



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
ESCUELA DE POST - GRADO
MAESTRÍA EN AGRICULTURA ANDINA



**“EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS
AGRONÓMICAS DE DIEZ CULTIVARES DE
QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.)
TOLERANTES A SEQUIA”**

TESIS

PRESENTADA POR:

BUENAVENTURA OPTACIANO CARPIO VÁSQUEZ

PARA OPTAR EL GRADO DE:

MAGÍSTER SCIENTIAE EN AGRICULTURA ANDINA



PUNO

PERÚ

2007

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
BIBLIOTECA CENTRAL
Fecha Ingreso: 02 OCT. 2012
N° 00219

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
ESCUELA DE POST GRADO
MAESTRÍA EN AGRICULTURA ANDINA
ESPECIALIDAD AGROECOLOGÍA

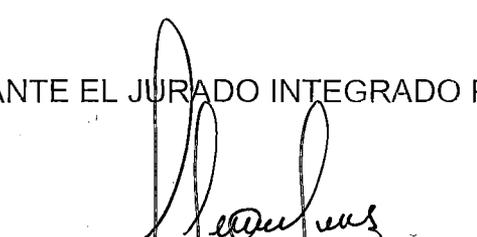
EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS
AGRONÓMICAS DE DIEZ CULTIVARES DE
QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.)
TOLERANTES A SEQUIA.

TESIS

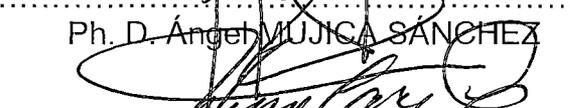
Presentada por el Lic. Buenaventura Optaciano CARPIO VÁSQUEZ a la Escuela de Post Grado, Dirección de Maestría en Agricultura Andina de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, para optar el Grado Académico de Magister Scientiae en Agricultura Andina, mención en Agroecología.

SUSTENTADO Y APROBADO ANTE EL JURADO INTEGRADO POR:

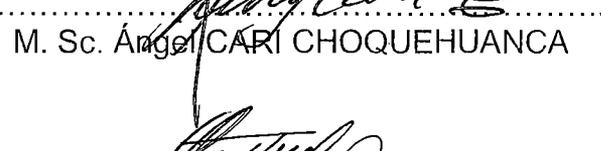
Presidente:


.....
Ph. D. Ángel MUJICA SANCHEZ

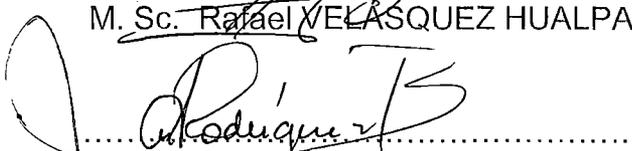
Primer miembro:


.....
M. Sc. Ángel CARI CHOQUEHUANCA

Segundo miembro:


.....
M. Sc. Rafael VELASQUEZ HUALPA

Asesores:


.....
M. Sc. Miguel RODRÍGUEZ PONCE


.....
M. Sc. Juan José PAURO ROQUE

DEDICATORIA

A la memoria de mis padres: Fernando y Bárbara,
a quienes debo mis anhelos y logros personales.

A mi hijos: Gean Carlos, Amira y Juan Fernando, que son motivo
de mi entrega y dedicación a los quehaceres
de mi actividad cotidiana.

A mi esposa, compañera de mis días Maria Candelaria
por su tolerancia, apoyo y comprensión.

Por siempre Buenaventura ...

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, en especial a la plana de docentes de la Maestría en Agricultura Andina - Escuela de Post Grado, por su aporte significativo en mi formación.

Mi reconocimiento al M. Sc. Eulogio ZANABRIA HUISA, por haberme motivado al estudio de esta disciplina, en precisos momentos cuando me encontraba agobiado por los abatares de la vida.

Mi gratitud al M. Sc. Pablo Cesar AGUILAR AGUILAR, como al M. Sc. Demetrio LOPEZ PORTILLA, por haberme orientado y dirigido en el asesoramiento inicial del trabajo, así mismo al M. Sc. Miguel RODRÍGUEZ PONCE, por haber dado continuidad en la culminación del asesoramiento en el trabajo de investigación.

Especial reconocimiento merece la participación en el asesoramiento estadístico del M. Sc. Juan José PAURO ROQUE, así como la participación del M. Sc. Manuel ESTOFANERO, por la paciencia y empeño demostrado en la corrección del abstract.

Mi inmensa gratitud a los integrantes del jurado Dr. Ángel MUJICA SANCHEZ, M. Sc. Ángel CARI CHOQUEHUANCA y M. Sc. Rafael VELASQUEZ HUALPA, por sus valiosos aportes y sugerencias en el desarrollo de la investigación.

A mi esposa, mis hijos y amigos que han participado intensamente en el trabajo de campo, gabinete y de laboratorio, posibilitando en la concretización de la presente investigación.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xx
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2. ANTECEDENTES	5
2.1. Antecedentes en cultivares de quinua precedentes a la investigación	5
2.2. Cultivares en Estudio.	7
2.2.1 Huariponcho	7
2.2.2 180)1	8
2.2.3 24(80)3	8
2.2.4 03-08-51	8
2.2.5 Masal – 389	8
2.2.6 ECU -420	9
2.2.7 03-21-079BB	9
2.2.8 Sayaña	9
2.2.9 03-08-907	10
2.2.10 03-21-072RM	10
2.3. Resultados de investigaciones previas, al presente estudio	10
2.4. La quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.)	13
2.4.1. Descripción botánica	13
2.4.2. Ubicación taxonómica.....	16
2.4.3. Fenología de la quinua	16

2.4.4. Mejoramiento genético	19
2.4.5. Mejoramiento genético de la quinua	20
2.4.5.1. Objetivos del mejoramiento	20
2.4.5.2 Métodos de mejoramiento	20
2.5. Resistencia a factores adversos	24
2.5.1. Resistencia a sequía	24
2.5.2. Principales modificaciones de la quinua para defenderse de la sequía	27
2.5.3. Factores que influyen en la resistencia a sequía en quinua	32
2.5.4. Requerimiento mínimo de lámina de agua para quinua	34
2.6. Características Agronómicas de la quinua	35
2.6.1. Variedades y cultivares	35
2.6.2. Clima y condiciones requeridas de suelo	36
2.6.3. Periodo vegetativo	37
2.6.4. Madurez fisiológica	38
2.6.5. Fases fenológicas	38
2.6.6. Fenología	38
2.6.7. Tamaño de grano	38
2.6.8. Longitud de panoja	38
2.6.9. Diámetro de panoja	38
2.7. Rendimiento de grano de quinua	39
2.8. Índice de cosecha	39
2.9 Malezas, plagas y enfermedades de la quinua	40

2.9.1 Malezas	40
2.9.2. Plagas	41
2.9.3 Enfermedades	42
III. MATERIALES Y METODOS	44
3.1 Medio experimental	44
3.1.1 Ubicación	44
3.1.2. Suelos	44
3.1.3 Illpa y sus suelos	45
3.1.4 Análisis físico químico del suelo experimental “Bombachupa” del CIP – Illpa – UNA – Puno	45
3.2. Clima.	46
3.2.1. Temperatura	46
3.2.2 Precipitación	47
3.3. Conducción del experimento	48
3.3.1. Material biológico experimental	48
3.3.2. Historia de los campos experimentales.	49
3.3.3. Preparación del suelo	50
3.3.4. Surcado del terreno.	50
3.3.5 Siembra y fertilización	50
3.3.6. Labores culturales	51
3.3.7. Control fitosanitario	52
3.3.8. Selección Panoja – Surco	52
3.3.9. Cosecha.....	52
3.3.10. Evaluación	52
3.3.11. Métodos de laboratorio	53

3.3.12. Preparación de muestras	55
3.3.13. Tamaño de grano	55
3.3.14. Peso de grano	55
3.4. Diseño experimental	55
3.4.1 Variables de respuesta	55
3.4.2 Diseño experimental	56
3.4.3 Análisis Estadístico	56
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59
4.1. Porcentaje de saponina en diez cultivares de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.)	59
4.2. Porcentaje de Proteínas (%) obtenidas en diez cultivares de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) tolerantes a sequía	62
4.3. Peso de grano (g) en diez cultivares seleccionadas de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.)	63
4.4. Determinación del rendimiento de grano de diez cultivares de quinua	65
4.5 Determinación del índice de cosecha en diez líneas, obtenidas de cultivares de quinua	70
4.6. Características (Diámetro de grano, altura de planta, diámetro de panoja y relación panoja – tallo en diez en cultivares de quinua	74
4.6.1. Comportamiento de la uniformidad del diámetro de grano en diez cultivares de quinua tolerantes a sequía.	74
4.6.2. Comportamiento de altura de planta en diez cultivares de quinua ..	77
4.6.3. Comportamiento de diámetro de panoja en cultivares de quinua....	80

4.6.4. Comportamiento de la relación panoja – tallo en diez cultivares de quinua	82
V. CONCLUSIONES	96
VI. RECOMENDACIONES	98
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	99
ANEXOS	110

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS, ANEXOS Y ESQUEMAS

	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
ÍNDICE DE ESQUEMAS	xvi
LISTA DE ABREVIATURAS	xvii

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Plagas del campo experimental “Bombachupa”, en diez cultivares de quinua en la campaña agrícola 2002/2003– CIP - ILLPA.	41
CUADRO 2. Análisis de fertilidad del suelo experimental “Bombachupa” del CIP – ILLPA – UNA PUNO, campaña agrícola 2002/2003.	46
CUADRO 3. Comportamiento de temperatura del campo de cultivo “Bombachupa” CIP ILLPA, c a 2002/2003, con relación a 20 años.....	47
CUADRO 4. Comportamiento de la precipitación pluvial en el campo experimental CIP ILLPA – UNA PUNO, c a 2002/2003.....	48
CUADRO 5. Cultivares de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) campaña agrícola 2002/2003, con claves de tratamiento y procedencia.	49
CUADRO 6. Historial del campo experimental “Bombachupa” - Illpa, campaña agrícola 1995 - 2002. Puno – Perú.	49
CUADRO 7. Análisis de varianza para diseño bloque completo al azar.	56

CUADRO 8. Cuadro de resultados después del análisis mediante la prueba de contraste de Duncan.	57
CUADRO 9. Obtención de saponina en 10 cultivares de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) de la campaña agrícola 2002/2003 del campo experimental "Bombachupa" CIP-ILLPA.	59
CUADRO 10. Análisis de varianza de saponina (%) en diez cultivares de quinua tolerantes a sequía.	59
CUADRO 11. Prueba de Duncan para la determinación del porcentaje de saponina entre las diez líneas de quinua tolerantes a sequía.	60
CUADRO 12. Prueba de Duncan para la determinación del rendimiento de grano por panoja, entre las diez líneas de quinua tolerantes a sequía.	61
CUADRO 13. Obtención de proteína en 10 cultivares de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), en la campaña agrícola 2002/2003 del campo experimental "Bombachupa" CIP – ILLPA - UNA – PUNO.	62
CUADRO 14. Prueba de Duncan para la determinación del porcentaje de proteína en diez cultivares de quinua tolerantes a sequía.	62
CUADRO 15. Análisis de varianza del peso de grano entre bloques y cultivares de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), tolerantes a sequía.	63
CUADRO 16. Prueba de Duncan para la determinación del peso de grano entre diez cultivares de quinua tolerantes a sequía.	64

CUADRO 17. Análisis de varianza del rendimiento de grano por panoja entre bloques y diez cultivares de quinua tolerantes a sequía	65
CUADRO 18. Prueba de Duncan para la determinación del rendimiento de grano por panoja entre diez cultivares de quinua tolerantes a sequía...	66
CUADRO 19. Análisis de varianza del rendimiento de grano en kg/ha entre bloques y líneas de cultivares de quinua tolerantes a sequía.	69
CUADRO 20. Análisis de varianza del índice de cosecha entre bloques y cultivares de quinua tolerantes a sequía.	71
CUADRO 21. Prueba de Duncan para la determinación del índice de cosecha entre cultivares de quinua tolerantes a sequía.	71
CUADRO 22. Análisis de varianza del comportamiento del diámetro de grano entre bloques y diez cultivares de quinua tolerantes a sequía.	74
CUADRO 23. Prueba de Duncan para diámetro de grano, entre diez cultivares de quinua tolerantes a sequía.	76
CUADRO 24. Análisis de varianza de altura de planta entre bloques y diez cultivares de quinua tolerantes a sequía.	78
CUADRO 25. Prueba de Duncan para la altura de planta entre diez cultivares de quinua tolerantes a sequía.	79
CUADRO 26. Análisis de varianza del diámetro de panoja entre bloques y diez líneas seleccionadas de quinua.	80

CUADRO 27. Prueba de Duncan para diámetro de panoja entre diez cultivares de quinua tolerantes a sequía.	81
CUADRO 28. Correlación calculada entre variables longitud de panoja y longitud de tallo en el cultivar de quinua Huariponcho.	82
CUADRO 29. Correlación calculada entre las variables longitud de panoja y longitud de tallo en el cultivar de quinua 1(80)1.	84
CUADRO 30. Correlación calculada entre las variables longitud de panoja y longitud de tallo en el cultivar de quinua 24(80)3.	85
CUADRO 31. Correlación calculada entre las variables longitud de panoja y longitud de tallo en el cultivar de quinua 03-08-51.	86
CUADRO 32. Correlación calculada entre las variables longitud de panoja y longitud de tallo en el cultivar de quinua Masal-389.	87
CUADRO 33. Correlación calculada entre las variables longitud de panoja y longitud de tallo en el cultivar de quinua ECU-420.	88
CUADRO 34. Correlación calculada entre las variables longitud de panoja y longitud de tallo en el cultivar 03-21-079BB.	89
CUADRO 35. Correlación calculada entre las variables longitud de panoja y longitud de tallo en el cultivar Sayaña.	90
CUADRO 36. Correlación calculada entre las variables longitud de panoja y longitud de tallo en el cultivar 03-08-907.	91

CUADRO 37. Correlación calculada entre las variables longitud de panoja y longitud de tallo en el cultivar 03-21-072RM.	92
CUADRO 38. Coeficiente de correlación entre las variables longitud de panoja y longitud de tallo entre diez cultivares de quinua.	93

FIGURA 1. Representación gráfica de saponina en diez cultivares de quinua: 1 = Huariponcho; 2 = 1(80)1; 3 = 21(80)3; 4 = 03-08-51; 5 = Masal-389; 6 = ECU-420; 7 = 03-21-079BB; 8 = Sayaña; 9 = 03-08-907 y 10 = 03-21-072RM 61

FIGURA 2. Representación gráfica porcentual de proteínas en diez cultivares de quinua tolerantes a sequía: 1 = Huariponcho; 2 = 1(80)1; 3 = 21(80)3; 4 = 03-08-51; 5 = Masal-389; 6 = ECU-420; 7 = 03-21-079BB; 8 = Sayaña; 9 = 03-08-907 y 10 = 03-21-072RM. 63

FIGURA 3. Peso de grano entre diez cultivares de quinua: 1 = Huariponcho; 2 = 1(80)1; 3 = 21(80)3; 4 = 03-08-51; 5 = Masal-389; 6 = ECU-420; 7 = 03-21-079BB; 8 = Sayaña; 9 = 03-08-907 y 10 = 03-21-072RM. 64

FIGURA 4. Rendimiento de grano en diez cultivares de quinua: 1 = Huariponcho; 2 = 1(80)1; 3 = 21(80)3; 4 = 03-08-51; 5 = Masal-389; 6 = ECU-420; 7 = 03-21-079BB; 8 = Sayaña; 9 = 03-08-907 y 10 = 03-21-072RM. 66

FIGURA 5. Rendimiento de grano por panoja en diez cultivares de quinua: 1 = Huariponcho; 2 = 1(80)1; 3 = 21(80)3; 4 = 03-08-51; 5 = Masal-389; 6 = ECU-420; 7 = 03-21-079BB; 8 = Sayaña; 9 = 03-08-907 y 10 = 03-21-072RM. 70

FIGURA 6. Índice de cosecha en diez cultivares de quinua: 1 = Huariponcho; 2 = 1(80)1; 3 = 21(80)3; 4 = 03-08-51; 5 = Masal-389; 6 = ECU-420; 7 = 03-21-079BB; 8 = Sayaña; 9 = 03-08-907 y 10 = 03-21-072RM. 73

FIGURA 7. Diámetro de grano en cultivares de quinua: 1 = Huariponcho; 2 = 1(80)1; 3 = 21(80)3; 4 = 03-08-51; 5 = Masal-389; 6 = ECU-420; 7 = 03-21-079BB; 8 = Sayaña; 9 = 03-08-907 y 10 = 03-21-072RM.	76
FIGURA 8. Altura de planta en diez cultivares de quinua: 1 = Huariponcho; 2 = 1(80)1; 3 = 21(80)3; 4 = 03-08-51; 5 = Masal-389; 6 = ECU-420; 7 = 03-21-079BB; 8 = Sayaña; 9 = 03-08-907 y 10 = 03-21-072RM	79
FIGURA 9. Diámetro de panoja en cultivares de quinua tolerantes a sequía: 1 = Huariponcho; 2=1(80)1; 3=21(80)3; 4=03-08-51; 5=Masal-389; 6=ECU-420; 7=03-21-079BB; 8=Sayaña; 9=03-08-907 y 10=03-21-072RM.....	82
FIGURA 10. Relación panoja – tallo en el cultivar Huariponcho en el Centro de Investigación y Producción Illpa, campaña agrícola 2002/2003.	83
FIGURA 11. Relación panoja – tallo en el cultivar 1(80)1 en el Centro de Investigación y Producción Illpa, campaña agrícola 2002/2003.	84
FIGURA 12. Relación panoja – tallo en el cultivar 24(80)3 en el Centro de Investigación y Producción Illpa, campaña agrícola 2002/2003.	85
FIGURA 13. Relación panoja – tallo en el cultivar 03-08-51 en el Centro de Investigación y Producción Illpa, campaña agrícola 2002/2003.	86
FIGURA 14. Relación panoja – tallo en el cultivar Masal-389 en el Centro de Investigación y Producción Illpa, campaña agrícola 2002/2003.	87
FIGURA 15. Relación panoja – tallo en el cultivar ECU-420 en el Centro de Investigación y Producción Illpa, campaña agrícola 2002/2003.	88

FIGURA 16. Relación panoja – tallo en el cultivar 03-21-079BB en el Centro de Investigación y Producción Illpa, campaña agrícola 2002/2003.	89
FIGURA 17. Relación panoja – tallo en el cultivar Sayaña en el Centro de Investigación y Producción Illpa, campaña agrícola 2002/2003.	90
FIGURA 18. Relación panoja – tallo en el cultivar 03-08-907 en el Centro de Investigación y Producción Illpa, campaña agrícola 2002/2003.	91
FIGURA 19. Relación panoja – tallo en el cultivar 03-21-072RM en el Centro de Investigación y Producción Illpa, campaña agrícola 2002/2003.	92
FIGURA 20. Relación panoja – tallo en diez cultivares de quinua tolerantes a sequía en el CIP - Illpa, campaña agrícola 2002/2003.	94

ANEXO 1. Croquis del campo experimental “Bombachupa” CIP -ILLPA y la distribución de los tratamientos. C a 2002/2003 - Puno – Perú.	111
ANEXO 2. Análisis de fertilidad de suelos del campo experimental Bombachupa CIP – ILLPA. PUNO – PERU.	112
ANEXO 3. Cultivares, color de planta, color de grano, procedencia de los genotipos utilizados en el experimento 1996/1997. Mañazo.	113
ANEXO 4. Cultivares, color de planta y grano y procedencia de los genotipos de quinua, utilizados en el experimento 1996/1997. CIP – ILLPA.....	114
ANEXO 5. Cultivares, según procedencia durante la campaña agrícola 1997/1998 en las localidades de Camacani, Illpa y Mañazo.	115
ANEXO 6. Genótipos de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) según procedencia en la c a 1998/1999 – CIPs: Camacani e Illpa	115
ANEXO 7. Cultivares promisorios de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) según procedencia en la c a 1999/2000 – CIP - Illpa.	116
ANEXO 8. Cultivares de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) según procedencia en la campaña agrícola 1999/2000 y 2000/2001 – Comunidad de Cancaca - Pichacani.	116
ANEXO 9. Determinación porcentual y comparativa de saponina en 10 cultivares de quinua, en campaña agrícola 2002/2003 CIP-ILLPA-UNA – PUNO.	117

ANEXO 10. Determinación porcentual de proteína en 10 cultivares de quinua, en la campaña agrícola 2002/2003 del CIP-ILLPA-UNA – PUNO.....	117
ANEXO 11. Rendimiento de grano/panoja en diez cultivares de quinua.....	118
ANEXO 12. Rendimiento de grano/hectárea en diez cultivares de quinua....	118
ANEXO 13. Promedios de índice de cosecha en diez cultivares de quinua.	119
ANEXO 14. Promedios del comportamiento del diámetro de grano (cm) en diez cultivares de quinua.	119
ANEXO 15. Promedios de altura de planta en diez cultivares de quinua.....	120
ANEXO 16. Promedios de diámetro de panoja (cm) en diez cultivares de quinua seleccionada.	120
ANEXO 17. Promedios de peso por grano en diez cultivares de quinua, tolerantes a sequía.	121
ANEXO 18. Valores de correlación del contraste de variables en diez cultivares de quinua, tolerantes a sequía	121
ANEXO 19. Valores según el método Afrosimétrico para la determinación de porcentaje de saponina.	122
ANEXO 20. Descripción del perfil modal de la Unidad del Suelo Illpa	123

Esquema 1. Zona de estudio “Bombachupa”, Centro de Investigación y
Producción Illpa; Universidad Nacional del Altiplano - Puno. 44

LISTA DE ABREVIATURAS

a	=	Años
BQS	=	Bloques
ca	=	Campaña agrícola
cal.	=	Calorías
CAE	=	Campaña agrícola experimental
CE	=	Conductividad eléctrica
CIP	=	Centro de Investigación y Producción
Cs.	=	Ciencias
cm	=	Centímetros.
ha	=	Hectárea.
IC	=	Índice de cosecha.
g	=	Gramos.
K	=	Potasio
kg	=	Kilogramos.
Max	=	Máxima
MO	=	Materia orgánica
m	=	Metros
ml	=	Mililitros
MINIM	=	Mínima
mm	=	Milímetros
mmhos	=	Milimhos
msnm	=	Metros sobre el nivel del mar
N	=	Nitrógeno
ppm	=	Partes por millón
Prom.	=	Promedio
P	=	Fósforo
Ph	=	Potencial de hidrogeniones
PB	=	Peso de broza
PG	=	Peso de grano
TRATAM	=	Tratamiento
t	=	Toneladas
Willd.	=	Willdenow

RESUMEN

El trabajo se efectuó en la campaña agrícola 2002 – 2003, en el campo experimental del Centro de Investigación y Producción Illpa de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno. Se plantearon los siguientes objetivos: a) Determinar el rendimiento de grano de diez cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) tolerantes a sequía. b. Determinar el índice de cosecha de diez cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) tolerantes a sequía. c. Determinar el comportamiento de las características agronómicas (diámetro de grano, altura de planta, diámetro de panoja y relación panoja – tallo) en diez cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). El método utilizado fue la selección de panoja – surco de diez cultivares de quinua, la concentración de proteínas se desarrolló según la Asociación de Química Analítica Oficial (AOAC), en el que se ejecutó la técnica de semi micro Kheldahl, mientras que para la determinación de saponina fue el método de la espuma. Los materiales experimentales con los que se trabajaron fueron los cultivares: Huariponcho; 1(80)1; 24(80)3; 03-08-51; Masal-389; ECU-420; 03-21-079BB; Sayaña; 03-08-907 y 03-21-072RM. El diseño estadístico utilizado para la distribución de los tratamientos fue el Diseño Bloque Completo al Azar, con su correspondiente análisis de varianza (ANDEVA) entre bloques y cultivares de quinua, asimismo se determinó el grado de asociación de variables determinando el coeficiente de la correlación y calculando los valores de la curva de regresión. Los resultados fueron: la muestra de quinua que presentó el mejor promedio en cuanto a diámetro de grano fue el cultivar Sayaña con un promedio 0.222825 cm, seguidos de 03-08-51 y 24(80)3 ambos con un promedio de 0.2008 cm; mientras que 03-08-907 y ECU-420 presentaron promedios de 0.178775 y

0.178175 cm respectivamente. El cultivar de quinua que presentó en producción de grano fue Sayaña (70.825 g), seguido de 03-21-079BB (33.825 g); mientras que 1(80)1 fue el que presentó el menor promedio (20.450 g). El cultivar que presentó el mejor promedio en índice de cosecha fue Sayaña (73.038), seguido de 03-21-072RM (35.838); mientras que 1(80)1 presentó el menor promedio (22.668). El mejor promedio en altura de planta fue ECU-420 (114.630 cm), seguidos de 20(80)3 y Sayaña con 95.170 y 94.380 cm respectivamente. El mejor promedio en diámetro de panoja fue Sayaña con 5.6750 cm, seguido de 24(80)3 con 4.7625 cm y entre los cultivares que presentaron los más bajos promedios fueron 03-21-079BB y 03-08-907 con 3.7375 y 3.7300 cm respectivamente. Los cultivares de quinua que obtuvieron el mejor promedio en relación panoja – tallo fueron 03-21-072RM y Sayaña con 0,64125 y 0,62275 respectivamente, y entre los que presentaron los más bajos promedios fueron 24(80)3 y 1(80)1 con 0,43350 y 0,42125; el cultivar que presentó una correlación positiva alta es 03-08-51 con $r = 0.873424$, seguida por Sayaña con una correlación positiva baja de $r = 0.559789$; mientras que con una correlación negativa fueron: Huariponcho con $r = -0.933492$, seguido por 03-08-907 con $r = -0,039971$; existiendo diferencia estadística significativa entre los diez cultivares.

ABSTRACT

The present investigation was conducted in the agricultural campaign 2002 – 2003, at the experimental field of the Center of Investigation and Production Illpa of the National University of the High Plains - Puno. The following objectives were raised a) To determine the grain yield of ten fields of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) tolerant to drought. b) To determine the harvest rate of the ten fields of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) tolerant to drought. c) To establish the behavior of the agronomical characteristics (grain diameter, plant height, panoja diameter, and the relation panoja - stern) in the ten fields of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). The method used was the selection of panoja - furrow of ten fields of quinoa, the concentration of protein was developed according to the Association of Official Analytical Chemistry (AOAC), in which the technique of semi micro Kheldahl was achieved whereas the joam one was used the determination of saponina. The experimental materials were the fields: Huariponcho; 1(80)1; 24(80)3; 03-08-51; Masal-389; ECU-420; 03-21-079BB; Sayaña; 03-08-907 and 03-21-072RM. The statistical design used for the distribution of the treatment was the complete design block at random with its corresponding variance analysis (ANDEVA) between the blocks and the fields of quinoa, also the association degree was determined by establishing the variables correlation coefficient and by calculating the values of the regression curve. The results were: the quinoa sample that presented the best average concerning the grain diameter was the field Sayaña 0,222825 cm, followed by 03-08-51 and 24 (80) 3 both with an average of 0,2008 cm; whereas 03-08-907 and ECU-420 presented 0,178775 and 0,178175 cm respectively. Sayaña presented a grain yield of (70,825 g), followed by 03-21-079BB (33,825 g);

whereas 1(80)1 presented the lowest average (20,450 g). The field that presented the best average in harvest rate was Sayaña (73,038), followed by 03-21-072RM (35,838); whereas 1(80)1 presented the lowest average (22,668). The best average in plant height was ECU-420 (114,630 cm), followed by 20 (80) 3 and Sayaña with 95,170 and 94,380 cm respectively. The best average in panoja diameter was Sayaña with 5,6750 cm, followed by 24(80)3 with 4,7625 cm and the fields with the lowest averages were 03-21-079BB and 03-08-907 with 3,7375 and 3,7300 cm respectively. The fields quinua with the best average in the relation panoja - stern were 03-21-072RM and Sayaña with 0,64125 and 0,62275 respectively. The ones with the lowest averages were 24 (80) 3 and 1(80)1 with 0,43350 and 0,42125; the field which presented a high positive correlation is 03-08-51 with $r = 0,873424$, followed by Sayaña with a low positive correlation of $r = 0,559789$; whereas the ones with a negative correlation were: Huariponcho with $r = -0,933492$, followed by 03-08-907 with $r = -0,039971$; there was a significant statistical difference between the ten fields.

