoácido	Cañihua
Treonina	3.3
Serina	3.9
Ácido alutámico	13.6
Prolina	3.2
Glicina	5.2
Alanina	4.1
Valina	4.2
Isoleucina	3.4
Leucina	6.1
Tirosina	2.3
Fenilalanina	3.2
Lisina	5.3
Histidina	2.7
Arginina	8.3
Metionina	3
Cistina	1.6
Triptófano	0.9
% de N del grano	2.51
% de proteína	15.3

Fuente. (Repo-Carrasco, 1992).



Peñarrieta (2008), consideran a la cañihua como uno de los granos andinos más importantes del Perú debido a sus propiedades nutricionales y capacidad antioxidante. Asimismo, (Apaza, 2010), reporta que la cañihua está retomando auge en la alimentación humana debido a su calidad proteica y un mejor cómputo químico que los cereales comunes. Mediante una recopilación de información sobre las propiedades antioxidantes de la cañihua, se ha encontrado que se vienen realizando investigaciones a nivel mundial, en países como Finlandia, Bolivia y Suecia en conexión con el Perú.

Repo-Carrasco *et al.* (2010), reportan que estos granos tienen un contenido excepcionalmente alto de flavonoides (entre 36.2 - 144.3 mg/100 g) en comparación con otros alimentos ricos en compuestos fenólicos (flavonoides) tales como el arándano y otros “berries” (6.9 - 10.4 mg/100 g); donde los niveles de antioxidantes son de 5 a 10 veces inferiores que los encontrados en la quinua y cañihua.

También, (Estaña, 2012), proponen que se deben diseñar tecnologías de procesado a pequeña escala de estos cereales y desarrollar nuevos productos, para así contribuir a la industrialización de estos granos andinos y a la vez ampliar las opciones de alimentos nutritivos a la sociedad.

Woods (2004), argumentan que el grano de cañahua está valorado como un suplemento que aumenta el sabor, la textura y la nutrición de otros alimentos, por lo que tradicionalmente ha sido una fuente opcional vital para la carne y los productos lácteos en áreas rurales de Los Andes, porque su composición balanceada de aminoácidos es similar a la composición de la proteína y la caseína de la leche.

La cañihua se cultiva a escala familiar donde no es frecuente el abonado y no se restituye lo extraído por el cultivo en cada periodo agrícola, por lo tanto, el suelo debe ser fertilizado periódicamente con abonos líquidos orgánicos fermentados para

poder obtener un cultivo ecológico y sostenible en el tiempo (Quispe, 2003). En la actualidad se utiliza fertiirrigación con fertilizantes químicos, cuyo exceso y mala aplicación puede degradar el suelo y eliminar organismos benéficos del mismo. señalan que el uso indiscriminado de fertilizantes químicos causa problemas en la agricultura, entre ellos, la contaminación del medio ambiente, aumento de los costos de producción y salinización de los suelos. Muchos de los agricultores se han vuelto dependientes de estos productos porque desconocen la eficacia de los abonos orgánicos y sus beneficios.

La cañihua es fuente natural de proteínas de alto valor nutritivo por la combinación de una gran cantidad de aminoácidos esenciales. Igualmente son fáciles de digerir y se consideran alimentos funcionales y con buen potencial agroindustrial (Rojas, 2010).

TABLA 3. Composición nutricional de la cañihua como Proteínas, Grasas, Fibra, Ceniza, Carbohidratos, Minerales y Aminoácidos.

CAÑIHUA				
Nutrientes %				
Proteína	Grasa	Fibra	Ceniza	Carbohidratos
17,60	8,30	11,00	4.30	61,70
Minerales por 100 g de cañihua				
Calcio (mg)	Fosforo	Hierro		
	(mg)	(mg)		
113,3	250,6	5,0		
Aminoácidos (g de aminoácidos/16 g de nitrógeno)				
Lisina	Metionina	Treonina	Triptofano	
5,3	3,0	3,3	0,9	

Fuente. (Rojas *et al.*, 2010).

Comparación nutricional de la cañihua con otros cultivos

TABLA 4. Valor nutritivo de la cañihua.

Componente	Cañahua		Quinua	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Proteína %	12,76	19,00	10,21	18,39
Grasa %	2,11	14,50	2,05	10,88
Fibra %	5,45	11,12	3,46	9,68
Ceniza %	3,12	5,77	2,12	5,21
Carbohidratos%	45,72	67,70	52,31	72,98
Humedad %	4,68	14,70	4,91	15,3
Energía (Kcal/100 g)	324,54	396,42	312,92	401,27
Granulo de almidón	5,50	38,00	1,00	28,00
Azúcar invertido %	5,00	35,00	10	35
Agua de empaste %	9,00	39,00	16	66

Fuente. (Rojas *et al.*, 2010).

2.1.4.1. Proteínas

Las proteínas se encuentran en todos los tejidos de los granos, pero las mayores concentraciones se encuentran en el germen y las capas exteriores. En el caso de los granos andinos (quinua, cañahua y amaranto) el nitrógeno de la semilla representa entre el 25 y 30 % de su peso total, esto ayuda a comprender por qué la proteína de estos granos es diferente a la de los cereales comunes (Rojas *et al.*, 2010).

Por otra parte, los granos andinos se diferencian en cuanto a sus fracciones proteicas del trigo, de la cebada y del arroz, porque tienen mayor cantidad de albuminas y globulinas. Las proteínas solubles, albuminas y globulinas, tienen mayor contenido de aminoácidos esenciales especialmente la lisina y que las proteínas insolubles prolaminas y gluteinas, por ello su valor biológico es superior. La lisina es el primer aminoácido limitante del trigo y de casi todos los cereales comunes (Rojas *et al.*, 2010).

Los mismos autores señalan que la proteína de la cañahua es del tipo albumina y globulina, siendo este el componente más importante de las células, los tejidos y los



músculos del cuerpo humano, así como la sangre, de la piel y de todos los órganos internos, los huesos también están formados por proteínas de colágeno, sobre los que se asientan el calcio y otros minerales, y no se almacenan en el organismo como las grasas a los hidratos de carbono. Por ello es necesario ingerirla de forma constante a lo largo de la vida.

2.1.4.2. Grasas

Los granos andinos tienen un contenido de grasa superior al de los cereales. La mayor parte de las grasas (lípidos) se encuentran en el germen de los granos y cereales. Casi la mitad de la grasa son ácidos grasos mono-insaturados, y la otra 16 mitad son ácidos grasos bi y poli-insaturados (Rojas *et al.*, 2010).

Los ácidos grasos mono-insaturados tienden a enranciarse más que los ácidos grasos saturados. El valor nutritivo de los ácidos grasos insaturados son de más alto valor nutritivo que los ácidos grasos saturados, y los poli-insaturados son los que tienen máximo valor nutritivo (Rojas *et al.*, 2010).

El tipo de ácidos grasos del grano de cañahua es insaturado por ser de origen vegetal y son más saludables en relación a los ácidos grasos saturados de origen animal. Tienen también la propiedad de reducir la producción del colesterol en el organismo, y el déficit de estos ácidos grasos insaturados se manifiestan en el retraso del crecimiento, sequedad de la piel, alteración nerviosa y genital (Mujica *et al.*, 2002).

2.1.4.3. Fibra

Los granos andinos en general y especialmente la cañahua son apreciados por la calidad de su fibra, pues aproximadamente el 80% de esta es dietética, lo que la hace muy apreciada. La fibra dietética es única, ya que se constituye como una verdadera “escoba intestinal”, que aunque no proporciona energía ni pasa a la sangre, es un componente



imprescindible en una dieta sana y equilibrada pues evita el estreñimiento y baja el colesterol (Rojas *et al.*, 2010).

El consumo de fibra tiene efectos positivos en la salud, reduce el nivel del colesterol de la sangre previniendo los problemas cardiovasculares. También se ha encontrado que una dieta rica en fibra es beneficiosa para las personas que sufren de diabetes y obesidad (Rojas *et al.*, 2010).

La composición de esta fibra es de carácter celulósica, que al pasar al organismo se 17 hincha con el agua aumentando varias veces su volumen, y va absorbiendo toxinas y arrastrando sustancias nocivas como los ácidos biliares precursores del colesterol. Por tanto, es necesario enfatizar que el consumo de fibra insoluble tiene efectos positivos en la salud. Las fibras solubles (pectinas, B-glucanos y pentosanas) por su parte, reducen el nivel de colesterol de la sangre previniendo así problemas cardiovasculares. La fibra es un componente imprescindible en una dieta sana y equilibrada porque evita el estreñimiento, la obesidad, los trastornos intestinales, las hemorroides, el cáncer de colon, hernias abdominales, afecciones coronarias entre otras (Mujica *et al.*, 2002).

2.1.4.4. Minerales

Los granos andinos son ricos en minerales tales como el hierro, fósforo y calcio ubicados en la capa de aleurona. La cañahua es especialmente rica en hierro, y la quinua y el amaranto son ricos en calcio. Investigaciones sobre el contenido de minerales han mostrado que la quinua contiene importantes porcentajes de calcio, magnesio, potasio, zinc y especialmente hierro (Rojas *et al.*, 2010).

2.1.5. Denominación de la especie

Nombres comunes

La cañihua tiene una gran variedad de nombres locales dependiendo de la región.

Algunos de los nombres por los cuales se le conoce son (Apaza, 2010):

En Perú: "kañiwa".

En Bolivia: "Cañahua".

Quechua: "kañiwa", "kañawa", "kañahua", "kañagua", "q'ítacañigua", "ayara",
cuchiquinua".

Aymará: "iswallahupa", "aharahupa", "aara", "ajara", "cañahua", "kañawa".

Español: "cañihua", "cañigua", "cañahua", "cañagua", "kañiwa".

2.1.6. Descripción botánica de la cañihua

Planta herbácea, ramificada desde la base, altura de 50 a 60 cm, período vegetativo entre 140 y 150 días. El color de la planta (tallos y hojas) cambia según el ecotipo en la fase fenológica de grano pastoso; de verde a: anaranjado, amarillo claro, rosado claro, rosado oscuro, rojo y púrpura. (Apaza, 2010).

2.1.6.1. Hábito de crecimiento

La planta de Cañihua tiene tres tipos de crecimiento: "saiwa" de tallos erguidos; "lasta" de tallos semi erguidos y "pampalasta" de tallos tendidos sólo sus extremos son erguidos (Cano, 1971).



FIGURA 2. A. Planta de crecimiento erguida "saiwa". B. Planta de crecimiento semi erguida "lasta". C. Planta de crecimiento postrado; "pampa lasta".

Fuente. (Apaza, 2010)

2.1.6.2. Raíz

La raíz es pivotante, relativamente profunda de 13 a 16 cm, con escasa ramificación principal y numerosas raicillas laterales, varían del color blanco cremoso al rosado pálido (Calle, 1979).



FIGURA 3. Raíz pivotante con escasa ramificación principal.

Fuente. (Apaza, 2010).

2.1.6.3. Tallo

Calle (1979), indica que el tallo es hueco, estriado y ramificado desde la base de la planta con ramas secundarias, el número de ramas varía de 11 a 16 según el ecotipo, se cuenta desde la base hasta el segundo tercio de la planta, en madurez fisiológica. El color del tallo en madurez fisiológica varía de acuerdo al ecotipo: amarillo claro, verde amarillento, verde agua, verde claro, verde oscuro, crema suave, crema oscuro, anaranjado, rojo, café claro, café oscuro, púrpura pálido, púrpura oscuro.

2.1.6.4. Hojas

Calle (1979), menciona que las hojas tributadas, alternas con pecíolos cortos de 10 a 12 mm, forma de la lámina foliar: romboidal, triangular, ancha ovada, mide 3,0 a 3,5 cm de largo y 2,5 a 2,8 cm de ancho, con borde entero o dentado. Las hojas presentan tres

nervaduras bien marcadas en el envés, que se unen en la inserción del pecíolo, las hojas contienen vesículas con cristales de oxalato de calcio higroscópicos que controlan la excesiva transpiración en condiciones muy secas.

El color de las hojas varía según el ecotipo: amarillo claro, verde amarillento, verde agua, verde claro, verde oscuro, crema suave, crema oscuro, anaranjado, rojo, café claro, café oscuro, púrpura pálido, púrpura oscuro.



FIGURA 4. Hojas con Oxalato de Calcio.

Fuente. (Apaza, 2010).

2.1.6.5. Inflorescencia

Cano (1971), menciona que las inflorescencias son glomérulos inconspicuos, cimosas axilares o terminales, cubiertas por hojas terminales que las protegen de las temperaturas bajas.

La flor es de tipo basípeta, hermafroditas, androceo formado por 1-3 estambres con diferente longitud del filamento estaminal, gineceo con ovario supero unilocular.



FIGURA 5. Inflorescencia de cañihua cubiertas por hojas terminales que protegen a la planta de bajas temperaturas.

Fuente. (Apaza, 2010).

2.1.6.6. Características del grano

El grano no contiene saponina, es de forma sub-cilíndrico, cónica, sub-lenticular, subcónico y sub-elipsoidal de 1,0 a 1,2 mm de diámetro, el embrión es curvo y periforme, el epispermo muy fino y puntiagudo de color negro, castaño o castaño claro. El fruto está cubierto por el perigonio de color generalmente gris de muy fino de pericarpio y translúcido (Figura 6). Las semillas no presentan dormancia y pueden germinar sobre la propia planta al tener humedad suficiente.(Simmonds, 1966).



FIGURA 6. Granos de cañihua.

Fuente. (Apaza, 2010).

2.1.7. Fenología de la cañihua

A continuación, se menciona las fases fenológicas descritas según (Mujica *et al.*, 2002):



2.1.7.1. Emergencia de la planta

Es la aparición de los cotiledones sobre la superficie del suelo y se observa antes que las axilas se alarguen, esta fase es muy susceptible al ataque de plagas.

2.1.7.2. Dos hojas verdaderas

En esta fase se inicia el crecimiento de la planta, es decir, son las primeras hojas verdaderas que realizan la fotosíntesis o fabricación de alimentos para el crecimiento y desarrollo de la planta, y se debe observar cuando las dos hojas verdaderas tengan una longitud de 0.5 cm.

2.1.7.3. Ramificación

Llamado también enramado, se inicia el desarrollo de las ramas secundarias, las cuales aparecen en la base de la planta en forma opuesta. Se registra a la longitud de 5 cm. desde la axila basal de la hoja. En esta fase se inicia el desarrollo vegetativo de las ramas laterales lo que permitirá observar los ecotipos con bastante follaje para su uso como recurso forrajero.

2.1.7.4. Formación de inflorescencias

Fase en la que se observa la aparición de las primeras inflorescencias en la rama principal de la planta.

2.1.7.5. Floración

Se considera como la fase de floración cuando se tiene el 50 % de apertura de las flores en la rama principal. La duración de la floración por inflorescencias es de 9 – 14 días, siendo la apertura de las flores de 1 -3 días.



2.1.7.6. Grano lechoso

Se considera que cuando al ser presionado entre las uñas, el grano deja escapar un líquido lechoso, esta fase es la más susceptible a la incidencia de heladas menores a 2 ° C.

2.1.7.7. Grano pastoso

Cuando los granos de la cañihua al ser presionada entre las uñas se aplastan y muestra una consistencia pastosa de color blanco.

2.1.7.8. Madurez fisiológica

Es la fase en la que la planta completa su madurez, y se reconoce cuando los granos al ser presionados por las uñas presentan resistencia a la penetración, y la planta ha cambiado de color según el cultivar (de verde a amarillo, rojo, naranja, púrpura, marrón, etc.)

2.1.8. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

2.1.8.1. Clima

Las especies vegetales cultivables para poder desarrollarse y producir requieren de ciertas condiciones ecológicas y climáticas. Las condiciones donde se desarrolla la cañahua en la zona Puna, que es aproximadamente entre los 3800 y 4200 msnm, con 12 una precipitación que fluctuó entre los 250 a 300 mm y una temperatura predominante fría pudiendo tolerar hasta los 6° C bajo cero sin alterar su producción (Valdivia, 2002).

2.1.8.2. Suelo

Los terrenos pueden ser de "rompe" o "purumas", suelo de color oscuro con pendientes moderadas y textura franco o franco arenoso con pH 5.5 – 8.0. La cañahua no es exigente pudiéndose cultivar en terrenos de rotación después de la papa amarga (Bravo



et al., 2010). La cañahua se cultiva principalmente en las zonas altas y frías del altiplano. El cultivo está restringido a Perú y Bolivia, siendo insignificantes en Ecuador y Colombia (Rojas *et al.*, 2010).

2.1.8.3. Fertilización

Es generalizado que los campesinos no abonan dicho cultivo, y no se disponen de normas de abonamiento comprobadas, sin embargo en experiencias del Programa Nacional de Cultivos Andinos del INIA-Puno se observó que un abonamiento de cuatro a seis toneladas de estiércol descompuesto de ovino en una hectárea es lo más adecuado (Apaza, 2010). El abono es aplicado manualmente al fondo del surco antes de la siembra. La cañahua responde a una fórmula de abonamiento: 40 kg de N y 20 kg de P₂O₅ por hectárea. La falta de un abonamiento adecuado explica en parte los rendimientos bajos (Apaza, 2010).

2.1.8.4. Precipitación pluvial

Las condiciones de clima apropiadas para un buen desarrollo del cultivo de cañihua son temperaturas mínimas de -10 °C y temperaturas máximas de 20°C; con una humedad relativa promedio de 55 %, precipitación entre 500 y 600 mm anuales; además de un fotoperiodo de 8 a 10 horas sol (Mujica *et al.*, 2002).

Los requerimientos ambientales dependen del estado de crecimiento y desarrollo del cultivo de cañihua; así, el requerimiento de humedad del suelo para la germinación y emergencia de las plántulas a la superficie del suelo es indispensable, durante la ramificación puede tolerar periodos prolongados de sequía en verano (veranillos), temperaturas bajas hasta de -3°C, se adapta a la variación de la precipitación anual; el requerimiento de radiación fotosintéticamente activa para el llenado de granos es desconocido; en la planta de cañihua existen mecanismos de



adaptación, como hojas que cubren y protegen los primordios y ejes florales de las bajas temperaturas y la presencia de pubescencia de vesículas en hojas y tallos, con cristales de oxalato de calcio higroscópicos que controlan la excesiva transpiración de la planta en sus diferentes fases fenológicas (Apaza, 2010).

2.1.9. Manejo Agronómico

El manejo agronómico del cultivo de cañihua por los agricultores de las comunidades campesinas en un 95% es tradicional, desde la siembra hasta la cosecha del grano (Apaza, 2010).

2.1.9.1. Calidad de la semilla

Existe deficiencia de semilla de calidad. Para la siembra tradicional los agricultores cultivan semillas recolectadas en cosechas anteriores, lo cual repercute sobre los rendimientos. Para que la producción tenga éxito, la semilla de cañihua al igual que otros granos como mínimo debe reunir lo siguiente (Lescano, 1994).

El control de calidad de semillas puede definirse como enfoque sistemático para alcanzar y/o mantener estándares de calidad establecidos para las semillas de una determinada especie vegetal. Se puede decir que la calidad en semillas es un término que involucra cuatro componentes (Beingolea, 2015).

Existe deficiencia de semilla seleccionada, sobre todo de las variedades nativas. La semilla de calidad debe ir unida a la mejora del producto final y su presentación en el mercado. Lo más importante es mantener la pureza varietal (eliminando plantas de otras variedades o cañihuas silvestres) en el campo de cultivo, cuidando de no hacer mezclas al momento de la cosecha y manipulación (Simmonds, 1966).



Se recomienda el uso de semilla certificada o por lo menos seleccionada. La semilla seleccionada debe ser:

De la última cosecha (el almacenamiento prolongado baja el poder germinativo).

De tamaño uniforme y grande (ofrece mayor cantidad de reservas nutritivas y asegura una germinación y emergencia uniforme).

De color uniforme (asegura semilla del mismo color en la próxima cosecha).

Libre de impurezas (ej. semilla de otras especies o rastrojos).

Hasta el momento no se ha encontrado la necesidad de desinfectar la semilla de cañihua antes de la siembra.

2.1.9.2. Poder germinativo

El poder germinativo debe estar por encima del 80%. Se determina el poder germinativo de la semilla, colocando 100 semillas en papel bien mojado por tres días, bajo condiciones del campo (Temperatura) donde se cultiva cañihua. El número de semillas germinadas corresponde al porcentaje de germinación.

El poder germinativo, es el porcentaje de semillas puras que son capaces de dar plántulas normales en condiciones favorables y durante un tiempo determinado. Se consideran plántulas normales a los que poseen radícula, cotiledones y talluelo, siempre que no presenten formas sinuosas, raquílicas, podredumbre y otros detalles; lo que lleva a que el conteo lo realice un especialista en el tema, pues estos son índices de debilidad que hay que evaluar porque en condiciones de campo no llegaran a plantas adultas (Ramírez, 2006).