I. INTRODUCCIÓN

La población mundial cuenta con más de 6,557'921,022 de habitantes, estimándose que en el año 2050 habrá nueve mil millones de habitantes (IPC, 2006); de éstos el Perú en la actualidad está conformado de 27'219,264 habitantes, según cifras del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2006), y se prevé que en el 2015 seremos 31'865,000 habitantes (Arnillas, *et al.*, 2000), mientras que en el 2025 se espera contar con una población media de 35'518,200 de habitantes (INEI, 2006).

El problema de la alimentación y el hambre tienen alcance mundial, en plena era de la biotecnología, cientos de millones de personas sufren en la actualidad la muerte lenta por desnutrición, problema permanente que cada vez se agudiza más.

El crecimiento de la agricultura en nuestro país no es suficiente para satisfacer las necesidades alimentarias de su creciente población, por lo que, para continuar produciendo alimentos en forma sostenible, se hace necesario encontrar tecnologías apropiadas que permitan el desarrollo de nuevos sistemas que mejoren el uso de los recursos naturales.

Una de las maneras de contrarrestar mínimamente los problemas que aquejan a esta parte de la humanidad, sería la divulgación de los resultados de investigación obtenidos en cultivos andinos, como es la quinua, donde se obtuvo cultivares de quinua con tolerancia a la sequía y se pueden ser sembradas en lugares con escasa precipitación pluvial.

La quinua tiene un gran potencial para el mercado interno y externo, por la alta calidad proteica de su grano, como por su alto nivel de tolerancia a condiciones adversas como son: Sequía, heladas y suelos salinos. Durante los últimos años el interés por la quinua a aumentado y hoy en día se cultiva quinua fuera de su zona de origen, en América del Norte, Colombia, Chile, Argentina y diferentes países de Europa (Danielsen & Ames, 2000).

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una especie nativa de la zona andina de Sudamérica, considerada como uno de los ocho grandes centros de origen de especies cultivadas (Gandarillas, 2001).

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), es un recurso fitogenético muy importante en la evolución socio económica del agricultor andino (Mujica, *et al.*, 1999) cultivado desde épocas remotas por ser una de las principales fuentes de proteína con presencia de aminoácidos esenciales balanceados (isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triftofano y valina); sin embargo el promedio de rendimiento en el departamento de Puno, sigue siendo muy baja de 833 kg ha⁻¹ (Tapia, 1976), entre un rango de 450 a 1200 kg ha⁻¹ según la tecnología utilizada (Valdivia, *et al.*, 1997), en comparación con el rendimiento nacional de 1000 kg ha⁻¹ (Tapia, 1976) y de 17 000 t año⁻¹ (Valdivia, *et al.*, 1997). Los mismos que son insuficientes para cubrir la demanda poblacional la cual crece cada vez mayor. Estos bajos rendimientos se deben principalmente a los factores abióticos externos que revisten gran importancia en el proceso de producción de la quinua, puesto que en muchos casos son determinantes para la obtención de buenas cosechas, por ello su

estudio, identificación de sus mecanismos y mejoramiento para obtener resistencia son fundamentales (Cuba, 2001).

Es en esta realidad que se pone a prueba la capacidad de innovación y cambio a nivel de los actores de la investigación y productores, para responder con eficiencia y calidad a las exigencias de los mercados regionales, nacionales y extranjeros.

Por tal razón planteamos la siguiente interrogante ¿cuáles serán los cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) previamente seleccionadas, con características agronómicas y morfológicas uniformes, obtenidas mediante la selección panoja - surco, para su lanzamiento como nuevas líneas que superen a las que actualmente disponemos?

Los pobladores de generaciones milenarias de la región andina han logrado seleccionar a la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), superando los diferentes factores adversos como son: Sequías, heladas, ataque de plagas, entre otros, los mismos que disminuyen la posibilidad de obtener rendimientos competitivos de este cultivo andino.

En ese sentido, urge la necesidad de obtener cultivares de quinua que muestren tolerancia a los factores abióticos adversos, como es la sequía debido a que presentan modificaciones morfológicas, fisiológicas, anatómicas, fenológicas y bioquímicas, que permitan obtener rendimientos económicamente aceptables y satisfagan las demandas de los productores de quinua, asimismo con características agronómicas deseables, desde el punto de vista morfológico y fenológico se efectuó una selección de 10 cultivares de quinua,

mediante la técnica panoja – surco, de tal manera que estas muestren la uniformidad en las características agronómicas, tales como: diámetro de grano, altura de planta, diámetro de panoja, entre otros; Para continuar con la cosecha mecanizada, para facilitar su cultivo extensivo. Los objetivos planteados fueron:

Objetivo General

Evaluar las características agronómicas de diez cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) tolerantes a sequía, por el método panoja - surco.

Objetivos Específicos

- a. Determinar el rendimiento de grano de diez cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) tolerantes a sequía.
- b. Determinar el índice de cosecha de diez cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) tolerantes a sequía.
- c. Determinar el comportamiento de las características agronómicas (diámetro de grano, altura de planta, diámetro de panoja y relación panoja – tallo) en diez cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.).

I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2. ANTECEDENTES.

2.1 Antecedentes en cultivares de quinua precedentes a la investigación. Los cultivares fueron previamente seleccionados, durante las campañas 1995 – 2003, por los investigadores: Vásquez (1995); Aguilar (1996); Quispe (1998); Cutipa (2001), Huanca (1998); Ccaso (1999); Cárdenas (1999); Parizaca (2000), Cuba (2001) y Larico (2003) trabajaron con los cultivares motivo del presente estudio como: (Huariponcho, 1(80)1, 24(80)3, 03-08-51, Masal-389, ECU-420, 03-21-079BB, Sayaña, 03-08-907 y 03-21-072RM), en las localidades de Chucuito, Camacani, Illpa, Mañazo y Pichacani, que a continuación se indican:

Vásquez (1995), en Chucuito en condiciones en el Centro de Capacitación del Gobierno Regional, efectuó la prueba experimental de ciento cincuenta cultivares de quinua, obteniendo de ellos cuarenta genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) resistentes al déficit hídrico en cuatro fases fenológicas, la misma que fuera retomada y mejorada por Mujica (1996).

Quispe (1998), efectuó la evaluación y validación de sesenta genotipos de quinua promisorios en rendimiento para la zona agroecológica Suni Alta, durante la campaña agrícola 1996/1997, en la localidad de Mañazo, provenientes de los Bancos de Germoplasma del INIA-Puno de Perú, IBTA de Bolivia y el INIAP del Ecuador (20 genotipos por país), que se indican en detalle en el Anexo 2. Sin embargo las líneas que sobresalieron en esa ocasión fueron: Masal - 389, en altura de planta con 70.67 cm, y 24(80)1 y en cuanto a rendimiento el genotipo 03-08-907.

Huanca (1998), desarrolló el experimento en el Centro de Investigación y Producción ILLPA - UNA - Puno, durante la campaña agrícola 1996/1997, en sesenta genotipos provenientes de Perú, Bolivia y Ecuador (Veinte genotipos por país), que se indican en detalle en el Anexo 3.

Parizaca (2000) efectuó la evaluación de catorce cultivares promisorios de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en los diez cultivares motivo del presente estudio (Anexo 6), durante la campaña agrícola del año 1999/2000, en el Campo Experimental del Centro de Investigación y Producción Illpa, habiéndose evaluado las características: altura de planta, masa fresca, biomasa seca y área floral, índice de cosecha, entre otros.

Larico (2003), trabajó durante dos campañas agrícolas 1999/2000 y 2000/2001, en la Comunidad Campesina de Anccaca (Pichacani) en treinta cultivares de quinua, con características de resistencia a sequía y heladas, procedentes de Bolivia (12), Ecuador (2), Holanda (1) y Perú (15), entre las que se encuentran los cultivares motivo del presente trabajo (Anexo 7).

Cutipa (2001) realizó la evaluación de veinticinco cultivares de quinua procedentes de Perú (Once cultivares), Bolivia (Ocho cultivares) y el Ecuador (Seis cultivares), durante la campaña agrícola 1997/1998, en las localidades de Camacani (Zona circunlacustre), Illpa (Zona Suni baja) y Mañazo (Suni alta), que se indican en detalle en el Anexo 4. Los cultivares que resaltaron son: ECU-420, altura de planta con 128 cm, y Sayaña en rendimiento de grano $4\ 594\ \text{kg ha}^{-1}$, seguidos de 03-21-72RM, 1(80)1 y Masal-389.

Ccaso (1999) condujo el trabajo de "Selección de cultivares rendidores de quinua en dos zonas agroecológicas", durante la campaña agrícola 1998/1999 en las localidades de Camacani y Illpa, en veinte variedades peruanas (Seis genotipos), bolivianas (Cinco genotipos) ecuatorianas (Tres genotipos) y europeas (Seis genotipos); (Anexo 5).

Cuba (2002) realizó la evaluación de diez cultivares seleccionados de quinua procedentes de Perú (Cinco cultivares: 03-08-51, 03-21-079BB, 03-08-907, 03-21-072RM y Huariponcho), Bolivia (Tres cultivares: 24(80)3, 1(80)1 y Sayaña) y del Ecuador (Dos cultivares: ECU-420 y Masal 389), durante la campaña agrícola 2001/2002, en Centro de Investigación y Producción Illpa. Evaluándose los siguientes parámetros: altura de planta, longitud de panoja, diámetro de panoja, peso de grano por panoja y tamaño de grano por panoja.

2. 2 Cultivares en Estudio.

A continuación se detallan las características de cada una de los cultivares en estudio, descritos por Ccaso (1999) y Cuba (2002).

2.2.1 Huariponcho. Seleccionado por su buen rendimiento de grano con $4\ 288\ \text{kg ha}^{-1}$ y alto índice de cosecha de 0.7; son plantas que crecen en lugares fríos a campo abierto, su altura no sobrepasa 100 cm, panojas de coloración anaranjada, lo mismo que el tallo. Es tolerante a las heladas y tiene un contenido de saponina superior a la Witulla, es precoz, siendo su período vegetativo de 5.5 meses.

2.2.2 1(80)1. Procedente de Bolivia, seleccionado por su altura de planta y alto índice de cosecha (68 a 89 cm), son plantas de color marfil claro. Grano de color blanco, con altura que varía de 68 a 108.5 cm; biomasa fresca que varía de 22 a 104 g planta⁻¹, materia seca de 5 a 24 g planta⁻¹, rendimiento de 1 380 a 4 100 kg ha⁻¹ y un índice de cosecha que va de 0.17 a 0.24.

2.2.3 24(80)3. Procedente de Bolivia, tiene planta de color marfil, grano de color blanco, altura de planta que varía entre 75 a 104.3 cm, seleccionado por su alto rendimiento de biomasa verde de 29 a 108 g planta⁻¹; Biomasa seca 6 a 24 g/planta, rendimiento de grano de 1 270 a 4 490 kg ha⁻¹ y un índice de cosecha de 0.14 a 0.31.

2.2.4 03-08-51. Recolectado en el departamento de Puno - Perú, seleccionado por su tamaño (90 - 110 cm) y su buen rendimiento de grano que va de 1 500 a 4 800 kg ha⁻¹, planta de color rosada, grano de color blanco pajizo, biomasa fresca de 22 a 117 g planta⁻¹, biomasa seca de 8 a 25 g planta⁻¹ y un índice de cosecha de 0.13 a 0.44.

2.2.5 Masal-389. De procedencia ecuatoriana, seleccionado como promisorio en rendimiento de materia verde, materia seca, gran desarrollo foliar y buen rendimiento de grano; son plantas de color marfil claro, grano de color blanco, con altura que varía de 78 a 115.3 cm de biomasa fresca que varía de 37 a 130 g planta⁻¹ y materia seca de 8 a 27 g planta⁻¹, rendimientos que pueden alcanzar hasta 4 200 kg ha⁻¹ en Puno - Perú y un índice de cosecha que va de 0.08 a 0.39.

2.2.6 ECU-420. De procedencia ecuatoriana, seleccionado por su gran tamaño y buen rendimiento de materia verde y desarrollo foliar, son de color rojo, grano de color blanco, con altura que va de 86 a 123 cm en biomasa fresca que varía de 53 a 112 g planta⁻¹, materia seca de 12 a 23 g planta⁻¹ área foliar superior a 400 cm planta⁻¹, rendimientos que pueden alcanzar de 1 140 a 2 800 kg ha⁻¹ y un índice de cosecha que va de 0.07 a 0.19.

2.2.7 03-21-079BB. Seleccionado en el altiplano peruano por su alto rendimiento de grano, son de color marfil claro, grano de color blanco, con altura de 67 a 91 cm, biomasa fresca que varía de 23 a 120 g/planta, materia seca de 5 a 46 g planta⁻¹, rendimientos que pueden alcanzar de 1 450 a 4 700 kg ha⁻¹ y un índice de cosecha que va de 0.17 a 0.49.

2.2.8 Sayaña. De procedencia Boliviana, color de planta marfil claro, grano de color blanco, con altura de planta que varía entre 80 a 101.3 cm; seleccionado por su buena adaptabilidad a diferentes condiciones del altiplano y por su alto rendimiento de biomasa verde de 100 a 150 g planta⁻¹; biomasa seca de 27 a 32 g planta⁻¹ y rendimiento de grano que puede alcanzar hasta 4 200 kg ha⁻¹ y un índice de cosecha de 0.13 a 0.44 (Cuba, 2002). Sayaña, es obtenida en 1992, producto de la cruce de Sajama x Ayara, de crecimiento erecto, semi-precoz, con una altura de planta de 1.10 m, de color de planta púrpura, a la madurez la panoja se torna de color Anaranjado, con panoja glomerulada, grano de color amarillo pálido de tamaño grande, sin

saponina, con rendimientos de 1950 kg ha⁻¹, tolerante a las heladas y medianamente al ataque de mildiu (Mujica, *et al.*, 2001).

2.2.9 03-08-907. Recolectada en el altiplano peruano y seleccionado por su buen rendimiento de grano y buena longitud de panoja, son plantas de color marfil claro, grano de color blanco, con altura de planta de 71 a 118.4 cm; biomasa fresca que varía de 26 a 115 g planta⁻¹, materia seca de 6 a 24 g planta⁻¹, rendimiento que puede alcanzar de 1 190 a 4 900 kg ha⁻¹ y un índice de cosecha de que va de 0.10 a 0.47.

2.2.10 03-21-072RM. Seleccionada en el altiplano peruano, por su alto rendimiento de grano e índice de cosecha, tiene planta de color rosado, grano de color blanco, altura de planta que varía entre 81 a 103.5 cm, biomasa fresca de 33 a 117 g planta⁻¹; biomasa seca de 7 a 25 g planta⁻¹ y rendimiento de grano de 1 460 a 4 300 kg ha⁻¹ y un IC de 0.15 a 0.44.

2.3 Resultados de las investigaciones previas, al presente estudio.

Quispe (1998), reporta que el cultivar de quinua, que alcanzó el mayor desarrollo en altura de planta en el estado fenológico de grano pastoso (61.891 cm), los genotipos procedentes del Ecuador tienen valores más altos en altura de planta (ECU-405, ECU-504 y Masal-389 con 71.6; 71 y 70.67 cm respectivamente), peso seco del tallo (9 genotipos con pesos entre 5.77 a 4.85 g planta⁻¹). En el estado fenológico grano pastoso se alcanzó el mayor peso de tallo seco, con promedio de 7,33 g planta⁻¹,

seguido por la floración. El grupo de mayor peso seco de tallo comprende a los genotipos ECU-525, ECU-5242E, ECU-508, 03-08-864, ECU-527, 44(80)1, 1(80)1, ECU-405 e Ingapirca; con promedios entre 5.77 a 4.85 g planta⁻¹.

Ccaso (1999), con respecto a la altura de plantas de quinua, los siguientes cultivares: 03-21-072RM con 112.75 cm, 03-21-079BB con 103.05 cm, 1(80)1 con 102.82 cm, 20(80)3 con 111.70 cm, ECU-420 con 123.60 cm, Masal-389 con 113.52 cm, 03-08-51 con 108.48 cm, 03-08-907 con 106.67 cm y Sayaña con 102.92 cm; con respecto a la longitud de panoja, reporta: 03-21-072RM con 33.33 cm, 03-21-079BB con 34.28 cm, 1(80)1 con 32.60 cm, 20(80)3 con 34.10 cm, ECU-420 con 37.45 cm, Masal-389 con 34.20 cm, 03-08-51 con 35.65 cm, 03-08-907 con 34.36 cm y Sayaña con 35.43 cm; en cuanto a rendimiento de grano, reporta, que los cultivares 03-21-072RM, 03-21-079BB, 03-08-51 y 03-08-907 presentan un rendimiento mayor a 1 200 g m⁻² (6 t ha⁻¹) y los cultivares ECU-420 y Masal-389 presentan un rendimiento mayor a 1 000 g m⁻² (5 t ha⁻¹); en cuanto al índice de cosecha, reporta en Illpa: 03-21-072RM con 0.43, 03-21-079BB con 0.49, 1(80)1 con 0.38, 20(80)3 con 0.41, ECU-420 con 0.18, Masal-389 con 0.39, 03-08-51 con 0.44, 03-08-907 con 0.47 y Sayaña con 0.42; y entre las correlaciones, reporta asociaciones significativas entre rendimiento de grano y altura de planta ($r = 0.716$), rendimiento de grano y longitud de panoja ($r = 0.744$) y rendimiento de grano y rendimiento de broza ($r = 0.783$).

Larico (2003), obtuvo los siguientes índices de cosecha: Para Sayaña 52.01 %; para 03-08-51 57.77 %; para 03-21-079BB 43.81 %; para 03-08-907 52.18 %; para 03-21-072RM 48.25 %; para ECU-420 29.32 %; para Masal-389 31.46 %; para 24(80)3 32.53; para 1(80)1 con 36.76 % y para Huariponcho 51.30 %.

Cutipa (2001), reporta las alturas de planta de los cultivares: 03-21-079BB con 88.556 cm, 1(80)1 con 95 cm, 24(80)3 con 95.778 cm, ECU-420 con 128.167 cm, Masal-389 con 99.056 cm, 03-08-51 con 89.833 cm, 03-08-907 con 95.833 cm y Sayaña con 86.722 cm; en cuanto a longitud de panoja, reporta: 03-21-079BB con 28.667 cm, 1(80)1 con 27.50 cm, 24(80)3 con 29.917 cm, ECU-420 con 44.667 cm, Masal-389 con 30.333 cm, 03-08-51 con 29.50 cm, 03-08-907 con 30.417 cm y Sayaña con 27.917 cm; en cuanto a rendimiento de grano, 03-21-072RM con 3,8864 t ha⁻¹, 03-21-079BB con 3,4814 t ha⁻¹, 1(80)1 con 3,88461 t ha⁻¹, 24(80)3 con 3,6744 t ha⁻¹, ECU-420 con 2,23622 t ha⁻¹, Masal-389 con 3683.785 t ha⁻¹, 03-08-51 con 3264.345 t ha⁻¹, 03-08-907 con 3.624.91 t ha⁻¹ y Sayaña con 4,59459 t ha⁻¹; y entre los índices de cosecha, reporta: 03-21-072RM con 0.1457, 03-21-079BB con 0.138, 1(80)1 con 0.1526, 24(80)3 con 0.1461, ECU-420 con 0.0537, Masal-389 con 0.1236, 03-08-51 con 0.1272, 03-08-907 con 0.1398 y Sayaña con 0.1655.

Ortiz (2001), estudió las alturas de planta de los siguientes cultivares: para 03-21-072RM con 1.0061 m y para 03-21-079BB con 0.9042 m; en cuanto a la longitud de panoja: para 03-21-072RM con 0.3149 m y 03-21-079BB con 0.2915 m; en cuanto al rendimiento de grano por planta: para 03-21-072RM

con 143.022 g y para 03-21-079BB con 117.661 g; y para el rendimiento de grano: 03-21-072RM con 1 946 kg ha⁻¹ y 03-21-079BB con 1 754 kg ha⁻¹.

Quispe (1998), reporta las alturas de planta de los siguientes cultivares de quinua: 03-21-079BB con 46.164 cm, 1(80)1 con 45.273 cm, 24(80)3 con 44.345 cm, ECU-420 con 38.550 cm, Masal-389 con 49.836 cm, 03-08-51 con 46.545 cm, 03-08-907 con 41.727 cm y 03-21-072RM con 49.091 cm; en cuanto a la longitud de panoja, reporta: 03-21-079BB con 23.133 cm, 1(80)1 con 23.133 cm, 24(80)3 con 20.867 cm, Masal-389 con 22.067 cm, 03-08-51 con 21.00 cm, 03-08-907 con 20.20 cm y 03-21-072RM con 21.467 cm; en cuanto al diámetro de panoja, reporta: 03-21-079BB con 4.293 cm, 1(80)1 con 4.260 cm, 24(80)3 con 3.790 cm, Masal-389 con 4.147 cm, 03-08-51 con 3.913 cm, 03-08-907 con 3.767 cm y 03-21-072RM con 4.030 cm; y en cuanto a rendimiento de grano: 03-21-079BB con 525.08 kg parcela⁻¹, 1(80)1 con 319.56 kg parcela⁻¹, 24(80)3 con 83.25 kg parcela⁻¹, Masal-389 con 44.84 kg parcela⁻¹, 03-08-51 con 638.08 kg parcela⁻¹, 03-08-907 con 344.81 kg parcela⁻¹ y 03-21-072RM con 629.21 kg parcela⁻¹.

2.4. LA QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.)

2.4.1 Descripción Botánica

La quinua como una planta herbácea, anual, erguida de hábito, de color verdoso hasta púrpura (Cornejo, 1976); la quinua es una planta anual, de tamaño muy variable, puede medir desde 1 a 3.5 m de altura, según los ecotipos, las razas, el medio ecológico donde se cultiva. La raíz es

axonomorfa, llegando a tener una profundidad de 0.5 a 2.8 m según el ecotipo, la profundidad del suelo y la altura de planta (Lescano, 1994).

El tallo es cilíndrica cerca de la raíz, transformándose en angular a la altura donde nacen las ramas y hojas. La corteza del tallo está endurecida, mientras la médula es suave cuando las plantas son tiernas y textura esponjosa cuando maduran (Cornejo, 1976; Lescano, 1994).

Hojas son alternas, pecioladas, de carácter polimórfico en una sola planta, las hojas basales son romboidales, sinuosas – dentadas, raramente lobuladas; mientras las hojas superiores generalmente alrededor de la inflorescencia son lanceoladas, irregularmente dentadas o casi enteras (Nelson, 1968 y Cornejo, 1976).

A la inflorescencia se le denomina panoja, por tener un eje principal más desarrollado, del cual se originan ejes secundarios según el tipo de panoja y éstas varían de glomeruladas hasta amarantiformes (Nelson, 1968).

Las flores son muy pequeñas, en la misma inflorescencia se pueden presentar flores hermafroditas generalmente terminales y flores femeninas o pistiladas (Nelson, 1968). El perigonio tiene 2.8 a 3.0 mm de diámetro, con cinco lóbulos persistentes, involutos, carinados y papilosos en el dorso con 1.2 a 2.0 mm de largo; tiene cinco estambres opuestos a los lóbulos del perigonio de 1.8 a 2-5 mm de longitud (Cornejo, 1976).

El fruto es un aquenio, de forma aplanada y de color blanco amarillento; el perigonio cubre una sola semilla y se desprende con facilidad al frotarlo. A

su vez, la semilla envuelta por un episperma casi adherido mide de 1.5 a 2.5 mm de diámetro y el embrión es anular (Nelson, 1968; Cornejo, 1976).

El color del grano obedece a la combinación del pericarpio y del endosperma; en la mayoría de los granos el endosperma es blanco y se puede clasificar en formas: cónicas, cilíndricas y elípticas. Por el tamaño en: grandes con más de 2.2 mm, medianas de 1.8 a 2.1 y pequeños menores a 1.8 mm de diámetro (Fernández, *et al.*, 1976).

La variación de caracteres cuantitativos de formas silvestres y cultivadas es muy amplia. Así el diámetro de semilla es de 1.0 a 2.2 mm, la longitud de panoja de 5 a 50 cm, la altura de planta de 0.2 a 2.0 m en quinuas del altiplano. La importancia de estos caracteres está en que la mayoría influyen en el rendimiento y en la forma de cosecha dificultan la cosecha mecanizada (Aguilar, 1996).

Las características botánicas como: mayor altura de planta, longitud y ancho de panoja no siempre determinan mayor rendimiento de grano, mas bien está influenciado directamente por el ancho de glomérulos y el grado de compactibilidad de panoja (Rea, 1977).

El tamaño de las raíces en su longitud, la variedad Sajama con 10 cm de profundidad tiene la dificultad de mantenerse erectas en el momento de la maduración por el peso que adquiere la panoja. Las de tamaño intermedio como las variedades Blanca de Juli con 14 cm y Kancolla con 13 cm de profundidad tienen mayor estabilidad; en cambio las Ayaras son quinuas silvestres de mayor longitud de raíces con 18 cm (Canahua, 1977).

2.4.2 Ubicación Taxonómica

La quinua fue descrita por Carl Ludwig von Willdenow en su obra “Especies Plantarum” en 1789 (Valdivia *et al.*, 1997) y actualmente según la International Organization for Plant Information (2006) y el Grupo de Filogenia de Angiospermas (Sistema APG II, 2003), la ubicación taxonómica es:

DOMINIO: Eucaryota

REINO: Metaphyta = Plantae

Sub reino: Cormobionta

DIVISIÓN: Angiospermae Magnoliophyta

Clase: Dicotiledónea Magnoliopsida

Sub clase: Caryophyllidae

ORDEN: Caryophyllales Perleb (1826)

FAMILIA: Amaranthaceae Juss. (1789)

Sub familia: Chenopodioideae

Género: *Chenopodium*

Sección: Chenopodia

Sub sección: Cellulata

Especie: *Chenopodium quinoa* Willdenow, 1789.

2.4.3. Fenología de la quinua.

Son los cambios morfológicos externos visibles que sufre la planta durante el proceso de desarrollo de la planta (Mujica, *et al.*, 2001), donde, el ambiente operacional o microclima, condiciones edafológicas y biológicas cercanas a la zona donde la planta crece y se desarrolla (Salisbury & Ross, 1994). El conocimiento y seguimiento de la fenología del cultivo, es muy importante

para programar labores culturales, riegos, control de plagas y enfermedades, pronósticos de cosechas (Mujica, *et al.*, 2000).

a) Emergencia. La plántula sale del suelo y tiene las hojas cotiledonales. Ocurre entre los siete a diez días de la siembra. Fase susceptible al ataque de aves por la succulencia de los cotiledones.

b) Dos hojas verdaderas. Fuera de las hojas cotiledonales de forma lanceolada, aparecen dos hojas verdaderas extendidas de forma romboidal y se encuentra en botón el siguiente par de hojas, ocurre a los 15 a 20 días después de la siembra.

c) Cuatro hojas verdaderas. Se observa dos pares de hojas verdaderas extendidas y aún están presentes las hojas cotiledonales de color verde, encontrándose en botón foliar las hojas del ápice en inicio de formación de botones en la axila del primer par de hojas; ocurre de 25 a 30 días después de la siembra, en esta fase la plántula muestra buena resistencia al frío y sequía.

d) Seis hojas verdaderas. En la fase se observa tres pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas cotiledonales se tornan de color amarillento. Ocurre a los 35 a 45 días de la siembra, el ápice vegetativo es protegido por las hojas más adultas, especialmente cuando la planta está sometida a bajas temperaturas y estrés por déficit hídrico o salino.

e) Ramificación. Se observa ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo, las hojas cotiledonales se caen y dejan cicatrices en el tallo. La fase ocurre a los 45 a 50 días de la siembra, en esta fase la parte más sensible a las bajas temperaturas y

heladas no es el ápice sino por debajo de este, las temperaturas bajas producen el "colgado" de ápice.

f) Inicio de panojamiento. La inflorescencia va emergiendo del ápice de la planta, observándose alrededor aglomeración de hojas pequeñas, las cuales van cubriendo a la panoja en sus tres cuartas partes. Ocurre entre los 55 a 60 días de la siembra.

g) Panojamiento. La inflorescencia sobresale por encima de las hojas y se nota los glomérulos, en los glomérulos se observa la base de los botones florales individualizados. Esta fase ocurre de los 65 a 70 días después de la siembra.

h) Inicio de floración. Es cuando la flor hermafrodita apical se abre mostrando los estambres separados, ocurre de los 75 a 80 días de la siembra, esta fase es bastante sensible a la sequía y helada; se puede notar en los glomérulos las anteras protegidas por el perigonio de un color verde limón.

i) Floración o antesis. Es cuando el 50 % de las flores de la inflorescencia se encuentran abiertas y ocurre de los 90 a 100 días después de la siembra. Esta fase es muy sensible a las heladas, pudiendo resistir sólo hasta $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, debe observarse la floración a medio día, ya que en horas de la mañana y al atardecer se encuentran cerradas, así mismo la planta comienza a eliminar las hojas inferiores que son menos activas fotosintéticamente, se a observado que en esta etapa cuando se presentan altas temperaturas que superan los $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ se produce aborto de las flores, sobre todo en invernaderos o zonas desérticas calurosas.

j) Grano lechoso. El estado de grano lechoso es cuando los frutos que se encuentran en los glomérulos de la panoja, al ser presionados explotan y dejan salir un líquido lechoso, lo que ocurre de los 100 a 130 días de la siembra, en esta fase el déficit hídrico es sumamente perjudicial para el rendimiento, disminuyéndolo drásticamente.

k) Grano pastoso. El estado de grano pastoso es cuando los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blando, lo que ocurre de los 130 a 160 días de la siembra, en esta fase el ataque de la segunda generación de qhona qhona (*Eurysacca quinoa* Povolny, 1997) causa daños considerables al cultivo formando nidos y consumiendo el grano.

l) Madurez fisiológica. Es cuando el grano formado al ser presionado por las uñas, presenta resistencia a la penetración, ocurre de los 160 a 180 días después de la siembra, el contenido de humedad de grano varía de 14 a 16 %, el lapso comprendido entre la floración y la madurez fisiológica viene a contribuir el período de llenado de grano, así mismo en esta etapa ocurre amarillamiento completo de la planta y una gran defoliación.

2.4.4 Mejoramiento genético.

El mejoramiento genético de plantas tiene por finalidad la obtención de variedades con características de mayor rendimiento, mayor calidad comercial y nutritiva, mayor resistencia a factores abióticos y bióticos adversos al cultivo. En otras palabras, el mejoramiento genético de la quinua tiene por finalidad la generación de variedades más eficientes para producir productos

aprovechables para el hombre como alimento, como materias primas para la industria, con forraje para animales domésticos, etc. (Cuba, 2002).

Como no hay mecanismos para aumentar la precipitación, las únicas soluciones posibles son recurrir a procedimientos que incrementen la disponibilidad de agua en el suelo o desarrollar variedades de cultivos que puedan tolerar o evitar con mayor eficiencia los periodos de sequía; a pesar que no es posible obtener inmunidad biológica contra los efectos de la sequía, para esto es conveniente conocer el ambiente (Lescano, 1994).

2.4.5 Mejoramiento genético de la quinua.

2.4.5.1 Objetivos del mejoramiento.

Los objetivos de mejoramiento son los que generalmente planteados para cualquier otro cultivo principalmente aquellos de grano. Gandarillas (1979), señala que los objetivos del mejoramiento son el rendimiento, grano grande, libre de saponina, buena calidad culinaria, tallo erecto, panoja definida y resistente a enfermedades. En resumen los objetivos del mejoramiento están orientados a la obtención de variedades de mayor rendimiento, mayor calidad comercial del producto, resistencia a factores adversos de tipo biótico y abiótico, además de otros considerados secundarios pero que pueden ser de utilidad para los propósitos de identificación y manejo de las variedades (Cuba, 2002).

2.4.5.2 Métodos de mejoramiento.

Por tratarse de una especie autógama con polinización cruzada frecuente los métodos de mejoramiento aplicables para la quinua son

aquellos desarrollados para las autogamas de grano, especialmente los recomendados para el arroz y el sorgo, así que los métodos de mejoramiento para la quinua han sido derivados de los métodos desarrollados para dichos cereales. La elección del método de mejoramiento para la quinua dependerá de los objetivos del mejoramiento, las características del material de partida, de los recursos disponibles, el conocimiento de las técnicas de mejoramiento, etc. (Gandarillas, 1979).

a. Introducción. La introducción de especies vegetales de una zona a otra es un método de mejoramiento, su aplicación resulta muy económica, puesto que se trata de un proceso que utiliza material generado en otra zona (Lescano, 1994).

b. La hibridación. El método de mejoramiento consiste en la combinación de caracteres favorables presentes en variedades o accesiones diferentes con la finalidad de combinarlos en el híbrido y posteriormente a partir de la F₂ aplicar los métodos apropiados de selección para concentrar los caracteres favorables dispersos entre las accesiones en unas pocas líneas y/o variedades (Cuba, 2002).

El propósito principal de la hibridación es la generación de variabilidad mediante la combinación de caracteres presentes en progenitores diferentes, siendo máxima la variabilidad en la segunda generación filial o F₂. Una vez lograda la población segregante F₂, se puede elegir el método de selección más apropiado, esto dependerá de las

posibilidades técnicas, talentos humanos y recursos económicos disponibles y de la urgencia de obtener la variedad (Cuba, 2002).

c. Selección Masal. Este método ha sido adoptado para aprovechar la variabilidad natural existente en las variedades nativas y para purificar las variedades mezcladas mecánica o genéticamente. La selección consiste en seleccionar plantas sobresalientes, trillarlas juntas y sembrar en una parcela relativamente grande para obtener las progenies de las plantas seleccionadas, donde se pueda aplicar el mismo método hasta conseguir las características de homogeneidad del material, esta selección permite purificar las variedades sin perder mucho la base genética de la variedad original (Cuba, 2002).

d. Selección individual. El procedimiento consiste en la identificación de plantas sobresalientes, la cosecha de las plantas marcadas y la trilla individual de las mismas y se depositan en bolsas de papel individuales, posteriormente la semilla de las plantas seleccionadas se prepara para la siembra asumiendo que cada sobre ira a surcos simples o múltiples por unidad seleccionada. Cuando la semilla va a surco simple se tendrá tantos surcos como plantas seleccionadas en la gestión anterior, en cambio cuando va a surcos múltiples, el número de surcos será múltiplo de las selecciones practicadas en la campaña agrícola, esta tiene por finalidad mantener la individualidad de las unidades seleccionadas en todos los ciclos en que se practica la selección (Cuba, 2002).

e. Selección panoja – surco. Se basa en aprovechar la alta variabilidad de caracteres que se encuentran en las parcelas de los

productores o en los Bancos de Germoplasma (Lescano, 1994). Este método permite aprovechar la gran variabilidad que presenta la quinua sembrada en las parcelas de los agricultores andinos o en las colecciones de germoplasma existentes. Consiste en seleccionar y aislar individuos sobresalientes que serán evaluados en sus generaciones sucesivas ya que en la generalidad de los casos se observa mezclas de formas, variedades o ecotipos de quinua en campo de agricultores lo que facilita la selección, pese a que cultivares genotípicamente similares varían en algunos caracteres como precocidad, tamaño de grano, altura de planta, contenido de saponina. (Mujica & Jacobsen, 1999)

Para lograr el éxito esperado con este método, es necesario fijar claramente desde un inicio, las características a mejorar, esto se facilitará haciendo uso de los descriptores botánicos y de caracterización (Lescano, 1994).

Cuando el mejoramiento está orientado a la obtención de líneas dulces, el proceso de selección para este carácter se inicia con la autofecundación, descartando toda planta amarga. Como este carácter es recesivo, no es necesario autofecundar nuevamente, pero si es necesario mantener un cierto aislamiento de otros cultivos de quinua, de tal manera evitar una posible polinización cruzada. Este aislamiento deberá ser a una distancia mínima de 100 m del lugar donde se realiza el mejoramiento (Lescano, 1994).

En principio este método fue recomendado para variedades nativas o accesiones de germoplasma (Gandarillas, 1979). Sin embargo, por su mayor precisión frente al método masal y más económico frente al método genealógico, en los últimos años, este método ha sido aplicado a las progenies segregantes, que consiste en la aplicación de los procedimientos de la selección individual con la diferencia de que cada unidad seleccionada es asignada con un número de registro para facilitar el seguimiento de las progenies y cada unidad es sembrada en uno o más surcos debidamente identificados. Las plantas seleccionadas se trillan en sobres individuales y luego se siembran en surcos individuales, dobles o múltiples. Nuevamente se repite el proceso seleccionando plantas sobresalientes entre los surcos y dentro los surcos. Este método permite el aislamiento de líneas puras después de varias generaciones de autofecundación (Mujica, *et al.*, 2001)

2.5. Resistencia a factores adversos de la quinua.

La agricultura en la región andina está expuesta a diversos factores climáticos como la sequía, frío, heladas, viento, granizo, alto contenido de sal en el suelo y erosión de los mismos, la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) especie nativa de América del Sur es considerada como un cultivo de alto nivel de resistencia a diversos factores adversos (Cuba, 2002).

2.5.1. Resistencia a sequía.

La sequía desde el punto de vista agronómico podemos definir como la falta de humedad que afecta sensiblemente al normal crecimiento y

desarrollo de la planta afectando sus principales funciones y lógicamente disminuyendo su potencial productivo o rendimiento de sus órganos, fuente principal para el uso del hombre, el cual puede ocurrir en cualquier etapa fenológica de su desarrollo, debido a este déficit de humedad las plantas reaccionan de diferente forma, para contrarrestar estos efectos normalmente ocurrirá la disminución de la producción y si este déficit es demasiado severo y la planta no cuenta con mecanismos de defensa o tolerancia, resistencia o evasión puede ocurrir la muerte paulatina e irreversible si es que este déficit es muy severo y continuo (Mujica, *et al.*, 2000). La sequía ocurre en cualquier etapa fenológica de desarrollo del cultivo, sin embargo, la quinua resiste a la sequía debido a una serie de modificaciones y mecanismos morfológicos, fisiológicos, anatómicos, fenológicos y bioquímicos, que le permiten acumular energía, nutrientes en contra del factor adverso que es la sequía y mantiene sus funciones vitales.

El efecto de la sequía depende de una serie de factores que influyen en el mayor daño o menor que puede causar a la planta, dependiendo de la intensidad y duración de la sequía. Entre los principales factores se tiene: duración de la sequía, estado de tiempo durante la sequía, genotipos, etapa fenológica en la que ocurre la sequía, pre acondicionamiento de la planta, características del suelo y diferencia de potencial hídrico del suelo, planta y atmósfera (Mujica, *et al.*, 2000).

La quinua resiste a los efectos del frío y helada, por ello, los descensos bruscos de temperatura y heladas de considerable intensidad en las

diferentes fases fenológicas afectan la producción. Sin embargo, el agricultor andino dispone de material genético adecuado y variable, así como la tecnología de defensa modificando el medio ambiente, tales como: canchas, andenes, ccochas y warus lacustres y pluviales (Mujica, *et al.*, 2000).

En diferentes genotipos de quinua, se ha observado que existe variación de tolerancia a heladas (-0.5 hasta -6.5 °C), habiéndose encontrado quinuas tolerantes, medianamente tolerantes y quinuas susceptibles. Las fases fenológicas entre seis hojas verdaderas, incluso se recuperan con facilidad después de las heladas, sin embargo, a partir del panojamiento es más sensible, siendo las fases fenológicas de floración y grano lechoso susceptibles al frío (Mujica, *et al.*, 2000).

Los mecanismos de tolerancia a la sequía están determinadas por factores fisiológicos, morfológicos, fenológicos, anatómicos y bioquímicos (Mujica, *et al.*, 2000).

La quinua es una planta resistente a la sequía, además de sobrevivir en condiciones de escasa humedad (falta de precipitación pluvial) es capaz de dar producciones de grano y materia verde para consumo humano como animal, que sean económicamente aceptables y rentables, debido a una serie de modificaciones y mecanismos que puedan ser morfológicas (menor tamaño de planta), fisiológicas (menor transpiración o cierre estomático temprano), anatómicas (menor número de tamaño de estomas, ubicación de estomas en el envés de las hojas), fenológicas

(acortamiento del periodo de floración) y bioquímicas (mayor síntesis de prolina), que le permiten acumular energía, nutrientes en contra del factor adverso que es la sequía, lo cual le permite mantener sus funciones vitales y acumular fotosintatos en sus órganos de reserva, como son los granos (Cuba, 2002).

La quinua como cultivo de años secos puede soportar alta radiación, evaporación y reducción de la humedad en suelo (Risi, 1991). La quinua muestra ser tolerante a las sequías extremas luego del establecimiento del cultivo, llegando a soportar sequías hasta de 60 días (Canahua, 1992). La quinua posee gran variabilidad genética, relacionando a varios aspectos entre los cuales señala la sequía (Mujica, 1992).

2.5.2 Principales modificaciones de la quinua para defenderse de la sequía.

Existen muy buenos indicadores, así como respuestas favorables a la falta de agua en el cultivo de la quinua (Mujica, Jacobsen & Ortiz, 1998).

a) Modificaciones morfológicas

- Menor tamaño de planta y hojas más pequeñas.
- Menor número de hojas en la planta.
- Reducción de área foliar mediante eliminación de hojas hasta su completa defoliación, disminuyendo su área de transpiración.
- Mayor concentración de cristales de oxalato de calcio alrededor de las estomas.

- La gran cantidad de cristales de oxalato de calcio sobre las hojas dan apariencia de un espejo, que refleja la radiación solar recibida, reduciéndola en forma considerable.
- Hojas con menor ángulo de inserción al tallo, reducen la intercepción de los rayos solares.
- Doblado de la planta protegiendo la panoja incluso llegar a ponerla paralela al tallo (Cuba, 2002).

b) Modificaciones fisiológicas. Reemplazo de la fotosíntesis laminar por una no laminar efectuado por la panoja y tallos cuando ocurre la defoliación.

- Movimiento nictinásticos de las hojas, produciendo decumbencia de las mismas y protección el ápice vegetativo con las hojas adultas (arrepollamiento).
- Cierre estomático prematuro en condiciones severas de déficit de humedad.
- Mayor resistencia estomática evitando la pérdida excesiva de humedad.
- Hipersensibilidad estomática a los primeros síntomas de déficit de humedad.
- Plasticidad en el desarrollo, muestra ritmos variables de crecimiento, crece cuando hay humedad y deja de crecer durante el déficit.
- Pronta recuperación después de un periodo de sequía.

- Mayor tolerancia a la desecación y deshidratación de los tejidos durante la sequía.
- Mayor tolerancia al calor, evitando escaldaduras y quemaduras de las hojas por los pigmentos de betacianina que posee.
- Muestra asincrónica en la floración de la panoja, una parte de las flores en los glomérulos están en pre antesis, las otras en antesis y las demás en formación o llenado de grano, lo que permite asegurar la producción de semilla, en una eventual sequía en dicha etapa fenológica.
- Germinación de las semillas a altas presiones osmóticas, lo que permite germinar en condiciones de escasa humedad, lo cual se puede comprobar al observar la germinación del grano en la propia panoja cuando existe humedad.
- Baja tasa de transpiración, o se transpira poco cuando hay déficit de humedad.
- Pronta recuperación de tejidos y clorofila al rehidratarse la planta.
- Mayor retención de humedad atmosférica de hojas por la presencia de cristales de oxalato de calcio que son higroscópicos.
- Mayor elasticidad de la membrana celular lo que permite no colapsar durante los déficit severos de humedad.
- Ajuste osmótico, por lo cual mantiene la turgencia y por ende las principales funciones vitales, a pesar de la reducción del potencial hídrico, debido a la acumulación activa de solutos en respuesta al déficit de humedad.

- Mayor tasa de absorción de agua cuando existe déficit de humedad.
- Presencia de resistencia filogenético a la sequía, puesto que en la variabilidad del germoplasma podemos encontrar acciones pertenecientes a diferentes especies o ecotipos con diferente grado de tolerancia a la sequía que nos permite utilizar estos genes para mejorar desde el punto de vista de la resistencia a este factor adverso (Cuba, 2002).

c) Modificaciones anatómicas. Mayor desarrollo radicular, aumentando la densidad y profundidad de las raíces, permitiendo una mejor exploración del suelo en busca de agua. Menor tamaño de los estomas, mayor número de estomas en el envés de las hojas, y mayor desarrollo del parénquima de empalizada y menor de esponjosa en las hojas (Cuba, 2002).

d) Modificaciones fenológicas. Pronto desarrollo radicular en las primeras etapas del crecimiento, aumentando la densidad y profundidad de las raíces para alcanzar la humedad a mayor profundidad y en zonas aledañas.

- Madurez prematura, aumentando su precocidad.
- Desarrollo fenológico rápido, acortando alguna etapa fenológica para asegurar la producción debido al déficit de humedad.
- Acortamiento del periodo de floración cuando la sequía ocurre en ésta etapa.

- Presencia de resistencia ontogénica, diferente grado de reacción al déficit de humedad dependiendo de la fase fenológica.

e) Modificaciones bioquímicas. Presencia de cristales de oxalato de calcio en las hojas, tallos y panojas, las cuales por ser higroscópicas le permiten retener humedad atmosférica.

- Mayor termo estabilidad de la clorofila, siendo más estable la clorofila en condiciones de extrema calor.
- Mayor estabilidad de proteínas y ácidos nucleicos en condiciones de calor.
- Mayor producción de ácido abscísico (ABA) que le permite el cierre estomático temprano.

El uso de estos indicadores nos permite afirmar y considerarla como una planta que soporta déficit severos y prolongados de humedad durante diferentes etapas de su crecimiento y desarrollo por lo tanto podemos definirla como una planta resistente a la sequía, lo anterior ha permitido obtener producciones aceptables en condiciones de falta de humedad en el suelo, asociado a muy baja humedad relativa en el ambiente (Cuba, 2002).

Actualmente en muchos lugares secos de la zona andina se obtienen rendimientos de hasta $1\ 500\ \text{kg ha}^{-1}$, con solo 190 mm de precipitación durante el crecimiento. Esto ocurre en los Salares de Uyuni, Salinas de Garcí Mendoza, Coipasa y otras zonas productoras del sur de Bolivia durante estas últimas compañías agrícolas (Cuba, 2002).

2.5.3. Factores que influyen en la resistencia a sequía en quinua.

En efecto de la sequía depende de una serie de factores que influyen en el mayor daño o menor que pudiera causar a la planta, dependiendo principalmente de la intensidad y duración de la sequía (Cuba, 2002).

Entre los principales tenemos:

a) Duración de la sequía. Las sequías en la zona andina y principalmente en las zonas áridas y semiáridas, tiene diferente duración que puede ocurrir en casos severos de hasta 65 días, sin precipitación alguna y la planta sobrevive y produce con la humedad retenida en el suelo de los meses de lluvia, como lo que ocurrió en el año de 1999 en la zona sur de Bolivia (Uyuni, Salinas de Garci Mendoza y Coipasa), para ello los campesinos utilizan técnicas de conservación de suelo mediante el sistema de Dry farming (Cuba, 2002).

b) Estado del tiempo durante la sequía. El tiempo que reine durante el periodo de sequía será importante para que la planta pueda recurrir a sus diferentes mecanismos de defensa que posee, la temperatura tanto máxima como mínima en la mayor o menor pérdida de humedad de la planta ya sea por transpiración debido al calentamiento de las hojas o como por evaporación del suelo. La humedad relativa del ambiente también juega un papel importante en la resistencia a sequía de la quinua, puesto que si esta es alta los cristales de oxalato de calcio presentes en las hojas e inflorescencias captarán humedad para mantener húmedos las estomas y la propia planta (Cuba, 2002).

c) Genotipo. La constitución genética de los cultivares de quinua, tendrán preponderancia en la resistencia a la sequía, debido a la gran variabilidad genética tanto ontogénica como filogénica que posee (Cuba, 2002). Los genotipos recurrirán a sus modificaciones tanto anatómicas, morfológicas, fisiológicas, fenológicas y bioquímicas para contrarrestar los efectos de la sequía (Cuba, 2002).

d) Etapa fenológica en la que ocurre la sequía. Se ha observado que el efecto de la sequía depende de la etapa fenológica en la que ocurre la sequía, siendo sumamente resistente en la ramificación y menos durante el periodo de llenado de grano, lo cual también depende fundamentalmente de los genotipos, mostrando en casos severos disminución de hasta el 20 % en el rendimiento de grano cuando se tiene un déficit de humedad equivalente a $\frac{1}{4}$ de capacidad de campo en el suelo.

e) Pre acondicionamiento en la planta. Si la planta de quinua a sufrido en etapas fenológicas anteriores sequías de diferentes intensidades y duración, podrá resistir mejor, porque sus mecanismos de defensa ya fueron desarrollados y utilizados en etapas anteriores.

f) Características del suelo. Las características físico químicas del suelo donde se ha desarrollado la quinua influirán en la resistencia a la sequía, principalmente la textura si esta es arenosa ocurrirá un sobre calentamiento y lógicamente acelerará la pérdida de humedad en el suelo, también influye el contenido de materia orgánica ya que esta tiene

una propiedad de retener humedad y si es pobre será menor la retención de humedad para la planta (Cuba, 2002).

g) Diferencia de potencial hídrico del suelo, planta y atmósfera. La diferencia en potencial hídrico del suelo, la planta y la atmósfera, juega un papel importante en la pérdida de humedad de la planta, puesto que el agua se mueve de una zona potencial a una de menor potencial, si en la atmósfera existe menor potencial, debido a la elevada temperatura ambiental y alta luminosidad que es común durante las sequías, el agua se moverá de los estomas de las hojas hacia la atmósfera a una gran intensidad por el gradiente o potencial hídrico que existe (Cuba, 2002).

2.5.4. Requerimiento mínimo de lámina de agua para quinua.

Las fases fenológicas más críticas en necesidad de humedad para la quinua son: La germinación, panojamiento y floración. En cuanto a la lámina de precipitación mínima requerida para producir quinua es todavía muy variable. Para Tapia (1976) varía de 300 – 500 mm; Mújica (1988), considera a la quinua como una planta que soporta déficit severos y prolongados de humedad durante las diferentes etapas de su crecimiento y desarrollo; por lo que actualmente en muchos lugares de la zona andina, se obtienen rendimientos de hasta 1 500 kg ha⁻¹, con solo 190 mm de lluvia durante el periodo de crecimiento (Cuba, 2002).

2.6 Características agronómicas de la quinua

2.6.1 Variedades y cultivares.

Los botánicos que han estudiado la taxonomía de la quinua están de acuerdo en considerar que se trata de una sola especie, no obstante la amplia variación observada (Gandarillas, 1979).

a. Cultivares europeos. En el altiplano boliviano la evaluación de cultivares (8 de Perú, 5 de Bolivia, 2 de Chile, Ecuador, Inglaterra y Dinamarca; 1 de Argentina, Brasil, Colombia y Holanda) permiten observar que los cultivares provenientes de Inglaterra son de mayor precocidad con una madurez fisiológica a los 120 días y la de Holanda a los 140 días después de la siembra. Con respecto a la resistencia al mildiu (*Peronospora farinosa* Fr.) los cultivares de Inglaterra y Dinamarca se mostraron como las más resistentes y las quinuas de Argentina y Holanda se comportaron como susceptibles (Mamani, 1999).

b. En el ámbito de Arequipa – Perú, los cultivares provenientes de Inglaterra (UK – 2 y UK–5), Dinamarca (EDK–4 y G–205–95), Holanda (NL–3 y NL – 6) y Kancolla del Perú, resultó con mayor rendimiento el cultivar NL–3 (3 793 kg ha⁻¹) y ocupando el último lugar la UK–5 (1 834 kg ha⁻¹). El periodo vegetativo más corto pertenece a UK–2 (98 días) y el más tardío a Kancolla (150 días), el mayor contenido de proteína a NL–3 (16.06 %) y el menor a G–205–95 (13.5 %); el mayor contenido de materia seca en la cosecha a UK–5 (42.34 %) y el menor a Kancolla (33.24 %); mayor rendimiento de materia fresca a Kancolla (51 t ha⁻¹) y la

menor a UK – 5 (18 t ha⁻¹); la mayor altura Kancolla (139 cm) y la menor a G–205–95 (66 cm) (Soldevilla, *et al.*, 1999).

c. Cultivares seleccionados. Los cultivares seleccionados tienen antecedentes de comportamiento de caracteres durante las campañas agrícolas 1996 – 1998 en las localidades de Camacani e Illpa, entre ellos se mencionan: 03–08–51, Sayaña, 24(80)3, 03–93, 1(80)1, Kancolla, Masal–389, Ingapirca, 03–08–906, 03–08–907, ECU–420, 03–21–079BB (Cuba, 2002).

2.6.2 Clima y condiciones requeridas de suelo.

La quinua es una planta muy plástica y con amplia variabilidad genética, se adapta a diferentes climas desde el desierto, caluroso y seco en la costa hasta el frío y seco de las grandes altiplanicies, llegando incluso hasta las cabeceras de la ceja de selva (Mujica, *et al.*, 2000).

El estudio y análisis de los aspectos agronómicos de la quinua es muy importante, de ello, depende el rendimiento en calidad y cantidad (Ortiz, 2001); los requerimientos importantes del cultivo para una adecuada producción son: suelo, pH del suelo, clima, agua, precipitación pluvial, temperatura, radiación solar, altura, etc. La quinua prefiere un suelo franco, con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica, además, un contenido medio de nutrientes, puesto que, la quinua es exigente en nitrógeno y calcio, moderadamente en fósforo y poco de potasio. También, puede adaptarse a suelos franco arenosos, arenosos o franco arcillosos (Mujica, *et al.*, 2000).

Las precipitaciones en las áreas de cultivo varían mucho, de 600 mm en los Andes ecuatorianos, 400 a 500 mm en el Valle del Mantaro, 500 a 800 mm en la región del Lago Titicaca, hasta 200 a 400 mm en regiones de producción al Sur de Bolivia. Por otra parte Rea, *et al.* (1975), indican que: en general, la quinua prospera con 250 a 500 mm anuales de precipitación (Mujica, *et al.*, 2000).

La temperatura media adecuada para el cultivo de la quinua está alrededor de 15 a 20 °C, siendo la temperatura media de 10 °C la más adecuada. La quinua posee mecanismos de escape y tolerancia a bajas temperaturas, puede soportar hasta -8 °C en determinadas etapas fenológicas, siendo las más tolerantes durante la ramificación y las más susceptibles en la floración y llenado de grano (Mujica, *et al.*, 2000).

La quinua soporta radiaciones extremas en zonas altas de los Andes, sin embargo, estas altas radiaciones permiten comparar las horas de calor necesarias para cumplir con su período vegetativo y productivo, el promedio de radiación neta recibida en Puno es de 176 cal/cm²/día (Mujica, *et al.*, 2000).

2.6.3 Período vegetativo.

La quinua por su amplia variabilidad genética y gran plasticidad presentan genotipos con períodos vegetativo tardío (180 a 165 días) semi tardía (165 a 150 días), precoz (150 -130 días) y muy precoz (90 a 120 días) (Mujica, 1977).

2.6.4 Madurez fisiológica.

Es cuando el fruto al ser presionado con las uñas presentan resistencia a la penetración, esto ocurre de 160 a 180 días después de la siembra, el contenido de humedad varía de 14 a 16 % (Ortiz, 2001).

2.6.5 Fases fenológicas.

Son los cambios externos diferenciables que presenta la planta durante su crecimiento y desarrollo (Ortiz, 2001).

2.6.6 Fenología.

Es el estudio de los cambios externos visibles que muestran las plantas a través del período vegetativo, son el resultado del efecto de las condiciones climáticas: temperatura, luz y humedad (Ortiz, 2001).

2.6.7 Tamaño de grano.

Es el promedio obtenido de la medición del diámetro mayor de 20 gramos de semilla de quinua, colocados uno tras del otro, con un micrómetro (Ortiz, 2001).

2.6.8 Longitud de panoja.

Es la medida en centímetros desde la base hasta el ápice de la panoja principal en la madurez fisiológica de la planta (Ortiz, 2001).

2.6.9 Diámetro de panoja.

Es la medida en cm en la parte más ancha de la panoja principal, en la madurez fisiológica de la planta (promedio de 10 plantas) (Ortiz, 2001).

2.7 Rendimiento de grano de quinua.

Corresponde al rendimiento promedio de grano por planta, medida en gramos. En tanto que, el rendimiento en broza, corresponde al rendimiento promedio de broza por planta (tallos, ramas, hojas y jipi) medidas en g (Mujica, *et al.*, 2000); la clasificación por tamaño de grano de la quinua, el diámetro de un grano grande pasa los 2 mm, de 1.6 a 2 mm es mediano y tamaños menores de 1.6 mm es grano pequeño. (IBNORCA, 2006).