2.1.9.3. Pureza botánica o física

La prueba de pureza física tiene como objetivo, identificar y cuantificar la composición de la muestra y por lo tanto, la composición del lote del que proviene; como es, semilla o grano limpio, tamaño y color, impurezas, tales como la semilla de otros cultivos, de malezas y materia inerte. El resultado se expresa en porcentaje de semillas o grano puro (Ramírez, 2006).

2.1.9.4. Valor cultural

El valor cultural es un indicador de la calidad de la semilla, lo que indica es la cantidad de semilla pura viva presente, esto quiere decir, la cantidad de semilla con una alta probabilidad de germinación, siempre y cuando existan las condiciones de clima y suelo ideales. de restos de rastrojo u otras impurezas (Ramírez, 2006).

2.1.9.5. Rotación del cultivo

En el sistema de rotación, la cañihua es cultivada después del cultivo de papa amarga, luego de la cañihua se recomienda sembrar un cereal que podría ser cebada o avena, luego una leguminosa (Apaza, 2010) como el Tarwi que si se adaptan a las condiciones climáticas de la zona.

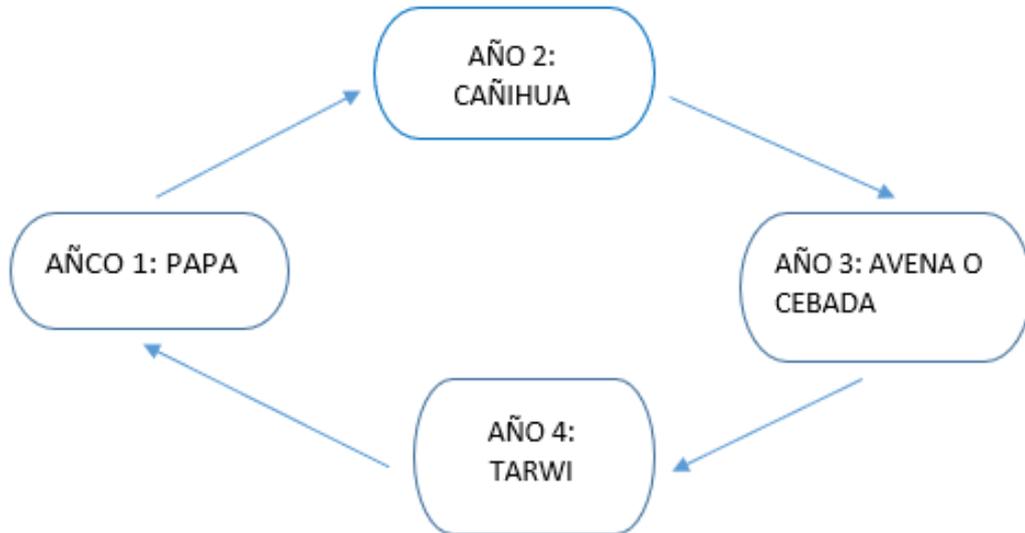


FIGURA 7. Rotación de cultivo.

2.1.9.6. Elección del terreno

El terreno debe tener una textura franco arcilloso con pH de 5 a 6 y debe ser un Kallpar (después del cultivo de papa).(Apaza, 2010).

2.1.9.7. Preparación del suelo

La preparación de suelos por los agricultores de las comunidades campesinas es realizada con yuntas de bueyes. El suelo para el cultivo de la cañihua no necesita una preparación especial, pero al mismo tiempo se constituye en una labor indispensable si tomamos en consideración que la cañihua es un cultivo que se quiere producir en grandes extensiones, se puede emplear arado, rastra y surcadora, implementos que están al alcance del agricultor. La cañihua por poseer un grano muy pequeño (1.0 a 1.2 mm de diámetro), requiere un buen desterronado, nivelación de la tierra para una uniforme germinación y emergencia de plántulas.(Lescano, 1994)

La preparación de suelos se efectúa con yunta o maquinaria iniciando después de la cosecha (mayo-junio). La profundidad adecuada es de 20 a 25cm con la humedad existente, para que al momento de la siembra la reja de la yunta se introduzca en el



suelo con facilidad. El rastrado o mullido, se realizará inmediatamente después de la roturación o un mes antes de la siembra, con uso de rastra dentada y en forma cruzada. El terreno para el cultivo de cañihua debe quedar bien mullido, suelto y completamente nivelado para recibir la semilla siendo la época adecuada de 20 días antes de la siembra (agosto-septiembre). Se siembra en setiembre para variedades tardías, en octubre para las intermedias, y en noviembre para las precoces. Sin embargo, dependerá de la frecuencia y volumen de las lluvias,(Beingolea, 2015).

2.1.9.8. Abonamiento

Los campesinos no abonan dicho cultivo y no se disponen de normas de abonamiento comprobadas; sin embargo, en experiencias del Programa Nacional de Cultivos Andinos del INIA-Puno, se observó que un abonamiento de cuatro a seis toneladas de estiércol descompuesto de ovino en una hectárea era la más adecuada. Se recomienda efectuar el análisis del suelo para corregir el nivel de abonamiento. El abono es aplicado manualmente al fondo del surco antes de la siembra. La cañihua responde a una fórmula de abonamiento: 40-20-0 de NPK. La falta de un abonamiento adecuado explica en parte los rendimientos bajos el cultivo de cañihua responde con mejores rendimientos a la fertilización con nitrógeno y fósforo; las fertilizaciones altas de nitrógeno y fósforo (120-60) han elevado la producción a 2400 kg. ha⁻¹ de grano y 14 t de broza; esta última tiene una buena utilización en la alimentación del ganado. Se ha encontrado interacción entre el efecto de la fertilización con nitrógeno y fósforo, pero no así con potasio, para las condiciones del suelo del altiplano (Alexis, 2011).

Es generalizado que los campesinos no abonen dicho cultivo y no se disponen de normas de abonamiento comprobadas; sin embargo, en experiencias del Programa Nacional de Cultivos Andinos del INIA-Puno, se observó que un abonamiento de



cuatro a seis toneladas de estiércol descompuesto de ovino en una hectárea era la más adecuada; se recomienda efectuar el análisis del suelo para corregir el nivel de abonamiento. El abono es aplicado manualmente al fondo del surco antes de la siembra. La cañihua responde a una fórmula de abonamiento: 40 kg de N, 20 kg de P₂O₅ /ha. La falta de un abonamiento adecuado explica en parte los rendimientos bajos (Apaza, 2010).

2.1.9.9. Siembra

La densidad de siembra en cañihua es como máximo 8 kg/ha, con una siembra muy superficial, en siembra al voleo. La cantidad de semilla utilizada es de 4 a 8 kg/ha' al sembrar en surcos y hasta 15 kg cuando se siembra al voleo. La densidad de siembra está íntimamente relacionada con la clasificación del grano. Con el uso de semillas de mayor tamaño que han completado su madurez se requiere una menor densidad. Para calcular el número de granos por hectárea se considera que un gramo de peso contiene entre 900 y 1000 granos de cañihua (Alexis, 2011).

La germinación de la semilla de cañihua se llama a la acción que la plántula atraviesa la superficie del suelo y es visible los cotiledones aun con la semilla en la parte apical. Si después de ocho días no se ha iniciado la emergencia, se debe determinar las razones de la falta de germinación extrayendo las semillas del suelo y proceder a la resiembra si es necesario (Apaza, 2010).

El cultivo se efectúa exclusivamente en condiciones de secano, la época de siembra varía de acuerdo a la comunidad campesina en la cual se cultiva la especie y va generalmente de octubre a mediados de noviembre. Para la siembra en surcos se requiere 8 Kg de semilla por hectárea, se siembra a chorro continuo en surcos distanciados a 0,50 m (Lescano, 1994).



2.1.10. Labores culturales

2.1.10.1. Aporque y deshierbe

Lescano (1994), indica que, a nivel de la agricultura campesina, el aporque no es practicado y la maleza por ser un recurso forrajero es utilizada gradualmente para la alimentación animal. Sin embargo, la producción orientada al mercado y por la exigencia del mismo, crea la necesidad de realizar ciertas labores culturales que tienen que ver con la calidad del grano como: deshierbes, aporques y desmezcle de plantas ajenas al cultivo.

A nivel de la agricultura campesina, el aporque no es practicado y la maleza por ser un recurso forrajero es utilizada gradualmente para la alimentación animal. Sin embargo, la producción orientada al mercado y por la exigencia del mismo, crea la necesidad de realizar ciertas labores culturales que tienen que ver con la calidad del grano como: deshierbes, aporques y desmezcle de plantas ajenas al cultivo. Con el aporque se eliminan casi en su totalidad las malezas al extraerlas desde sus raíces, además de introducir aireación a las raíces de las plantas de cañihua. Estas labores se deben realizar cuando las plantas de cañihua estén ramificando (Apaza, 2010).

Con el aporque se eliminan casi en su totalidad las malezas al extraerlas desde sus raíces, además de introducir aireación a las raíces de las plantas de cañihua. Estas labores se deben realizar cuando las plantas de cañihua estén ramificando.

2.1.11. Plagas y enfermedades

En cuanto a la sanidad, la planta de cañihua es resistente a plagas y enfermedades (posiblemente debido al ambiente donde ésta se desarrolla). Ocasionalmente puede sufrir ataques de mildiu y de q'honaq'hona, en la etapa de floración y formación de grano respectivamente; en las hojas de la planta se presentan lesiones con manchas irregulares en el haz y el envés similares al "mildiu" de la quinua, (Apaza , 2002).



Precisa que la planta de cañihua es muy resistente al ataque de fitopatógenos; sin embargo, en condiciones muy adversas de clima las principales plagas que afectan el cultivo de cañihua son: k'ona k'ona (*Eurysacca sp*), gusanos d tierra (*Copitarsia turbata*), y pulgones (*Myzius persicae* y *Macrosiphum euphorbiae*); mientras que la enfermedad más importante es el Mildiu (*Peronospora variabilis* Gaüm), (Beingolea, 2015).

Alexis (2011), señala que en relación a las plagas se han detectado varios insectos que la atacan, entre los más importantes se pueden señalar los siguientes: Pulgones: *Myzus persicae* y *Macrosiphum euphorbiae*.

Escarabajo negro "challu challu" (*Epicauta willei* y *Epicauta latitarsis*).

Gusanos y larvas: de lepidópteros, *Gnorimoschemasp.* y de la familia *Noctuidae*.

La cañihua es una de las plantas más resistentes a las enfermedades, aunque se ha detectado algún ataque de mildiú (*Peronospora variabilis* Gaüm) al comienzo de la floración, éste desaparece o la planta muestra alta tolerancia (Alexis, 2011).

2.1.12. Cosecha y postcosecha

La cosecha se realiza cuando las plantas viran de color, ocurre generalmente a los meses de abril y mayo, cuando las plantas han completado su madurez fisiológica y los granos se encuentran maduros con humedad adecuada (Lescano, 1994).

Alexis (2011), menciona que el período de cosecha de la cañihua en el altiplano puneño se inicia en marzo y se extiende hasta abril, debido a que no todas las plantas maduran al mismo tiempo. Además, se cortan las plantas antes de que los granos maduren, de otra manera un gran porcentaje de ellos se caería al suelo. Un factor



climático que puede afectar seriamente la producción del grano son las granizadas que ocurren en el mes de marzo; pueden ocasionar pérdidas de hasta 80%.

La cosecha tradicional de variedades locales consiste en arrancar las plantas con raíces y sacudirlas para que caigan los granos maduros, el resto dejarlas secar en gavillas durante 10 a 15 días, para finalmente proceder a la trilla (Debido a la maduración paulatina de la planta). La cosecha comercial de variedades definidas aún es totalmente manual en cinco etapas (siega, emparvado, trilla, venteo y almacenamiento), durante el mes de abril (Apaza, 2010).

2.1.12.1. Siega

La siega de las plantas se realiza con hoz, cegando manualmente el tallo a una altura más o menos a cinco centímetros del suelo, antes de que los granos sobre-maduren, para evitar pérdida por desgrane. Tradicionalmente los productores de cañihua que siembran parcelas pequeñas arrancan las plantas con las raíces, lo que trae como consecuencia que el grano esté mezclado a la tierra procedente de las raíces, desmejorando la presentación y calidad del grano (Lescano, 1994).

2.1.12.2. Emparve

Las plantas segadas se colocan en gavillas o parvas pequeñas para que terminen de secarse hasta que los granos tengan la humedad adecuada (12% – 14%) para la trilla (Lescano, 1994).

2.1.12.3. Trilla

La trilla manual es una práctica aún vigente, se realiza golpeando las plantas amontonadas en mantas con palos especiales, sacudiendo luego para separar el grano de



la broza. Para esta labor la humedad del grano puede variar entre 12% y 14% (Lescano, 1994).

La trilla de cañihua en el altiplano puneño se efectúa con el método tradicional de golpeo de las plantas con palos curvados en el extremo (waqtana). Esta operación se repite varias veces, conforme va madurando el grano en los arcos. Una vez trillado, la cañihua es venteada para separar las ramas pequeñas y hojas que conforman el residuo denominado jipi. La broza conformada por las ramas, hojas y receptáculos de las inflorescencias se denomina qiri (Alexis, 2011).

2.1.12.4. Venteo

En vista que la cañihua trillada en forma manual contiene impurezas (hojas, tallos), se hace necesario el venteo del grano, aprovechando las corrientes naturales de aire, con ayuda de tamices o zarandas de manejo manual. Para eliminar las impurezas, se utiliza un tamiz de 3.0 mm; para la clasificación de granos, se realiza con un tamiz de 850 micras; la clasificación de granos por tamaños no se realiza. Este método es utilizado por pequeños productores, cuya producción se destina en su mayoría para autoconsumo (Lescano, 1994).

2.1.13. Almacenamiento

El almacenamiento es de mayor interés si se trata de semilla. En este caso, las semillas se deben almacenar a una humedad del grano no mayor al 12% (Mamani, 2017).

2.1.14. Rendimiento de grano

Con las prácticas de cultivo tradicionales del campesino como: escasa preparación del suelo, sin abonamiento, siembra a voleo que muchas veces pareciera estar sembrado



en surcos, pero no son más que los surcos que quedan del cultivo de papa el agricultor obtiene en promedio 500 a 700 kg ha⁻¹ de grano (Valdivia, 2002).

El promedio aproximado de rendimiento en 658 kgha⁻¹, en las provincias de Chucuito y El Collao (Zona sur), en Azángaro y Lampa 715 kg ha⁻¹ (Zona norte) (Valdivia, 2002).

2.1.15. Diversidad genética

El Altiplano es un centro de diversificación y variabilidad muy importante de cañihua. Su producción se concentra en terrenos comunales, campos donde es posible encontrar una gran diversidad de ecotipos con variabilidad genotípica y fenotípica (Apaza, 2010).

TABLA 5. Distritos de mayor diversificación y área cultivada de cañihua.

Provincia	Distrito	Comunidades campesinas
El Collao	Collao	Churo maquera, Churo López, Jachocco
Puno	Laraqueri	Ñuño marca, Anccacca
Puno	Acora	Amparani, Totorani
Melgar	Llalli	Llalli, Checastica, Kenemari
Melgar	Orurillo	Balsa pata, Caluyo
Melgar	Macari	Alto collana, Bajo collana, Huamanruro
Melgar	Umachiri	Sora, Umasi
Chucuito	Zepita	Tankatanka (Alto pavita, Bajo pavita)
Chucuito	Juli	San Pedro de Llinqui
Chucuito	Kelluyo	Kelluyo
Carabaya	Crucero	Pueblo joven Carlos Gutiérrez
Lampa	Lampa	Isla cantería, Enrique Torres Belón

Fuente: INIA (2005).

El banco de germoplasma de la EEA. Illpa-INIA, Puno, conserva 430 accesiones de cañihua, de las cuales el 41% corresponde a la provincia de Melgar, 21% a la provincia de Puno, 13% a San Antonio de Putina, 10% a la provincia de Lampa y 6% a la provincia de Huancané. Sin embargo, es imprescindible realizar colectas más minuciosas de material genético en forma amplia, como método rápido para obtener genotipos con valor agronómico y fuente de germoplasma. Como en gran parte de las



comunidades campesinas del altiplano se encuentra una numerosa diversidad de ecotipos de Cañihua con alta variabilidad interna, cultivado por campesinos generación tras generación, el Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos-Puno, a través del convenio Bioversity International - IFAD CIRNMA e Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), en a el marco del proyecto "Elevar la contribución de las especies olvidadas y subutilizadas la seguridad alimentaria y a los ingresos de la población rural de escasos recursos" el año 2002, ha recolectado 374 y caracterizado 120 colecciones, que se mantienen en el Banco de Germoplasma de la EEA. Ilpa INIA, Perú. En las colecciones de ecotipos, también llamados variedades tradicionales, locales o nativas realizadas en las provincias de Huancané, San Román, Lampa, Puno (Distrito: Acora) y Chucuito (Distrito: Pomata y Kelluyo), se ha encontrado que un mismo ecotipo puede recibir nombres diferentes en lugares diferentes.

TABLA 6. Principales ecotipos de cañihua colectados en ferias rurales.

N°	Nombre común	N°	Nombre común	N°	Nombre común
1	Choque sillihua	17	Estrella	33	Sayirisillihua
2	Cunacutama	18	Pusi esquina	34	Janko alverja
3	Kitay llama	19	Chuwakañiwa	35	Choque uta
4	Chuto	20	Chijikañiwa	36	Chupica
5	Kello	21	Ara	37	Cóndor nayra
6	Llama	22	Naranja	38	Tonkokello
7	Alfeñica	23	Rojo	39	Huancatama
8	Alverja	24	Amarilla	40	Sullka jllama
9	Airampo kañiwa	25	Pasankalla	42	Wila chuto
10	Pitojiura	26	«ancofia	42	Chuto sillihua
11	Kellokañiwa	27	Cupi blanca	43	K'uytukañiwa
12	Chillihua	28	Luntusa	44	Rosada alfeñica
13	Wila alfeñica	29	Ishualla c	45	Kañiwa comunal
14	Isillihuachiara	30	Leche pito	46	Alverja chuto
15	Coque pito	31	Peskekañiwa	47	Janko
16	Isillihuaoke	32	Morado	48	Cunacutama

Fuente. (INIA, 2005)

2.1.15.1. Descripción de las variedades

Descripción de variedades en estudio según Apaza (2010):



-Variedad Cupi

- Hábito de crecimiento: Saiwa
- Altura de planta 60 cm.
- Diámetro del tallo central medido en la parte media del tercio inferior de la planta en madurez fisiológica: 4.0 mm.
- Color de estrías: púrpura pálido.
- Color del tallo en madurez fisiológica de la planta: púrpura pálido.
- Número de ramas primarias desde la base hasta el segundo tercio de la planta: nueve.
- Cobertura vegetativa medida en madurez fisiológica, considerando la cobertura más ancha de la planta: 24 cm.
- Forma de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: ancha ovada.
- Número de dientes de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: 5 a 6.
- Longitud del peciolo de hojas del tercio medio de la planta en plena floración: siete mm
- Longitud máxima de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: 1.62 cm.
- Ancho máximo de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: 1.40 cm.
- Color de la hoja a la madurez fisiológica: púrpura pálido.
- Grado de dehiscencia cuando alcanza a la madurez fisiológica: regular.
- Aspecto del perigonio la madurez fisiológica: cerrado.
- Color del perigonio registrado a la madurez fisiológica: gris crema suave.
- Color del epispermo: café claro.
- Diámetro del grano sin considerar el perigonio: 1.0 a 1.1 mm.
- Peso de 1000 granos 0.5510 g.

-Variedad Ramis

- Hábito de crecimiento de la planta: Saiwa
- Altura de planta: 52 cm.



- Diámetro del tallo central: 4.5 mm.
- Color de estrías: púrpura.
- Color del tallo en madurez fisiológica: púrpura.
- Número de ramas primarias desde la base hasta el segundo tercio de la planta: 15.
- Cobertura vegetativa medida a la madurez fisiológica, considerando la cobertura más ancha de la planta: 26 cm.
- Forma de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: ancha ovada.
- Número de dientes de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: 3 a 5.
- Longitud del peciolo de hojas del tercio medio de la planta en plena floración: 8 mm.
- Longitud máxima de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: 2.03 cm.
- Ancho máximo de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: 1.70 cm.
- Color de la hoja a la madurez fisiológica: púrpura pálido
- Grado de dehiscencia cuando alcanza la madurez fisiológica: ligera.
- Aspecto del perigonio a la madurez fisiológica: semiabierto.
- Color del perigonio registrado a la madurez fisiológica: gris oscuro.
- Color del epispermo: café oscuro.
- Diámetro del grano sin considerar el perigonio: 1.1 a 1.2 mm.
- Peso de 1000 granos 0.8566 g.