2.8 Índice de cosecha (IC). Permite conocer la capacidad de la planta para producir el producto comercial (Parizaca, 2000). Se estima como la relación entre el peso de la semilla (rendimiento económico) y el peso seco de toda la planta, incluyendo la semilla (rendimiento biológico) (Mujica, 1988), en promedio alcanza a 0.30 con una variación de 0.21 a 0.45, dependiendo de las variedades (Mujica, Canahua & Cardozo, 2006). Los valores para las variedades modernas de la mayoría de las cosechas intensivo-cultivadas del grano bajan dentro de la gama 0.4 a 0.6 (Heno, 2006), el índice de cosecha se calcula el porcentaje de rendimiento de la biomasa superficial, se expresa en % (Sarmiento, 2001) mediante la siguiente ecuación:

$$IC = PG/(PB + PG) \text{ ó } IC = \frac{\text{Peso grano}}{\text{Peso total (planta + grano)}}$$

Donde: PG = Peso de grano; PB = Peso de broza

Los rendimientos están muy relacionados con el nivel de fertilidad del suelo, uso de abonos químicos, época de siembra, variedad empleada, control de plagas y enfermedades, presencia de heladas y granizadas (Rea, *et al.*,

1975), humedad y temperatura del suelo, labores culturales y otros requerimientos climáticos.

Generalmente, en las variedades nativas conducidas con una tecnología tradicional se obtienen de 600 a 800 kg ha⁻¹ (Rea, *et al.*, 1975), el promedio comercial fluctúa entre 1 500 kg ha⁻¹ (Rea, 1979) a 6 t ha⁻¹ (Mujica, *et al.*, 2000), sin embargo, en condiciones actuales del altiplano Peruano – Boliviano la producción promedio no pasa de 0.85 t ha⁻¹ y en los valles, interandinos es de 1,5 t ha⁻¹ (Mujica, *et al.*, 2000).

2.9 Malezas, plagas y enfermedades de la quinua

2.9.1 Malezas. El deshierbo consiste en eliminar las malezas que están compitiendo por nutrientes, agua, luz y espacio, la quinua es muy sensible a la competencia en los primeros estadios (Mujica, 1992).

Las malezas registradas fueron: Auja auja (*Erodium cicutarium*, Geraniaceae), mataconejo (*Lepidium bipinnatifidum*, Brassicaceae), mishico, (*Bidens andicola*, Asteraceae), bolsa de pastor (*Capsella bursapastoris*, Brassicaceae), nabo silvestre (*Brassica campestris*, Brassicaceae), ayara (*Chenopodium quinoa* var. *melanospermum* (Ortiz, 2001) Amaranthaceae (SISTEMA APG II, 2003), el trébol carretilla (*Medicago hispida*), alferelillo (*Erodium cicutarium*), kora (*Tarasa capitata*) (Aguilar, 1999), Ccacho (*Poa annoa*), Chijchipa (*Tagetes mandoni*), Mishico (*Bidens pilosa*) (Cutipa, 2001).

2.9.2 Plagas. Durante las fases fenológicas de evaluación de plagas presentes en los cultivares de quinua, encontrados en el campo experimental fueron las que se indican en el siguiente cuadro:

CUADRO 1. PLAGAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL DE BOMBACHUPA, EN DIEZ CULTIVARES DE QUINUA EN LA CAMPAÑA AGRICOLA 2002/2003 – CIP ILLPA.

NOMBRE VERNACULAR	NOMBRE CIENTIFICO	ACTIVIDAD/DAÑO
Ticona, ticuchis Gusanos de tierra Orugas de hoja e inflorescencia Polilla de la quinua	<i>Feltia experta</i> Walker <i>Copitarsia turbata</i> Herrich-Schaeffer <i>Spoladea recurvalis</i> Fabricius, 1794 <i>Herpetogramma bipunctalis</i> Fabricius, 1794 <i>Eurysacca quinoae</i> Povolny	Cortadores de plantas tiernas Minadores y destructores de granos.
Polilla de la quinua Acchu, ccarwua Piqui – Pulguilla saltona Uchuq`aspa Pulgones	<i>Epicauta latitarsis</i> <i>Epitrix yanazara</i> Bechyné <i>Epicauta willei</i> Denier <i>Meloe</i> sp. <i>Myzus persicae</i> Sulzer, 1776	Masticadores y defoliadores. Picadores - Chupadores

En los campos de cultivo de la quinua se presentaron una serie de insectos plaga, siendo esta heterogénea y/o variable según las zonas experimentales (Ortiz, 2001). Entre Illpa y Mañazo se registró a qhona qhona (*Eurysacca quinoae* Povolny, Lepidóptera : Gelechiidae), con una densidad larval de 10 ind./panoja – planta, esta densidad poblacional superó los umbrales de daño económico (UDE). En Mañazo, durante la fase de 4 hojas verdaderas se observó la presencia del gusano cortador (*Copitarsia turbata* H. S., Lepidóptera : Noctuidae); además áfidos (*Myzus persicae* Sulzer, Homóptera : Aphididae) y *Frankliniella tuberosi* Moulton, Thysanoptera : Thripidae) en las fases fenológicas de inicio de panojamiento y floración y en Camacani constató la presencia de áfidos o pulgones (*Myzus persicae* Sulzer) (Ortiz, 2001).

2.8.3 Enfermedades.

El cultivo de quinua es infectado por varias enfermedades fungosas y bacterianas. En sus campos experimentales sólo observó la presencia de mildiu (*Peronospora farinosa* Fr.) en Illpa (Ortiz (2001)). Las siguientes enfermedades de la quinua: mildiu (*Peronospora effusa*), punta negra (*Phoma exigua*), mancha ojival del tallo (*Phoma cava*) y mancha bacteriana (*Pseudomonas* sp.), fueron reportados por (Salas, 1976). En zonas húmedas como Oxapampa, San Ramón, Huancayo y Lima, es frecuente observar bajas densidades de plantas, de las cuales con lesiones en el cuello de la raíz, síntomas de marchites y/o escaso desarrollo. En las pruebas de patogenicidad realizadas, se obtuvo dos aislamientos de *Fusarium* (CH₀₆ y CH₂₁) y tres de *Rhizoctonia* (CH₁₇, CH₂₂ y CH₂₄), que causaron el mal de almácigos cuando el suelo fue infestado con propágulos fúngicos antes de la siembra. Estos mismos aislamientos provocaron la marchites de plantas de quinua cuando la inoculación de los hongos se realiza en plántulas de 15 días de desarrollo (Barboza, *et al.*, 1999).

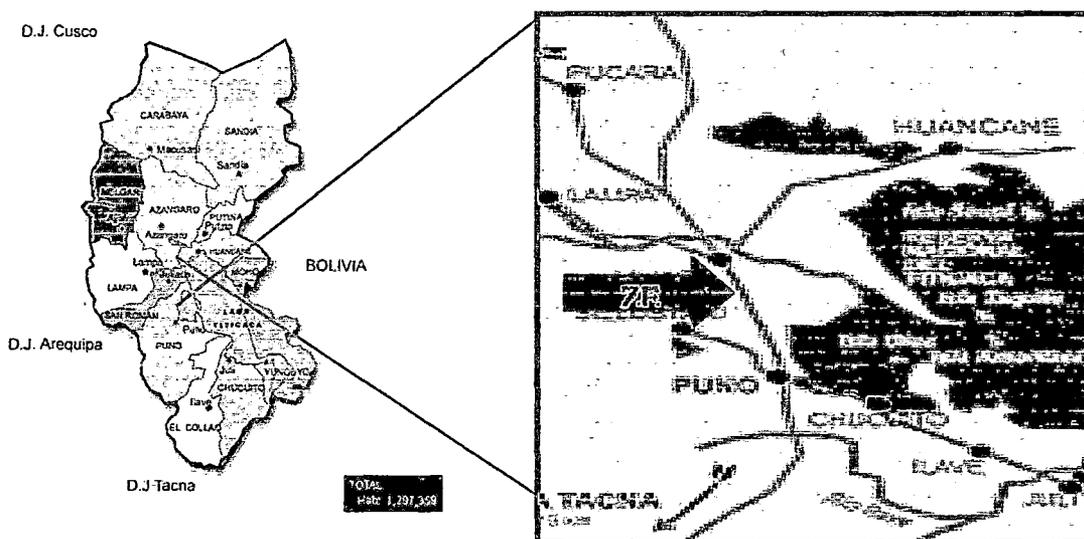
La gran variabilidad de la quinua en los departamentos de La Paz, Oruro y Potosí, también se reporta la presencia de nematodos fitoparásitos que afectan a la quinua como *Nacobbus aberrans* y *Thecavermiculatus andinus*. Por otro lado, se conoce el efecto antihelmíntico de ciertas plantas Amaranthaceae (*Chenopodium ambrosioides*). Se identifica variedades resistentes a Amarilla de Marangani, Phasanckalla, Real Kulli y PF5 – 04 – 89. Además, se ha identificado cinco líneas de quinua que poseen, un efecto de “planta trampa” o de “antagónica”. En el primer

caso, la reducción de la población de nematodos ocurre como respuesta a un efecto estimulador de la eclosión de juveniles, que aún son capaces de invadir las raíces, no logran desarrollar hasta el estado adulto y por lo tanto no hay multiplicación del nematodo. En las quinuas antagónicas la reducción de la población se debería a la presencia de compuestos producidos por las raíces que inhiben la eclosión y produce la muerte de los juveniles dentro de los quistes del nematodo *Globodera* spp., pero no debido a la saponina, sino a la de compuestos hidrosolubles con actividad nematecida (Franco, 1999).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MEDIO EXPERIMENTAL.

3.1.1 Ubicación. El experimento se llevó a cabo en el lugar denominado "Bombachupa", en el margen del derecho del río Illpa, en el Centro de Investigación y Producción Illpa de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, en el ámbito de la provincia de Puno, distrito de Paucarcolla, localidad de Illpa, ubicado en la región Suni Rinconada, registrado mediante el GPS MAGELLAN a 3 826 msnm de altitud, con 15° 42' 13" latitud Sur y 70° 58' 65" longitud Oeste.



Esquema 1. Zona de estudio (ZE) "Bombachupa", Centro de Investigación y Producción Illpa, Universidad Nacional del Altiplano - Puno.

3.1.2 Suelos. Generalmente en la Cuenca del Titicaca según su origen se han encontrado a suelos desarrollados a partir de materiales lacustres, aluviales recientes y subrecientes, coluvio-aluviales, glaciales y residuales (ONERN - CORPUNO, 1984).

3.1.3 Illpa y sus suelos. Las características morfológicas y físico químicas estudiadas pertenecen a la unidad de suelo asociación Illpa – subclase P3sl (I(I)/A – P3sl), mientras que la clasificación de suelos corresponde a un Haplustol Fluventic (Anexo 20) de acuerdo a la Soil taxonomy (ONERN - CORPUNO, 1984), formando terrazas bajas inundables o esporádicamente inundables. El perfil del suelo presentó los siguientes horizontes: A, B (h), Ch, Abh, Cb habiéndose observado acumulación de materia orgánica en el subsuelo, el color pardo oscuro que presenta el suelo es característica de una alta fertilidad (Ortiz, 2001). Se revisó la propuesta de zonificación de la quinua, establecida por Tapia (1982) que diferencia cinco grupos de quinua, especialmente por su adaptación a diferentes condiciones agroecológicas: las quinuas de zonas mesotérmicas, como los valles interandinos; las quinuas del altiplano norte del Lago Titicaca que comparten Perú y Bolivia con un corto período de crecimiento. Quinuas altiplánicas, que crecen en los alrededores del Lago Titicaca.

3.1.4 Análisis físico químico del suelo experimental “Bombachupa” del CIP – Illpa – UNA - Puno. El análisis de fertilidad del suelo se realizó en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencia Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 2. El análisis físico del suelo de Illpa, muestra que la textura es franco arenoso a una profundidad de 20 cm, en cambio el análisis químico evidencia un bajo contenido de carbonatos (0.019 %); reacción del suelo ligeramente alcalino a neutro (pH 7.112); la conductividad eléctrica de 0.6265 mmhos/cm indica ser un suelo excelente para cultivares, por estar considerado dentro de los estándares entre 0 – 2 como suelos normales

establecidos por la FAO; el nitrógeno negativo, fósforo bajo (14.5565 ppm) y el elemento potasio alto (313.35 ppm). Los resultados evidencian que el suelo no presenta limitaciones para el cultivo de la quinua y no es necesario aplicar potasio por la suficiente disponibilidad de este elemento en el suelo.

CUADRO 2. ANÁLISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO EXPERIMENTAL "BOMBACHUPA" DEL CIP – ILLPA – UNA PUNO, CAMPAÑA AGRICOLA 2002/2003.

DETA LLE	pH	C. E. mmhos /cm	MO %	N %	P ppm	K ppm	CO ₃	% ARENA	% ARCI LLA	% LIMO
Prom.	7.11	0.626	3.73	0.113	14.55	313.3	0.019	42.4	31.65	26.05

3.2 Clima. La localidad en estudio se ubica en la zona de vida Bosque Húmedo – Montano Subtropical (bh-MS), con un clima semilluvioso, frío con tres estaciones secas en el año; posee biotemperaturas que varían de 9.4 - 7.5 °C (Ortiz, 2001).

En esta zona de vida la influencia del lago Titicaca es bastante notoria, pues sus aguas que acumulan calor durante el día tienen un efecto termorregulador que se manifiesta en un incremento térmico durante la noche, reduciendo la posibilidad de ocurrencia de heladas (Ortiz, 2001).

3.2.1 Temperatura. Las variaciones de las temperaturas en la localidad de Illpa, se observa en el Cuadro 3, donde las tendencias máximas de la campaña agrícola 2002/2003 fueron inferiores (promedio 14.52 °C) con respecto al promedio de 20 años (16,6 °C). Mientras que la temperatura mínima promedio durante los meses de octubre a mayo durante la campaña agrícola 2002/2003 estuvieron por debajo al promedio de 4.92

°C; con respecto al promedio de 20 años (9.85 °C), con un comportamiento por encima con respecto al presente estudio.

CUADRO 3. COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA DEL CAMPO DE CULTIVO “BOMBACHUPA” CIP ILLPA, CAMPAÑA AGRICOLA 2002/2003, CON RELACIÓN A 20 AÑOS.

CAMPAÑA AGRICOLA DE 20 AÑOS Y DEL 2002 - 2003									
DETA LLE	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	Prom.
20 a									
MAX	17.5	17.7	17.4	16.0	16.2	15,8	16.1	16.1	16.6
MEDIA	8.4	9.1	9.8	9.6	9.4	9.2	8.1	6.0	9.85
MINIM	- 0.8	9.0	2.1	3.3	2.7	2.5	0.1	- 4.0	1.86
ca 02/03									
MAX	14,1	13,9	14.4	13.2	14.3	15.3	14.8	15.8	14.52
MEDIA	10.6	11.1	11.2	11.4	11.3	10.6	9.8	8.1	10.52
MINIM	3.7	7.6	8.3	9.6	3.2	8.9	2.1	-3.2	4.95

Los procesos químicos-biológicos se desarrollan lentamente en los suelos fríos. Así las temperaturas bajas como ocurre al inicio de la primavera durante períodos fríos detienen la producción de nitrato y suelen ocasionar el amarillamiento de plantas jóvenes (Metcalfé & Elwis, 1987), la temperatura promedio registrada (10.54 °C) durante la campaña 2002/2003 está próxima a 10 °C, siendo las más adecuadas para una producción (Mujica *et al.*, 2000)

3.2.2 Precipitación. Las precipitaciones pluviales ocurridas en el ámbito de 50 km de radio a la redonda, en los que se encuentra el campo experimental “Bombachupa” del Centro de Investigación y Producción - Illpa, la precipitación pluvial promedio de la campaña agrícola 2002/2003 fue de 708 mm, a través de la Información obtenida en la estación experimental ILLPA - INEIA – PRONARGE B y el Servicio

Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI – PUNO, se indica en el Cuadro 4:

CUADRO 4. COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL EN EL CAMPO EXPERIMENTAL DEL CIP ILLPA – UNA PUNO, CAMPAÑA AGRÍCOLA 2002/2003.

CAMPAÑAS AGRÍCOLAS DE 20 AÑOS Y DEL 2002 - 2003									
DETA LLE	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	PR OM
20 a	39.3	54.3	75.5	143.3	124	110	54.5	10.6	618
C A E	5.7	47.5	139	174.5	114	114	97.3	15.8	708

La menor precipitación efectuada fue en el mes de octubre (10.6 mm) a los registrados en 20 años (55.87 mm); sin embargo, durante la campaña agrícola 2002/2003 la precipitación pluvial fue heterogénea, registrándose la mayor precipitación en enero (174.5 mm); diciembre (139.2 mm) y en marzo (114.4 mm); y precipitación baja en octubre (5.14 mm), noviembre (47.5 mm) y abril (97.3 mm). Habiéndose observado 708 mm de octubre a mayo de la campaña agrícola 2002/2003, cifra superior relativamente a lo reportado para el promedio de los 20 años de 618.5 mm por Ortiz (2001), lo que demuestra que la precipitación pluvial anual de 708 mm en Illpa, está comprendido entre las normales de 500 a 800 mm para las regiones del lago Titicaca (Mujica, *et al.*, 2000).

3.3 Conducción del experimento.

3.3.1 Material biológico experimental. El material biológico experimental estuvo constituido por semillas botánicas de los cultivares seleccionadas de: Huariponcho, 1(80)1, 24(80)3, 03-08-51, Masal-389, ECU-420, 03-21-079BB, Sayaña, 03-08-907 y 03-21-072RM (Cuadro 5).

CUADRO 5. CULTIVARES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* WILLD.) EN LA CAMPAÑA AGRÍCOLA 2002/2003, CON CLAVES DE TRATAMIENTO Y PROCEDENCIA.

N/O	CULTIVARES DE QUINUA EN ESTUDIO	CLAVE TRATAM.	PROCEDENCIA
1	Huariponcho	T ₁	Peruana
2	1(80)1	T ₂	Boliviana
3	24(80)3	T ₃	Boliviana
4	03-08-51	T ₄	Peruana
5	Masal – 389	T ₅	Ecuatoriana
6	ECU – 420	T ₆	Ecuatoriana
7	03-21-079BB	T ₇	Peruana
8	Sayaña	T ₈	Boliviana
9	03-08-907	T ₉	Peruana
10	03-21-072RM	T ₁₀	Peruana

3.3.2 Historia de los campos experimentales. En el Cuadro 6, se muestra el historial de los suelos de la localidad de Illpa a partir de las campañas agrícolas de 1995/1996 con los cultivares desarrollados en el campo experimental, en la cual se instaló los tratamientos, la rotación de cultivos no fue de acuerdo a las recomendaciones establecidas: Papa, quinua y cebada (Ortiz, 2001). Sin embargo, en términos generales el desarrollo vegetativo del cultivo en el campo experimental fue normal, debido a la buena calidad de los suelos.

CUADRO 6. HISTORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL “BOMBACHUPA” - ILLPA, CAMPAÑA AGRÍCOLA 1995/1996 - 2002/2003. PUNO – PERÚ.

Campañas Agrícolas Años	ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL
1995/1996	Quinua con 2 tn de estiércol
1996/1997	Quinua
1997/1998	Avena
1998/1999	Quinua
1999/2000	Papa
2000/2001	Cebada
2001/2002	Quinua
2002/2003	Conducción del presente experimento

Fuente: Cuba (2001) y Ortiz (2001).

3.3.3 Preparación del suelo. El roturado y mullido de terrones del suelo, se realizó con tractor (arado y rastra de disco). La pasada de rastra en dos ocasiones para mullir los residuos de la campaña agrícola anterior.

3.3.4 Surcado del terreno. La apertura de surcos, se realizó con una surcadora traccionada por un tractor, a un distanciamiento entre surcos de 0.5 m, y el trazado del terreno se hizo con yeso, de acuerdo al croquis del diseño (Anexo 1) con las siguientes características:

- N° de surcos por tratamiento : 20
- Longitud de surco : 5 m
- Ancho de parcela : 10 m
- Área de parcela : 50 m²
- N° de repeticiones : 4
- Distancia entre surcos : 0.5 m
- Distancia entre bloques : 0 m
- Distancia entre parcelas : 1 m
- Área total del experimento : 1221 m².

3.3.5 Siembra y fertilización

a. Preparación de la semilla. La preparación de las semillas se llevó a cabo en los ambientes del Instituto de Investigación de Post Grado, con un peso de 50 g para cada parcela.

b. Preparación del terreno. La roturación se realizó el 3 de noviembre del 2002 con arado de disco traccionado por un tractor, mientras que el mullido se hizo con una rastra cruzada para facilitar el mullido de los terrones y facilitar la germinación de las semillas.

c. Surcado y marcado del terreno. La apertura de los surcos se realizó con una surcadora estándar a una distancia de 0.50 m para posteriormente efectuar el marcado de bloques y parcelas.

d. Siembra y fertilización. La siembra se efectuó el 4 de noviembre del 2002 en forma manual y en líneas en el fondo del surco con una densidad de: 10 kg ha^{-1} ($50 \text{ g parcela}^{-1}$) y 2.5 g surco^{-1} de semilla de quinua a una profundidad de 2 cm con tapado superficial mediante el uso de ramas de árboles. Para la fertilización se aplicó la formulación de 80 – 40 – 00 de N – P_2O_5 – K_2O , empleando como fuente de nitrógeno a la urea al 46 % y como fuente de fósforo al superfosfato triple de calcio al 46 %. La fertilización fue aplicada en el momento de la siembra, en base al análisis de suelo.

3.3.6 Labores culturales

a. Deshierbo. Para evitar la competencia de nutrientes agua, luz, espacio y por las malezas se efectuó el deshierbo en tres oportunidades según rebrotaban la población de malezas.

b. Desahije. El desahije se efectuó entre los 40 y 50 días, de acuerdo al comportamiento de las precipitaciones pluviales y el crecimiento de las plántulas, en tres ocasiones.

c. Rouging. Se efectuó entre el primero y segundo aporque, eliminando las plantas que no corresponden a las características de la variedad y evitar los cruces indeseables y eliminación de ayaras.

d. Aporque. Se efectuó a los 66 y 82 días después de la siembra, a fin de brindar el mejor enraizamiento y evitar el acame de las plantas en la fase de maduración.

3.3.7 Control fitosanitario. A medida que se desarrollaron las plantas se efectuaron el control fitosanitario de plagas y enfermedades de acuerdo a la incidencia de plagas q`ona - q`ona (*Eurysacca quinoae* Povolny, 1997) y enfermedades como el Mildiu (*Peronospora farinosa* Fries, 1849).

3.3.8 Selección Panoja – Surco. Se efectuó en cuanto los cultivares de quinua que llegaron a la madurez fisiológica, identificando las plantas más sobresalientes mediante la selección visual, según los reportes de Gandarillas (1979), siendo seleccionadas los cultivares, debidamente identificadas, por cada surco y bloque, posteriormente estas plantas seleccionadas se trillan y conservan en sobres individuales.

3.3.9 Cosecha. Se efectuó la cosecha, posteriormente fueron emparvadas y luego trilladas en forma manual para la separación de la broza y el grano, para luego realizar el venteo.

3.3.10 Evaluación. Las evaluaciones en el experimento fueron: análisis de suelos, altura de planta, diámetro de tallo a cosecha, longitud y diámetro panoja en cosecha, rendimiento en cosecha, producción y rendimiento de grano a la cosecha, tamaño de grano en la trilla, índice de cosecha, relación panoja/tallo, presencia de plagas y/o enfermedades y malezas.

3.3.11 Métodos de laboratorio. Se realizaron la determinación de:

a. Saponina. Se realizó la prueba por el método de estimación del contenido de saponina en quinua, siendo los pasos seguidos los siguientes: se colocó 2 g de grano de quinua en un tubo de ensayo de 1.5 cm de diámetro por 15 cm de altura, se añadió 20 ml de agua destilada, se tapó el tubo, sacudiendo vigorosamente por 1 minuto. Dejar reposar durante 30 minutos para que se establezca la espuma y se midió la altura de la espuma desarrollada en el tubo con una regla, luego hacer la lectura. Con el peso de la quinua (2 g) y la altura de la espuma, se ubicó el porcentaje de saponina en la tabla de conversión del método afrosimétrico semicuantitativo, desarrollado y estandarizado por Kosiol (1990)

b. Proteína. Para la determinación de la proteína se utilizó los análisis químicos proximales, especificados por los métodos analíticos químicos validados por el programa de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC) de los Estados Unidos de Norteamérica, por el método de análisis semi micro Kjeldahl, el cual consistió de las siguientes fases:

b.1 Fase de digestión:

- Se pesó 0.5 g de muestra seca y molida.
- La muestra pesada fue envuelta en papel filtro Watman N° 40, luego fue colocada en el balón Kjeldahl.
- Seguidamente se agregó 1 g de de sulfato de cobre.
- Finalmente se agregó 10 ml de ácido sulfúrico concentrado.
- El balón Kjeldahl fue colocado en la cocinilla de digestión, activándose el extractor de gases.

- Se esperó la culminación de la digestión en un tiempo de 3 horas.
- Luego de finalizado la digestión, se enfrió el balón por 40 minutos.

b.2 Fase de destilación:

- Se vertió al balón frío, 50 ml de agua destilada.
- Seguidamente 30 ml de hidróxido de sodio al 40 %.
- Luego se agitó y trasladó todo el contenido al tubo de 300 ml del destilador.
- En otro matraz erlenmeyer de 125 ml, se vertió 20 ml de ácido bórico, añadido con 4 gotas de indicador azul de metileno.
- Finalmente el tubo del destilador fue sometido a suministro de calor y el matraz erlenmeyer recepcionó el destilado.

b.3 Fase de titulación

La titulación se realizó con ácido clorhídrico 0.1 N, el cual fue añadido al matraz que recepcionó el destilado, observando el cambio de color, de un color verde claro a rosado, para determinar el gasto del ácido clorhídrico. El cálculo se efectuó mediante la fórmula siguiente:

$$\% N = G + N \times \frac{\text{Mili equivalente del Nitrógeno}}{W} \times 100$$

Donde: G = Gasto del HCl (ml).

W = Peso de la muestra.

N = Normalidad del HCl.

Finalmente el porcentaje de proteína total se obtuvo multiplicando el % del nitrógeno obtenido multiplicado por el factor 6.25 que corresponde para verduras, frutas y derivados de cereales (Kosiol, 1990).

3.3.12 Preparación de muestras. Las muestras fueron secadas a estufa. Luego se sometió a molienda en mortero, empleando un tamiz con aberturas de 3 mm de diámetro, para obtener datos homogéneas.

3.3.13 Tamaño de grano. El tamaño del diámetro de grano de los tratamientos del experimento, se determinó mediante el método de la granulometría, que consistió en medir una cantidad necesaria de granos de quinua que completen a 20 granos lineales en el granulómetro, para luego ser medidos y promediados.

3.3.14 Peso de grano. La obtención del peso de grano, se efectuó en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, en una balanza analítica, pesándose las muestras utilizadas para el diámetro de grano, es decir los 20 granos utilizados por cada muestreo que consta de 80 sobres por tratamiento, en la toma de datos; cada uno de los muestreos de 20 granos han sido divididos para sacar el peso individual de un grano.

3.4 Diseño experimental y análisis estadístico de datos

3.4.1 Variables de respuesta

1. Diámetro de grano (mm).
2. Peso de grano (g).
3. Rendimiento de grano (kg ha^{-1}).
4. Índice de cosecha (peso de grano/peso de broza mas peso de grano).
5. Altura de planta (cm).
6. Longitud de panoja (cm).
7. Diámetro de panoja (mm).
8. Relación panoja tallo (g planta^{-1}).
9. Saponina (%).
10. Proteína (%).

3.4.2 Diseño Experimental. Se ejecuto el diseño bloque completo al azar (DBCA), con 10 tratamientos en 4 repeticiones, por ser a nivel de campo.

3.4.3 Análisis Estadístico

a. Análisis de Varianza. El análisis de varianza se ha realizado en el modelo lineal aditivo para el bloque completo al azar.

$$X_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = Variable de respuesta del j-ésimo bloque del i-ésimo tratamiento

μ = Es el efecto del promedio general

T_i = Es el efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = Es el efecto del j-ésimo bloque

ε_{ij} = Es el efecto del error tratados aleatoriamente

CUADRO 7. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DISEÑO BLOQUE COMPLETO AL AZAR.