-Variedad Illpa INIA 406

- Hábito de crecimiento de la planta: Saiwa.
- Altura de planta: 67 cm.
- Diámetro del tallo central: 5.0 mm.
- Color de estrías: rojo.
- Color del tallo en madurez fisiológica: anaranjado.
- Número de ramas primarias desde la base hasta el segundo tercio de la planta: 33.



- Cobertura vegetativa medida a la madurez fisiológica considerando la cobertura más ancha de la planta: 31 cm.
- Forma de lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: ancha ovada.
- Número de dientes de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: 5 a 7.
- Longitud del peciolo de hojas del tercio medio de la planta en plena floración: 12 mm.
- Longitud máxima de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: 2.40 cm.
- Ancho máximo de lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: 1.73 cm.
- Color de la hoja a la madurez fisiológica: anaranjado.
- Grado de dehiscencia cuando alcanza la madurez fisiológica: ligera.
- Aspecto del perigonio en la madurez fisiológica: Cerrado.
- Color del perigonio registrado a la madurez fisiológica: crema suave.
- Color del epispermo: café claro.
- Diámetro del grano sin considerar el perigonio: 1.0 a 1.1 mm.
- Peso de 1000 granos: 0.5511 g.

2.1.15.2. Variedades Compuestas

Actualmente el Programa de Mejoramiento en Cultivos Andinos del INIA, con apoyo económico de Biodiversity International "Proyecto Desarrollo de Granos Andinos con potencial para Asegurar la Nutrición Popular y la Superación de la Pobreza", está realizando trabajos en la formación de variedades compuestas de cañihua y quinua de ancha base genética, de tal forma que puedan adaptarse a las variaciones ambientales y a la evolución cuantitativa y tener un área de distribución potencial razonablemente amplia y su vigencia como variedad útil sea duradera. Para esto se ha recurrido a la gran variabilidad genética, que en gran parte se encuentran almacenados en los bancos de germoplasma y en comunidades campesinas del altiplano (Apaza, 2010).



El método de mejoramiento para lograr este tipo de variedades es el de compuestos o variedades multilíneas. Según (Brauer, 1976), el compuesto está constituido por una mezcla de líneas que puedan ser iguales o muy semejantes en sus caracteres agronómicos y de calidad, pero que tienen diferente resistencia genética a distintas razas de patógenos. Aquí es importante señalar cómo el pequeño agricultor maneja una alta plasticidad en sus cultivos con el uso de mezcla de variedades locales o criollas, asegurando su producción para sus necesidades y en segundo plano para la venta.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Germoplasma

El germoplasma es la forma de conservar la parte física de la planta que es transmitida de una generación a otra. En plantas de reproducción sexual, el germoplasma está contenido en la semilla. (Solano, 2017).

2.2.2. Germoplasma Vegetal

El término “germoplasma” de una especie vegetal cultivada incluye: a) cultivares nativos de la especie; b) cultivares mejorados; c) poblaciones en proceso de mejoramiento; d) especies silvestres relacionadas, y e) especies cultivadas relacionadas (Machaca, 2017).

2.2.3. 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 conjuntos genéticos vegetales disponibles para los agricultores y científicos. El banco de germoplasma es el sitio físico de almacenamiento



y mantenimiento de nuestras 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).

2.2.4. Acceso

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).

2.2.5. Entrada o acceso

Una entrada o acceso de germoplasma es un término utilizado para nombrar una muestra vegetal recolectado para su procesamiento y eventual almacenamiento y evaluación (Solano, 2017).

2.2.6. Variedad

Linnaeus (1751), en su clásico libro *Philosophia Botánica*, donde dice que la variedad es una adaptación de la especie provocada por cambios en su hábitat, originado por causas accidentales, como cambios climáticos, de suelo, presencia de plagas, como enfermedad, ataques de insectos, nematodos, etc.

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 sub especie en caso de haberla (Solano, 2017).

2.2.7. Variedad vegetal

Subdivisión de una especie que incluye a un grupo de individuos con características similares y que se considera estable y homogénea (Machaca, 2017).

2.2.8. Cultivar

Barnes (1992), definen cultivar como un conjunto de plantas cultivadas que se distinguen por caracteres permanentes, morfológicos, fisiológicos, citológicos, químicos, etc., desarrollados para la agricultura, silvicultura u horticultura.

Conjunto de plantas obtenidas por hibridación o mutación y reproducidas por su cultivo, con caracteres definidos y homogéneos (morfológicos, fisiológicos, citológicos, químicos y otros) como por Ej. Resistencia a enfermedades, sabor, aroma, coloración, etc., de importancia para los objetivos de la agricultura (Solano, 2017).

2.2.9. Clon

Son plantas o grupos de plantas, con idéntico componente hereditario, que se ha derivado de una planta madre seleccionada, a través de la propagación asexual por estacas, acodos o injertos (García, 2000).

Conjunto de individuos obtenidos por multiplicación vegetativa (estaca, injerto, bulbo, rizoma, tubérculo, división de mata, etc.). Las llamadas “variedades” de manzanas, peras, duraznos, papas, tulipanes, gladiolos. Etc., no son más que clones (Solano, 2017).



2.2.10. Ecotipo

Es la población local de una especie que presenta características botánicas peculiares, las cuales surgen como respuesta del genotipo a las características ecológicas típicas del ambiente local. Los ecotipos resultan de una adaptación muy estrecha de la planta al ambiente local, donde la deriva genética puede verse como un agente selectivo de mayor importancia que los demás agentes de selección natural (Henríquez, 2002).

Población de plantas procedentes de una misma ecología o sitio (Solano , 2017).

2.2.11. Línea

Serie de grados de parentesco entre individuos; ascendencia y descendencia de un individuo (Henríquez, 2002).

Conjunto de individuos obtenidos por semilla, se reproducen sexualmente y son seleccionados para lograr una homogeneidad, siendo los descendientes muy semejantes entre sí (Solano, 2017).

2.2.12. Raza

Población que presenta una o más características peculiares que la distinguen de otras poblaciones de la misma especie. Las razas generalmente no estas enmarcadas en categorías taxonómicas (Henríquez, 2002).

2.2.13. Potencial genético de las poblaciones locales

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.



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El presente trabajo de investigación, se realizó en el Centro de Investigación y Producción (CIP) de Camacani, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

El (CIP), 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:

3.2.1. Ubicación geográfica

Se encuentra en las siguientes coordenadas:

- Este X : 408369.55
- Norte Y : 8236456.43
- Altura : 3850 msnm
- Datum : WGS 84 UTM, y Zona 19 S.
- Clima : Templado y relativamente seco; la temperatura varía entre 10 °C y 21 °C.

3.2.2. Ubicación política

- Región : Puno
- Provincia : Puno
- Distrito : Platería
- País : Perú

Localización : Camacani- CIP UNA Puno.

3.2.3. Extensión superficial

El CIP. Camacani, tiene una extensión de 60.73 hectáreas, con un perímetro total de 4259.11 metros lineales.

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 8.



FIGURA 8. Ubicación del Campo Experimental.



3.3. CARACTERISTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Las dimensiones y las características serán las siguientes:

- . Número de repeticiones: 4
- . Número de tratamiento: 10
- . Longitud de surcos: 5 m
- . Ancho de surcos: 0.6 m
- . Área neta por parcela: 12 m²
- . Área neta del experimento: 676.2 m²

3.4. HISTORIAL DE CAMPO EXPERIMENTAL

En la campaña agrícola 2017-2018 ha sido cultivado tarwi, en la campaña 2018-2019 se instaló el cultivo de cañihua con fines de tesis de investigación.

3.5. ANÁLISIS DEL SUELO EXPERIMENTAL

El análisis de suelo se llevó a cabo en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA - LIMA, los resultados se observan en la tabla 7, de donde podemos interpretar que la clase textural es franco arenoso, ausente en carbonatos, aluminio y bajo en sales. La reacción del suelo es casi neutra (pH 5.25). El contenido de materia orgánica es medio (1.69%) al igual que el Nitrógeno disponible (0.17%), el contenido de fósforo es medianamente alto (22.7ppm), el potasio disponible es medianamente alto (157 ppm). El análisis del suelo es aceptable ya que el pH, está en los rangos de neutro, además la cañihua se adapta en esas condiciones de suelo.

TABLA 7. Análisis del suelo Experimental.

TIPO DE ANÁLISIS	RESULTADOS	MÉTODO
ANÁLISIS FÍSICO		
Arena %	54	Hidrómetro
Limo %	20	Hidrómetro
Arcilla %	26	Hidrómetro
Clase textural	Franco arcillo arenoso	Triángulo textural
ANÁLISIS QUÍMICO		
pH	5.25	Potenciómetro
C.E. ds/m	0.28	Lectura del extracto de saturación en la celda eléctrica
CaCO₃ %	0.00	Método gaso-volumétrico
M.O. %	1.69	Walkley y Black
P ppm	22.7	Olsen modificado
K ppm	157	Extracción con acetato de amonio
CIC (meq/100g)	14.08	Saturación con acetato de amonio
Ca⁺⁺ (meq/100g)	7.42	Fotometría de llama y/o absorción atómica
Mg⁺⁺ (meq/100g)	2.87	Fotometría de llama y/o absorción atómica
K⁺ (meq/100g)	0.25	Fotometría de llama y/o absorción atómica
Na⁺ (meq/100g)	0.15	Fotometría de llama y/o absorción atómica
Al⁺⁺ H⁺ (meq/100g)	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).

3.5.1. Climatología y ecología

Climatológicamente el Centro de Investigación y Producción CIP camacani se encuentra ubicado en el sub área “Semilluvioso, frio 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 anual superior a 0°C y media de 9°C. Su límite altitudinal superior a 4 000 m.s.n.m según la 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, según la, 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 9, 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 mayo con -2.8 °C. En la figura 10, se observa que la precipitación en el mes de febrero fue más abundante con 300.7mm. Y el más bajo fue en el mes de setiembre con 0 mm. de precipitación.

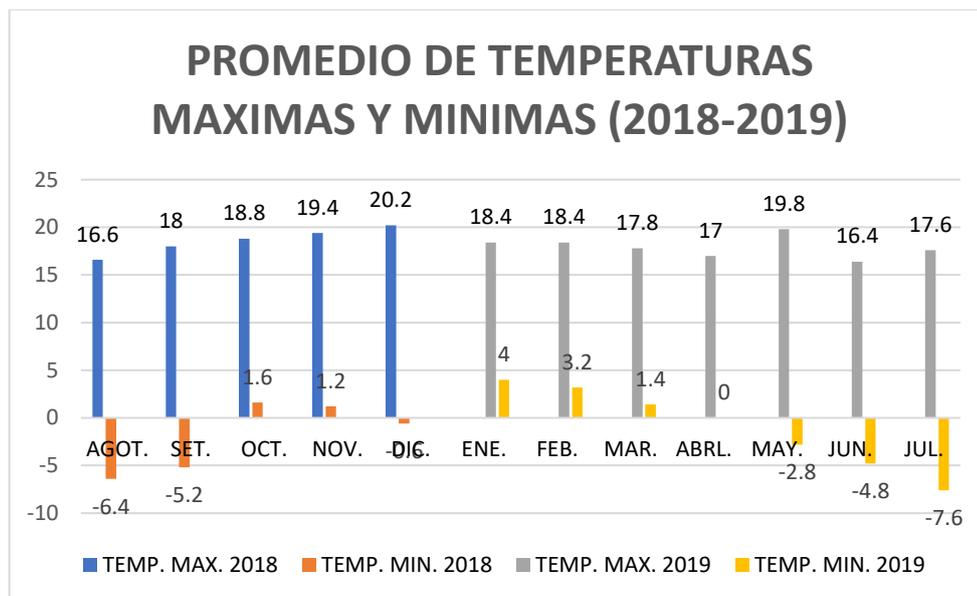


FIGURA 9. Temperaturas máximas y mínimas del campo experimental.

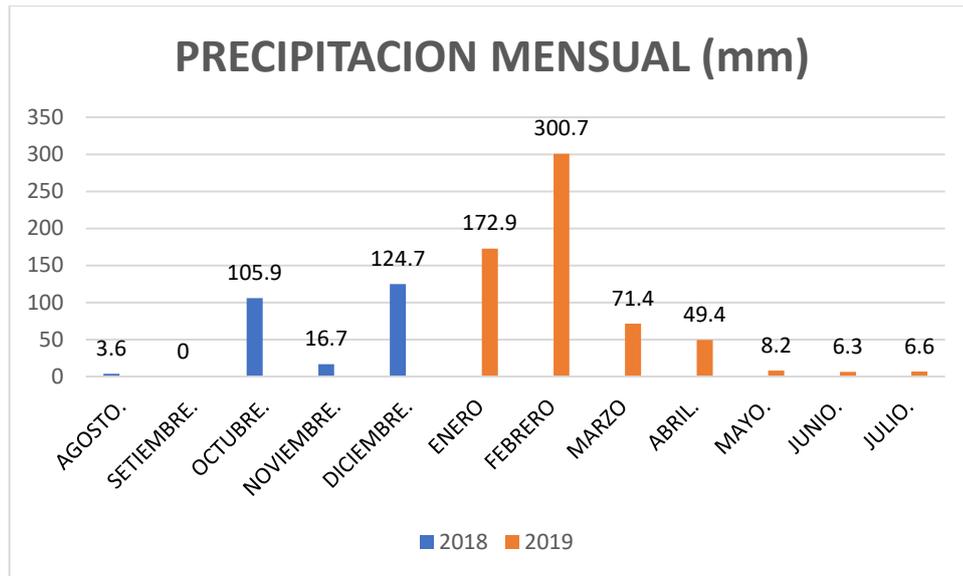


FIGURA 10. Precipitación fluvial para la campaña 2018-2019.

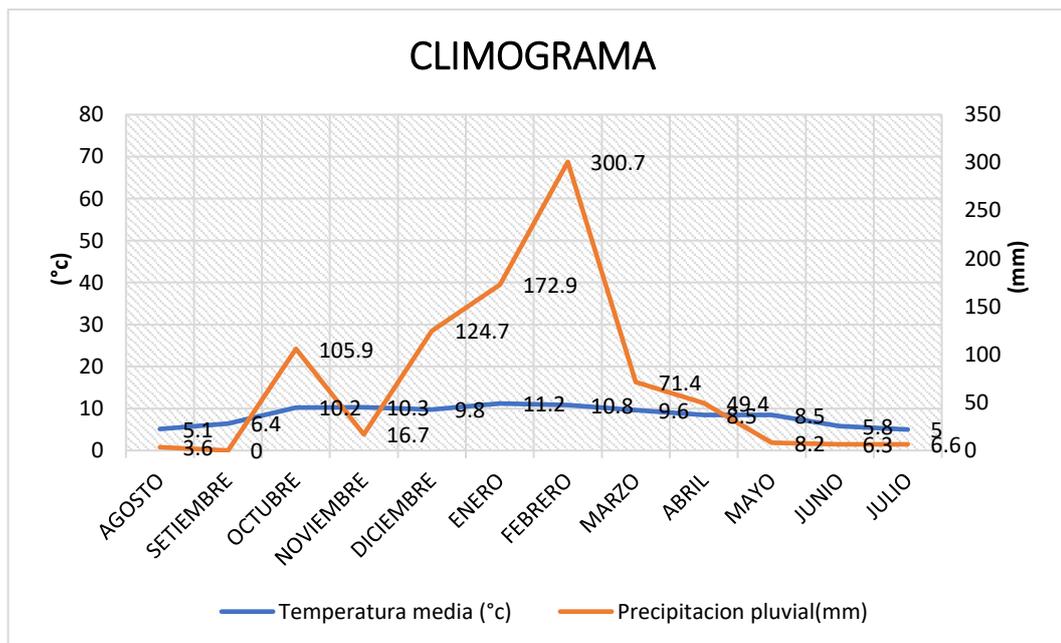


FIGURA 11. Climograma para la campaña 2018-2019.

Según la figura 11, se puede observar que en el mes de noviembre la precipitación fue escasa por lo tanto hubo una sequía que afectó al cultivo de cañihua y la temperatura aumento y hubo una pequeña disminución de plantas de cañihua en la fase de emergencia y también hubo presencias de granizada en el mes de marzo puesto que la cañihua es susceptible a los golpes en donde los resultados del rendimiento de grano fueron algo



menores en varias accesiones. También se puede observar que a mayor precipitación hay mayor elevación de temperatura, esto ocurrió en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo y respectivamente en los meses de mayo, junio, julio las precipitaciones fueron bajas conjuntamente la temperatura disminuyó.

3.5.2. Condiciones agroecológicas de producción

El altiplano de la región Puno se ubica a altitudes mayores a los 3800 msnm., las zonas más bajas del altiplano se encuentran alrededor del lago Titicaca. La temperatura media máxima varía entre 13 y 19°C y la temperatura media mínima entre -10 y 5°C dependiendo del lugar y la época del año; las temperaturas medias mínimas más bajas ocurren durante los meses de invierno junio y julio; la temperatura media anual varía de 6 a 9°C dependiendo en la altitud y proximidad al lago Titicaca. La precipitación anual media varía de 580 a 745 mm, humedad relativa promedio mensual 55%, fotoperiodo de 9 a 10 horas sol por día. Esta es la zona agrícola tradicional de la cañihua. Los requerimientos ambientales dependen de su estado de crecimiento y desarrollo. Así, el requerimiento de humedad del suelo para la germinación y emergencia de las plántulas a la superficie del suelo es indispensable, durante la ramificación puede tolerar periodos prolongados de sequía en verano (veranillos), temperaturas bajas hasta de -3°C, se adapta a la variación de la precipitación anual. El requerimiento de radiación foto sintéticamente activa para el llenado de granos es desconocido. Finalmente, la cuantificación de los requerimientos ambientales del cultivo es materia de experimentación e investigación, ya sea en ambientes controlados (laboratorios e invernaderos) como también en campo. En la planta de cañihua existen mecanismos de adaptación, como hojas que cubren y protegen los primordios y ejes florales de las bajas temperaturas y la presencia de pubescencia de vesículas en hojas y tallos, con cristales de oxalato de calcio higroscópicos



que controlan la excesiva transpiración de la planta en sus diferentes fases fenológicas (Barry, 1985)

La revisión desarrollada por (Yasuko, 2010), mencionan a la quinua como fuente de minerales, vitaminas E y riboflavinas, sin embargo, los autores recomiendan realizar otros estudios sobre los factores de temperatura y procesamiento que pueden afectar la biodisponibilidad de sus componentes. Determinan los compuestos fenólicos de la cañihua, quinua y kiwicha en un 16 rango de 30.41-139.94 mg ácido gálico/100 g. Por otro lado, (Tacora Cauna *et al.*, 2010), evaluaron las características funcionales y fisicoquímicas de dos variedades de cañihua en el proceso de expansión por explosión, donde se produce efectos positivos en tales características. Asimismo, menciona que el tostado aumenta las propiedades funcionales, conforme se incrementa la temperatura. Son escasos los estudios reportados, por lo que es necesario continuar investigando sobre el valor nutricional y propiedades funcionales de este cereal, en relación a los efectos de temperatura de tostado y otras operaciones de proceso.

La cañihua es una de las especies agrícolas menos estudiadas y más nutritivas. En muchas oportunidades se la ha confundido con la quinua (Repo-Carrasco, *et al.*, 2009), mencionan que la cañihua es una planta resistente, que florece en tierras pobres y rocosas, soportando climas fríos y secos, como los que existen en el altiplano. La cañihua puede germinar a 5°C, florecer a 10°C y desarrollar semillas a 15°C.

Los requerimientos del cultivo son similares al de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), pero es menos exigente en calidad de suelo, se desarrolla mejor en suelos francos a franco-arcillosos con buen drenaje, soporta temperaturas bajas de hasta -3 °C sin reducir su producción (Lescano, 1997). La (FAO, 2000), señala que requiere una precipitación de 500 a 800 mm, pudiendo tolera periodos prolongados de sequía,



muestra susceptibilidad extrema al exceso de humedad en las primeras fases de desarrollo.

El pH adecuado varía de 4,8 a 8,5 con tolerancia a la salinidad.

3.6. MATERIAL GENETICO

TABLA 8. Acciones de cañihua utilizado en el ensayo de la campaña 2018-2019.