FUENTE DE VARIACION (F. V.)	GRADOS DE LIBERTAD (G. L.)	SUMA DE CUADRADOS (S. C.)	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	F TABULADA
Bloques	(r-1)	$\sum_{j=1}^r \frac{X_{.j}^2}{t} - \frac{X^2}{rt}$	SC_B/GL_g	CM Bloq / CM error	Valores al 5 y 1 %
Tratamientos	(t-1)	$\sum_{i=1}^r \frac{X_{i.}^2}{t} - \frac{X^2}{rt}$	SC_t/GL_t	CM Trat.	
Error experimental	(r-1)(t-1)	Por diferencia	SC_{EE}/GL_{tt}	CM Error	
Total	rt - 1	$\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^t X_{ij}^2 - \frac{X^2}{rt}$			

Fuente: Steel & Torrie (1985).

El coeficiente de variabilidad fue hallado con la siguiente fórmula:

$$C.V. = \sqrt{\frac{CM_{ERROR}}{\bar{X}}} * 100;$$

b. Duncan. Comparación de promedios de tratamientos por DLS (Diferencia Límite Significación).

CUADRO 8. CUADRO DE RESULTADOS DESPUÉS DEL ANÁLISIS MEDIANTE LA PRUEBA DE CONTRASTE DE DUNCAN.

Comparación entre Grupos Duncan	Medias	Número de datos analizados	Cultivares de quinua
Por diferencia de letras (a, b, c, d, e)	Valores de medias por líneas	Xn	10 cultivares

Fuente: Steel & Torrie (1985).

c. Correlación de caracteres

Se determinó el grado de asociación de variables (muy alto, alto, bajo, muy bajo), para evaluar si una variable está influenciada por otra. De manera convencional se ha representado la variable dependiente como Y (la que está influenciada [longitud de panoja]) y la variable independiente como X (longitud de tallo), por lo que se utilizó la siguiente ecuación:

$$r = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{[n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2][n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2]}}$$

Donde: X = longitud de tallo (cm) y Y = longitud de panoja (cm) los rangos del coeficiente de correlación, se interpretaron haciendo uso de las siguientes expresiones:

Valor Absoluto de r	Grado de asociación
0.8 – 1.0	Coefficiente de correlación muy alto
0.6 – 0.7	Coefficiente de correlación alto
0.4 – 0.5	Coefficiente de correlación bajo
0.2 – 0.3	Coefficiente de correlación muy bajo (Ibáñez, 2003).

La ecuación de la regresión tiene la forma de: $Y = a + bx$, éstas constantes se hallaron con los procedimientos de mínimos cuadrados que se encuentran con las siguientes fórmulas:

$$b = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n}$$

Donde:

a = Intercepción en el valor de Y cuando X es cero.

b = Pendiente de la línea, es el cambio en Y que resulta del cambio en una unidad de X (Ibáñez, 2003).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) seleccionadas, estudiados en el trabajo de investigación, presentaron diversas características agronómicas, de los cuales el porcentaje de saponina, proteínas y el peso de grano, fueron también considerados aparte de los objetivos planteados, siendo los resultados los siguientes:

4.1 Porcentaje de saponina (%) en diez cultivares seleccionadas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)

CUADRO 9. OBTENCIÓN DE SAPONINA EN 10 CULTIVARES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN LA CAMPAÑA AGRÍCOLA 2002/2003 DEL CAMPO EXPERIMENTAL "BOMBACHUPA" CIP - ILLPA.

Nº	Cultivares de quinua en estudio	CAMPAÑA 2002/2003 CARPIO (2006) %
01	HUARIPONCHO	1.444
02	1(80)1	2.872
03	03-21-079BB	0.777
04	24(80)3	0.115
05	ECU-420	0.876
06	03-21-072RM	0.250
07	03-08-907	0.449
08	3(08)51	0.810
09	Masal - 389	0.915
10	SAYAÑA	0.951

CUADRO 10. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL COMPORTAMIENTO DE SAPONINA (%) EN DIEZ CULTIVARES DE QUINUA TOLERANTES A SEQUÍA.

FUENTE DE VARIACIÓN	G L	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	F TABULADA	SIGNIFICANCIA
					5 %	
Entre grupos	9	14.8162	1.64625	100.26	2.12	**
Dentro de grupos	40	0.656776	0.016419			
Total	49	15.473				

C. V. = 14.77302 %

** = Altamente significativo

CUADRO 11. PRUEBA DE DUNCAN PARA DETERMINACIÓN DE VARIABILIDAD DEL PORCENTAJE DE SAPONINA EN DIEZ CULTIVARES DE QUINUA TOLERANTES A SEQUÍA.

GRUPOS DUNCAN*				MEDIAS	NUMERO DE DATOS	CULTIVARES DE QUINUA
a				2.08720	5	1(80)1
	b			1.44400	5	Huariponcho
		c		0.95120	5	03-21-072RM
		c		0.91480	5	03-08-907
		c		0.87560	5	Masal-389
		c		0.80960	5	Sayaña
		c		0.77700	5	24(80)3
			d	0.44940	5	03-21-079BB
			e	0.25000	5	ECU-420
			e	0.11500	5	03-08-51

* Medias con la misma letra de los grupos Duncan, no presentan diferencia estadística significativa.

En el cuadro 9, se observa los resultados del porcentaje de saponina en diez cultivares seleccionadas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), donde se aprecia que 03-21-079BB, Huariponcho y Sayaña son los que presentaron mayor porcentaje de saponina, con 2.872; 1.444 y 0.951 % respectivamente; mientras tanto que los cultivares 24(80)3, 03-21-072RM y 03-08-907 presentaron los más bajos porcentajes de saponina con 0.115 a 0.449 % respectivamente, lo que concuerda comparativamente con los resultados obtenidos por Parizaca (2000). Existe un comportamiento intermedio de los cultivares Masal - 389, ECU 420, 3(08)51 y 03-08-907, constituyéndose en un rango intermedio entre 0.915 a 0.777 % de saponina. La variabilidad observada en el porcentaje de saponina, se debe a las diferencias fenotípicas de cada variedad o línea y el método de obtención de saponina (Mujica, *et al.*, 2006).

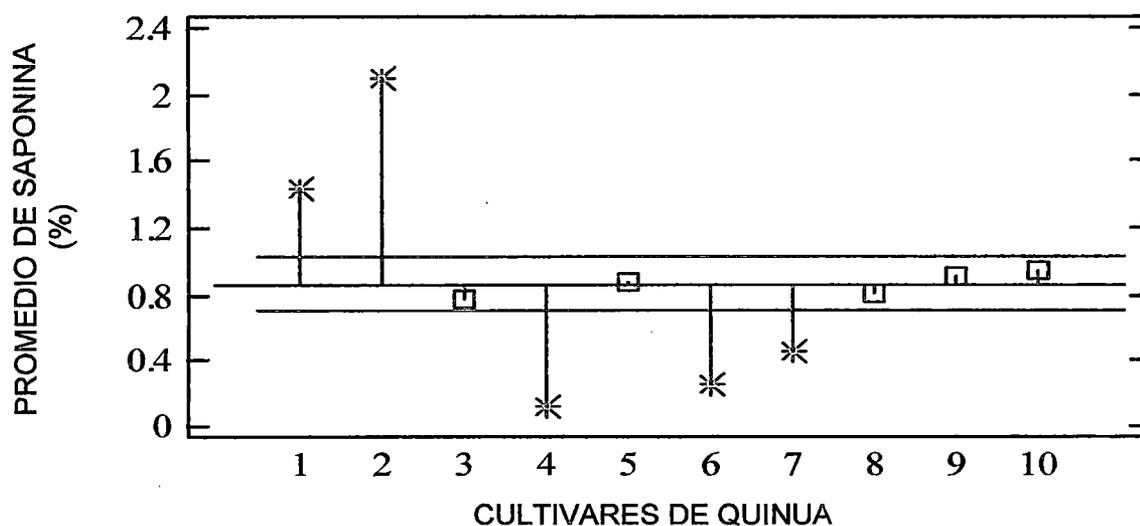


Figura 1. Representación gráfica de los promedios de saponina en diez cultivares de quinua tolerantes a sequía: 1 = Huariponcho; 2 = 1(80)1; 3 = 24(80)3; 4 = 03-08-51; 5 = Masal-389; 6 = ECU-420; 7 = 03-21-079BB; 8 = Sayaña; 9 = 0308-907 y 10 = 03-21-072RM.

□ = Representa el comportamiento del porcentaje de saponina alrededor de los promedios, que se hallaron dentro de las cultivares de quinua.

* = Representa el comportamiento de los porcentajes de saponina extremos, que se hallan fuera del valor homogéneo de la quinua.

CUADRO 12. ANÁLISIS DE VARIANZA DE PROTEÍNA (%) EN DIEZ CULTIVARES DE QUINUA TOLERANTES A SEQUÍA.

FUENTE DE VARIACIÓN	G L	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	F TABULAR	SIGNIFICANCIA
					5 %	
Entre grupos	9	89.711	9.96789	43.81	2.39	*
Dentro de grupos	20	4.55087	0.227543			
Total	29	94.2619				

C. V. = 3.609284 %

* = Significativo

4.2 Porcentaje de Proteína (%) obtenidas en diez cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), tolerantes a sequía.

CUADRO 13. OBTENCIÓN DE PROTEÍNA EN 10 CULTIVARES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) POR SELECCIÓN PANOJA SURCO, EN LA CAMPAÑA AGRÍCOLA 2002/2003 CIP – ILLPA - UNA – PUNO.

Cultivares de quinua obtenidas por selección panoja surco.	Resultados del Experimento expresados en %
Huariponcho	10.61
1(80)1	15.44
24(80)3	13.51
03-08-51	10.61
Masal – 389	13.51
ECU – 420	14.47
03-21-079BB	14.47
Sayaña	15.44
03-08-907	11.58
03-21-072RM	12.54

En el cuadro 10, se observa que los cultivares que presentaron los mayores porcentajes de proteína fueron 1(80)1 y Sayaña, ambos con 15.44 % de proteína; mientras tanto los cultivares que presentaron los más bajos porcentajes de proteína fueron Huariponcho y 03-08-51, ambos con 10.61 % de proteína.

CUADRO 14. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA DETERMINACIÓN DE VARIABILIDAD DEL PORCENTAJE DE PROTEÍNA EN DIEZ CULTIVARES DE QUINUA TOLERANTES A SEQUÍA.

GRUPOS DUNCAN*					MEDIAS	NÚMERO DE DATOS	CULTIVARES DE QUINUA
a					15.4400	3	Sayaña
a					15.4367	3	1(80)1
	b				14.4667	3	03-21-079BB
	b				14.4467	3	ECU-420
		c			13.5100	3	MASAL-389
		c			13.5067	3	24(80)3
			d		12.5400	3	03-21-072RM
				e	11.5767	3	03-08-907
				f	10.6133	3	Huariponcho
				f	10.6067	3	03-08-51

* Medias con la misma letra de los grupos Duncan, no presentan diferencia estadística significativa.

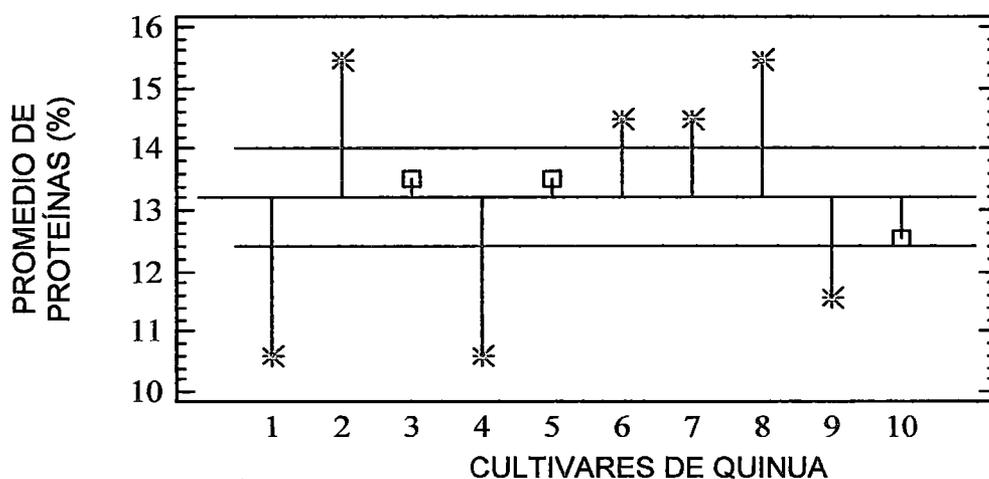


Figura 2. Representación gráfica de promedios porcentuales de proteína en diez cultivares de quinua 1 = Huariponcho; 2 = 1(80)1; 3 = 24(80)3; 4 = 03-08-51; 5 = Masal-389; 6 = ECU-420; 7 = 03-21-079BB; 8 = Sayaña; 9 = 03-08-907 y 10 = 03-21-072RM.

□ = Representa el comportamiento de los porcentajes de proteína homogéneos, que se hallan dentro de los valores promedios de la quinua.

* = Representa el comportamiento de los porcentajes de proteína extremos, que se hallan fuera del valor homogéneo de la quinua.

4.3 Peso de grano en diez cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), tolerantes a sequía.

CUADRO 15. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO DE GRANO ENTRE BLOQUES Y DIEZ CULTIVARES DE QUINUA, TOLERANTES A SEQUÍA.

FUENTE DE VARIACIÓN	G L	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	F TABULADA	SIGNIFICANCIA
					5 %	5 %
Bloques	3	1.08274 E-7	3.60913 E-8	2.37	2.96	n. s.
Cultivares	9	9.38012 E-6	1.04224 E-6	68.51	2.25	*
Error	27	4.1074 E-7	1.52126 E-8			
Total	39	9.89914 E-6				

C. V. = 3.74385 %

n. s. = No significativo

* = Significativo

CUADRO 16. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA DETERMINACIÓN DE VARIABILIDAD DEL PESO DE GRANO ENTRE LOS DIEZ CULTIVARES DE QUINUA TOLERANTES A SEQUÍA.

GRUPOS DUNCAN*					MEDIAS	NÚMERO DE DATOS	CULTIVARES DE QUINUA
a					0.00464675	4	SAYAÑA
	b				0.00336125	4	MASAL-389
	b	c			0.00333775	4	03-08-51
	b	c			0.00331875	4	24(80)3
	b	c	d		0.00320825	4	03-21-072RM
	b	c	d		0.00319500	4	1(80)1
		c	d		0.00314650	4	HUARIPONCHO
			d		0.00304325	4	03-21-079BB
				e	0.00285700	4	ECU-420
				e	0.00283000	4	03-08-907

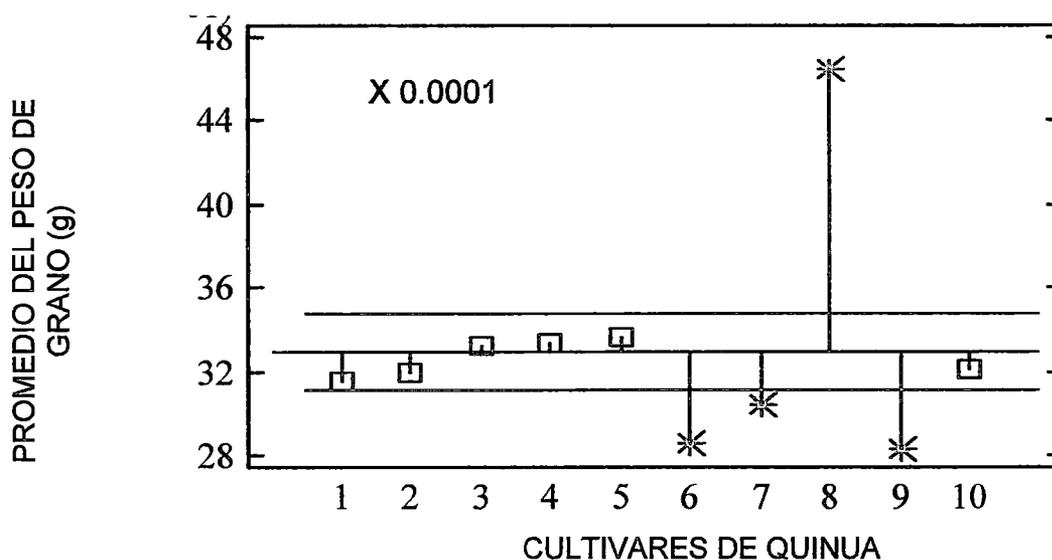


Figura 3. Representación gráfica de la variabilidad del peso de grano entre diez cultivares de quinua tolerantes a sequía 1 = Huariponcho; 2 = 1(80)1; 3 = 24(80)3; 4 = 03-08.-51; 5 = Masal-389; 6 = ECU-420; 7 = 03-21-079BB; 8 = Sayaña; 9 = 03-08-907 y 10 = 03-21-072RM.

□ = Representa el comportamiento de los rendimientos homogéneos de grano por panoja, que se halla dentro de los valores de la quinua.

* = Representa el comportamiento de los rendimientos extremos de grano por panoja, que se hallan fuera del valor homogéneo de la quinua.

El peso de grano fue otro parámetro evaluado en las diez cultivares seleccionadas de quinua, los cuales presentaron el menor valor en peso, en el bloque II del cultivar ECU-420 equivalente a $0.002475 \text{ g grano}^{-1}$, y el peso mayor por grano en el bloque III en el cultivar Sayaña con un valor de 0.004693 g , mientras el valor promedio general mas alto se registro en el cultivar Sayaña con 0.004646 g y la más baja se registró en el cultivar 03-08-907 con 0.002830 g (Anexo 16).

4.4 Determinación del rendimiento de grano por panoja, de diez cultivares de quinua, tolerantes a sequía.

CUADRO 17. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE GRANO/PANOJA (g) ENTRE LOS BLOQUES Y LOS DIEZ CULTIVARES DE QUINUA, TOLERANTES A SEQUÍA.

FUENTE DE VARIACIÓN	G L	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	F TABULADA	SIGNIFICANCIA
					5 %	5 %
Bloques	3	3.14664	1.04888	0.1595304	2.96	n. s.
Cultivares	9	7418.1362	824.23735	125.36407	2.25	**
Error	27	177.5195	6.5747966			
Total	39	7598.8023				

C. V. = 8.09 %

n. s. = No significativo

** = Altamente significativo

CUADRO 18. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DE GRANO/PANOJA (g) ENTRE DIEZ CULTIVARES DE QUINUA.

GRUPOS DUNCAN				MEDIAS	NUMERO DE DATOS	CULTIVARES DE QUINUA
a				70.803	80	Sayaña
	b			33.825	80	03-21-072RM
	b	c		30.138	80	03-21-079BB
	b	c		30.125	80	ECU-420
	b	c		29.088	80	Masal-389
		c		26.863	80	03-08-51
		c		26.425	80	24(80)3
		c	d	24.688	80	03-08-907
		c	d	24.538	80	Huariponcho
			d	20.450	80	1(80)1

* Medias con la misma letra de los grupos Duncan, no presentan diferencia estadística significativa.

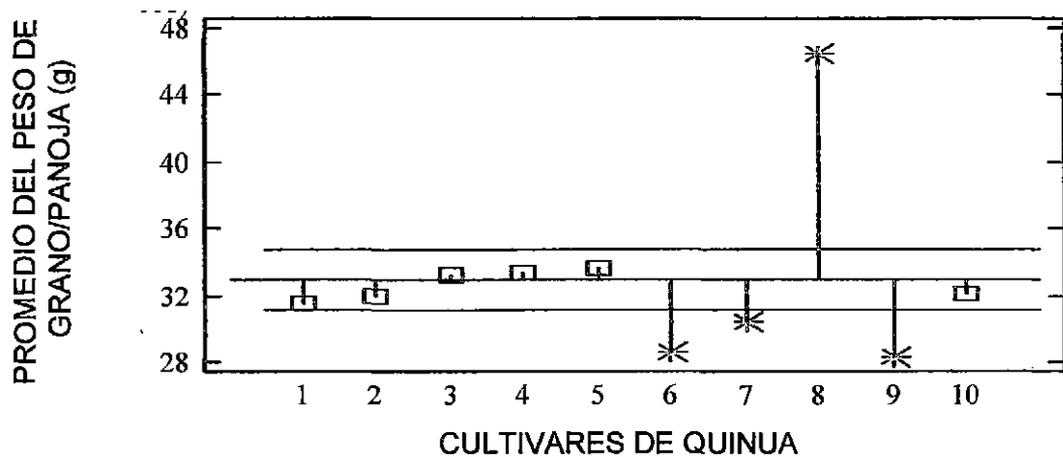


Figura 4: Representación gráfica del rendimiento de grano en diez cultivares de quinua 1 = Huariponcho; 2 = 1(80)1; 3 = 24(80)3; 4 = 03-08-51; 5 = Masal-389; 6 = ECU-420; 7 = 03-21-079BB; 8 = Sayaña; 9 = 03-08-907 y 10 = 03-21-072RM.

□ = Representa el comportamiento de los rendimientos homogéneos de grano por panoja, que se halla dentro de los valores de la quinua.

* = Representa el comportamiento de los rendimientos extremos de grano por panoja, que se hallan fuera del valor homogéneo de la quinua.

El rendimiento de grano por panoja fue un parámetro evaluado en los diez cultivares de quinua, los cuales presentaron el menor valor en el bloque III el cultivar 1(80)1 con 17.70 g, y el mayor valor en el mismo bloque fue de 72.14 g, en Sayaña. Entre los promedios generales Sayaña presenta el valor más alto con 70.25 g y la más baja en promedios corresponde a 1(80)1 con 20.45 g (Anexo 11). El rendimiento de grano por panoja, extrapolado al rendimiento en kg ha^{-1} , presentó el menor promedio general de rendimiento en el cultivar 1(80)1 con 1 472.4 kg ha^{-1} , y el mayor promedio general en el cultivar Sayaña, con 5 0197.8 kg ha^{-1} (Anexo 12).

Por otra parte la producción de grano por panoja fue contrastado entre bloques y entre cultivares, no existiendo diferencia estadística significativa entre bloques ($F_c = 0.16$; $GL = 3.27$; $P > 0.05$); sin embargo si se obtuvo diferencia estadística significativa entre cultivares de quinua ($F_c = 125.36$; $GL = 9.27$; $P < 0.05$) (Cuadro 17), encontrándose similares resultados en cuanto al rendimiento de granos en kilogramo por hectárea entre cultivares de quinua ($F_c = 62.5649$; $GL = 9.27$; $P < 0.05$) (Cuadro 13).

Realizando la prueba de Duncan a nivel del 95%, el contraste de rendimiento de grano por panoja entre los diez cultivares, mostraron a Sayaña (promedio = 70.803 g) y 03-21-072RM (promedio = 33.825 g) como las mejores; por otra parte el cultivar que presentó el más bajo promedio según esta prueba fue 1(80)1 con un promedio de 20.450 g (Cuadro 18 y Figura 4).

El cultivar Sayaña presentó el mejor rendimiento de grano con un promedio de 70.825 g panoja⁻¹ (Anexo 11), equivalente a 5019.80 kg ha^{-1} de quinua (Anexo 12). Éstos resultados son similares a los reportados por Cutipa (2001), el cual

determinó un rendimiento de 4594.59 kg ha⁻¹ para Sayaña como la del mejor promedio. Asimismo concuerda con éste antecedente a ECU-420 que superó los 2 000 kg ha⁻¹.

Por otra parte Larico (2003), reporta a Sayaña como la más rendidora con 3659.50 kg ha⁻¹; mientras que Quispe (1998), reporta que el cultivar LP-3B con 4390.95 kg ha⁻¹; Ortiz (2001), manifiesta que el rendimiento promedio de grano de quinua por planta fue de 156.344 g en el cultivar Huaranga y que en forma global es el cultivar Ingapirca que presentó el promedio más alto con 2023 kg ha⁻¹; Ccaso (1999), reporta a los cultivares 03-21-072RM, 03-21-079BB, 03-08-51 y 03-08-907, presentan un rendimiento mayor a 1200 g m⁻² equivalentes a 6 t ha⁻¹ en los cultivares peruanos y entre los cultivares ecuatorianos como ECU-420 y Masal-389 que presentaron un rendimiento mayor a 1000 g m⁻² equivalente a 5 t ha⁻¹, muchos de éstos concuerdan con nuestros resultados.

Según Mujica (1977), el rendimiento de grano de quinua varía de acuerdo a las variedades, la fertilización y otras labores culturales que se realizan, obteniéndose generalmente de 600 a 800 kg ha⁻¹ en condiciones de secano y a nivel de productores campesinos, y en condiciones experimentales se han obtenido más de 4 t ha⁻¹. Nuestros resultados se acogen a ésta afirmación en razón de que no se encontraron diferencias estadísticas entre bloques; mientras tanto si se encontraron diferencias estadísticas entre cultivares de quinua.

En cuanto al rendimiento de grano de quinua, existen marcadas diferencias entre nuestros resultados y las cifras reportadas por Vásquez (1995), Quispe

(1998), Huanca (1998), Ccaso (1999), Cárdenas (1999), Parizaca (2000) y Cuba (2001), los cuales trabajaron con los mismos cultivares mencionadas en éste trabajo de investigación.

El rendimiento de grano está supeditado al inicio de las precipitaciones y las perturbaciones climáticas adversas puedan presentarse en cualquier fase fenológica del cultivo, siendo las fases más críticas el panojamiento y la floración (Mujica y Canahua, 1989). Estos factores pudieron influenciar en los bajos rendimientos de los cultivares Huariponcho, 1(80)1, Masal-389, 03-08-907 y 03-21-072RM, ya que se presentaron bajas precipitaciones en el mes de la siembra (noviembre 2002), el cual pudo alterar el normal establecimiento de los cultivares de quinua mencionados.

CUADRO 19. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE GRANO EN KG/HA ENTRE BLOQUES Y LOS CULTIVARES DE QUINUA TOLERANTES A SEQUÍA.

FUENTE DE VARIACIÓN	G L	SUMA DE CUADRADOS	CUA DRADOS MEDIOS	F CALCU LADA	F TABULADA	SIGNIFI CANCIA
					5 %	
Bloques	3	165377.83	55125.943	0.8209	2.96	n. s.
Cultivares	9	37813252.68	4201472.5	62.564	2.25	*
Error	27	1813153.33	67153.827			
Total	39	39791783.84				

C. V. = 11.36 % ;

n. s. = No significativo ;

* = Significativo

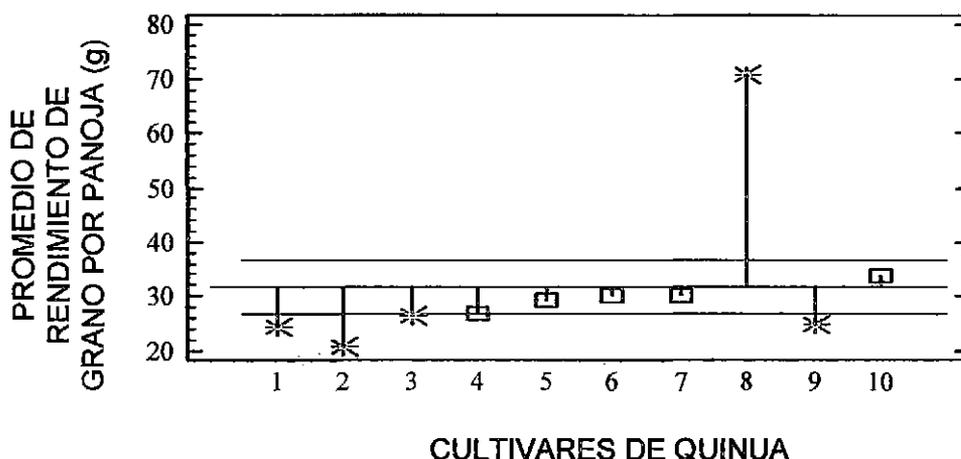


Figura 5. Representación gráfica del rendimiento de grano por panoja en diez cultivares de quinua: 1 = Huariponcho; 2 = 1(80)1; 3 = 24(80)3; 4 = 03-08-51; 5 = Masal-389; 6 = ECU-420; 7 = 03-21-079BB; 8 = Sayaña; 9 = 03-08-907 y 10 = 03-21-072RM.

□ = Representa el comportamiento de los rendimientos homogéneos de grano por panoja, que se hallan dentro de los valores de la quinua.

* = Representa el comportamiento de los rendimientos extremos de grano por panoja, que se hallan fuera del valor homogéneo de la quinua.

4.5 Determinación del índice de cosecha, obtenidas en diez cultivares de quinua, tolerantes a sequía.

El índice de cosecha en diez cultivares de quinua, presentaron el menor valor en el bloque III, del cultivar 1(80)1 con 20.56, y el mayor valor en el mismo bloque fue de 74.58, en el cultivar Sayaña. Entre los promedios generales Sayaña presenta el valor más alto con 73.037 y la más baja en promedios corresponde al cultivar 1(80)1 con 22.667 (Anexo 13).

El índice de cosecha fue otro parámetro evaluado en las diez cultivares de quinua seleccionadas, los cuales presentaron el menor promedio en el bloque III, el cultivar 1(80)1 con un índice de cosecha equivalente a 20.56, dato inferior a lo reportado por Ccaso (1999) con 0.38 y el mayor promedio en el mismo bloque, en la variedad Sayaña (74.58) que relativamente superior a lo obtenido por Ccaso (1999) con un índice de cosecha de 0.42.

CUADRO 20. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ÍNDICE DE COSECHA ENTRE BLOQUES Y LOS DIEZ CULTIVARES DE QUINUA TOLERANTES A SEQUÍA.

FUENTE DE VARIACIÓN	G L	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	F TABULADA	SIGNIFICANCIA
					5 %	
Bloques	3	0.0402587	0.013419	0.00890	2.96	n. s.
Cultivares	9	7.3631176	818.1241	54.3076	2.25	*
Error	27	406.74476	15.06462			
Total	39	7769.9026				

C. V. = 11.53 %

n. s. = No significativo

* = Significativo.

Por otra parte el índice de cosecha fue contrastado entre bloques y cultivares, no existiendo diferencia estadística significativa entre los bloques ($F_c = 0.0089$; $GL = 3.27$; $P > 0.05$); sin embargo si se obtuvo diferencia estadística significativa entre cultivares ($F_c = 54.31$; $GL = 9.27$; $P < 0.05$) (Cuadro 20).

CUADRO 21. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE COSECHA ENTRE DIEZ CULTIVARES DE QUINUA TOLERANTES A SEQUÍA.

GRUPOS DUNCAN*				MEDIAS	NUMERO DE DATOS	CULTIVARES DE QUINUA
a				73.038	80	Sayaña
	b			35.838	80	03-21-072RM
	b	c		32.535	80	03-21-079BB
	b	c		31.398	80	ECU-420
	b	c		30.915	80	Masal-389
		c		28.713	80	03-08-51
		c	d	28.425	80	24(80)3
		c	d	26.783	80	03-08-907
		c	d	26.483	80	Huariponcho
			d	22.668	80	1(80)1

* Medias con la misma letra de los grupos Duncan, no presentan diferencia estadística significativa.

Realizando la prueba de Duncan, el contraste del índice de cosecha entre los diez cultivares, mostraron al cultivar Sayaña (promedio = 73.038) y 03-21-072RM (promedio = 35.838) como las mejores; por otra parte el cultivar que presentó el más bajo promedio según esta prueba fue el cultivar 1(80)1 con un promedio de 22.68 (Cuadro 21 y Figura 6).

El índice de cosecha varió en algunos cultivares con respecto a las cifras reportadas por Vásquez (1995), Quispe (1998), Huanca (1998), Ccaso (1999), Parizaca (2000) y Cuba (2001), entre ellos el cultivar Huariponcho se encuentra por debajo de los reportado por éstos antecedentes; por otra parte los cultivares ECU-420 y Sayaña presentaron índices de cosecha superiores a los reportados por éstos autores.

Larico (2003), reportó índices de cosecha del cultivar 03-08-51 con una cifra de 57.77 y el cultivar que presentó el más bajo índice de cosecha fue ECU-420 con 29.32. Estos resultados son muy diferentes con respecto al nuestro en razón que el cultivar Sayaña con 73.0375 fue el más alto y 1(80)1 resultó con el promedio de índice de cosecha más bajo con 22.6675. Por otro lado Cutipa (2001), reporta al cultivar Sayaña con el mejor promedio (IC = 16.55), que es muy inferior con respecto a lo obtenido en nuestro trabajo (IC = 73.0375). Ccaso (1999) reporta un índice de cosecha de 44 para los cultivares 03-21-072RM y Sayaña; concordando éstos resultados con nuestros datos.

Así como el rendimiento de grano, el índice de cosecha está influenciado por las condiciones abióticas, entonces son versátiles de acuerdo a los

factores climáticos como el agua (riego y precipitación pluvial), la temperatura, la radiación solar (Mujica, *et al.*, 2000) y las características genéticas inherentes de la línea (Salisbury & Ross, 1994).

Por lo tanto se acepta la hipótesis planteada, en razón de que el rendimiento de grano por panoja y el índice de cosecha varían según los cultivares de quinua experimentada, debido a que existió influencia de los factores edafológicos y ambientales.

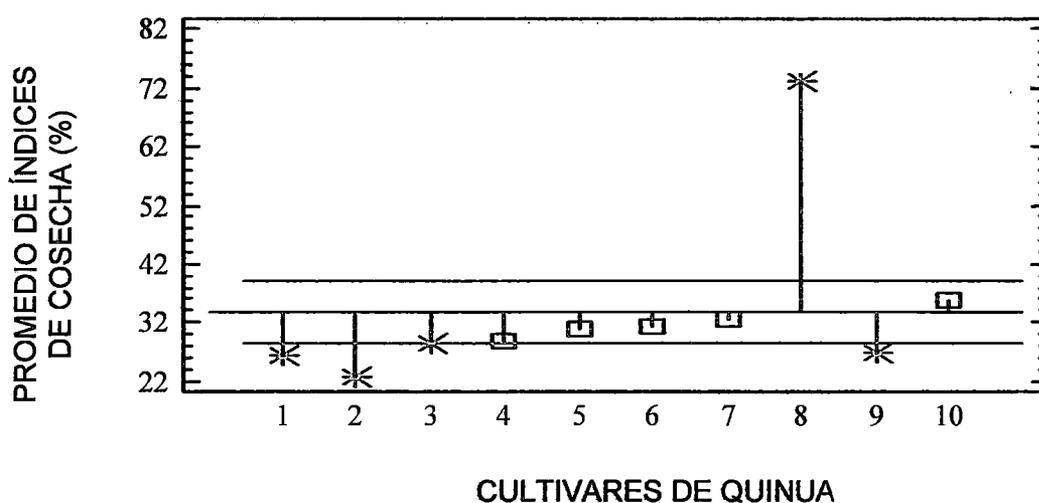


Figura 6: Representación gráfica del índice de cosecha en diez cultivares de quinua: 1 = Huariponcho; 2 = 1(80)1; 3 = 24(80)3; 4 = 03-08-51; 5 = Masal-389; 6 = ECU-420; 7 = 03-21-079BB; 8 = Sayaña; 9 = 03-08-907 y 10 = 03-21-072RM.

□ = Representa el comportamiento homogéneo del índice de cosecha en diez cultivares de quinua seleccionada.

* = Representa el comportamiento de los índice de cosecha en diez cultivares de quinua seleccionada, que se hallan fuera del valor homogéneo.

4.6 Características (diámetro de grano, altura de planta, diámetro de panoja y relación panoja – tallo en diez cultivares de quinua.

Los diez cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) seleccionadas, y estudiados en el trabajo de investigación, presentaron diversas características agronómicas y morfológicas como:

4.6.1 Comportamiento de la uniformidad del diámetro de grano en diez cultivares de quinua tolerantes a sequía.

El diámetro de grano en los diez cultivares de quinua, presentaron el menor valor en el bloque I, mientras que el cultivar ECU-420 con 0.1716 cm, y el mayor valor en el bloque II fue de 0.2247 cm en el cultivar Sayaña. Entre los promedios generales Sayaña presenta el valor más alto con 0.2228 cm, y la más baja en promedios corresponde al cultivar ECU-420 con 0.1782 (Anexo 14).

CUADRO 22. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL DIÁMETRO DE GRANO ENTRE BLOQUES Y DIEZ CULTIVARES DE QUINUA TOLERANTES A SEQUÍA.

FUENTE DE VARIACIÓN	G L	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	F TABULADA	SIGNIFICANCIA
					5 %	
Bloques	3	0.000094	0.0000314	1.8996	2.96	n. s.
Cultivares	9	0.00592	0.0006577	39.7017	2.25	*
Error	27	0.000447	0.0000165			
Total	39	0.00646				

C. V. = 2.09 %

n. s. = No significativo y

* = Significativo

Asimismo se contrastó el diámetro del grano entre los diez cultivares estudiadas, en los cuales no se presentó diferencia significativa entre bloques ($F_c = 1.89$; $GL = 3.27$; $P > 0.05$), pero si se presentó diferencia estadística significativa entre cultivares ($F_c = 39.70$; $GL = 9,27$; $P < 0.05$) (Cuadro 22). Entre los diez cultivares de quinua estudiadas, según la prueba de Duncan el cultivar de quinua que presentó el mejor diámetro de grano fue Sayaña con un promedio de 0.222825 cm y el cultivar que presentó el menor promedio en diámetro de grano fue ECU-420 con un promedio de 0.178175 cm (Cuadro 23 y Figura 7). La clasificación por tamaño de grano de la quinua, el diámetro de un grano grande pasa los 2 mm como es el caso de Sayaña, mientras que ECU-420 se encuentra dentro del rango de 1.6 a 2 mm es mediano, tal como lo establece IBNORCA, 2006.

Estos resultados difieren en razón de que el cultivar ECU-420 presentó un diámetro de grano de 0.178175 cm, con respecto a Sayaña, 03-08-51 y 24(80)3 que son los cultivares mas sobresalientes. Esto se debió a que éste cultivar todavía no logra adaptarse a las condiciones ambientales del Altiplano. Mientras que los cultivares que presentaron valores homogéneos son: 03-21-072RM, 1(80)1, 03-21-079BB y Masal-389.

Por lo tanto se acepta la hipótesis planteada, en razón de que el diámetro de grano varía según los cultivares de quinua, debido a que estos cultivares han sido seleccionadas previamente para la investigación.

CUADRO 23. PRUEBA DE DUNCAN DEL DIÁMETRO DE GRANO (cm) ENTRE DIEZ CULTIVARES DE QUINUA TOLERANTES A SEQUÍA.

GRUPOS DUNCAN*					MEDIAS	NUMERO DE DATOS	CULTIVARES DE QUINUA
a					0.222825	80	Sayaña
	b				0.200800	80	03-08-51
	b				0.200800	80	24(80)3
	b	c			0.197425	80	03-21-072RM
	b	c			0.196325	80	1(80)1
		c			0.193150	80	03-21-079BB
		c			0.192400	80	Masal-389
			d		0.186325	80	Huariponcho
				e	0.178775	80	03-08-907
				e	0.178175	80	ECU-420

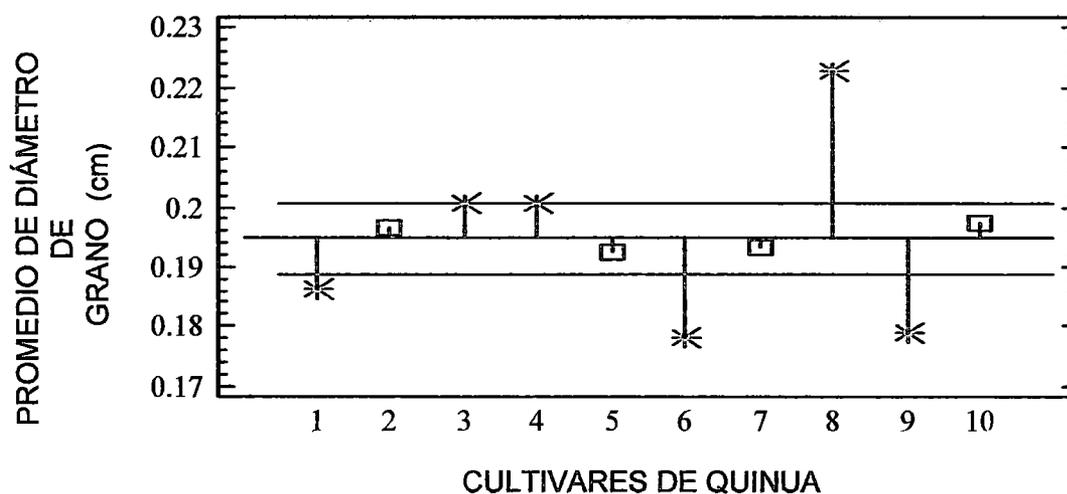


Figura 7. Representación gráfica de promedios de diámetro de grano de diez cultivares de quinua: 1 = Huariponcho; 2 = 1(80)1; 3 = 24(80)3; 4 = 03-08-51; 5 = Masal-389; 6 = ECU-420; 7 = 03-21-079BB; 8 = Sayaña; 9 = 03-08-907 y 10 = 03-21-072RM.

□ = Representa el comportamiento homogéneo de promedios del diámetro de grano en diez cultivares de quinua seleccionada.

* = Representa el comportamiento de los promedios del diámetro de grano en diez cultivares de quinua seleccionada, que se hallan fuera del valor homogéneo.

4.6.2 Comportamiento de la altura de planta en diez cultivares de quinua tolerantes a sequía.

La altura de planta en los diez cultivares de quinua, presentaron el menor valor en el bloque IV, el cultivar 03-08-907 con 72.18 cm, y el mayor valor en el bloque II que fue de 116.81 cm, en el cultivar ECU-420. Entre los promedios generales ECU-420 presenta el valor más alto con 114.63 cm y la más baja en promedios corresponde al cultivar Huariponcho con 75.00 cm (Anexo 15). Asimismo la altura de planta fue contrastada entre bloques y entre cultivares, existiendo diferencia estadística significativa entre los bloques ($F_c = 3.08$; $GL = 3.27$; $P < 0.05$), así como también entre los cultivares ($F_c = 40.53$; $GL = 9.27$; $P < 0.05$) (Cuadro 24).

Realizando la prueba de Duncan, el contraste del parámetro de altura de planta obtenida entre los diez cultivares, mostraron a ECU-420 (promedio 114.630 cm), 24(80)3 (promedio 95.170 cm) y Sayaña (promedio 94.380 cm) como las mejores; por otra parte los cultivares que presentaron los más bajos promedios fueron 03-21-079BB (promedio 78.500 cm), 1(80)1 (promedio = 76.230), 03-08-907 (promedio = 75.778 cm) y Huariponcho (promedio = 75.00 cm) (Cuadro 25 y Figura 8).

Nuestros resultados concuerdan con Vásquez (1995), Quispe (1998), Huanca (1998), Ccaso (1999), Cárdenas (1999), Parizaca (2000) y Cuba (2001), en razón de que obtuvimos al cultivar ECU-420 con un promedio de

114.630 cm de altura y éstos antecedentes mencionan a éste mismo cultivar con 123 cm. Asimismo Cutipa (2001) reporta a ECU-420 como el más alto con 128.167 cm y Larico (2003) reporta a ECU-420 con 89.5 cm como el más alto. Ortiz (2001), reporta a 03-21-072 RM (promedio = 100.61 cm) y 03-21-079BB (promedio = 70.42 cm) como uno de los más altos, nosotros obtuvimos datos por debajo de éstos antecedentes.

Quispe (1998), reporta a ECU-420 con un promedio de altura de planta de 38.55 cm, siendo éstos muy bajos con respecto a nuestros datos (promedio = 114.630 cm). Al respecto podemos mencionar que éste cultivar fue seleccionada por varios años y lo que sucedió fue que se adaptó favorablemente a las condiciones del altiplano. Al igual que el rendimiento de grano, el índice de cosecha y la altura de planta están influenciados por los factores climáticos y genéticos de los cultivares de quinua (Tapia, 1979).

CUADRO 24. ANÁLISIS DE VARIANZA DE ALTURA DE PLANTA (cm) ENTRE BLOQUES Y CULTIVARES DE QUINUA TOLERANTES A SEQUÍA.

FUENTE DE VARIACIÓN	G L	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	F TABULADA	SIGNIFICANCIA
					5 %	
Bloques	3	139.76072	45.5869	3.0767	2.96	*
Cultivares	9	5404.96815	600.5520	40.5324	2.25	*
Error	27	400.04913	14.8166			
Total	39	5944.778				

C. V. = 4.4 %

* = Significativo.

CUADRO 25. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA DETERMINACIÓN DE VARIABILIDAD DE ALTURA DE PLANTA (cm) ENTRE CULTIVARES DE QUINUA TOLERANTES A SEQUÍA.

GRUPOS DUNCAN*				MEDIAS	NUMERO DE DATOS	CULTIVARES DE QUINUA
a				114.630	80	ECU-420
	b			95.170	80	24(80)3
	b			94.380	80	Sayaña
	b	c		90.060	80	Masal-389
		c		87.820	80	03-08-51
		c		87.108	80	03-21-072RM
		d		78.500	80	03-21-079BB
		d		76.230	80	1(80)1
		d		75.778	80	03-08-907
		d		75.000	80	Huariponcho

*Medias con la misma letra de los grupos Duncan, no presentan diferencia estadística significativa.

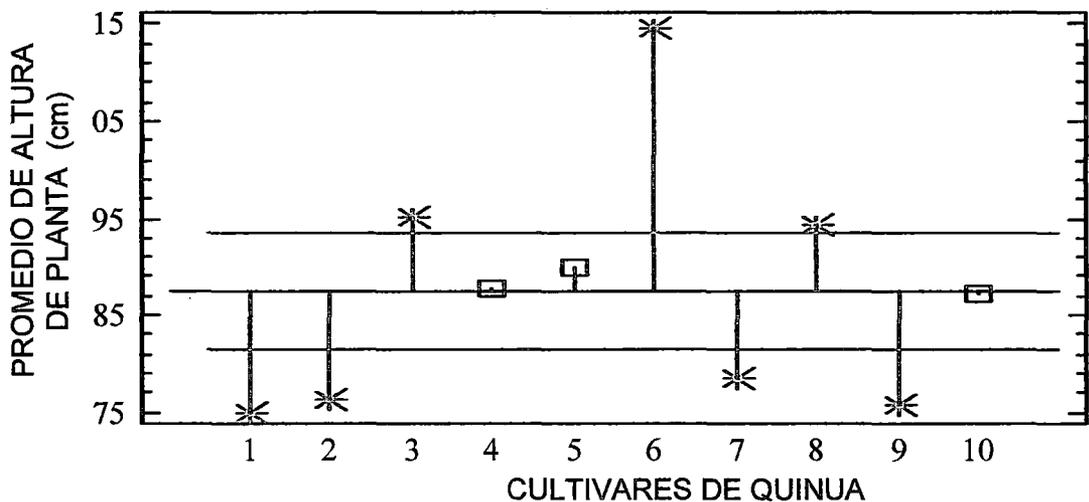


Figura 8. Representación gráfica de altura de planta de diez cultivares de quinua: 1 = Huariponcho; 2 = 1(80)1; 3 = 24(80)3; 4 = 03-08-51; 5 = Masal-389; 6 = ECU-420; 7 = 03-21-079BB; 8 = Sayaña; 9 = 03-08-907 y 10 = 03-21-072RM.

□ = Representa el comportamiento homogéneo de promedios de la altura de planta, en diez cultivares de quinua seleccionada.

* = Representa el comportamiento de los promedios de altura de planta, en diez cultivares de quinua, que se hallan fuera del valor homogéneo.

4.6.3 Comportamiento del diámetro de panoja en diez cultivares de quinua seleccionadas.

CUADRO 26. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL DIÁMETRO DE PANOJA (cm) ENTRE BLOQUES Y CULTIVARES SELECCIONADAS DE QUINUA.

FUENTE DE VARIACIÓN	G L	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	F TABULADA	SIGNIFICANCIA
					5 %	
Bloques	3	0.1397	0.04657	0.6647	2.96	n. s.
Cultivares	9	11.08519	1.2317	17.5794	2.25	*
Error	27	1.89176	0.070065			
Total	39	13.11664				

C. V. = 6.04 %

n. s. = No significativo y

* = Significativo

El diámetro de panoja en los diez cultivares contrastado entre bloques y entre cultivares, no existiendo diferencia estadística significativa entre los primeros ($F_c = 0.66$; $GL = 3.27$; $P > 0.05$); sin embargo si se obtuvo diferencia estadística significativa entre cultivares ($F_c = 17.58$; $GL = 9.27$; $P < 0.05$), el coeficiente de variabilidad equivalente a 6.04 nos indica que posee una confiabilidad los resultados obtenidos para la variable en estudio, ya que se encuentra dentro de los niveles permisibles para trabajos conducidos a nivel de campo (Cuadro 26).

CUADRO 27. PRUEBA DE DUNCAN PARA DETERMINACIÓN DE DEL DIÁMETRO DE PANOJA (cm) ENTRE DIEZ CULTIVARES DE QUINUA.

GRUPOS DUNCAN*				MEDIAS	NUMERO DE DATOS	CULTIVARES DE QUINUA
a				5.6750	80	Sayaña
	b			4.7625	80	24(80)3
	b	c		4.4750	80	Masal-389
	b	c		4.4500	80	Huariponcho
		c		4.3125	80	ECU-420
		c		4.3000	80	1(80)1
		c		4.2975	80	03-08-51
		c	d	4.0975	80	03-21-072RM
			d	3.7375	80	03-21-079BB
			d	3.7300	80	03-08-907

El diámetro de panoja en los diez cultivares de quinua, presentaron el menor valor en el bloque I, el cultivar 03-08-907 con 3.29 cm, y el mayor valor en el bloque III que fue de 5.73 cm, en el cultivar Sayaña. Entre los promedios generales Sayaña presenta el valor más alto con 5.675 cm y la más baja corresponde al cultivar 03-08-907 con 3.730 cm (Cuadro 27).

Realizando la prueba de Duncan, el contraste del parámetro del diámetro de panoja entre los diez cultivares, mostraron a Sayaña (promedio = 5.6750 cm) y 24(80)3 (promedio = 4.7625 cm) como las mejores; por otra parte los cultivares que presentaron los más bajos fueron 03-21-079BB (promedio = 3.7375 cm) y 03-08-907 (promedio = 3.7300 cm) (Cuadro 27 y Figura 9).

Quispe (1998), encontró mejores diámetros de panoja en los cultivares 03-21-079BB con 4.293 cm y 1(80)1 con 4.260 cm. Nuestros resultados son muy próximos para el cultivar 03-21-079BB un diámetro promedio de 3.7375 cm y el cultivar 1(80)1 el diámetro de panoja es de 4.30 cm, superando a ellos tenemos al cultivar Sayaña con 5.6750 cm.

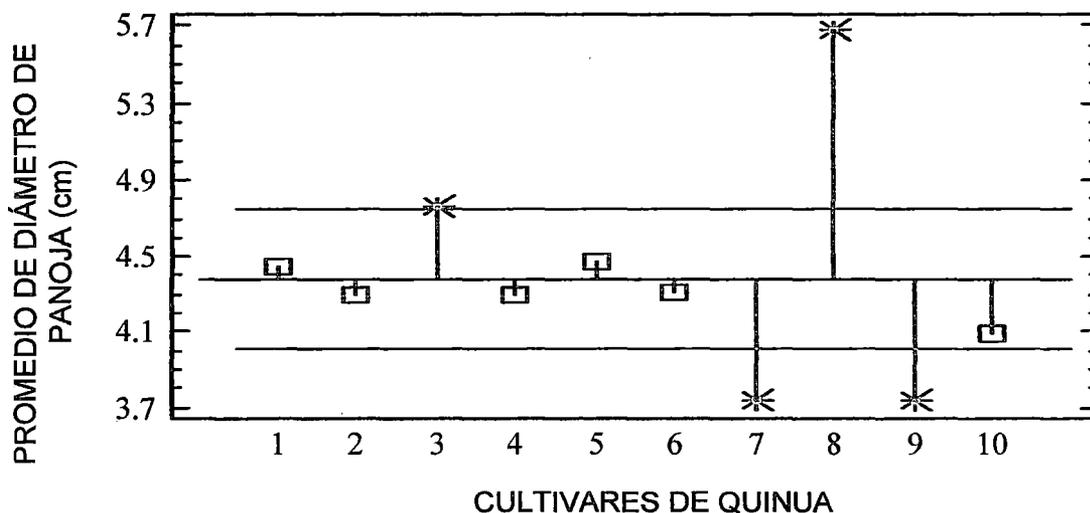


Figura 9. Representación gráfica de diámetro de panoja de diez cultivares de quinua: 1 = Huariponcho; 2 = 1(80)1; 3 = 24(80)3; 4 = 03-08-51; 5 = Masal-389; 6 = ECU-420; 7 = 03-21-079BB; 8 = Sayaña; 9 = 03-08-907 y 10 = 03-21-072RM.

□ = Representa el comportamiento homogéneo de promedios del diámetro de panoja en diez cultivares de quinua seleccionada.

* = Representa el comportamiento de los promedios del diámetro de panoja en diez cultivares de quinua, que se hallan fuera del valor homogéneo.

4.6.4 Comportamiento de la relación panoja – tallo en diez cultivares de quinua seleccionada tolerantes sequía.

CUADRO 28. CORRELACIÓN CALCULADA ENTRE VARIABLES LONGITUD DE PANOJA Y LONGITUD DE TALLO EN EL CULTIVAR DE QUINUA HUARIPONCHO.

X (Longitud de tallo cm)	Y (Longitud de panoja cm)	X ²	Y ²	XY
45.51	28.17	2071.16	793.5489	1282.017
51.23	25.24	2624.513	637.0576	1293.045
48.94	26.29	2395.124	691.1641	1286.633
49.77	24.85	2477.053	617.5225	1236.785

$$\Sigma X = 48,8625 \quad \Sigma XY = 1277,143594 \quad \Sigma Y^2 = 683,1689063$$

$$\Sigma X^2 = 2\,387,543906 \quad \Sigma Y = 26,1375 \quad n = 4$$

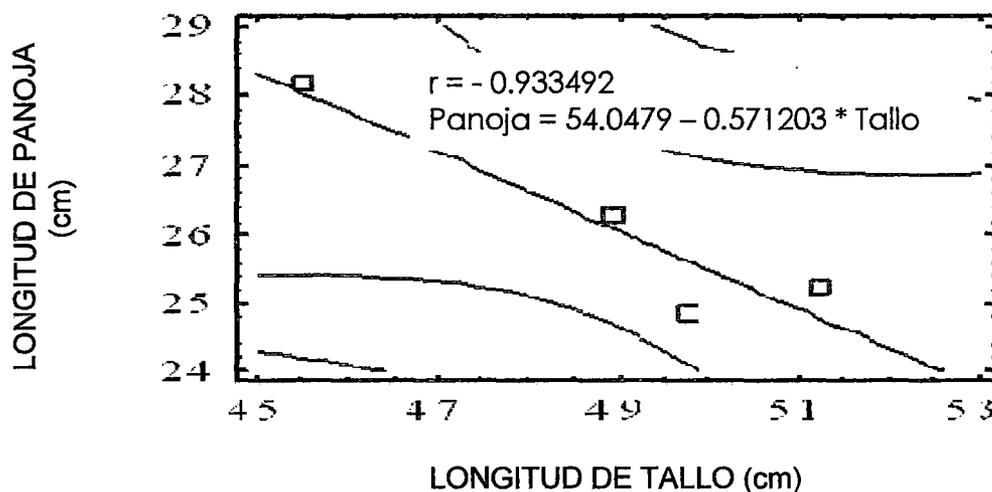


Figura 10. Representación gráfica de la relación panoja – tallo del cultivar Huariponcho en el CIP - Illpa, Campaña agrícola 2002/2003.

En el cultivar Huariponcho, existe una correlación negativa, por cuanto $r = -0.933492$, lo que indica que mientras mas pequeña sea el tallo del cultivar de quinua, es menor la longitud de la panoja.

CUADRO 29. CORRELACIÓN CALCULADA ENTRE LAS VARIABLES LONGITUD DE PANOJA Y LONGITUD DE TALLO EN EL CULTIVAR DE QUINUA 1(80)1.