Código	Nombre
2	Chilliwa Rosada
4	Isualla
5	Puca
6	Ilpa INIA 406
9	Cunacotana
11	Chilliwa
17	K'ello
21	Toncco q'ello
28	Pitojiura
29	Cupi

FUENTE. Banco de Germoplasma de la UNA-Puno.

3.7. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

a) Maquinaria de campo

- Tractor Agrícola con implementos de roturación, nivelación y surcado.

b) Equipos de laboratorio

- Balanza Electrónica
- Balanza de Precisión

c) Equipos de campo

- Cámara digital 16.0 mega pixeles
- Regla Vernier

d) Equipo de gabinete

- Calculadora
- Computadora

f) Insumos

- Estiércol de Ovino

g) Otros materiales

- Sacos
- Etiquetas
- Tablero
- Sobres de Manila
- Yeso
- Cordel



- laptop
- Cuaderno de Campo
- e) Herramientas de campo
- Lápiz
- Pala
- Lapicero
- Piquillos
- Wincha métrica de 3.0 y 30.0 metros.

3.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO

La población constituyó 40 parcelas experimentales 400 plantas en total. Y la muestra se consideró 10 plantas por unidad experimental de las diez accesiones de cañihua.

3.9. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

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

3.10. DISEÑO ESTADISTICO

El presente trabajo de estudio fue desarrollado bajo el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 10 tratamientos y 04 bloques o repeticiones, 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 respuesta del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.



μ = Medida verdadera de la poblacion

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento de cañihua.

β_j = Efecto del j -ésimo bloque.

ϵ_{ij} = Efecto de error experimental

Siendo los valores de:

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

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

3.11. PROCEDIMIENTO Y METODOLOGIA EN CAMPO

3.11.1. Fase de campo

3.11.1.1. Preparación del terreno: Se volteó el terreno en momentos oportuno, luego de la cosecha del cultivo de papa (julio, agosto) para facilitar la descomposición de los residuos de cosecha a una profundidad adecuada de 20 – 25 cm, también favorece.

3.11.1.2. Siembra: Se realizó la siembra en el mes de, octubre y dependiendo de la presencia de precipitaciones pluviales y por el periodo vegetativo de los ecotipos y variedades de cañihua una mayor aireación del suelo.

3.11.1.3. Fertilización: Con la aplicación de estiércol y el descanso respectivo para recuperar la fertilidad del suelo.

3.11.1.4. Deshierbo: Por ello se efectuó el deshierbo a tempranas para evitar, competencia por agua, nutrientes, luz y espacio, así como presencia de plagas y enfermedades por actuar como agentes hospederos, lo cual repercutirá en el futuro potencial productivo y calidad de la semilla de cañihua. Las hierbas encontradas en el campo de cultivo fueron:

TABLA 9. Nombres de las malezas encontradas en el experimento

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Amor seco o chiriro	<i>Bidens pilosa</i> L	Asteraceae
Aguja aguja	<i>Erodium cicutarium</i> L	Geraniaceae
Cebadilla	<i>Bromus unioloides</i>	Poaceae
Nabo silvestre	<i>Brassica campestris</i> L	Brassicaceae
Bolsa de pastor	<i>Capsella bursapastoris</i>	Brassicaceae
Trébol carretilla	<i>Medicago hispida</i> G	Fabaceae
Kora o malva	<i>Malvastrum capitatum</i> Saret.	Malvaceae
Diente de león	<i>Taraxacum officinalis</i>	Asteraceae

FUENTE. Elaboración propia (2019)

3.11.1.5. Desahíje: La labor de desahíje es una operación complementaria a la depuración, consiste en la eliminación de plantas para ajustar el número de plantas por área y por surco (densidad de población).

3.11.1.6. Aporque: Se realizó el aporque del cultivo para tener buenos rendimientos.

3.11.1.7. Control fitosanitario: El control de plagas y enfermedades se efectuó en forma oportuna y cuando el nivel de daño sea el adecuado en caso de los insectos y en forma preventiva para las enfermedades.

3.11.1.8. Cosecha: Se efectuó cuando las plantas viran de color, ocurre generalmente en los meses de abril y mayo, cuando la planta ha completado su madurez fisiológica y los granos se encuentran maduros con humedad adecuada.

3.12. VARIABLES DE ESTUDIO

3.12.1. Características agronómicas evaluadas de las accesiones de cañihua

3.12.1.1. Altura de planta (cm): se obtuvo midiendo con una huincha de 3 metros en floración y madurez fisiológica, desde del cuello de la raíz hasta el ápice de la panoja. Se considerará el promedio de 10 plantas tomadas al azar (IPGRI, 2005).



3.12.1.2. Diámetro del tallo (mm): Se midió con la ayuda de una regla vernier en la parte media del tercio inferior de la planta en floración y madurez fisiológica se consideró 10 plantas tomadas al azar (IPGRI, 2005).

3.12.1.3. Longitud de peciolo (cm): Se obtuvo midiendo con una huincha de 3 metros en floración, desde el tercio medio de la planta promedio de 10 planta una hoja por planta (IPGRI, 2005).

3.12.1.4. Longitud máxima de la lámina foliar (cm): Se obtuvo midiendo con una huincha de 3 metros en floración del tercio medio de la planta en plena floración promedio de 10 planta una hoja por planta (IPGRI, 2005).

3.12.1.5. Ancho máximo de la lámina foliar (cm): Se obtuvo midiendo con una huincha de 3 metros en floración del tercio medio de la planta en plena floración promedio de 10 planta una hoja por planta (IPGRI, 2005).

3.12.1.6. Poder germinativo (%)

Para el porcentaje de germinación, se tomó una muestra de 100 semillas por cada accesión, cada uno con 4 repeticiones. Para el porcentaje de germinación se tomaron semillas, en las placas Petri esterilizados, se colocó el papel filtro con dos laminas, luego se procedió a humedecer con agua destilada (10 ml), Posteriormente se inició a sembrar 100 semillas, distribuidas uniformemente sobre toda la superficie de la placa Petri, Finalmente se colocó en la cámara germinadora. El equipo de la cámara germinadora se graduó a una temperatura de 20°C y a una humedad relativa de 40%. La primera evaluación de realizo después de 48 horas y la última evaluación después de 96 horas. Los resultados se evaluaron de acuerdo a las reglas internacionales de análisis de semillas (ISTA) de la siguiente manera: plantas normales, plantas anormales y semillas no germinadas.



Ramírez (2006), menciona que, para medir la energía germinativa se utilizó, el porcentaje de semillas germinadas en un plazo corto de tiempo, constituido por los primeros días de los han de transcurrir para el ensayo de germinación y dependiente de la duración de este; se utilizó la velocidad o energía germinativa por las semillas germinadas en los 2/3 de tiempo.

3.12.1.7. Valor cultural

El valor cultural permite conocer la verdadera calidad de la semilla de una determinada variedad, debido a que en él se conjugan dos parámetros de la calidad, la pureza y el poder germinativo, que divididos por 100 expresan el porcentaje del valor cultural, conocidos también como el valor real o valor potencial de la semilla. También se refiere a la calidad de una semilla, que resulta del análisis de la misma en el laboratorio y representa el porcentaje de semillas puras viables que germinaran en la muestra de un lote, en condiciones normales de humedad, temperatura y luz, que es calculado por la siguiente fórmula. (Ramírez, 2006).

$$VC = \% \text{ de Pureza} * \% \text{ de Germinación} / 100$$

3.12.1.8. Peso de 1000 granos (g):

Esta evaluación se efectuó contando 1000 granos de cañihua. Seguidamente se procedió a pesar en una balanza electrónica cada muestra (IPGRI, 2005).

3.12.1.9. Peso hectolitrico del grano g/cm³:

Se Coloco el tubo receptor donde corresponde, para lo cual se hace girar hacia la izquierda de tal manera que el tubo quede sujeto por los pernos que hacen de soportes. Colocar la cuchilla en la ranura del tubo receptor y sobre aquella colocar el expulsor de aire. Encajar el tubo receptor al tubo colector, este ultimo se caracteriza porque es abierto



en ambos extremos, y el borde de uno de sus extremos es dentado. Por otro lado, llenar los granos de la semilla en el tubo volcador y luego echar al tubo colector desde una altura de 6 cm (4 dedos). Seguidamente retirar la cuchilla para que el expulsor de aire conjuntamente con la semilla pase al tubo receptor, y nuevamente colocar la cuchilla por la ranura y encajar el tubo volcador al tubo colector. Retirar todo el conjunto de tubos desde su base haciendo girar hacia la derecha, luego voltear en forma invertida para expulsar la semilla excedente. Separar los tubos colector y volcador con el resto de la semilla y al final quitar la cuchilla para luego pesar en la balanza de Shoopel el tubo receptor con el contenido. El peso debe ser expresado en gramos. El volumen del tubo receptor es de un cuarto de litro es decir 0.25 L o 250 ml. Efectuar el calculo para determinar el peso hectolitrico (100 L) aplicando una regla de tres simple. Se peso la semilla en un volumen conocido (IPGRI, 2005).

3.12.1.10. índice de cosecha:

Se define como la relación entre peso de los granos libre de impurezas y el peso total de la planta (tallo, hojas y grano). El cual determina el porcentaje de frutos cosechables y si es rentable en comparación a otros cultivos; Para determinar este parámetro se utilizó la siguiente formula:

$$IC = (PG/PB) * 100$$

PG: Peso del Grano

PB: Peso de la Broza

3.12.2. Rendimiento de las 10 accesiones del cultivo de cañihua

3.12.2.1. Rendimiento (Kg. ha):

En esta variable se realizó la suma total de los datos evaluados de rendimiento de grano por cada accesión. Para luego convertir dicha sumatoria de gramos a



kilogramos para evaluar el rendimiento real de cada accesión expresado en (kg/ha) (IPGRI, 2005).

3.12.3. Precocidad de 10 accesiones de cañihua

3.12.3.1. Precocidad (días):

En esta variable se evaluó los días de madurez fisiológica a partir de la siembra, hasta que el 50% de las plantas maduras, donde se muestra una coloración en la hoja tanto como en el tallo de cada unidad experimental.

3.13. 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.



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. COMPORTAMIENTO DE LAS CARACTERISTICAS AGRONÓMICO DE 10 ACCESIONES DE CAÑIHUA

4.1.1. Altura de planta (ADP)

Las accesiones evaluadas mostraron alturas que varían entre 56.5 cm a 44.4 cm, con mayor tamaño fue accesión Illpa INIA 406 y con menor tamaño fue la accesión Pitojiura, tal como se observa en la Figura 12.

El análisis de varianza para altura de planta (Tabla 10), se observa que para las accesiones de cañihua hubo diferencias estadísticas significativa, lo cual indica que entre las accesiones fue diferente. Al evaluar los bloques también hubo diferencia estadística significativas, lo cual los indica que entre los bloques la altura de planta fue distinta, esto fue debido a la pendiente que tuvo la parcela experimental que influye en la altura de planta. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 8.27% nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

TABLA 10. Análisis de Varianza para altura de planta (ADP) (cm).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
ACCESIONES	9	720.45	80.05	4.55	2.25	3.14	*
BLOQUE	3	230.68	76.89	4.37	2.96	4.60	*
ERROR	27	475.04	17.59				
TOTAL	39	1426.18					

CV=8.27 PROMEDIO=50.71

n.s.=no significativo

*=significativo

**=altamente significativo

En la Tabla 11, se observa la prueba de Tukey para altura de planta, en donde las accesiones accesión Illpa INIA 406 y K'ello, tuvieron la mayor altura de planta con 56.5 y 56.0 cm respectivamente; le siguen las accesiones Cunacotana, Chilliwa Rosada y Cupi,

con 54.1, 53.6 y 51.8 cm respectivamente. En último lugar se ubica la accesión Pitojiura, que tuvo la menor altura de planta con 44.4 cm. Esta variable se evaluó en la madurez tomando como medida desde el cuello de la planta hasta la base de la primera inflorescencia.

TABLA 11. Prueba de Tukey ($Pr \leq 0.05$) para altura de planta (ADP) (cm).

ORDEN DE MERITO	ACCESIONES DE CAÑIHUA	PROMEDIO	SIG. ≤ 0.05
1	Ilpa INIA 406	56.5	A
2	K'ello	56.0	A
3	Cunacotana	54.1	a b
4	Chilliwa Rosada	53.6	a b c
5	Cupi	51.8	b c
6	Isualla	51.1	b c d
7	Toncco q'ello	48.2	b c d
8	Chilliwa	46.9	c d
9	Puca	44.7	D
10	Pitojiura	44.4	D

Letras diferentes indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$). DMS= 10.20.

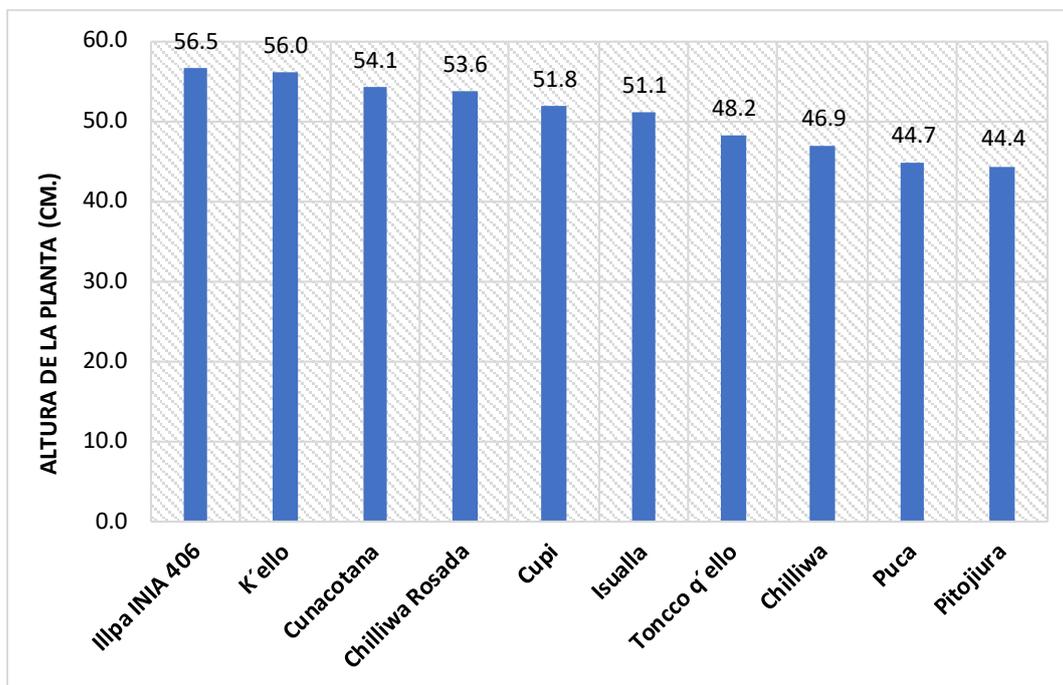


FIGURA 12. Altura de planta (ADP) en accesiones de cañihua.



Al respecto, (Mujica *et al.*, 2002), mencionan que la altura de planta de cañihua en el altiplano varía entre 25 a 70 cm, dependiendo al tipo o hábito (variedad botánica) de crecimiento.

Por su parte, (Quispe y Emmanuel, 2014), asevera que la altura de planta varía entre 49.30 cm a 48.85 cm en zonas áridas, también menciona que la altura de planta dependería de la mayor eficiencia en la absorción de nutrientes y agua del suelo.

Aro (2015), en otra investigación con cultivares de tipo lasta obtuvo una altura hasta la madurez fisiológica de 37 a 45 cm que es lo que más se ajusta a la investigación realizada, donde las cañahuas mutantes tienen una altura promedio de 30 cm y el testigo alcanzó los 48.7 cm hasta la madurez fisiológica. Según Pinto *et al.* (2008), las variedades tipo Lasta llegan a crecer a una altura promedio de 50 a 54 centímetros.

En el presente trabajo se obtuvo un promedio de 50.71 cm altura de planta y la accesión de mayor tamaño fue la accesión Illpa INIA 406 con 56.5 cm y menor tamaño fue la accesión Pitojiura con 44.4 cm de altura de planta. Los resultados obtenidos son superiores a los reportados por los autores mencionados, esto debido a un buen suelo puesto que la anterior campaña se sembró Tarwi y factores que las demás accesiones son favorables a factor climático.

4.1.2. Diámetro del tallo (DMT)

Las accesiones evaluadas en el diámetro del tallo, tienen un diámetro que varían entre 6.32 mm a 5.11 mm, con mayor diámetro fue la accesión K'ello y con menor diámetro fue la accesión Pitojiura, tal como se observa en la Figura 13.

El análisis de varianza para diámetro del tallo de la planta (Tabla 12), se observa que para las accesiones de cañihua no hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual nos indica que entre las accesiones fue homogénea. Al evaluar los bloques no hubo

diferencia estadística significativas, lo cual nos indica que el desnivel de la parcela experimental no tiene efecto en el desarrollo del diámetro del tallo, es decir entre los bloques el diámetro de tallo por planta fue homogénea. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 9.15% nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

TABLA 12. Análisis de Varianza para diámetro del tallo (DMT) (mm).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
ACCESIONES	9	3.75	0.42	1.53	2.25	3.14	n.s.
BLOQUE	3	0.79	0.26	0.97	2.96	4.60	n.s.
ERROR	27	7.36	0.27				
TOTAL	39	11.90					

CV=9.15 PROMEDIO=5.70

n.s.=no significativo

*=significativo

**=altamente significativo

En la Tabla 13, se observa el diámetro del tallo, en donde las accesiones son iguales por que son materiales elites previamente seleccionados, las accesiones K'ello y Cunacotana y Chilliwa Rosada, tuvieron mayor diámetro del tallo con 6.32 y 5.88 mm respectivamente; le siguen las accesiones Puca y Illpa INIA 406, con, 5.86 y 5.76 mm respectivamente. En último lugar se ubica la accesión Pitojiura, que tuvo el menor diámetro de la planta con 5.11mm. Esta variable se evaluó en la madurez fisiológica.

TABLA 13. Diámetro de tallo del cultivo de cañihua en el ensayo de campo experimental (DMT) (mm).

ACCESIONES DE CAÑIHUA	PROMEDIO
K'ello	6.32
Cunacotana	5.88
Chilliwa Rosada	5.88
Puca	5.86
Illpa INIA 406	5.76
Cupi	5.64
Toncco q'ello	5.62
Isualla	5.55
Chilliwa	5.42
Pitojiura	5.11

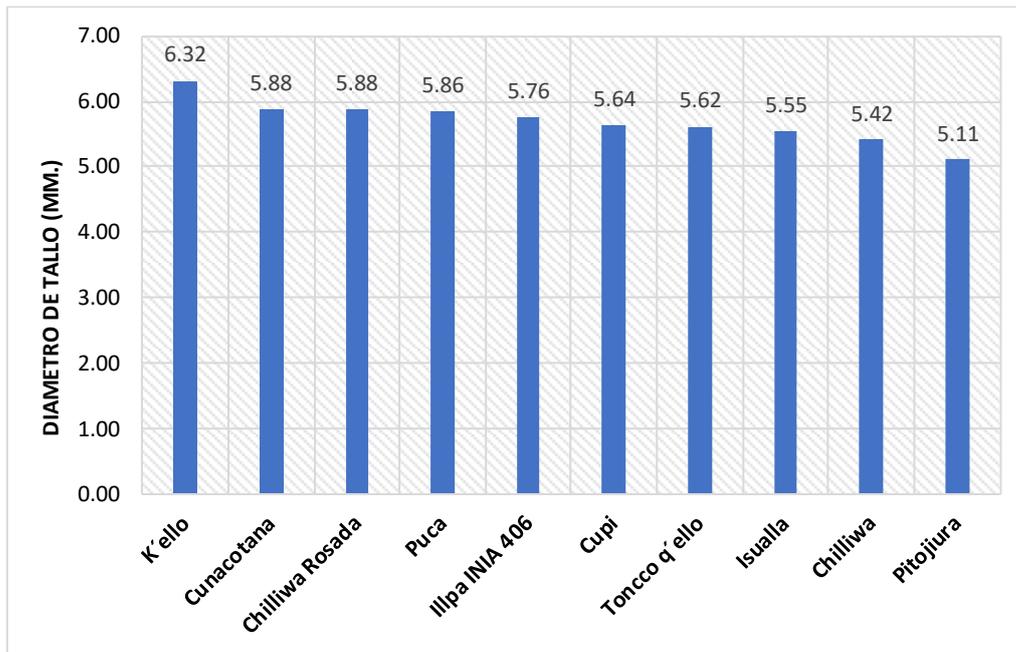


FIGURA 13. Diámetro de tallo (DMT) en accesiones de cañihua.