X (Longitud de tallo cm)	Y (Longitud de panoja cm)	X ²	Y ²	XY
51.71	24.04	2673.924	577.9216	1243.108
53.42	22.56	2853.696	508.9536	1205.155
53.38	22.19	2849.424	492.3961	1184.502
56.03	21.49	3139.361	461.8201	1204.085

$$\Sigma X = 53,635$$

$$\Sigma Y = 22,57$$

$$\Sigma XY = 1\ 210,54195$$

$$\Sigma X^2 = 2\ 876,713225$$

$$\Sigma Y^2 = 509,4049$$

$$n = 4$$

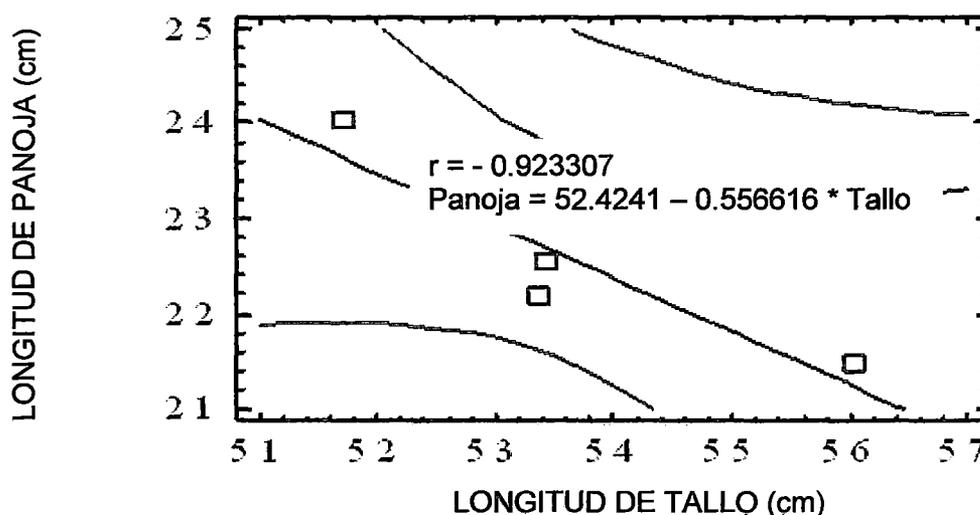


Figura 11. Representación gráfica de la relación panoja – tallo del cultivar 1(80)1 en el CIP - Illpa, Campaña agrícola 2002/2003.

En el cultivar 1(80)1, existe una correlación negativa, entre ambas variables, por cuanto $r = -0.923307$, lo que indica que a mayor tamaño de tallo es menor la longitud de panoja; por consiguiente mientras mas pequeña sea el tallo del cultivar de quinua 1(80)1, la producción de grano de quinua es relativamente mayor, pese a poseer un alto nivel de proteína equivalente a 15.4367 %, sin embargo un alto nivel de saponina de 2.08720.

CUADRO 30. CORRELACIÓN CALCULADA ENTRE LAS VARIABLES LONGITUD DE PANOJA Y LONGITUD DE TALLO EN EL CULTIVAR DE QUINUA 24(80)3.

X (Longitud de tallo cm)	Y (Longitud de panoja cm)	X ²	Y ²	XY
59.89	30.97	3586.812	959.1409	1854.793
64.60	28.11	4173.16	790.1721	1815.906
71.58	28.24	5123.696	797.4976	2021.419
69.35	27.94	4809.423	780.6436	1937.639

$$\Sigma x = 66,355$$

$$\Sigma y = 28,815$$

$$\Sigma xy = 1\,912,019325$$

$$\Sigma x^2 = 4\,402,986025$$

$$\Sigma y^2 = 830,304225$$

$$n = 4$$

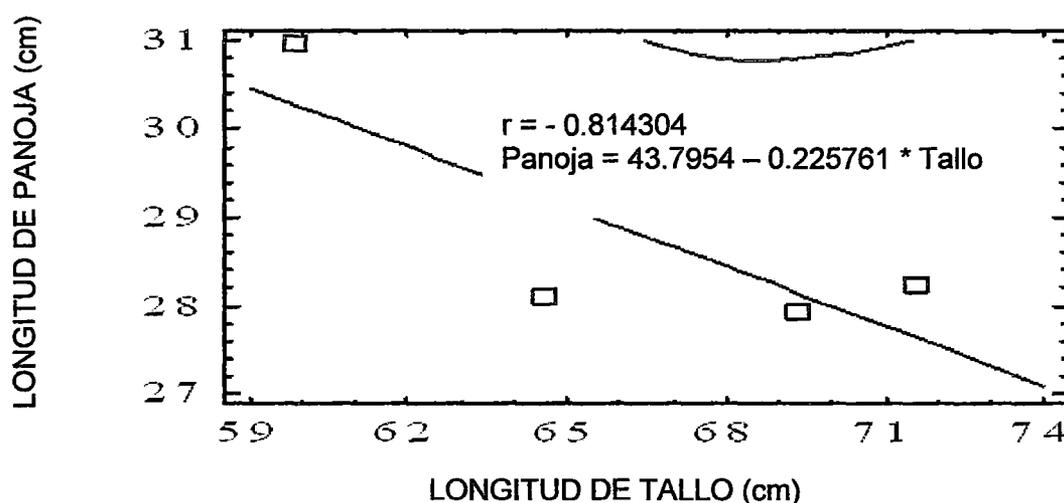


Figura 12. Representación gráfica de la relación panoja – tallo del cultivar 24(80)3 en el CIP - Illpa, Campaña agrícola 2002/2003.

La relación panoja – tallo en el cultivar 24(80)3 existe una correlación negativa, entre ambas variables, por cuanto $r = -0.814304$, lo que indica que los valores son dispersos, y cuanto mayor sea el tamaño del tallo de la quinua, menor es la longitud de la panoja, siendo el comportamiento de este cultivar similar a la anterior y diferente a las demás.

CUADRO 31. CORRELACIÓN CALCULADA ENTRE LAS VARIABLES LONGITUD DE PANOJA Y LONGITUD DE TALLO EN EL CULTIVAR DE QUINUA 03-08-51.

X (Longitud de tallo cm)	Y (Longitud de panoja cm)	X ²	Y ²	XY
54.29	26.08	2947.404	680.1664	1415.883
55.91	27.69	3125.928	766.7361	1548.148
65.54	29.56	4295.492	873.7936	1937.362
64.14	28.07	4113.94	787.9249	1800.41

$$\Sigma x = 59.97$$

$$\Sigma y = 27,85$$

$$\Sigma xy = 1\ 670,1645$$

$$\Sigma x^2 = 3\ 596,4009$$

$$\Sigma y^2 = 775,6225$$

$$n = 4$$

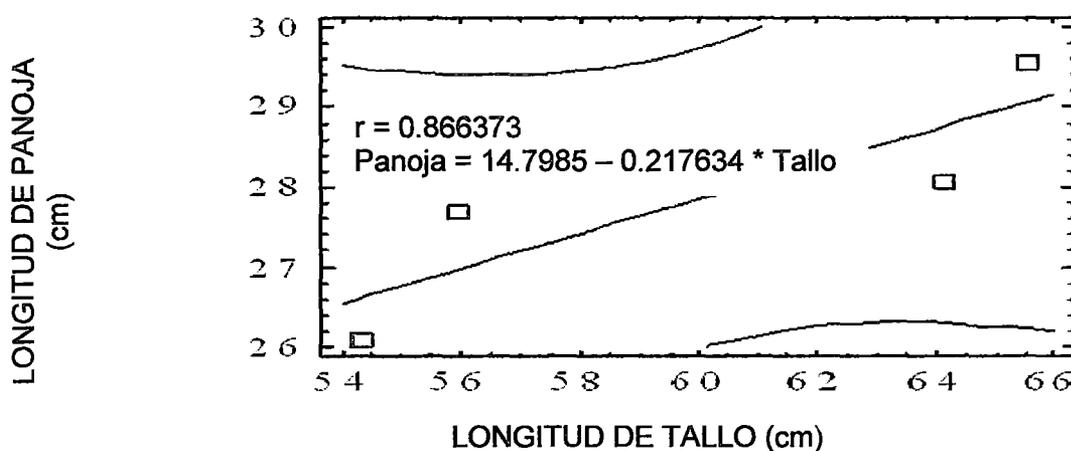


Figura 13. Representación gráfica de la relación panoja – tallo del cultivar 03-08-51 en el CIP - Illpa, Campaña agrícola 2002/2003.

En el cultivar 03-08-51 la relación panoja – tallo, existe una correlación positiva, muy alta entre ambas variables, por cuanto $r = 0.866373$, lo que indica que cuanto mayor sea el tamaño del tallo de la quinua, mayor es la longitud de la panoja, por cada cm de incremento de longitud de tallo, se incrementa en 0.217634 cm de panoja.

CUADRO 32. CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES LONGITUD DE PANOJA Y LONGITUD DE TALLO EN EL CULTIVAR DE QUINUA MASAL-389.

X (Longitud de tallo cm)	Y (Longitud de panoja cm)	X ²	Y ²	XY
61.62	28.36	3797.024	804.2896	1747.543
56.50	27.60	3192.25	761.76	1559.4
58.60	26.49	3433.96	701.7201	1552.314
71.32	29.75	5086.542	885.0625	2121.77

$$\Sigma x = 62.01$$

$$\Sigma y = 28.05$$

$$\Sigma xy = 1\,739,1$$

$$\Sigma x^2 = 3\,845,2401$$

$$\Sigma y^2 = 786,8025$$

$$n = 4$$

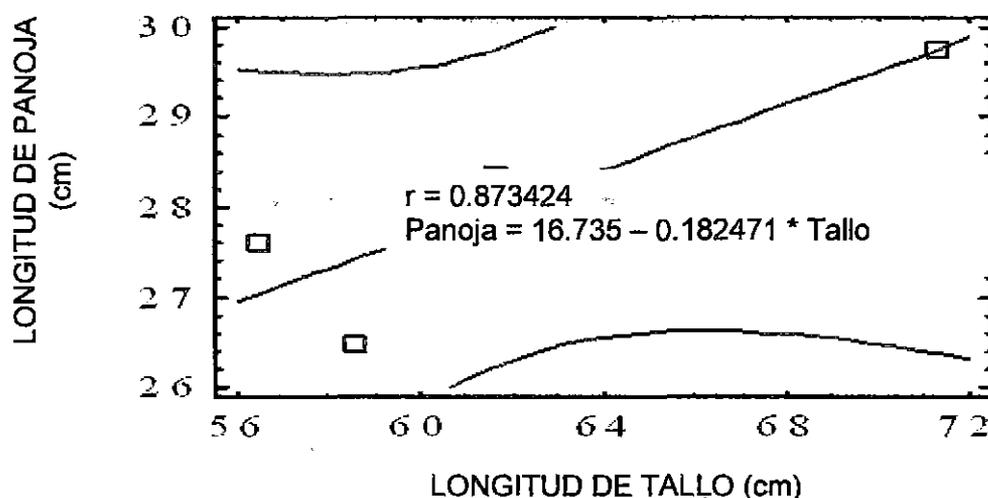


Figura 14. Representación gráfica de la relación panoja – tallo del cultivar Masal-389 en el CIP - Illpa, Campaña agrícola 2002/2003.

En el cultivar Masal-389 la relación panoja – tallo, existe una correlación positiva muy alta, entre ambas variables, por cuanto $r = 0.873424$, lo que indica que cuanto mayor sea el tamaño del tallo de la quinua, mayor es la longitud de la panoja.

CUADRO 33. CORRELACIÓN CALCULADA ENTRE LAS VARIABLES LONGITUD DE PANOJA Y LONGITUD DE TALLO EN EL CULTIVAR DE QUINUA ECU-420.

X (Longitud de tallo cm)	Y (Longitud de panoja cm)	X ²	Y ²	XY
74.35	35.77	5527.923	1279.493	2659.5
76.41	40.40	5838.488	1632.16	3086.964
73.49	42.83	5400.78	1834.409	3147.577
77.13	38.14	5949.037	1454.66	2941.738

$$\Sigma X = 75,345$$

$$\Sigma Y = 39.285$$

$$\Sigma XY = 2\,959,928325$$

$$\Sigma X^2 = 5\,676,869025$$

$$\Sigma Y^2 = 1\,543.311225$$

$$n = 4$$

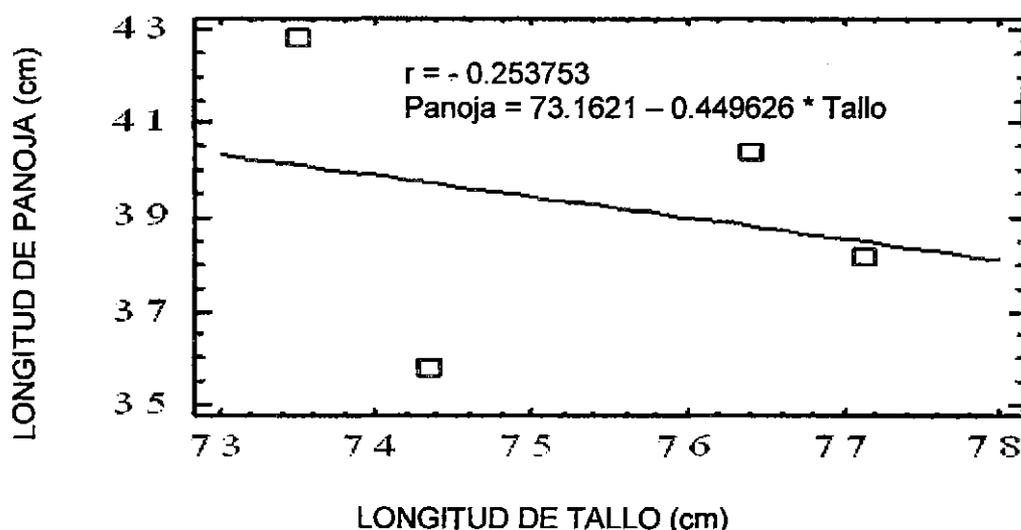


Figura 15. Representación gráfica de la relación panoja – tallo del cultivar ECU-420 en el CIP - Illpa, Campaña agrícola 2002/2003.

En el cultivar ECU-420 existe una correlación negativa, entre ambas variables, por cuanto $r = -0.253753$, lo que indica que los valores son dispersos, y cuanto mayor sea el tamaño del tallo de la quinua, menor es la longitud de la panoja, por consiguiente la producción será relativamente menor.

CUADRO 34. CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES LONGITUD DE PANOJA Y LONGITUD DE TALLO EN EL CULTIVAR DE QUINUA 03-21-079BB.

X (Longitud de tallo cm)	Y (Longitud de panoja cm)	X ²	Y ²	XY
46.33	28.17	2146.469	793.5489	1305.116
47.79	29.28	2283.884	857.3184	1399.291
48.60	28.42	2361.96	807.6964	1381.212
59.14	26.27	3497.54	690.1129	1553.608

$$\Sigma x = 50,465$$

$$\Sigma y = 28,035$$

$$\Sigma xy = 1414,786275$$

$$\Sigma x^2 = 2\,546,716225$$

$$\Sigma y^2 = 785,961225$$

$$n = 4$$

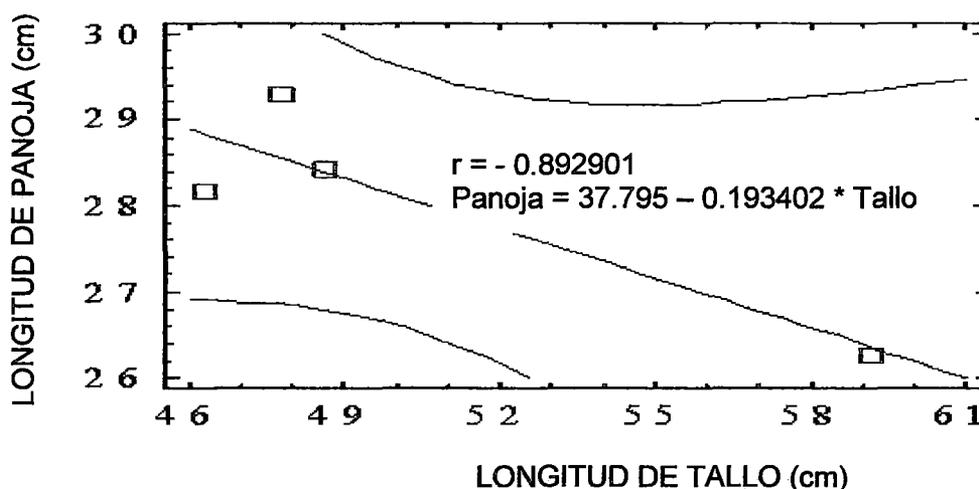


Figura 16. Representación gráfica de la relación panoja – tallo del cultivar 03-21-079BB en el CIP - Illpa, Campaña agrícola 2002/2003.

En el cultivar 03-21-079BB existe una correlación negativa, entre ambas variables, por cuanto $r = -0.892901$, lo que indica que los valores son dispersos, y cuanto mayor sea el tamaño del tallo de la quinua, menor es la longitud de la panoja.

CUADRO 35. CORRELACIÓN CALCULADA ENTRE LAS VARIABLES LONGITUD DE PANOJA Y LONGITUD DE TALLO EN EL CULTIVAR DE QUINUA SAYAÑA.

X (Longitud de tallo cm)	Y (Longitud de panoja cm)	X ²	Y ²	XY
56.08	25.97	3144.966	674.4409	1456.398
57.08	36.38	3258.126	1323.504	2076.57
58.25	36.76	3393.063	1351.298	2141.27
61.34	35.70	3762.596	1274.49	2189.838

$$\Sigma X = 58,1875$$

$$\Sigma Y = 33.7025$$

$$\Sigma XY = 1\,961,064219$$

$$\Sigma X^2 = 3\,365,785156$$

$$\Sigma Y^2 = 1\,135,858506$$

$$n = 4$$

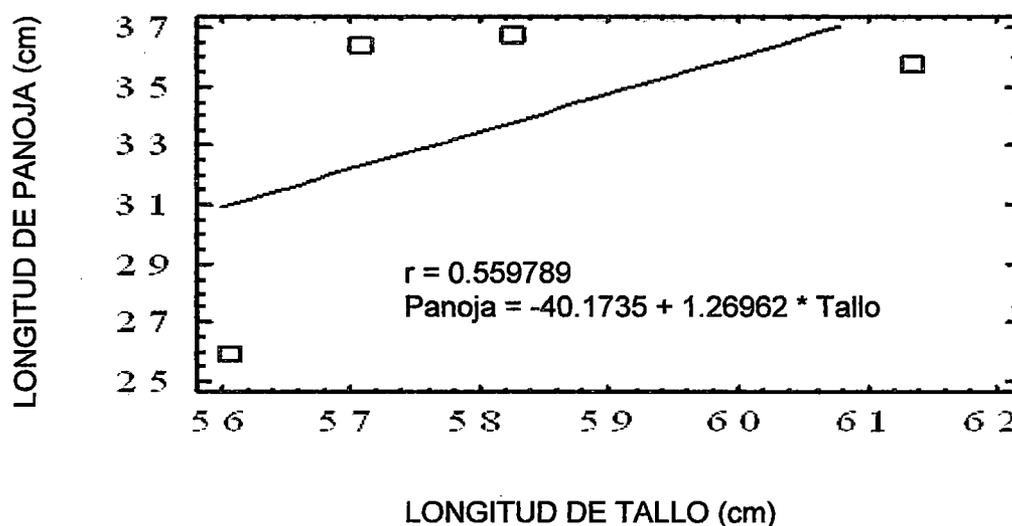


Figura 17. Representación gráfica de la relación panoja – tallo del cultivar Sayaña en el CIP - Illpa, Campaña agrícola 2002/2003.

En el cultivar Sayana la relación panoja – tallo, existe una correlación positiva bajo, entre ambas variables, por cuanto $r = 0.559789$, lo que indica que cuanto mayor sea el tamaño del tallo de la quinua, mayor es la longitud de la panoja, por consiguiente presenta una mayor producción.

CUADRO 36. CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES LONGITUD DE PANOJA Y LONGITUD DE TALLO EN EL CULTIVAR DE QUINUA 03-08-907.

X (Longitud de tallo cm)	Y (Longitud de panoja cm)	X ²	Y ²	XY
54.55	25.01	2975.703	625.5001	1364.296
50.83	26.48	2583.689	701.1904	1345.978
48.24	25.82	2327.098	666.6724	1245.557
47.62	24.56	2267.664	603.1936	1169.547

$$\Sigma X = 50.31 \quad \Sigma Y = 25.4675 \quad \Sigma XY = 1\,281.269925$$

$$\Sigma X^2 = 2\,531.0961 \quad \Sigma Y^2 = 648.5935563 \quad n = 4$$

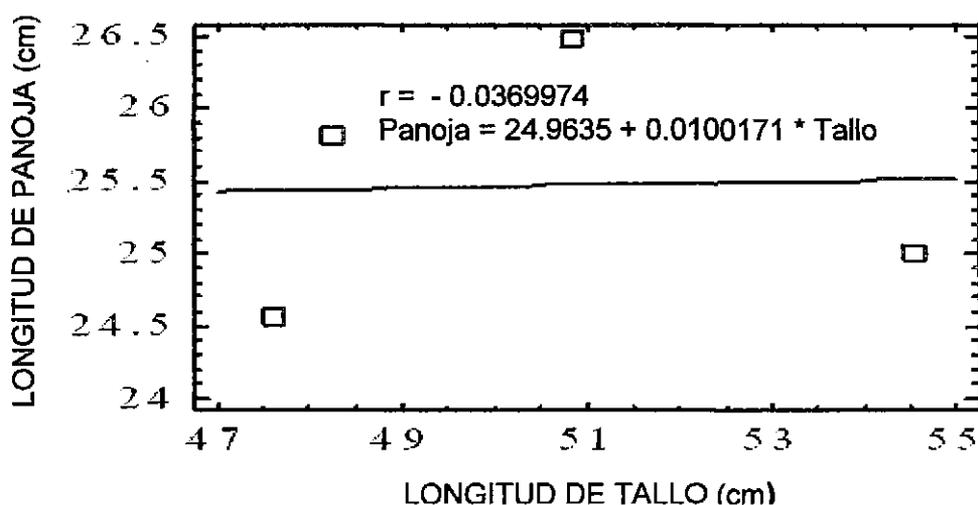


Figura 18. Representación gráfica de la relación panoja – tallo del cultivar 03-08-907 en el CIP - Illpa, Campaña agrícola 2002/2003.

En el cultivar 03-08-907 se presentó una correlación negativa muy baja, entre ambas variables, por cuanto $r = -0.0369974$, lo que indica que los valores son dispersos, y cuanto mayor sea el tamaño del tallo de la quinua, es relativamente menor la longitud de la panoja.

CUADRO 37. CORRELACIÓN CALCULADA ENTRE LAS VARIABLES LONGITUD DE PANOJA Y LONGITUD DE TALLO EN EL CULTIVAR DE QUINUA 03-21-072RM.

X (Longitud de tallo cm)	Y (Longitud de panoja cm)	X ²	Y ²	XY
52.77	31.31	2784.673	980.3161	1652.229
53.37	34.57	2848.357	1195.085	1845.001
52.23	35.50	2727.973	1260.25	1854.165
53.95	34.73	2910.603	1206.173	1873.684

$$\Sigma X = 53,08$$

$$\Sigma Y = 34,0275$$

$$\Sigma XY = 1\ 806,1797$$

$$\Sigma X^2 = 2\ 817,4864$$

$$\Sigma Y^2 = 1\ 157,870756$$

$$n = 4$$

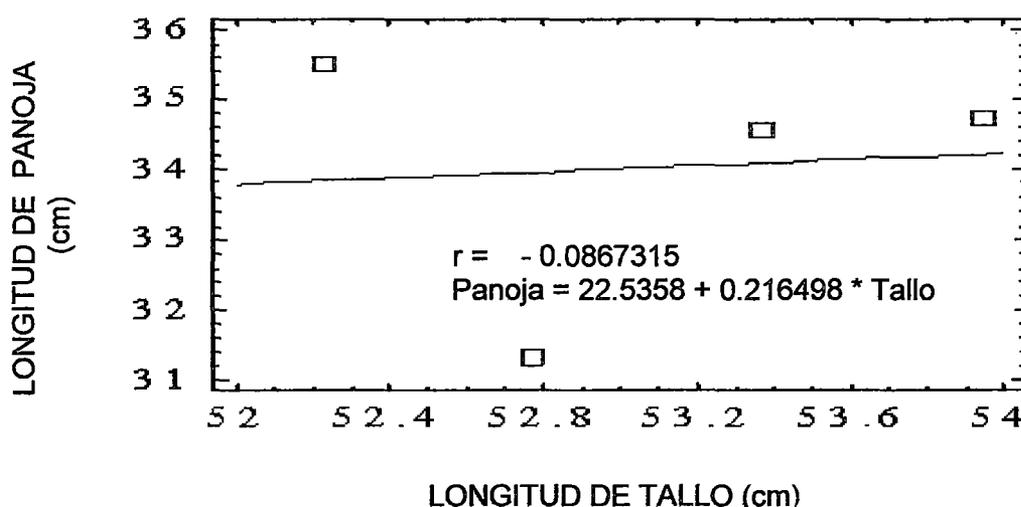


Figura 19. Representación gráfica de la relación panoja – tallo del cultivar 03-21-072RM en el CIP - Illpa, Campaña agrícola 2002/2003.

En el cultivar 03-21-072RM existe una correlación negativa muy baja, entre ambas variables, por cuanto $r = -0.0867315$, lo que indica que los valores son dispersos, y cuanto mayor sea el tamaño del tallo de la quinua, es relativamente menor la longitud de la panoja.

CUADRO 38. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES LONGITUD DE PANOJA Y LONGITUD DE TALLO ENTRE LOS DIEZ CULTIVARES DE QUINUA.

	X (Longitud de tallo cm)	Y (Longitud de panoja cm)	X ²	Y ²	XY
I	45.51	28.17	2071.16	793.5489	1282.017
	51.23	25.24	2624.513	637.0576	1293.045
	48.94	26.29	2395.124	691.1641	1286.633
	49.77	24.85	2477.053	617.5225	1236.785
II	51.71	24.04	2673.924	577.9216	1243.108
	53.42	22.56	2853.696	508.9536	1205.155
	53.38	22.19	2849.424	492.3961	1184.502
	56.03	21.49	3139.361	461.8201	1204.085
III	59.89	30.97	3586.812	959.1409	1854.793
	64.60	28.11	4173.16	790.1721	1815.906
	71.58	28.24	5123.696	797.4976	2021.419
	69.35	27.94	4809.423	780.6436	1937.639
IV	54.29	26.08	2947.404	680.1664	1415.883
	55.91	27.69	3125.928	766.7361	1548.148
	65.54	29.56	4295.492	873.7936	1937.362
	64.14	28.07	4113.94	787.9249	1800.41
V	61.62	28.36	3797.024	804.2896	1747.543
	56.50	27.60	3192.25	761.76	1559.4
	58.60	26.49	3433.96	701.7201	1552.314
	71.32	29.75	5086.542	885.0625	2121.77
VI	74.35	35.77	5527.923	1279.493	2659.5
	76.41	40.40	5838.488	1632.16	3086.964
	73.49	42.83	5400.78	1834.409	3147.577
	77.13	38.14	5949.037	1454.66	2941.738
VII	46.33	28.17	2146.469	793.5489	1305.116
	47.79	29.28	2283.884	857.3184	1399.291
	48.60	28.42	2361.96	807.6964	1381.212
	59.14	26.27	3497.54	690.1129	1553.608
VIII	56.08	25.97	3144.966	674.4409	1456.398
	57.08	36.38	3258.126	1323.504	2076.57
	58.25	36.76	3393.063	1351.298	2141.27
	61.34	35.70	3762.596	1274.49	2189.838
IX	54.55	25.01	2975.703	625.5001	1364.296
	50.83	26.48	2583.689	701.1904	1345.978
	48.24	25.82	2327.098	666.6724	1245.557
	47.62	24.56	2267.664	603.1936	1169.547
X	52.77	31.31	2784.673	980.3161	1652.229
	53.37	34.57	2848.357	1195.085	1845.001
	52.23	35.50	2727.973	1260.25	1854.165
	53.95	34.73	2910.603	1206.173	1873.684

$$\Sigma X = 2\ 312.88$$

$$\Sigma Y = 1\ 175.76$$

$$\Sigma XY = 68\ 937.455$$

$$\Sigma X^2 = 136\ 760.4762$$

$$\Sigma Y^2 = 35\ 580.8032$$

$$n = 40$$

La determinación del coeficiente de correlación fue según la siguiente ecuación:

$$r = \frac{n \sum XiYi - (\sum Xi)(\sum Yi)}{\sqrt{[n \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2][n \sum Yi^2 - (\sum Yi)^2]}}$$

Reemplazando valores:

$$r = \frac{40(68937.455) - (2312.88)(1175.76)}{\sqrt{[(40)(136760.4762) - (2312.88)^2][(40)(35580.8032) - (1175.76)^2]}}$$

$$r = 0.542196$$

Para hallar a y b, se realizaron las siguientes ecuaciones:

$$b = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{(40)(68937.455) - (2312.88)(1175.76)}{(40)(136760.4762) - (2312.88)^2}; \quad b = 0.3149;$$

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n}; \quad a = \frac{1175.76 - (0.3149)(2312.88)}{40}; \quad a = 11.1859$$

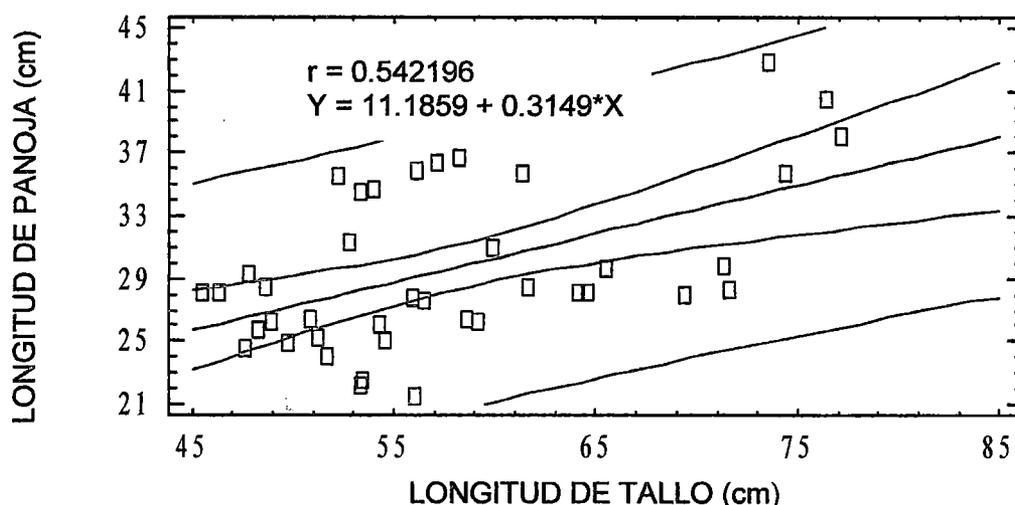


Figura 20. Representación gráfica de la relación panoja – tallo entre diez cultivares de quinua tolerantes a sequía en el CIP - Illpa, Campaña agrícola 2002/2003.