Obtenido por Marín (2002), en el estudio realizado con distancias entre surcos y plantas en ecotipos de cañahua alcanzando 2.5 y 2.1 mm de diámetro de tallo a una distancia entre surcos de 60 y 40 cm. por su parte Quispe (2003), obtuvo de 2 a 2.5 mm de diámetro en ecotipos de cañahua con la aplicación de abonos líquidos fermentados orgánicos a una distancia entre surcos de 40 cm en un suelo en barbecho de 1 a 5 años. Diámetro del tallo central: 4.0 mm (Apaza, 2010).

En el presente trabajo se obtuvo un promedio de 5.70mm diámetro de tallo y la accesión más mayor diámetro fue la accesión K'ello con 6.32 y menor diámetro fue la accesión Pitojiura con 5.11 mm diámetro de tallo. Los resultados obtenidos son superiores a los reportados por los autores mencionados, esto debido a una buena formación de raíz y los nutrientes de suelo en todas las accesiones son favorables al suelo y al medio ambiente.

4.1.3. Longitud de peciolo (LDP)

Las accesiones evaluadas en la longitud de peciolo de la planta, tiene longitud de peciolo que varían entre 2.18 cm a 1.73 cm, con mayor longitud fue la accesión Puca y con menor longitud fue la accesión Chilliwa, tal como se observa en la Figura 14.

El análisis de varianza para longitud de peciolo de la planta (tabla 14), se observa que para las accesiones de cañihua hubo diferencias estadísticas significativa, lo cual nos indica que entre las accesiones fue diferente. Al evaluar los bloques también hubo diferencia estadística altamente significativa, lo cual los indica que entre los bloques de longitud de peciolo de la planta fue distinta, esto fue debido al desnivel de la parcela experimental que influye en la longitud de peciolo de la planta. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 10.97% nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

TABLA 14. Análisis de Varianza para longitud de peciolo (LDP) (cm).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
ACCESIONES	9	0.96	0.11	2.31	2.25	3.14	*
BLOQUE	3	1.34	0.45	9.68	2.96	4.60	**
ERROR	27	1.24	0.05				
TOTAL	39	3.54					

CV=10.97 PROMEDIO=1.95

n.s.=no significativo

*=significativo

**=altamente significativo

En la Tabla 15, se observa la prueba de Tukey para la longitud de peciolo de la planta, en donde las accesiones Puca y Illpa INIA 406, tuvieron la mayor longitud de peciolo de la planta con 2.18 y 2.13 cm respectivamente; le siguen las accesiones Cupi, Pitojiura y Cunacotana, con 2.10, 2.08 y 2.00 cm respectivamente. En último lugar se ubica la accesión Chilliwa, que tuvo la menor longitud de peciolo de la planta con 1.73 cm.

TABLA 15. Prueba de Tukey ($Pr \leq 0.05$) para longitud de peciolo (LDP) (cm).

ORDEN DE MERITO	ACCESIONES DE CAÑIHUA	PROMEDIO	SIG. ≤ 0.05
1	Puca	2.18	a
2	Illpa INIA 406	2.13	a b
3	Cupi	2.10	a b
4	Pitojiura	2.08	a b c
5	Cunacotana	2.00	a b c
6	Isualla	1.93	a b c
7	Chilliwa Rosada	1.88	a b c
8	K'ello	1.78	b c
9	Toncco q'ello	1.78	b c
10	Chilliwa	1.73	c

Letras diferentes indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$). DMS= 0.52

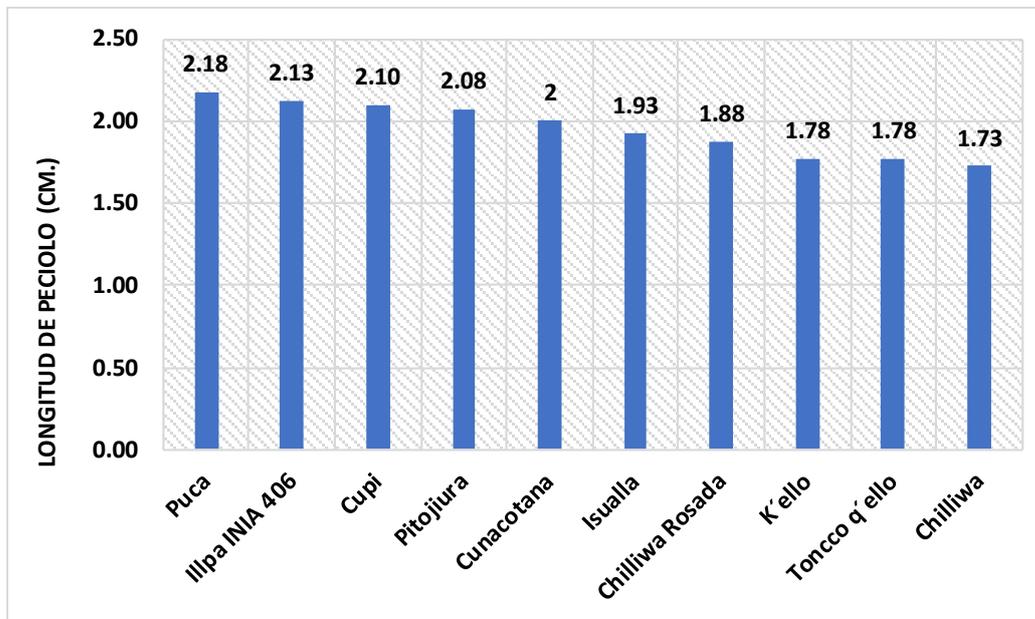


FIGURA 14. Longitud de Peciolo (LDP) en accesiones de cañihua.

Longitud del peciolo de hojas del tercio medio de la planta en plena floración: 1.2 cm Apaza (2010). En el presente trabajo se obtuvo un promedio de 1.95 cm longitud de peciolo y la accesión de mayor longitud fue la accesión Puca con 2.18 cm y menor longitud fue la accesión Chilliwa con 1.73 cm de longitud de peciolo. Los resultados obtenidos son superiores con el autor mencionado, esto debido a factores climáticos favorables.

4.1.4. Longitud máxima de la lámina foliar (LMLF)

Las accesiones evaluadas en la longitud máxima de la lámina foliar de la planta, tiene longitud máxima de la lámina foliar que varían entre 3.28 cm. A 2.93, con mayor longitud fue accesión Puca y con menor longitud fue la accesión Illpa INIA 406, tal como se observa en la Figura 15.

El análisis de varianza para la longitud máxima de la lámina foliar de la planta (Tabla 16), se observa que para las accesiones de cañihua no hubo diferencias estadísticas significativa, lo cual nos indica que entre las accesiones no fue distinto, es decir es homogénea. Al evaluar los bloques hubo diferencia estadística altamente significativa, lo cual nos indica que el desnivel de la parcela experimental tiene un efecto en la longitud máxima de la lámina foliar de la planta, es decir que entre los bloques en la longitud máxima de la lámina foliar de la planta fue diferente. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 9.11% nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

TABLA 16. Análisis para longitud máxima de la lámina foliar (LMLF) (cm).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
ACCESIONES	9	0.42	0.05	0.58	2.25	3.14	n.s.
BLOQUE	3	3.40	1.13	14.22	2.96	4.60	**
ERROR	27	2.15	0.08				
TOTAL	39	5.97					

CV=9.11 PROMEDIO=3.09

n.s.=no significativo

*=significativo

**=altamente significativo

En la Tabla 17, se observa la longitud máxima de la lámina foliar, en donde las accesiones son iguales por que son materiales elites previamente seleccionados, las accesiones Puca y Isualla, tuvieron la mayor longitud máxima de la lámina foliar de la planta con 3.28 y 3.20 cm respectivamente; le siguen las accesiones Cupi, Pitojiura y Cunacotana, con 3.18, 3.18 y 3.10 cm respectivamente. En último lugar se ubica la accesión Illpa INIA 406, que tuvo la menor longitud máxima de la lámina foliar de la

planta con 2.93 cm. Esta variable se evaluó en la madurez tomando como medida desde el cuello de la planta hasta la base de la primera inflorescencia.

TABLA 17. longitud máxima de la lámina foliar del cultivo de cañihua en el ensayo del campo experimental (LMLF) (cm).

ACCESIONES DE CAÑIHUA	PROMEDIO
Puca	3.28
Isualla	3.20
Cupi	3.18
Pitojiura	3.18
Cunacotana	3.10
K'ello	3.08
Chilliwa Rosada	3.03
Chilliwa	3.03
Toncco q'ello	3.00
Illpa INIA 406	2.93

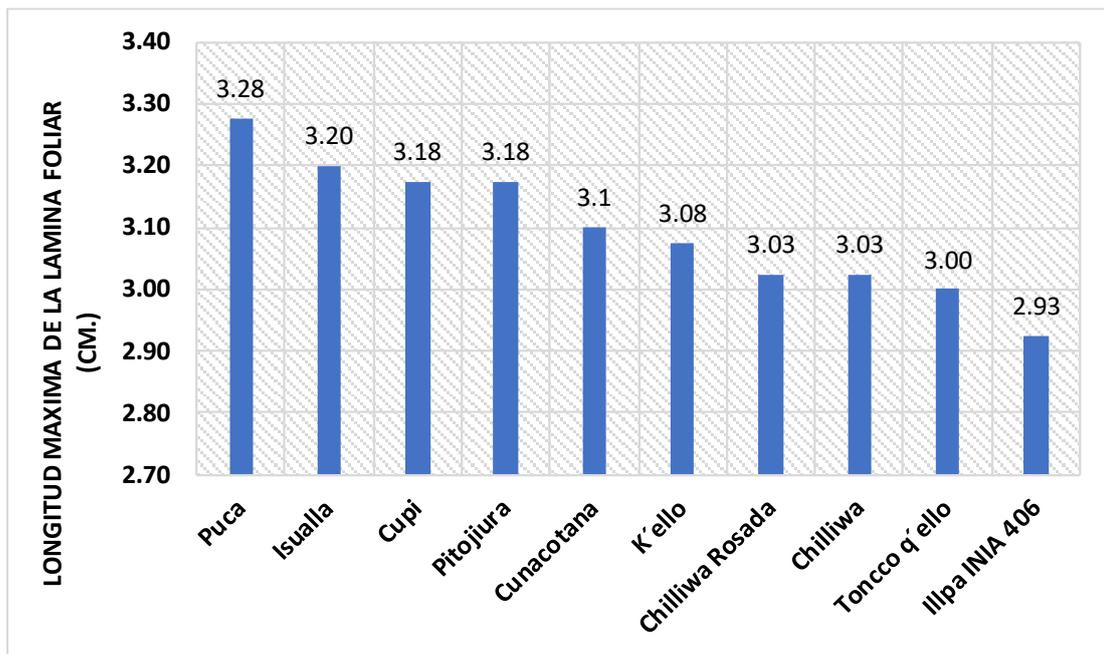


FIGURA 15. Longitud máxima de la lámina foliar (LMLF) en accesiones de cañihua.

Calle (1979), obtuvo resultados de longitud máxima de la lámina foliar registraron 3,0 a 3,5 cm de largo. Longitud máxima de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: 2.40 cm (Apaza, 2010).

Los resultados se asemejan con nuestro trabajo en longitud máxima de la lámina foliar, el promedio fue de 3.09 cm, y la accesión de mayor longitud fue la accesión PUCA con 3.28 cm y menor longitud fue la accesión ILLPA INIA 406 con 2.98cm y son similares en relación a los autores antes mencionados.

4.1.5. Ancho máximo de la lámina foliar (AMLF)

Las accesiones evaluadas ancho máximo de la lámina foliar de la planta, tiene ancho máximo de la lámina foliar que varían entre 3.13 cm a 2.62cm, con mayor ancho máximo de la lámina foliar fue la accesión Puca y el menor ancho máximo de la lámina foliar fue la accesión Chilliwa, tal como se observa en la Figura 16.

El análisis de varianza para Ancho máximo de la lámina foliar (Tabla 18), se observa que para las accesiones de cañihua no hubo diferencias estadísticas significativa, lo cual nos indica que entre el tratamiento fue homogénea. Al evaluar los bloques hubo diferencia estadística significativas, lo cual nos indica que entre los bloques ancho máximo de la lámina foliar de la planta fue distinta, esto debido al desnivel de la parcela experimental que influye en el ancho máximo de la lámina foliar de la planta. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 7.63% nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

TABLA 18. Análisis de Varianza para Ancho máximo de la lámina foliar (AMLF) (cm).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
ACCESIONES	9	0.84	0.09	1.85	2.25	3.14	n.s.
BLOQUE	3	0.85	0.28	5.65	2.96	4.60	*
ERROR	27	1.36	0.05				
TOTAL	39	3.06					

CV=7.63 PROMEDIO=2.94

n.s.=no significativo

*=significativo

**=altamente significativo

En la Tabla 19, se observa para ancho máximo de la lámina foliar, en donde las accesiones son iguales por que son materiales elites previamente seleccionados, las

accesiones Puca y Cupi, Isualla tuvieron el mayor ancho máximo de la lámina foliar de la planta con 3.13 y 3.08 cm respectivamente; le siguen las accesiones Pitojiura, K'ello, Cunacotana y Chilliwa Rosada, con 3.00, 2.95 y 2.93 cm respectivamente. En último lugar se ubica la Chilliwa, que tuvo el menor ancho máximo de la lámina foliar de la planta con 2.63 cm. Esta variable se evaluó en la madurez tomando como medida una hoja por planta.

TABLA 19. Ancho máximo de la lámina foliar del cultivo de cañihua en el ensayo del campo experimental (AMLF) (CM).

ACCESIONES DE CAÑIHUA	PROMEDIO
Puca	3.13
Cupi	3.08
Isualla	3.08
Pitojiura	3.00
K'ello	3.00
Cunacotana	2.95
Chilliwa Rosada	2.93
Toncco q'ello	2.83
Illpa INIA 406	2.80
Chilliwa	2.63

Letras diferentes indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$). DMS= 0.54

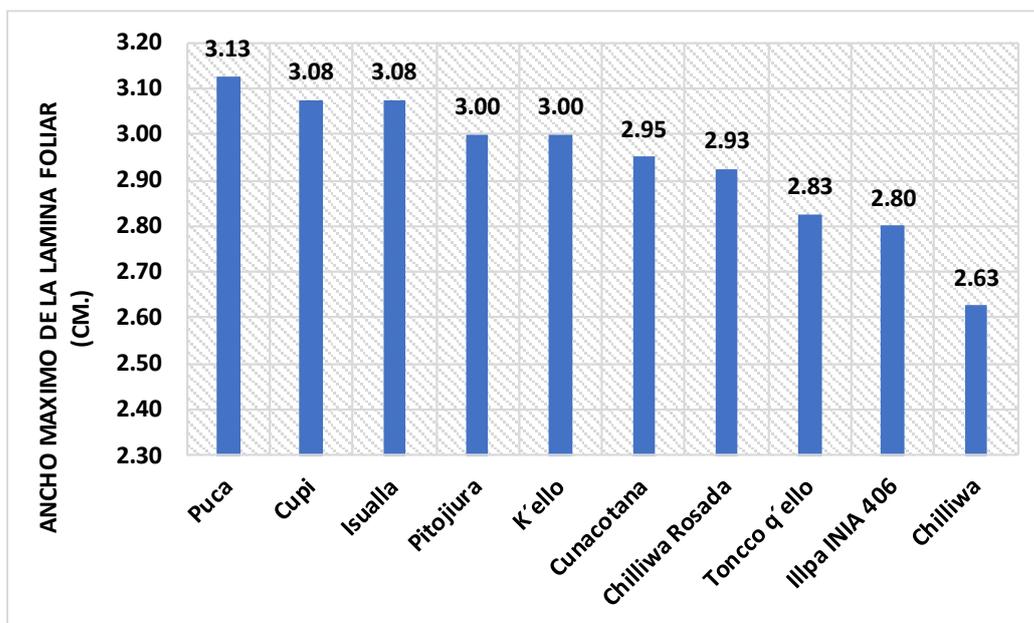


FIGURA 16. Ancho máximo de la lámina foliar (AMLF) en accesiones de cañihua.

Calle (1979), obtuvo resultados de ancho máxima de la lámina foliar registraron 2,5 a 2,8 cm de ancho. Ancho máximo de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: 1.73 cm (Apaza, 2010).

En el presente trabajo se obtuvo un promedio de 2.94 cm en ancho máxima de la lámina foliar y la accesión de mayor ancho fue la accesión Puca con 3.13 cm y menor longitud fue la accesión Chilliwa con 2.63 cm ancho máxima de la lámina foliar. Los resultados obtenidos se asemejan a los reportados por los autores mencionados.

4.1.6. Poder germinativo (PG)

Las accesiones evaluadas en poder germinativo, y varían entre 99.75 % a 98.00 %, con mayor poder germinativo fue accesión Isualla y con menor poder germinativo fue la accesión Pitojiura, tal como se observa en la Figura 17.

El análisis de varianza para poder germinativo (Tabla 20), se observa que para las accesiones de cañihua no hubo diferencias estadísticas significativa, lo cual nos indica que entre las accesiones fue homogéneo. Al evaluar los bloques también no hubo diferencia estadística significativas, lo cual nos indica que entre los bloques de poder germinativo fue homogénea, que no influye en poder germinativo. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 0.83% nos indica que los datos evaluados son confiables para trabajos de investigación en condiciones de laboratorio según (Vásquez, 1990).

TABLA 20. Análisis de Varianza para poder germinativo (PG) (%).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
ACCESIONES	9	10.40	1.16	1.70	2.25	3.14	n.s.
BLOQUE	3	1.10	0.37	0.54	2.96	4.60	n.s.
ERROR	27	18.40	0.68				
TOTAL	39	29.90					

CV=0.83 PROMEDIO=99.05

n.s.=no significativo

*=significativo

**=altamente significativo



En la Tabla 21, se observa para poder germinativo, en donde las accesiones son iguales por que son materiales elites previamente seleccionados, las accesiones Isualla y Puca, Illpa INIA 406, Toncco Q´ello, tuvieron la mayor germinación con 99.75 y 99.50, 99.50, 99.50 % respectivamente; le siguen las accesiones Chilliwa Rosada, Cunacotana y K´ello, con 99.00, 99.00 y 98.75 % respectivamente. En último lugar se ubica la accesión Pitojiura, que tuvo la menor germinación con 98.00%. Esta variable se evaluó en laboratorio tomando como 100 semillas en donde se puso en placas Petri y posteriormente en la cámara germinadora.

TABLA 21. Poder germinativo de semillas de cañihua en el laboratorio de semillas (PG) (%).

ACCESIONES DE CAÑIHUA	PROMEDIO
Isualla	99.75
Puca	99.50
Illpa INIA 406	99.50
Toncco q´ello	99.50
Chilliwa Rosada	99.00
Cunacotana	99.00
Cupi	99.00
K´ello	98.75
Chilliwa	98.50
Pitojiura	98.00

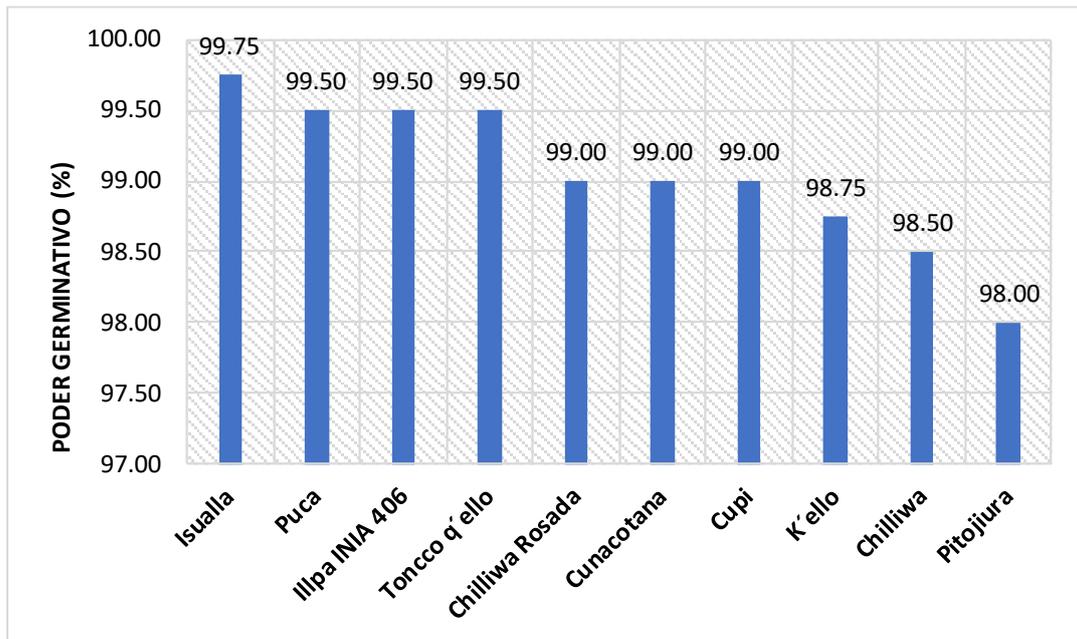


FIGURA 17. Poder germinativo (PG) en accesiones de cañihua.

Nina (2014), indicando que el porcentaje de germinación varía entre 91.50% hasta 88.50%; Por otro lado, Apaza (2010) sostiene que, el porcentaje de germinación debe ser mayor al 80%, para brindar una buena emergencia de plantas en el campo.

En el presente trabajo se obtuvo un promedio 99.05 % poder germinativo y la accesión mayor porcentaje fue la accesión Isualla con 99.75% y menor porcentaje fue la accesión Pitojiura con 98.00% de poder germinativo. Los resultados obtenidos son superiores a los reportados por los autores mencionados, esto debido una buena calidad de la semilla.

4.1.7. Valor cultural (VC)

Las accesiones evaluadas en valor cultural que varían entre 98.75 % a 96.75 %, con mayor valor cultural fue la accesión Isualla y con menor valor cultural fue la accesión Cunacotana, tal como se observa en la Figura 18.

El análisis de varianza para valor cultural (Tabla 22), se observa que para las accesiones de cañihua hubo diferencias estadísticas significativa, lo cual nos indica que

entre las accesiones fue diferente. Al evaluar los bloques no hubo diferencia estadística significativas, lo cual nos indica que entre los bloques de valor cultural fue homogénea, que no influye en valor cultural. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 0.86% nos indica que los datos evaluados son confiables en condiciones de laboratorio (Vásquez, 1990).

TABLA 22. Análisis de Varianza para valor cultural (VC) (%)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
ACCESIONES	9	17.60	1.96	2.72	2.25	3.14	*
BLOQUE	3	2.10	0.70	0.97	2.96	4.60	n.s.
ERROR	27	19.40	0.72				
TOTAL	39	39.10					

CV=0.86 PROMEDIO=97.85

n.s.=no significativo *=significativo **=altamente significativo

En la Tabla 23, se observa la prueba de Tukey para valor cultural, en donde las accesiones accesión Isualla y Puca, tuvieron el mayor valor cultural con 98.75 y 98.50 % respectivamente; le siguen las accesiones accesión Chilliwa Rosada y Cupi, con 97.50 y 98.00 % respectivamente. En último lugar se ubica la accesión Cunacotana, que tuvo el menor valor cultural con 96.75 %.

TABLA 23. Prueba de Tukey ($Pr \leq 0.05$) para valor cultural (VC) (%).

ORDEN DE MERITO	ACCESIONES DE CAÑIHUA	PROMEDIO	SIG. ≤ 0.05
1	Isualla	98.75	a
2	Puca	98.50	a
3	Illpa INIA 406	98.50	a
4	Toncco q'ello	98.50	a
5	Cupi	98.00	a b
6	Chilliwa Rosada	97.50	a b
7	K'ello	97.50	a b
8	Chilliwa	97.50	a b
9	Pitojiura	97.00	b
10	Cunacotana	96.75	b

Letras diferentes indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$). DMS= 2.06

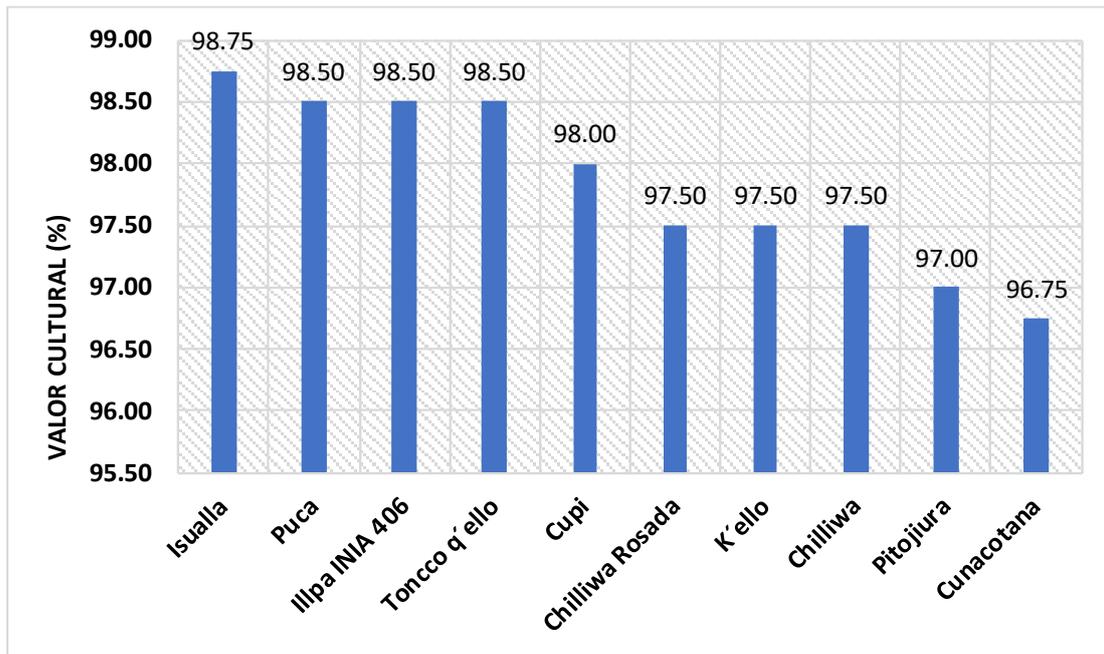


FIGURA 18. Valor cultural (VC) en accesiones de cañihua.

Al respecto Arcaya (2018) en su trabajo de investigación en semillas de quinua (*Chenopodium quinoa*) reporta valores de valor cultural de la semilla entre 68 a 83 %, puesto que la cañihua pertenece a la misma familia, en el presente trabajo se obtuvo un promedio 97.85% valor cultural y la accesión de mayor porcentaje fue la accesión Isualla con 98.75% y menor porcentaje fue la accesión Cunacotana con 96.75% de valor cultural. Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se asemejan a mencionados valores.

4.1.8. Peso hectolítrico (PHL)

Las accesiones evaluadas en peso hectolítrico, que varían entre 65.10kg/hl a 60.5kg/hl, con mayor peso hectolítrico fue la accesión Isualla y con menor peso hectolítrico fue la accesión Toncco Q'ello, tal como se observa en la Figura 19.

El análisis de varianza para peso hectolítrico (Tabla 24), se observa que para las accesiones de cañihua hubo diferencias estadísticas significativa, lo cual nos indica que entre las accesiones fue diferente. Al evaluar los bloques hubo diferencia estadística

altamente significativas, lo cual los indica que entre los bloques peso hectolítrico fue distinta, en peso hectolítrico. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 3.11% nos indica que los datos evaluados son confiables en condiciones de laboratorio (Vásquez, 1990).

TABLA 24. Análisis de Varianza para peso hectolítrico (PHL) (kg)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
ACCESIONES	9	90.97	10.11	2.70	2.25	3.14	*
BLOQUE	3	106.60	35.53	9.50	2.96	4.60	**
ERROR	27	100.96	3.74				
TOTAL	39	298.52					

CV=3.11 PROMEDIO=62.23

n.s.=no significativo

*=significativo

**=altamente significativo

En la Tabla 25, se observa la prueba de Tukey para peso hectolítrico, en donde las accesiones accesión Isualla y Illpa INIA 406, tuvieron el mayor peso con 65.10 y 63.90 kg/hl respectivamente; le siguen las accesiones Pitojiura, Chilliwa Rosada y Cupi, con 62.30, 61.90 y 60.60 kg/hl respectivamente. En último lugar se ubica la accesión Toncco Q'ello, que tuvo el menor peso con 60.50kg/hl. Esta variable se evaluó en laboratorio de semilla pesando las semillas en peso hectolítrico.

TABLA 25. Prueba de Tukey ($Pr \leq 0.05$) para peso hectolítrico (PHL) (kg/hl).

ORDEN DE MERITO	ACCESIONES DE CAÑIHUA	PROMEDIO	SIG. ≤ 0.05
1	Isualla	65.10	a
2	Illpa INIA 406	63.90	a b
3	Puca	63.90	a b
4	Pitojiura	62.30	a b c
5	Chilliwa Rosada	61.90	b c
6	K'ello	61.90	b c
7	Chilliwa	61.60	b c
8	Cupi	60.60	C
9	Cunacotana	60.60	C
10	Toncco q'ello	60.50	C

Letras diferentes indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$). DMS= 4.70

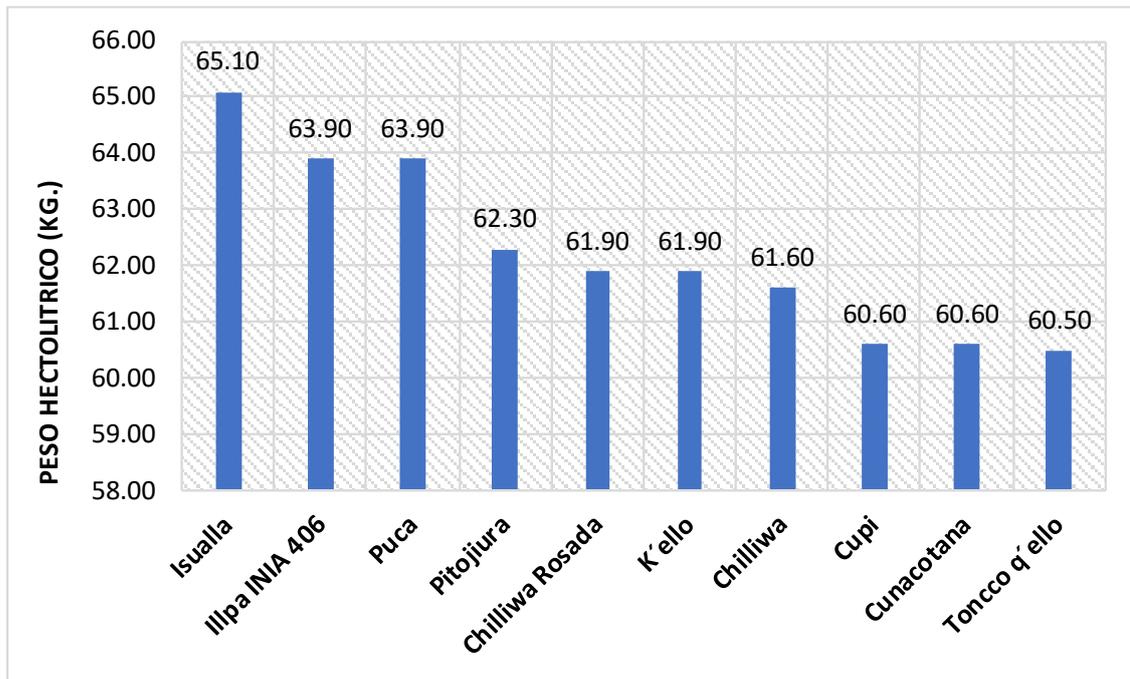


FIGURA 19. Peso hectolítico (PHL) en accesiones de cañihua.

El promedio más alto lo obtuvo el cultivar Illimani con un rendimiento de 75,86 kg/hl-1 y el más bajo fue 65,38 kg/hl-1 reportado por Akapuya. Macuchapi, (2017). En el presente trabajo se obtuvo un promedio de 62.23 kg/hl peso hectolítico y la accesión de mayor peso fue la accesión Isualla con 65.10 kg/hl y menor peso fue la accesión Toncco Q'ello con 60.50 kg/hl de peso hectolítico. Los resultados obtenidos se asemejan al reportado por el autor mencionado.

4.1.9. Peso 1000 granos (PDG)

Las accesiones evaluadas en peso de 1000 granos, que varían entre 0.80 g. a 0.57 g, con mayor peso de 1000 granos fue la accesión Chilliwa Rosada y con menor peso de 1000 granos fue la accesión Isualla, tal como se observa en la Figura 20.

El análisis de varianza para peso de 1000 granos (Tabla 26), se observa que para las accesiones de cañihua hubo diferencias estadísticas altamente significativa, lo cual nos indica que entre las accesiones fue diferente. Al evaluar los bloques hubo diferencia estadística significativas, lo cual los indica que el desnivel de la parcela experimental

tiene un efecto en el peso de 100 granos, es decir que entre los bloques el peso de 100 granos es diferente. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 7.69% nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

TABLA 26. Análisis de Varianza para peso de 1000 granos (PDG) (g).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
ACCESIONES	9	0.220	0.024	9.93	2.25	3.14	**
BLOQUE	3	0.028	0.009	3.81	2.96	4.60	*
ERROR	27	0.066	0.002				
TOTAL	39	0.314					

CV=7.69 PROMEDIO=0.65

n.s.=no significativo *=significativo **=altamente significativo

En la Tabla 27, se observa la prueba de Tukey para peso de 1000 granos, en donde las accesiones accesión Chilliwa Rosada y Chilliwa, tuvieron el mayor peso con 0.80 y 0.74 g respectivamente; le siguen las accesiones Toncco Q'ello, Puca y Pitojiura, con 0.70, 0.65 y 0.61 g respectivamente. En último lugar se ubica la accesión Isualla, que tuvo el menor peso con 0.57 g. Esta variable se evaluó en el laboratorio de semilla se pesó 1000 granos.

TABLA 27. Prueba de Tukey ($Pr \leq 0.05$) para peso de 1000 granos (PDG) (g).

ORDEN DE MERITO	ACCESIONES DE CAÑIHUA	PROMEDIO	SIG. ≤ 0.05
1	Chilliwa Rosada	0.80	a
2	Chilliwa	0.74	a b
3	Toncco q'ello	0.70	a b c
4	Puca	0.65	b c d
5	Pitojiura	0.61	c d
6	Illpa INIA 406	0.61	c d
7	K'ello	0.61	c d
8	Cunacotana	0.60	c d
9	Cupi	0.57	d
10	Isualla	0.57	d

Letras diferentes indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$). DMS= 0.12

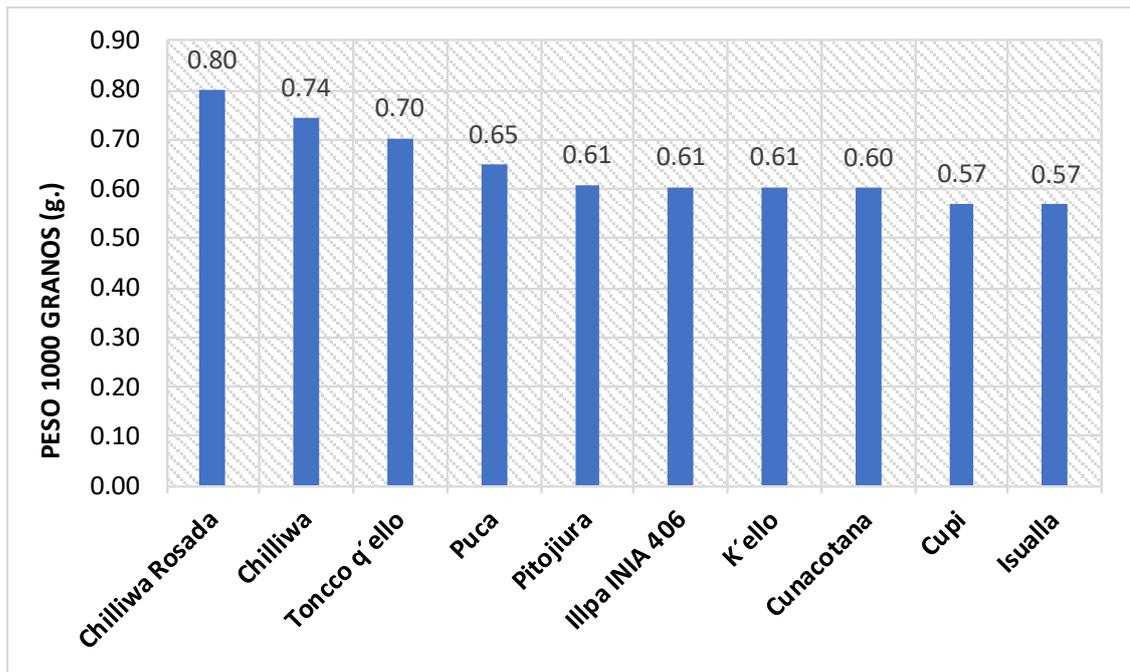


FIGURA 20. Peso de 1000 granos (PDG) en accesiones de cañihua.

Macuchapi (2017), reporta que el peso de mil semillas de Cañihua varía entre 0.66 g. y 0.85 g. al comparar estos valores con los resultados obtenidos en la presente investigación se asemejan muy cercanamente, puesto que la variedad Cupi su peso de mil semillas es 0.91 g, seguido por la variedad Illpa INIA 406 con 0.90 g. y la variedad Ramis con 0.81 g; posteriormente siguen los ecotipos Amarillo, Rosado y Rojo respectivamente.

Al respecto, Apaza (2010), afirma que, el peso de mil granos de semilla de la variedad Cupi es de 0.55 g; de la variedad Ramis 0.86 g. y de la variedad Illpa INIA es 0.53 g; estos reportes son ligeramente inferiores a lo obtenido en la presente investigación.

En el presente trabajo se obtuvo un promedio 0.65 g de 1000 granos y la accesión de mayor peso fue la accesión Chillwa Rosada con 0.80 g y menor peso fue la accesión Isualla con 0.57 de 1000 granos. Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se asemejan a los valores reportados por los autores mencionados.

4.1.10. Índice de cosecha (ID)

Las accesiones evaluadas en índice de cosecha, que varían entre 25.69% a 15.86%, con mayor índice de cosecha fue la accesión Puca y con menor índice de cosecha fue la accesión Isualla, tal como se observa en la Figura 21.

El análisis de varianza para índice de cosecha (Tabla 32), se observa que para las accesiones de cañihua hubo diferencia estadística altamente significativa, lo cual nos indica que entre las accesiones el índice de cosecha fue diferente. Al evaluar los bloques hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que el desnivel de la parcela experimental tiene un gran efecto en el índice de cosecha, es decir que entre los bloques el índice de cosecha es diferente. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 6.80% lo cual nos indica que los datos evaluados son confiables para experimentos en campo (Vásquez, 1990).

TABLA 28. Análisis de Varianza para índice de cosecha (ID) (%).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
ACCESIONES	9	278.49	30.94	18.39	2.25	3.14	**
BLOQUE	3	10.37	10.37	2.05	2.96	4.60	*
ERROR	27	45.43	1.68				
TOTAL	39	334.28					

CV=6.80 PROMEDIO=19.06

n.s.=no significativo

*=significativo

**=altamente significativo

En la Tabla 29, se observa la prueba de Tukey para índice de cosecha, en donde las accesiones accesión Puca y Chilliwa Rosada, tuvieron el mayor índice de cosecha con 25.69% y 20.75% respectivamente; le siguen las accesiones K'ello, Toncco Q'ello y Pitojiura, con 19.74, 19.38 y 19.24% respectivamente. En último lugar se ubica la accesión Isualla, que tuvo el menor índice de cosecha con 15.86%.

TABLA 29. Prueba de Tukey ($Pr \leq 0.05$) para índice de cosecha (ID) (%).

ORDEN DE MERITO	ACCESIONES DE CAÑIHUA	PROMEDIO	SIG. ≤ 0.05
1	Puca	25.69	a
2	Chilliwa Rosada	20.75	a b
3	K'ello	19.74	a b c
4	Toncco q'ello	19.38	a b c d
5	Pitojiura	19.24	a b c d
6	Cunacotana	18.35	a b c d e
7	Cupi	18.05	a b c d e
8	Illpa INIA 406	17.09	c d e
9	Chilliwa	16.49	d e
10	Isualla	15.86	e

Letras diferentes indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$). DMS= 3.15

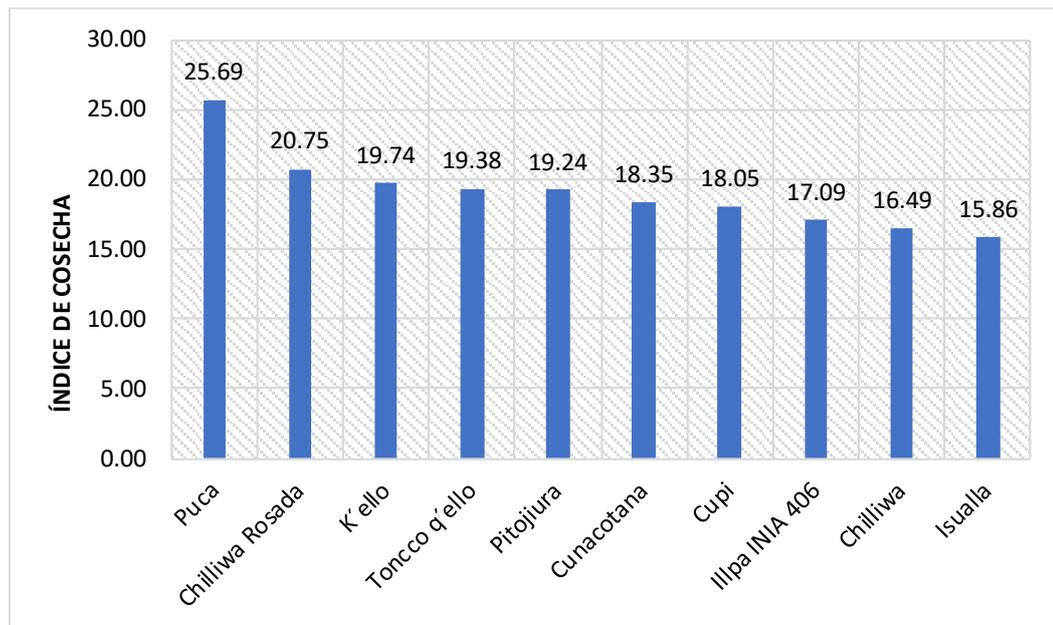


FIGURA 21. Peso de índice de cosecha (ID) en accesiones de cañihua.

Al respecto, Flores (2006), reporta un promedio de 44,8% y su rango de variación fluctúa entre 18,35 a 79,37%. Por su parte, Mamani (1994) reporta 50% de índice de cosecha. Flores (2014) reporta que existe diferencia significativa en época de cosecha con un índice de cosecha de 45%.

En el presente trabajo se obtuvo un promedio de 19.06% índice de la cosecha y la accesión de mayor índice fue la accesión Puca con 25.69% y menor índice fue la accesión

Isualla con 15.86 de índice de cosecha. Los resultados obtenidos son inferiores a los reportados por los autores mencionados, esto debido a factores climáticos.

4.2. RENDIMIENTO DE LAS 10 ACCESIONES DEL CULTIVO DE CAÑIHUA

4.2.1. Rendimiento (kg/ha) (RDT)

Las accesiones evaluadas en el rendimiento, tiene valores que oscilan entre 1598.3 kg/ha a 1306.7kg/ha, con mayor rendimiento fue la accesión Isualla y con menor rendimiento fue la accesión Cupi y, tal como se observa en la Figura 22.

El análisis de varianza para rendimiento (Tabla 30), se observa que para las accesiones de cañihua no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que entre las accesiones el rendimiento fue homogéneo. Al evaluar los bloques no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que el desnivel de la parcela experimental tiene un gran efecto en el rendimiento, es decir que entre los bloques el rendimiento es homogénea. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 14.05% lo cual nos indica que los datos evaluados son confiables para experimentos en campo (Vásquez, 1990).

TABLA 30. Análisis de Varianza para rendimiento (RDT) (kg/ha).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
ACCESIONES	9	599375.90	66597.32	1.77	2.25	3.14	n.s.
BLOQUE	3	84988.82	28329.61	0.75	2.96	4.60	n.s.
ERROR	27	1016548.16	37649.93				
TOTAL	39	1700912.88					

CV=14.05 PROMEDIO=1380.9

n.s.=no significativo

*=significativo

**=altamente significativo

En la Tabla 31, se observa para rendimiento, en donde las accesiones son iguales por que son materiales elites previamente seleccionados, las accesiones accesión Isualla y Illpa INIA 406, tuvieron el mayor rendimiento con 1598.3 y 1507.1kg/ha

respectivamente; le siguen las accesiones Cunacotana, Chilliwa Rosada y K'ello, con 1499.0, 1461.3 y 1365.4kg/ha respectivamente. En último lugar se ubica la accesión Cupi, que tuvo la menor altura de planta con 1232.7kg/ha.

TABLA 31. Rendimiento del cultivo de cañihua de las 10 accesiones en el campo experimental. (kg/ha).

ACCESIONES DE CAÑIHUA	PROMEDIO
Isualla	1598.3
Illpa INIA 406	1507.1
Cunacotana	1499.0
Chilliwa Rosada	1461.3
K'ello	1365.4
Puca	1350.0
Pitojiura	1306.7
Toncco q'ello	1255.4
Chilliwa	1233.1
Cupi	1232.7

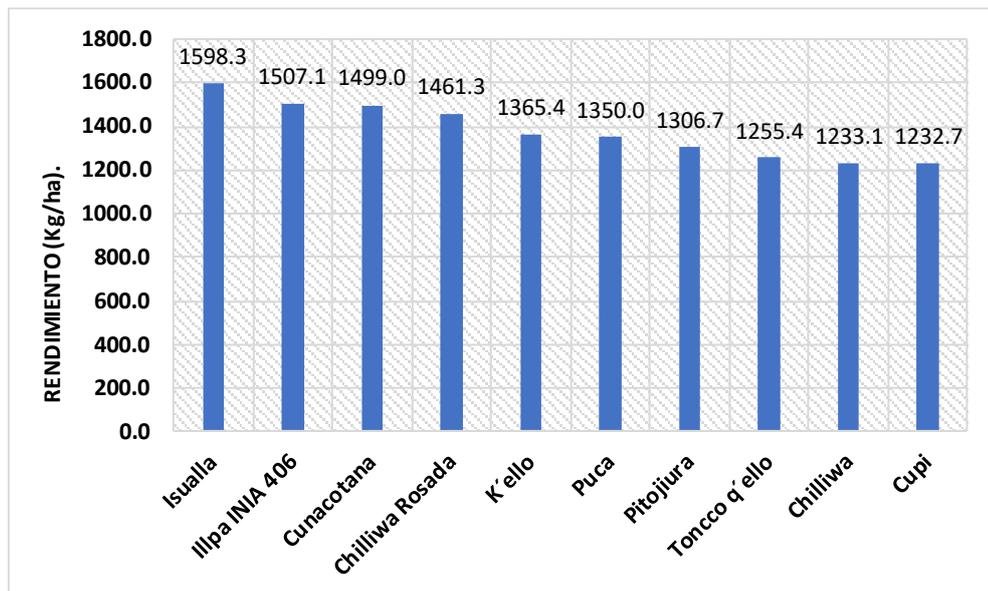


FIGURA 22. Rendimiento (RDT) en accesiones de cañihua.

Según los resultados de la prueba de medias de Duncan para el rendimiento de grano de cañahua hay grupos que tienen rendimientos muy cercanos dentro de los mismos, la línea con más rendimiento es la línea 15 Lasta Rosada con 1649 kg/ha, luego están las líneas mutantes 4 y 6 con 1487.5 y 1482 kg/ha, el tercer grupo formado por las



líneas 13 y 1 con 1452.5 y 1445.3 kg/ha, y dentro del mismo grupo están las líneas 14, 8, 10, 12, 5 y 3 que va desde 1409.5 a 1333 kg/ha, las siguientes líneas con mucho menor rendimientos son las líneas 11 y 7 con 1324 y 1244 kg/ha, seguida de la línea 2 con 1152.5 kg/ha y la cañahua con menor rendimiento de grano es la línea 9 con 1109.0 kg/ha, lo que demuestra que las cañahuas precoces tuvieron buenos rendimientos, en algunos casos muy cercanos al testigo que tiene el mayor rendimiento de kg/ha. Paucara, (2016). También Apaza (2010) afirma que el rendimiento de cañihua en condiciones del altiplano es de 1500 Kg/ha.

En el presente trabajo se obtuvo un promedio de 1380.9 kg/ha rendimiento y la accesión de mayor rendimiento fue la accesión Isuallla con 1598.3 kg/ha y menor rendimiento fue la accesión Cupi con 1232.7 kg/ha de rendimiento. Los resultados obtenidos se asemejan a los reportados por los autores mencionados.

4.3. PRECOCIDAD DE LAS 10 ACCESIONES DE CAÑIHUA

4.3.1. Precocidad (PC)

Las accesiones evaluadas en la precocidad, tiene valores que oscilan entre 161 días a 138 días, con mayor precocidad tardía fue la accesión Chilliwa y con menor precocidad fue la accesión Illpa INIA 406, tal como se observa en la Figura 23.

El análisis de varianza para precocidad (Tabla 32), se observa que para las accesiones de cañihua hubo diferencia estadística altamente significativa, lo cual nos indica que entre las accesiones la precocidad fue distinta. Al evaluar los bloques no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que el desnivel de la parcela experimental tiene un gran efecto en la precocidad, es decir que entre los bloques la precocidad es homogénea. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 1.53% lo

cual nos indica que los datos evaluados son confiables para experimentos en campo (Vásquez, 1990).

TABLA 32. Análisis de Varianza para precocidad (PC) (días).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
RDT	9	1429.40	158.82	30.37	2.25	3.14	**
BLOQUE	3	27.80	9.26	1.77	2.96	4.60	n.s.
ERROR	27	141.20	5.23				
TOTAL	39	1598.40					

CV=1.53 PROMEDIO=148

n.s.=no significativo *=significativo **=altamente significativo

En la Tabla 33, se observa la prueba de Tukey para el número de días a madurez fisiológica, en donde las accesiones Illpa INIA 406 y la Isualla fueron las más precoces que obtuvieron el menor número de días a madurez fisiológica con 138 y 144 días, le siguen la accesión Cupi y accesión Cunacotana con 145 y 146 días a madurez fisiológica respectivamente y en último lugar se ubica la accesión Chilliwa, fue de desarrollo tardío que tuvo el mayor número de días a madurez fisiológica con 161 días.

TABLA 33. Prueba de Tukey ($Pr \leq 0.05$) para precocidad (PC) (días).

ORDEN DE MERITO	ACCESIONES DE CAÑIHUA	PROMEDIO	SIG. ≤ 0.05
1	Illpa INIA 406	138	a
2	Isualla	144	b
3	Cupi	145	b c
4	Cunacotana	146	b c
5	Pitojiura	146	c d
6	Chilliwa Rosada	147	d
7	Puca	152	d
8	K'ello	152	d
9	Toncco q'ello	153	d
10	Chilliwa	161	e

Letras diferentes indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$). DMS= 5.56

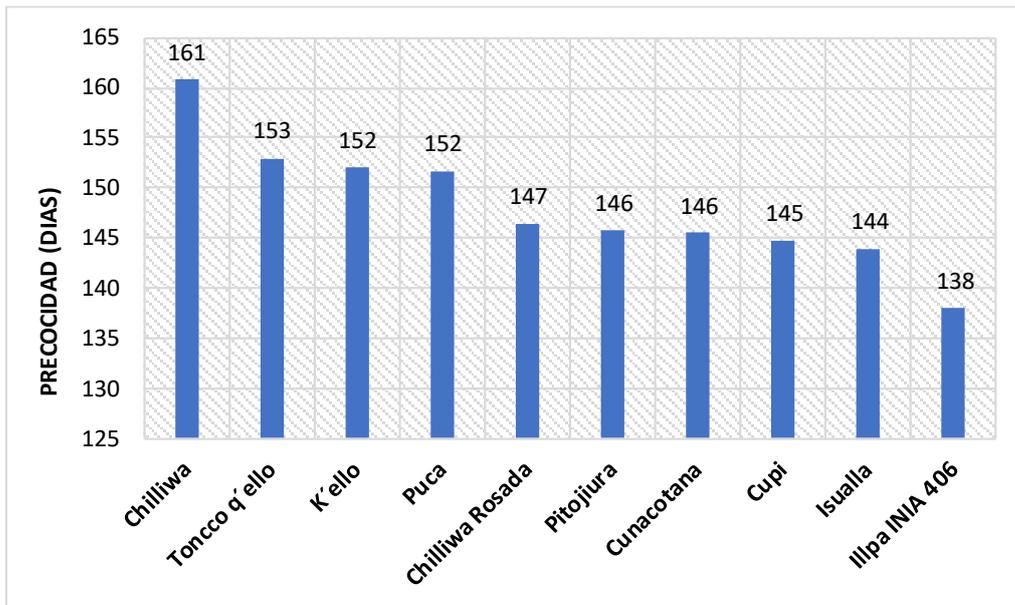


FIGURA 23. Precocidad (PC) en accesiones de cañihua.

Realizado por Ardaya (2014) podemos observar semejanza en los comportamientos de los cultivares lasta y saihua siendo estos últimos los cultivares que alcanzaron su madurez fisiológica en un mayor tiempo en comparación a los cultivares con habito de crecimiento lasta, por ejemplo, Ardaya obtuvo una media para los cultivares Illimani y Kullaca de 138,67 y 130,56 días respectivamente, mientras que para el cultivar saihua obtuvo una media de 150 días desde la siembra hasta la madurez fisiológica. En el presente trabajo se obtuvo un promedio de 148 días de precocidad y la accesión más precoz fue la accesión Illpa INIA 406 con 138 días y la precoz más tardío fue la accesión Chilliwa con 161 días de precocidad. Los resultados obtenidos se asemejan al reportado autor mencionado.



V. CONCLUSIONES

De los resultados y análisis obtenidos se llega a las siguientes conclusiones:

- De las características agronómicas, de los resultados obtenidos las accesiones Illpa INIA 406 y K'ello alcanzaron mayor altura con 56.5 y 56.0 cm, seguida de Cunacotana, Chilliwa Rosada y Cupi con 54.1, 53.6, 51.8 cm, respectivamente y las accesiones Puca y Pitojiura mostraron menor altura con 44.7 y 44.4 cm; En diámetro de tallo se obtuvo con promedio de 5.70 mm de diámetro; la accesión Puca obtuvo mayor longitud de peciolo con 2.18 cm, en longitud máxima de lámina foliar fue de 3.28cm, en mayor ancho de lámina foliar con 3.13 cm y también en el índice de cosecha fue de 25.69 % para la accesión Puca; en peso de 1000 granos, la accesión Chilliwa Rosada tuvo 0.80 g, en peso hectolítrico la accesión Isualla obtuvo 65.10 kg/hl, en poder germinativo la accesión Isualla obtuvo 99.75 % seguido de Puca, Illapa INIA 406, y Toncco Q'ello con 99.50% y en valor cultural la accesión Isualla 98.65% seguido de Puca, Illapa INIA 406, y Toncco Q'ello con 98.50% de valor cultural.

-Del rendimiento, se hizo las comparaciones respectivas y de acuerdo al resultado se concluye que en rendimientos las accesiones Isualla y Illpa INIA 406, tuvieron el mayor rendimiento con 1598.3 y 1507.1kg/ha respectivamente; le siguen las accesiones Cunacotana, Chilliwa Rosada y K'ello, con 1499.0, 1461.3 y 1365.4kg/ha respectivamente. En último lugar se ubica la accesión Cupi, que tuvo el menor rendimiento de grano con 1232.7 kg/ha.

-Respecto a precocidad, de los resultados obtenidos la accesión Illpa INIA 406 fue la más precoz con 138 días seguida de Isualla, Cupi, Cunacotana y Pitojiura con 144, 145, 146 y 146 días, respectivamente. Las accesiones Toncco Q'ello y Chilliwa se mostraron como las más tardías con 153 y 161 días.



VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar más trabajos acerca del cultivo de cañihua, porque hay accesiones como la accesión Isualla, que tuvo un comportamiento agronómico positivo para las condiciones de la región Puno.

A las autoridades regionales y nacionales, se recomienda incentivar más trabajos de investigación en mejoramiento genético, para obtener accesiones que tengan buenas características agronómicas y rendimientos deseados. Además, para conseguir más variedades.

Se recomienda el incremento de áreas de cultivo en diferentes zonas de la región Puno en la rotación de cultivos por su alto valor nutritivo, y su fácil manejo agronómico.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- . Alexis, E. (2011). Cultivo de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el altiplano. Puno. Perú. 96 p.
- Apaza, V. (2010). Manejo y Mejoramiento de kañiwa. Convenio Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA-Puno, Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente-CIRNMA, Bioersivity International y el International Fund for Agricultural Development-IFAD. Puno, Perú. 76 p.
- Arcaya Chagua, J. A. (2018). Determinación de la calidad física y fisiológica de semillas de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) de color. Tesis de Investigación. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno. Perú. 85 p.
- Apaza V., Mujica A., y Ortiz R. (2002). . Estimación de parámetros de estabilidad para rendimiento de la cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). IICA. Puno - Perú 320p.
- Ardaya Sanchez, C. (2014). Comportamiento agronómico de tres variedades de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), en proceso de introducción en la localidad de Carabuco - La Paz. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 99 p.
- Aro Alanoca, M. (2015). Evaluación de la dehiscencia de granos desde la antesis hasta la madurez fisiológica en seis cultivares de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el Centro Experimental de Choquenaira, Provincia Ingavi, La Paz. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz (Bolivia). Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 116p.



- Barnes, R. y Beard, J. (1992). A Glossary of Crop Science Terms. Madison, Wisconsin, USA. Crop Science Society of America. Pp. 35-38.
- Barry, G. (1985). El Clima del Altiplano. Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional Convenio Perú-Canadá Proyecto Colza-Cereales. Departamento de Agrometeorología. Puno - Perú.
- Beingolea L. (2015). Manejo y Control de Semillas. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. Pp. 61,62.
- Brauer, H. (1976). Fitogenética aplicados conocimientos de la herencia vegetal al servicio de la humanidad. Editorial Limusa, Mexico.
- Calle E. (1979). Morfología y variabilidad de las cañihuas cultivadas. En II Congreso Internacional de cultivos andinos. Riobamba—Ecuador.
- Cano, J. (1971). Biología floral de la cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Investigaciones en Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), 2002, pp.18–19.
- Castedo, J. P. (2007). Cañihua – cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) (en línea). Santa Cruz, Bolivia. Consultado 14 mar. 2009. Disponible en <http://ccbolgroup.com/hierbas3.html>.
- Dirección Regional Agraria Puno. www.agropuno.gob.pe (Consulta: 15 de mayo del 2019). (s. f.).
- Esquinas Alcazar, J. T. (1982). Los Recursos Fitogenéticos una Inversión Segura para el futuro. Madrid, España.: Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (F.A.O.)- I.N.I.A. Madrid.
- Estaña, W; Muñoz, C. (2012). Variabilidad genética de cañihua en las provincias de Puno. Editorial DISKCOPY S.A.C. Puno, Perú. Consultado: 04 may 2017. Disponible en:http://quinua.pe/wpcontent/uploads/2015/06/Variabilidad_genetica_ca%C3%B1ihua_puno.pdf.



- FAO. (2000). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación "Manual sobre Utilización de los Cultivos Andinos Subexplotados en la Alimentación". Santiago-Chile. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz (Bolivia). Facultad de Agronomía.
- FIDA. (2010). Granos andinos: Avanees, logros y experiencias desarrolladas en quinua cañihua y kiwicha en Perú. Biodiversity international. UNA - Puno. 148 p.
- Flores, R. (2006) Tesis de Grado "Evaluación Preliminar Agronómica y Morfológica del germoplasma de Cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la Estación Experimental Belen" Universidad Mayor de San Andres. Facultad de Agronomia. La Paz – Bolivia. 122 p.
- Fries, A. M., & Tapia, M. E. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. FAO, ANPE-PERÚ.
- García Carrion, L. (2000). Grupos y variedades de cacao. Cultivo del Cacao en la Amazonía Peruana.(M. Arca, Ed.). INIA, Lima, 16-26. p.
- Henríquez, P. (2002). Glosario de términos útiles para el manejo de los recurso filogenéticos. IICA Biblioteca Venezuela.
- Higinio, R. (2011). Elaboración de una mezcla instantánea de arroz (*Oryza sativa*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*) por el método de cocción extrusión. Universidad Nacional del Callao, Lima-Perú.
- Holdridge, L. (1982). Zonas de vida. San José (Costa Rica): Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- INIA. (2004). Expediente técnico de liberación de nueva variedad de Kañiwa «INIA 406 Illpa». Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos Estación Experimental Illpa; Puno– Perú.
- INIA. (2005). Memoria anual 2005. Estación Experimental Agraria Illpa-Puno.



- IPGRI, PROINPA. (2005). Descriptores para cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia; Fundacion PROINPA, La Paz Bolivia; Internacional Found for Agricultural Develapment, Roma, Italia.
- ITIS. (2019) (Sistema Integrado de Información Taxonómica) [.https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=506567#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=506567#null) .
- Lescano, J. L. (1994). Genética y mejoramiento de cultivos altoandinos: Quinua, cañihua, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca. Programa Interinstitucional de Waru Waru. Convenio INADE/PELT-COTESU. Puno - Perú. 236p.
- Lescano, R. (1997). Cultivo de cañihua. resúmenes curso pre congreso. IX Congreso Internacional de Cultivos Andinos “Oscar Blanco Galdos”. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cuzco. Centro de Investigación de Cultivos Andinos.
- Linnaeus, C. (1751). Philosophia Botánica. *Terminorum. Stockholm, Acad. Imperial. Monspel. Berol. Tolos. Upsala.*, 67 p.
- Machaca, R. (2017). Caracterización agronómica y morfológica de doce accesiones de maíz (*Zea mays* L.) altiplánico tolerantes al frío en CIP Camacani, Puno. (Tesis de Pregrado). Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Macuchapi, W. (2017). Aplicación de tres métodos de cosecha y su efecto en el desgrane de seis cultivares de cañahua (*Chenopodium pallidicaule*) en la localidad de Carabico Altiplano Norte. Universidad Mayor San Andrés Facultad de Agronomía. Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz, Bolivia. 96 p.



- Mamani, E. y Callohuanca, A. (2006). Manejo y cultivo de Cañihua. Departamento Académico de Agronomía y Zootecnia – Facultad de Ciencias Agrarias – UNA Puno. 108 p.
- Mamani R., F. (2017). Granos Andinos Nutraceuticos. Quinoa Cañihua y Kiwicha de Perú- Bolivia. Puno, Perú. PP: 85-92.
- Mamani Reynoso, Felix. (1994). Efecto de la densidad de siembra en cuatro variedades de cañahua (*Chenopodium pallidicaule*, Aellen) en el Altiplano Norte. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz (Bolivia). Facultad de Agronomía. 63 p.
- Marín Parra, W. P. (2002). Distanciamiento entre surcos y plantas en dos ecotipos de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el altiplano norte. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz (Bolivia). Facultad de Agronomía. 19 p.
- Mujica, A.; Jacobsen, S.; Ortiz, R.; Canahua, A.; Apaza, V.; Aguilar, P.; Dupeyrat, R. (2002). La cañihua en la nutrición humana del Perú. INIA, CARE, CINFO, UNA – Puno. Perú. 72 p
- Nina, A. (2014). Tesis de grado. Comportamiento agronómico de diez accesiones de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en zonas áridas. Universidad Nacional San Agustín. Facultad de Agronomía. Arequipa – Perú. 86 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.
- Paucara, L. (2016). Comportamiento agronómico de quince líneas de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), en la estación experimental de Quipaquipani del departamento de La Paz. Tesis de investigación Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La paz-Bolivia.153p. 153p.



- Peñarrieta, J. M., Alvarado, J. A., \AAkesson, B., & Bergenst\ a ahl, B. (2008). Total antioxidant capacity and content of flavonoids and other phenolic compounds in canihua (*Chenopodium pallidicaule*): An Andean pseudocereal. *Molecular nutrition & food research*, 52: 708–717 p.
- Pinto, M.; Rojas, W.; Soto, J. (2008). Ficha técnica variedad Kullaca. PROINPA. La Paz, Bolivia. 30 p.
- Quispe, R. (2003). Efecto de la fertilización con abonos líquidos orgánicos fermentados en suacañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Tesis de Grado. La Paz, Bolivia. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. 82p.
- Ramírez, S. (2006). Laboratorio de Análisis del campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Jalisco. Mexico. 40p.
- Repo-Carrasco, R. (1992). Cultivos andinos y la alimentación infantil. Comisión de Coordinación de Tecnología Andina, CCTA, Serie Investigaciones N°1. Lima, Perú.
- Repo-Carrasco-Valencia, R., de La Cruz, A. A., Alvarez, J. C. I., & Kallio, H. (2009). Chemical and functional characterization of cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) grain, extrudate and bran. *Plant foods for human nutrition*, 64: 94-101.
- Repo-Carrasco-Valencia, R., Hellström, J. K., Pihlava, J.-M., & Mattila, P. H. (2010). Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Food Chemistry*, 120:128–133 p.
- Rojas, W., Pinto, M., & Soto, J. (2010). Distribución geográfica y variabilidad genética de los granos andinos. *Bioversity International Journal*, 23, 11–13 p.



- Simmonds N. W. (1966). Colores en planta y semilla de cañahua, (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Traducción de Ana M. Fries.
- Solano. M., J. T. (2017). Taxonomía Vegetal. Universidad Nacional del Altiplano – Puno. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Puno. Perú. 105p.
- Tacora Cauna, R. L., Luna Mercado, G. I., Bravo Portocarrero, R., Mayta Hanco, J., Choque Yucra, M., & Ibañez Quispe, V. (2010). Efecto de la presión de expansión por explosión y temperatura de tostado en algunas características funcionales y fisicoquímicas de dos variedades de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *Journal de Ciencia y Tecnología Agraria*, 2:188-198 p.
- Valdivia y Soto. (2002). Caracterización participativa sobre usos, restricciones y oportunidades con comunidades y otros niveles de la cadena de cañihua con un enfoque de género. En: Informe Técnico Anual. Taller Proyecto: "Elevar la contribución que hacen las especies olvidadas y subutilizadas a la seguridad alimentaria y a los ingresos de la población rural de escasos recursos". Puno, Perú. 276 p
- Vásquez, V. (1990). Experimentación agrícola. Diseños estadísticos para la investigación científica y tecnológica. Primera edición, Editorial Amaru–Perú. 145 p.
- Woods, P. Y. E. P., & Eyzaguirre, P. (2004). La cañahua merece regresar. *LEISA*, 20(1), 32–34 p.
- Yasuko, E., Piedade, M. (2010). Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd) as Functional Food. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde*. 24: 62-67 p.

ANEXOS

TABLA 34. Datos de campo de altura de planta de 10 accesiones de cañihua (cm).

BLOQ	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
I	46.3	53.3	54.9	59.4	62.2	50.4	52.1	50.8	55.5	56.3
II	47.1	54.0	59.7	58.0	56.1	49.3	44.3	46.9	46.9	55.0
III	47.0	50.6	50.6	52.1	42.4	37.4	41.9	48.8	57.9	50.4
IV	47.2	46.3	60.9	54.4	55.7	40.3	40.6	46.1	54.2	45.5
TOTAL	187.6	204.2	226.1	223.9	216.4	177.4	178.9	192.6	214.5	207.2
X	46.9	51.05	56.53	55.98	54.1	44.35	44.73	48.15	53.63	51.8

TABLA 35. Datos de campo de diámetro de tallo de la planta de 10 accesiones de cañihua (mm).

BLOQ	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
I	4.82	5.39	5.76	6.10	6.71	5.03	6.11	5.75	6.22	6.85
II	5.69	5.14	5.54	7.00	5.92	6.00	5.89	5.55	5.92	5.24
III	5.50	5.81	5.32	6.20	5.76	4.12	5.37	5.96	5.59	5.46
IV	5.66	5.84	6.42	5.97	5.13	5.28	6.06	5.23	5.75	5.01
TOTAL	21.67	22.18	23.04	25.27	23.52	20.43	23.43	22.49	23.48	22.56
X	5.42	5.55	5.76	6.32	5.88	5.11	5.86	5.62	5.87	5.64

TABLA 36. Datos de campo de longitud de peciolo de la planta de 10 accesiones de cañihua (cm).

BLOQ	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
I	1.4	1.7	1.9	1.3	2	2.1	1.5	1.2	1.3	2.0
II	1.7	2.2	2.2	2.0	1.9	1.9	2.7	1.9	2.1	2.1
III	1.8	2.1	2.1	2.1	2.0	2.2	2.4	1.9	2.0	2.3
IV	2.0	1.9	2.3	1.7	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0
TOTAL	6.9	7.9	8.5	7.1	8.0	8.3	8.7	7.1	7.5	8.4
X	1.73	1.98	2.13	1.78	2.00	2.08	2.18	1.78	1.88	2.10

TABLA 37. Datos de campo de longitud máxima de la lámina foliar de la planta de 10 accesiones de cañihua (cm).

BLOQ	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
I	2.4	3.0	2.0	2.4	3.0	2.6	3.0	2.1	2.4	3.1
II	3.2	3.1	3.2	3.6	3.2	3.6	3.6	3.5	3.2	3.2
III	3.4	3.6	3.0	3.3	3.0	3.2	3.0	3.4	3.2	3.4
IV	3.1	3.1	3.5	3.0	3.2	3.3	3.5	3.0	3.3	3.0
TOTAL	12.1	12.8	11.7	12.3	12.4	12.7	13.1	12	12.1	12.7
X	3.03	3.20	2.93	3.08	3.1	3.18	3.28	3.00	3.03	3.18

TABLA 38. Datos de campo de ancho máximo de la lámina foliar de la planta de 10 accesiones de cañihua (cm).

BLOQ	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
I	2.0	3.0	2.4	2.6	3.1	2.7	3.1	2.6	2.5	2.9
II	2.6	3.0	2.9	3.1	2.9	3.2	3.3	3.1	2.7	3.2
III	3.1	3.2	2.7	3.3	2.9	3.2	2.9	2.8	3.3	3.2
IV	2.8	3.1	3.2	3.0	2.9	2.9	3.2	2.8	3.2	3.0
TOTAL	10.5	12.3	11.2	12	11.8	12	12.5	11.3	11.7	12.3
X	2.63	3.08	2.80	3.00	2.95	3.00	3.13	2.83	2.93	3.08

TABLA 39. Datos de laboratorio de poder germinativo del grano de 10 accesiones de cañihua (%).

BLOQ	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
I	98	99	100	99	100	98	100	100	99	99
II	99	100	100	100	99	98	99	99	99	99
III	97	100	100	99	98	99	100	99	99	99
IV	100	100	98	97	99	97	99	100	99	99
TOTAL	394	399	398	395	396	392	398	398	396	396
X	98.50	99.75	99.50	98.75	99	98.00	99.50	99.50	99.00	99.00

TABLA 40. Datos de laboratorio de valor cultural de 10 accesiones de cañihua (%).

BLOQ	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
I	97	98	99	98	97	97	99	99	98	98
II	98	99	99	99	97	97	98	98	98	98
III	96	99	99	97	96	98	99	98	98	98
IV	99	99	97	96	97	96	98	99	96	98
TOTAL	390	395	394	390	387	388	394	394	390	392
X	97.50	98.75	98.50	97.50	96.75	97.00	98.50	98.50	97.50	98.00

TABLA 41. Datos de peso hectolitrico de 10 accesiones de cañihua (kg).

BLOQ	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
I	64.40	67.20	65.20	62.40	61.20	64.80	65.20	62.00	66.80	66.00
II	62.40	66.00	65.20	62.80	62.00	62.40	64.80	61.60	61.20	60.80
III	63.20	63.60	61.20	62.40	58.60	60.00	63.60	57.20	63.60	58.00
IV	56.40	63.60	64.00	60.00	59.60	62.00	62.00	61.20	56.00	57.60
TOTAL	246.40	260.40	255.60	247.60	241.40	249.20	255.60	242.00	247.60	242.40
X	61.60	65.10	63.90	61.90	60.35	62.30	63.90	60.50	61.90	60.60

TABLA 42. Datos de peso de 1000 granos de 10 accesiones de cañihua (g).

BLOQ	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
I	0.81	0.57	0.54	0.56	0.59	0.53	0.57	0.63	0.87	0.54
II	0.71	0.56	0.59	0.54	0.57	0.62	0.61	0.68	0.72	0.57
III	0.70	0.57	0.67	0.72	0.64	0.66	0.71	0.77	0.82	0.52
IV	0.75	0.57	0.62	0.60	0.61	0.62	0.70	0.73	0.79	0.65
TOTAL	2.97	2.27	2.42	2.42	2.41	2.43	2.59	2.81	3.2	2.28
X	0.74	0.57	0.61	0.61	0.603	0.61	0.65	0.70	0.80	0.57

TABLA 43. Datos de índice de cosecha de 10 accesiones de cañihua (%).

BLOQ	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
I	16.16	15.80	16.68	20.24	16.75	20.41	21.81	19.45	20.24	16.68
II	16.34	15.77	16.67	19.83	17.98	17.81	28.35	18.91	21.71	18.48
III	16.37	15.31	18.57	19.15	18.49	20.21	24.43	18.70	19.96	17.12
IV	17.09	16.52	16.42	19.74	20.16	18.52	28.15	20.45	21.07	19.93
TOTAL	65.96	63.40	68.34	78.96	73.38	76.95	102.74	77.51	82.98	72.21
X	16.49	15.85	17.09	19.74	18.35	19.24	25.69	19.38	20.75	18.05

TABLA 44. Datos de rendimiento de 10 accesiones de cañihua (kg/ha).

BLOQ	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
I	1457.5	1828.3	1560.8	1297.5	1370.0	1261.7	1327.5	1201.7	1325.8	1198.3
II	1295.8	1629.2	1355.8	1391.7	1272.5	1495.8	1150.0	1668.3	1848.3	1331.7
III	1066.7	1368.3	1702.5	1331.7	1560.0	1248.3	1334.2	1053.3	1416.7	1055.0
IV	1112.5	1567.5	1409.2	1440.8	1793.3	1220.8	1588.3	1098.3	1254.2	1345.8
TOTAL	4932.5	6393.3	6028.3	5461.7	5995.8	5226.6	5400.0	5021.6	5845.0	4930.8
X	1233.1	1598.3	1507.1	1365.4	1499.0	1306.7	1350.0	1255.4	1461.3	1232.7

TABLA 45. Datos de precocidad de 10 accesiones de cañihua (días).

BLOQ	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
I	165	146	136	149	145	143	155	152	148	143
II	160	144	138	153	147	145	152	155	150	148
III	160	142	140	151	143	147	149	150	144	143
IV	158	144	138	155	147	148	151	155	144	145
TOTAL	643.00	576.00	552.00	608.00	582.00	583.00	607.00	612.00	586.00	579.00
X	160.75	144.00	138.00	152.00	145.50	145.75	151.75	153.00	146.50	144.75

TABLA 46. Rango de la precocidad (días).

ORDEN DE MERITO	ACCESIONES DE CAÑIHUA	PROMEDIO	PRECOZ (90-120)	INTERMEDIO (120-150)	TARDIO (150 a mas)
1	Illpa INIA 406	138		138	
2	Isualla	144		144	
3	Cupi	145		145	
4	Cunacotana	146		146	
5	Pitojiura	146		146	
6	Chilliwa Rosada	147		147	
7	Puca	152			152
8	K'ello	152			152
9	Toncco q'ello	153			153
10	Chilliwa	161			161

TABLA 47. Datos meteorológica

AÑO - MES	2018 -Ago	2018 - Set	2018 - Oct	2018 -nov	2018 - Dic	2019 - Ene	2019 - feb	2019 -Mar	2019 - Abr	2019 -May	2019 - Jun	2019 - jul
T° MAX	16.6	18	18.8	19.4	20.2	18.4	18.4	17.8	17	19.8	16.4	17.6
T° MIN	-6.4	-5.2	1.6	1.2	-0.6	4	3.2	1.4	0	-2.8	-4.8	-7.6
T° MED	5.1	6.4	10.2	10.3	9.8	11.2	10.8	9.6	8.5	8.5	5.8	5
P(mm)	3.6	0	105.9	16.7	124.7	172.9	300.7	71.4	49.4	8.2	6.3	6.6

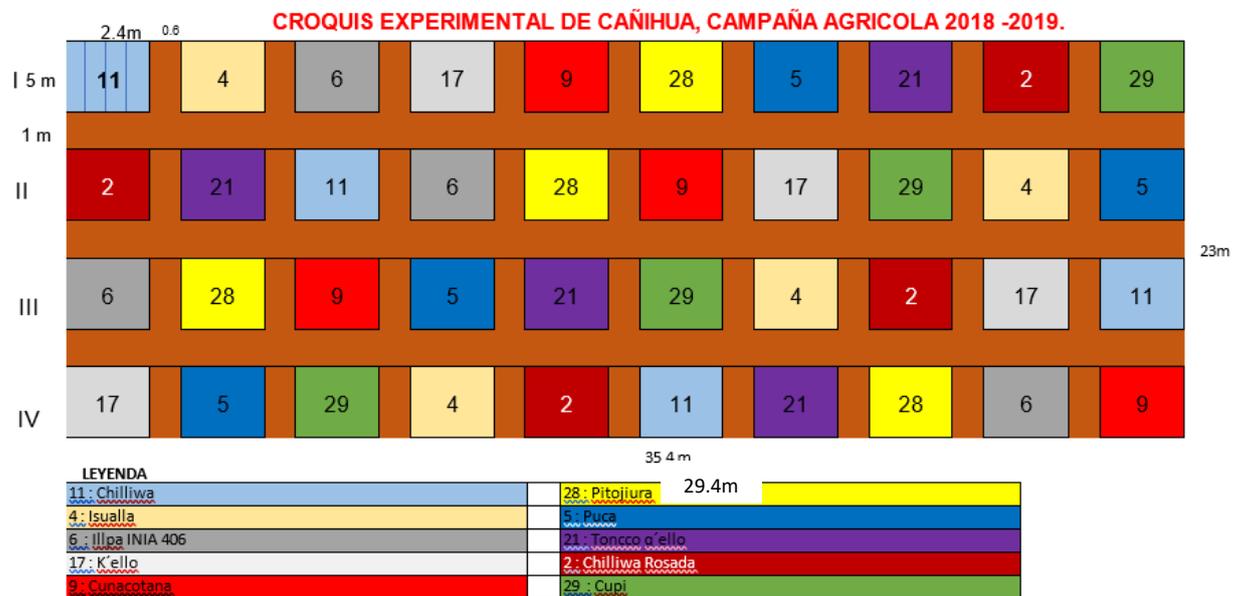


FIGURA 24. Croquis del área experimental y de la distribución de accesiones.



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 :
Fecha : 23/03/18

Fact.: 2514

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico		Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g				Suma de Cationes	% Sat. De Bases			
								Arena %	Limo %			Arquilla %	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺			Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺	
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 García Bengozú
 Jefe del Laboratorio

FIGURA 25. Análisis y caracterización del suelo experimental (UNALM)



LABORATORIO DE ANALISIS DE SEMILLA

INFORME N° 005-LAS-FCA-U3NA-PUNO

INFORMACION DEL SOLICITANTE:

Nombres y Apellidos: Juan Esteban Chahua Alanguia
Descripción : Cañihua (10 accesiones)
Procedencia : CIP-Camacani
Fecha de ingreso : 31 de Julio del 2019

DATOS DE LA MUESTRA

Especie: Cañihua
Accesiones: (10)

RESULTADO DE ANALISIS

N° Muestra 01(10)repeticiones	Pureza %	Poder germinativo %	Valor cultural %	Humedad %	Peso hectolitro kg
1 (11)	99.05	98.5	97.56	12.0	61.60
2 (4)	99.1	99.75	98.85	10.5	65.10
3 (6)	98.85	99.5	98.36	12.0	63.90
4 (17)	98.6	98.75	97.37	11.5	61.90
5 (9)	97.65	99.0	96.67	11.5	60.60
6 (28)	98.8	98.0	96.82	12.0	62.30
7 (5)	98.8	99.5	98.31	12.0	63.90
8 (21)	99.2	99.5	98.70	12.0	60.50
9 (2)	98.6	99.0	97.61	11.5	61.90
10 (29)	99.05	99.0	98.06	12.5	60.60

Puno, C.U. 07 de agosto 2019


JEFE
ING. TURPIN MARCA VILCA
JEFE DE LABORATORIO


LUCIANO J. DUEÑAS QUISPE
LABORATORISTA

FIGURA 26. Análisis de semillas

ANEXO 2

PANEL FOTOGRAFICO



FIGURA 27. Surcado y marcado de campo experimental de cañihua.



FIGURA 28. Siembra del cultivo de cañihua.



FIGURA 29. Desmalezado del cultivo de cañihua.



FIGURA 30. Aporque del cultivo de cañihua en el campo experimental.



FIGURA 31. Vista panorámica del cultivo cañihua.



FIGURA 32. Medición de altura de la planta de cañihua.



FIGURA 33. Medición el diámetro del tallo de cañihua.



FIGURA 34. Vista panorámica de la madurez fisiológica del cultivo de cañihua.



FIGURA 35. Cosecha de cañihua en la madurez fisiológica.



FIGURA 36. Trilla manual del cultivo de cañihua.



FIGURA 37. Venteo del grano de cañihua.



FIGURA 38. Conteo de 100 semillas para poder germinativo.



FIGURA 39. Adicionando 10 ml de agua destilada para la germinación.



FIGURA 40. Inicio de germinación a 20°.



FIGURA 41. Semillas germinadas en la cámara germinadora.



FIGURA 42. Conteo de las semillas germinadas.



FIGURA 43. Peso hectolitrico del grano de cañihua.