El comportamiento de la relación panoja – tallo en los diez cultivares de quinua seleccionadas, presentó un coeficiente de correlación bajo ($r = 0.542196$), por cuanto la recta de la regresión será de Y (Panoja) = $11.1859 + 0.3149 * X$ (Tallo). Esto nos indica que la longitud de panoja no está influenciada por la longitud del tallo, asimismo el valor de b nos indica que por cada cm que aumenta en la longitud de tallo, la panoja variará en 0.3149 cm.

Ccaso (1999), reporta correlaciones entre rendimiento de grano y altura de planta ($r = 0.716$); rendimiento de grano y longitud de panoja ($r = 0.744$) y rendimiento de grano y rendimiento de broza ($r = 0.783$); no existiendo reporte sobre la correlación panoja - tallo.

Por lo tanto se acepta la hipótesis planteada, en razón de que la altura de planta, el diámetro de panoja y la relación panoja – tallo varían según los cultivares de quinua experimentados, debido a que existió influencia de los factores edafológicos, ambientales, plagas y enfermedades.

V. CONCLUSIONES

1. Los cultivares de quinua que presentaron el mejor rendimiento de grano en el experimento, Sayaña posee el valor más alto con 70.25 g y la más baja en promedios corresponde al cultivar 1(80)1 con 20.45 g. El rendimiento de grano por panoja, extrapolado al rendimiento en kg ha^{-1} , presentó el menor promedio general de rendimiento en el cultivar 1(80)1 con $1\,472.4 \text{ kg ha}^{-1}$, y el mayor promedio general en Sayaña, con $5\,0197.8 \text{ kg ha}^{-1}$. El cultivar que presentó el mejor promedio en producción de grano fue Sayaña con $70.8025 \text{ kg ha}^{-1}$, seguido de 03-21-072 RM con un promedio de $36.325 \text{ kg ha}^{-1}$. Mientras que el cultivar 1(80)1 fue el que presentó el menor promedio con $20.450 \text{ kg ha}^{-1}$.
2. El cultivar de quinua que presentó el mejor promedio en Índice de Cosecha fue Sayaña con 73.038 %, seguido de 03-21-072RM con 35.838 %. Mientras que 1(80)1 presentó el menor promedio con 22.668 %, seguidos de Huariponcho y 03-08-907 con 26.4825 y 26.7825 % respectivamente. Existiendo diferencia estadística significativa entre los diez cultivares de quinua.
4. El mejor promedio en diámetro de grano fue Sayaña con 0.222825 cm, seguidos de 03-08-51 y 24(80)3, ambos con un promedio de 0.2008 cm. Mientras que los cultivares 03-08-907 y ECU-420 presentaron un promedio de 0.1788 y 0.1782 cm respectivamente, existiendo diferencia estadística significativa entre los diez cultivares seleccionadas de quinua. El mejor promedio en cuanto a altura de planta fue ECU-420 con un promedio de 114.630 cm, seguidos de 20(80)3 y Sayaña con 95.170 y 94.380 cm

respectivamente. El mejor promedio en diámetro de panoja fue Sayaña con un promedio de 5.6750 cm, seguido por 24(80)3 con 4.7625 cm y entre los cultivares que presentaron bajos promedios fueron 03-21-079BB y 03-08-907 con 3.7375 y 3.73 cm. En cuanto a correlación positiva alta fue para 03-08-51 con $r = 0.873424$, seguida por Sayaña con una correlación positiva baja con $r = 0.559789$; mientras que una correlación negativa: Huariponcho con $r = -0.933492$, seguido por 03-08-907 con $r = -0.039971$. Existiendo diferencia estadística significativa entre los diez cultivares seleccionados.

VI. RECOMENDACIONES

1. Impulsar en los agricultores e investigadores de diversas ramas con la finalidad de realizar trabajos de investigación en cultivares de quinua peruanos tales como 03-21-072RM y 03-21-079BB, por cuanto son los de mayor rendimiento en grano e índice de cosecha.
2. Por las características de alto rendimiento de grano, se recomienda realizar el cultivo extensivo de Sayaña en los diferentes campos de cultivo del ámbito de la región.
3. Hacer un estudio de réplicas en distintas localidades en la región de los cultivares ECU-420, Masal-389, 24(80)3 y 03(80)3, por su comportamiento homogéneo en cuanto a rendimiento de grano por panoja, para hacer el lanzamiento de las más promisorias a los agricultores.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- AGUILAR, P. C. 1992. Principios básicos para contrarrestar los riesgos de producción Andina. Principios técnicos para la reconstrucción y producción agrícola en Waru Waru. Proyecto PIWA. Convenio: PELT/INADE-IC/COTESU, Puno – Perú.
- AGUILAR, P. C. 1996. Selección de cultivares de quinua para analizar su resistencia a la sequía en tres ambientes de la cuenca del Titicaca. Proyecto de Investigación. snp.
- AGUILAR, P. C. 1999. Manejo del cultivo de quinua en el Perú. En I taller internacional sobre quinua, recursos genéticos y sistemas de producción. Proyecto Quinua CIP-DANIDA-UNALM, CIP y UNA., Puno - Perú. 82 p.
- ALLER, R. 1967. Principios de la mejora genética de las plantas. Ediciones Omega, Barcelona – España.
- ALLISON, L. E.; J. W., BROWN; H. E. HAYWARD; L. A., RICHARDS; L. BERNSTEIN; M. FIREMAN, *et al.* 1970. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Quinta edición Española. Centro Regional de Ayuda Técnica, México D. F. 172 p.
- ARNILLAS, F., G. BALDINO, K. BAIN, E. COTORNO & M. LEWIS. (Editores). 2000. II Diálogo sobre experiencias y retos contra la pobreza. CONADES – ANC – CONFIEP, Lima – Perú. 156 p.

- BARBOZA, J.; T., AMES & S. E., JACOBSEN. 1999. Reducción de la germinación y muerte de plantas de quinua causadas por *Rhizoctonia* y *Fusarium*. En Libro de Resúmenes del I Taller Internacional Sobre Quinua. Recursos Genéticos y Sistemas de Producción. Proyecto Quinua/CIP-DANIDA, UNAL, CIP y UNA - PUNO.
- CANAHUA, A. 1977. Producción de la quinua en la agencia de Juliaca. Ministerio de Alimentación. IICA. Fondo Simón Bolívar, Puno – Perú. Boletín No. 9
- CANAHUA, A. 1992. Comportamiento de las potencialidades de la quinua en las zonas agroecológicas de Puno – Perú. En: Actas del VII Congreso Internacional de Cultivos Andinos. La Paz - Bolivia, 4 – 8 de Febrero. 1991. IBTA – ORSTOM – CIID, Canadá. 47 – 51 p.
- CARDENAS, G. 1999. Selección de cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), por su resistencia a la sequía. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias – Escuela Profesional de Agronomía. UNSA, Arequipa – Perú. 90 p.
- CCASO Q., E. 1999. Selección de cultivares rendidores de quinua en dos zonas agro ecológicas. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNA, Puno - Perú. 85 p.
- IDRC (CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO). 2006. Programa Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ottawa, Canadá.

- CORNEJO, G. 1976. Estructura anatómica de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). En II Convención Internacional de Quenopodiáceas. Del 26 al 29 de Abril, Bolivia.
- CUBA P., C. A. 2001. Selección panoja - surco de cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) resistentes a sequía. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. UNSA, Arequipa - Perú. 118 p.
- CUTIPA C. 2001. Evaluación de cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) por rendimiento en tres localidades. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Cs. Agrarias UNA-Puno, Puno-Perú. 109 p.
- DANIELSEN, S. & T. AMES. 2000. El mildiu (*Peronospora farinosa*) de la quinua. (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la Zona Andina. CIP, Lima – Perú. 32 p.
- DIZES, J. & A. BONIFACIO. 1992. Estudios de microscopia electrónica de la morfología de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y la cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). En actas del VII Congreso Internacional Sobre Cultivos Andinos. IBTA – ORSTOM – CIID, La Paz - Bolivia. 47 – 51 p.
- FERNANDEZ, C., I. QUISPE & J. CORTEZ. 1976. Contribución al estudio morfológico del grano de quinua. En II Convención Internacional de Quenopodiáceas, Potosí - Bolivia.

- FRANCO, J. 1999. El cultivo de la quinua y los nematodos fitoparásitos en la región andina de Bolivia. En libro de resúmenes del I Taller Internacional sobre Quinua: Recursos Genéticos y Sistemas de Producción. Proyecto Quinua/CIP-DANIDA, UNALM, CIP y UNA - PUNO.
- GANDARILLAS, H. 1979. Mejoramiento genético. En la quinua y cañihua: Cultivos Andinos. Tapia, M., H. Gandarillas, S. Alandia, A. Cardozo & A. Mujica (Editores). Quinua y Kañiwa. Cultivos Andinos. Serie libros y materiales educativos # 40. IICA/CIID, Bogotá - Colombia.
- GANDARILLAS, A. 2001. Catálogo de colección de quinua conservada en el Banco Nacional de Granos Altoandinos. Fundación PROINPA, La Paz – Bolivia. 129 p.
- HENO R. K. M. 2006. Índice de la cosecha: una revisión de su uso en la crianza de planta y fisiología de la cosecha. Instituto escocés de investigaciones agrícolas. Agencia, Edimburgo EH12 8NJ, ROYAUME-UNI cat.inist.fr
- HUANCA Y., J. E. 1998. Selección de fenotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) para rendimiento. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. UNA - Puno, Puno - Perú. 163 p.
- IBAÑEZ, V. 2003. Métodos Estadísticos (Regresión Lineal Múltiple y No Lineal). Facultad de Ingeniería Estadística e Informática, Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú. 83 p.

- IBNORCA (INSTITUTO BOLIVIANO DE NORMALIZACION Y CALIDAD). 2006.
Normas técnicas, La Paz – Bolivia.
- INEI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA). 2006.
Proyecciones de la población del Perú 1995 – 2025. Dirección Técnica de
Demografía y Estudios Sociales. Boletín de Análisis Demográfico N° 35,
Lima – Perú. 248 p.
- INTERNATIONAL PROGRAMS CENTER. 2006. Source: U. S. Census Bureau,
Population Division/International Programs Center, Washington D. C.
20233 – 8800 - U. S. A.
- ISF (INTERNATIONAL SEED FEDERATION). 2005. Definición de los términos
que describen la reacción de las plantas frente a plagas, enfermedades y
estrés abióticos para la industria de semillas hortícolas. Sección de
hortícolas y ornamentales. FIS/ASSINSEL. All rights reserved, Cambridge
- KRAMER, P. J. 1989. Plant and soil water relationships a modern sintesis. Mc
GrawHill - Inc, New York. 180 p.
- KOSIOL M. J. 1990. Composición química. En quinua, hacia su cultivo
comercial. Latinreco S. A., Quito – Ecuador.
- LARICO V., J. 2003. Selección de cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa*
Willd.) con resistencia a estrés por frío. Tesis para optar el Grado de
Magíster Scientiae en Agricultura Andina. Maestría en Agricultura
Andina – Escuela de Post Grado de la UNA-Puno, Puno - Perú. 120 p.

- LESCANO, J. 1994. Genética y mejoramiento de cultivos andinos: Quinoa, cañihua, tarhui, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca. Editorial Producciones CIMA. La Paz – Bolivia. 459 p.
- MAMANI, F. 1999. La prueba de quinua en el Altiplano de Bolivia. En Libro de Resúmenes del I Taller Internacional Sobre Quinoa. Recursos Genéticos y Sistemas de Producción. Proyecto Quinoa/CIP-DANIDA, UNALM, CIP y UNA-PUNO.
- METCALFE, D. & D. M. ELWIS. 1987. Producción de cosecha: Fundamentos y prácticas. Editorial Limusa S. A. de C. V., México D. F. 967 p.
- MUJICA, A. 1977. Tecnología de cultivos de la quinua. En curso de quinua. Editores Fondo Simón Bolívar, Ministerio de Alimentación, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Universidad Nacional Técnica del Altiplano, Lima - Perú. 101 – 110 p.
- MUJICA, A. 1988. Parámetros Genéticos e índices de Selección en Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis Doctoral. Colegio de Post Graduados – Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas – Centro de Genética, Montecillo – México 87 p.
- MUJICA, A. & A., CANAHUA. 1989. Fenología del cultivo de la quinua. En: Curso Taller de fenología de Cultivos Andinos y uso de la información Agro Meteorológica. PICA, INIA, Puno - Perú. 24-27 p.

- MUJICA, A. 1992. Principios de resistencia a la sequía de las papas amargas. En papa amarga. Primera mesa redonda. ORSTOM, La Paz - Bolivia.
- MUJICA, A.; S. E., JACOBSEN; J. IZQUIERDO & J. P. MARATHEE. 1998. Libro de campo: Prueba americana y europea de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). FAO/RLAC, Lima – Perú. 41 p.
- MUJICA, A.; S. E., JACOBSEN & R. ORTIZ. 1998. Resistencia a sequía de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). UNA. EPG. Proyecto Quinua CIP-DANIDA-UNA, Lima – Perú. 12 - 23 p.
- MUJICA S., A.; S. E., JACOBSEN; P. C., AGUILAR; R., ORTIZ & T., AMES. 1999. Cultivo de quinua. Proyecto Quinua: CIP-DANIDA – UNA, Puno - Perú. 19 p.
- MUJICA, A. & S. E. JACOBSEN. 1999. Recursos genéticos y mejoramiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). En Libro de Resúmenes, S. E. Jacobsen & A. Valdez (Eds.) I Taller Internacional sobre Quinua Recursos Genéticos y Sistemas de Producción-UNALM, Lima-Perú. 131 p.
- MUJICA, S., A.; S. E., JACOBSEN; A. CANAHUA; R. ORTIZ; S. MARCA; V. APAZA; J. CHIRINOS; O. VIÑA; P. DELGADO & P. CARI. 2000. Producción de quinua orgánica (*Chenopodium quinoa* Willd.). Boletín técnico. UNA-EPG. MA-INIA-ADRA, Puno – Perú. 42 p.
- MUJICA A., A. CANAHUA & R. CARDOZO. 2006. Agronomía del cultivo de la quinua. Capítulo II.

- MUJICA, A.; S. E., JACOBSEN; J. IZQUIERDO & J. P., MARATHEE (Editores).
2001. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) ancestral cultivo andino,
alimento del presente y futuro. CONDESAN, Lima - Perú. 350 p.
- NELSON, D. 1968. Taxonomy and origins of *Chenopodium quinoa* and
Chenopodium nuttalliae. Ph. D. Thesis. Indiana University, USA. 99 p.
- NIETO, C., C. VIMOS, C. CAICEDO, C. MONTEROS & M. RIVERA. 1997.
Obtención de dos variedades de quinua de bajo contenido de saponina,
para la Sierra Ecuatoriana. Documento de Investigación, Centro
Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Programa de
Cultivos Andinos. INIAP, Ecuador.
- ONERN-CORPUNO (OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS
NATURALES - CORPORACION DE FOMENTO Y PROMOCION
SOCIAL Y ECONOMICA DE PUNO). 1984. Inventario, evaluación e
integración de los Recursos Naturales de la micro región Puno
(Reconocimiento) Oficina Nacional de Evaluación de Recursos
Naturales, Lima -Perú. 123 p.
- ORTIZ V., H. 2001. Evaluación de la Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en
tres localidades de la Cuenca del Titicaca. Tesis de Ingeniero Agrónomo.
Facultad de Ciencias Agrarias. UNA - Puno, Puno - Perú. 125 p.
- PARIZACA, M. 2000. Evaluación de catorce cultivares promisorios de quinua
(*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo dos condiciones de humedad durante

los primeros estadios fenológicos. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Cs. Agrarias UNA - Puno, Puno - Perú. 93 p.

PULGAR, J. 1954. La quinua o suba en Colombia. Ministerio de Agricultura, Bogotá – Colombia. Publicación No. 3

QUISPE, U. 1998. Evaluación del rendimiento de 60 genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la localidad de Mañazo – Puno. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Cs. Agrarias. UNA – Puno, Puno – Perú. 88 p.

REA, J.; M. TAPIA & A. MUJICA. 1975. Prácticas agronómicas. En: La quinua y cañihua: Cultivos Andinos. Editores: Tapia, M.; H. GANDARILLAS; S. ALANDIA; A. CARDOSO; A. MUJICA; R. ORTIZ; V. OTAZU; J., REA; B. SALAS & E. ZANABRIA. Centro de Investigación Internacional para el Desarrollo. CIID, Bogotá – Colombia. 83 – 120 p.

REA, J. 1977. Fomento de la producción Agroindustrial de quinua en Puno. I Congreso Internacional de Cultivos Andinos, Ayacucho – Perú.

RISI, J. 1991. La investigación de la quinua en Puno. En Perspectivas de la Investigación Agropecuaria para el Altiplano. CIID – PISA, Lima – Perú. 209 – 257 p.

SARMIENTO, F. O. 2001. Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica. Ediciones Abya-Yala, Quito: CLACS-UGA, CEPEIGE, AMA. Edición digital de Diccionario de

ecología, a cargo de José Luís Gómez-Martínez y autorizada para Proyecto Ensayo Hispánico.

SAG (SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO). 2006. Instructivo inscripción e inspección de semillas para certificación nacional. División de Semillas – Ministerio de Agricultura del Gobierno de Chile, Santiago - Chile. 19 p.

SALAS, B. 1976. Enfermedades de la quinua. Copia mimeografiada del curso de fitopatología. UNTA – Puno, Puno – Perú. 48 p.

SALISBURY, F. B. & C. W. ROSS. 1994. Fisiología vegetal. Editorial Interamericana, México D. F. 538 – 558 p.

SISTEMA APG II. 2003. Angiosperm phylogeny group. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. Botanical Journal of the Linnean Society 141: 399 – 436 p.

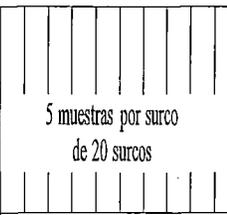
SOLDEVILLA, G.; A., MUJICA & S. E. JACOBSEN. 1999. Comparativo de seis cultivares europeos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones de Arequipa, Perú. En Libro de Resúmenes del I Taller Internacional sobre Quinua. Recursos Genéticos y Sistemas de Producción. Proyecto Quinua/CIP-DANIDA, UNALM, CIP y UNA-PUNO.

STEEL R. G. D. & J. H. TORRIE. 1985. Bioestadística: Principios y procedimientos. Segunda edición. Editorial McGraw Hill Latinoamericana S. A., Bogota – Colombia. 622 p.

- TAPIA, E. 1979. Quinoa y kañihua. Cultivos Andinos. CIID – IICA. Serie Libros y Materiales Educativos No. 40. Bogotá – Colombia. 83 – 119 p.
- TORRES, B. 1981. Climatología general y agrícola de la Provincia de Esteres. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina.
- UPOV (UNION PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES). 2002. La noción de obtentor y de los notoriamente conocidos en el sistema de protección de obtenciones vegetales basado en el convenio de la UPOV. Art. 1. IV. Acta de 1991, Ginebra – Suiza. 8 p.
- VALDIVIA, R.; S., PAREDES; A. ZEGARRA - V. CHOQUEHUANCA & J. REYNOSO. 1997. Manual del productor de quinua. Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente CIRNMA, Puno - Perú. 158 p.
- VASQUEZ, T. 1995. Evaluación de 40 genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) al déficit hídrico en cuatro fases fenológicas. Tesis de Grado Magister Scientiae..Maestría en Cultivos Andinos. EPG-UNA, Puno - Perú. 85 p.
- VERNOOY, R. 2003. Semillas generosas/Apéndice 1: Glosario de términos y siglas. Editorial International Development Research Centre, Ottawa – Canadá. 120 p.

ANEXOS

ANEXO 1: CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL DE "BOMBACUPA" CIP - ILLPA Y LA DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS. CAMPAÑA AGRICOLA 2002/2003 - PUNO - PERÙ.

Tratamientos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Huariponcho	1(80)1	24(80)3	3-08-51	MASAL-389	ECU-420	03-21-079BB	SAYAÑA	03-08-907	03-21-072RM
Surcos Rep. I II III IV	5 m	 5 muestras por surco de 20 surcos	1(80)1	24(80)3	3-08-51	MASAL-389	ECU-420	03-21-079BB	SAYAÑA	03-08-907	03-21-072RM
	20 m	24(80)3	ECU-420	03-21-072RM	Huariponcho	1(80)1	SAYAÑA	03-08-907	MASAL-389	3-08-51	03-21-079BB
		03-21-072RM	Huariponcho	24(80)3	1(80)1	MASAL-389	SAYAÑA	3-08-51	03-21-079BB	ECU-420	03-08-907
		3-08-51	03-21-079BB	1(80)1	ECU-420	03-08-907	Huariponcho	SAYAÑA	03-21-072RM	MASAL-389	24(80)3
		10 m	111 m								

ANEXO 2. ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS DEL CAMPO
EXPERIMENTAL DE BOMBACHUPA – ILLPA. PUNO – PERU.

B Q S	pH	C. E. dS/m	M O %	N %	P ppm	K ppm	CO ₃ %	% AREN	% ARC	% LIMO	CLA SE TEXT
I	6.73	0.915	3.78	0.115	12.28	266	0.00	42.5	30.5	27	F A r
II	7.39	0.335	3.75	0.14	15.20	272	0.00	44.5	31	24.5	F A r
III	6.78	0.815	3.62	0.115	13.39	285	0.00	43	30.5	26.5	F A r
IV	7.73	0.41	3.62	0.55	14.32	297	0.095	43	31.5	24.5	F A r
V	7.41	0.805	3.62	0.14	15.50	337	0.095	42.5	31.5	24	F A r
VI	6.90	0.60	3.62	0.14	16.29	312	0.00	42.5	31.5	26	F A r
VII	7.01	0.52	3.88	0.12	15.32	322	0.00	42.5	32.5	26.5	F A r
VIII	6.72	0.85	4.18	0.12	15.00	335	0.00	40.5	32	27.5	F A r
IX	6.96	0.525	3.75	0.115	14.91	335	0.00	42.5	36	26.5	F A r
X	7.46	0.47	3.41	0.16	13.33	367	0.00	40.5	31.5	27.5	F A r

ANEXO 3. CULTIVARES, COLOR DE PLANTA, COLOR DE GRANO, PROCEDENCIA Y DE LOS GENOTIPOS UTILIZADOS EN EL EXPERIMENTO. 1996/1997. MAÑAZO

CULTIVARES	COLOR PLANTA	COLOR GRANO	PAIS	CULTIVARES	COLOR PLANTA	COLOR GRANO	PAIS
26 (80)2	Blanca	Blanca	Bol	03-08-263	Rosada	Blanca	Perú
26(80)1	Blanca	Blanca	Bol	LP-7K	Blanca	Koito	Perú
25(80)4	Blanca	Blanca	Bol	03-08-906	Rosada	Blanca	Perú
25(80)2	Blanca	Blanca	Bol	03-08-51	Rosada	Blanca	Perú
25(80)3	Blanca	Blanca	Bol	03-08-49	Rosada	Blanca	Perú
24(80)2	Blanca	Blanca	Bol	LP-3B	Rosada	Blanca	Perú
24(80)4	Blanca	Blanca	Bol	LP-2P	Blanca	Blanca	Perú
44(80)1	Blanca	Blanca	Bo	I-113	Roja púrp	Púrpura	Perú
10(80)1	Blanca	Blanca	Bol	LP-3A2	Roja amar	Amarillo	Perú
16(80)1	Blanca	Blanca	Bol	I-109	Blanca	Koito	Perú
30(80)1	Blanca	Blanca	Bol	Tunkahuan	Verde	Blan suc	Ecu
25(80)1	Blanca	Blanca	Bol	Ingapirca	Blanca	Blanca	Ecu
3-93-31	Blanca	Blanca	Bol	Masal-389	Blanca	Blanca	Ecu
14(80)3	Blanca	Blanca	Bol	Colorado	Blanca	Blanca	Ecu
1(80)3	Blanca	Blanca	Bol	Latinreco	Verde clar	Blanca	Ecu
1(80)1	Blanca	Blanca	Bol	ECU-405	Blanca	Blanca	Ecu
Chucapa	Blanca	Blanca	Bol	ECU-420	Blanca	Blanca	Ecu
Kamiri	Roja	Blanca	Bol	ECU-422	Roja	Blanca	Ecu
LP-4B	Blanca	Blanca	Bol	ECU-452	Verde osc	Blanca	Ecu
02-21-072RM	Roja	Blanca	Bol	LP-4D	Verde clar	Blanca	Ecu
04-02-41	Rosada	Mixtura	Perú	ECU-507	Blanca	Blanca	Ecu
03-21-079BB	Rosada	Blanca	Perú	ECU-508	Rosada	Blanca	Ecu
4B-216	Blanca	Blanca	Perú	ECU-524-2E	Blanca	Blanca	Ecu
Kankolla	Blanca	Blanca	Perú	ECUI-525	Roja	Blanca	Ecu
Real	Blanca	Blanca	Perú	ECU-527	Blanca	Blanca	Ecu
11-151-31MB	Rosada	Blanca	Perú	ECU-560	Blanca	Blanca	Ecu
03-08-864	Blanca	Blanca	Perú	ECU-621 V-A	Blanca	Blanca	Ecu
03-08-907	Rosada	Blanca	Perú	ECU-621-19E	Verde	Blanca	Ecu
		Blanca	Perú	ECU-631	Verde	Blanca	Ecu

Fuente: QUISPE (1998).

ANEXO 4. CULTIVARES, COLOR DE PLANTA, COLOR DE GRANO Y
PROCEDENCIA DE LOS GENOTIPOS DE QUINUA, UTILIZADOS
EN EL EXPERIMENTO 1996/1997. CIP - ILLPA

CULTI VARES	COLOR PLANTA	COLOR GRANO	PAIS	CULTI VARES	COLOR PLANTA	COLOR GRANO	PAIS
26 (80)2	Blanca	Blanca	Boli	03-08-263	Rosada	Blanca	Perú
26(80)1	Blanca	Blanca	Boli	LP-7K	Blanca	Koito	Perú
5(80)4	Blanca	Blanca	Boli	03-08-906	Rosada	Blanca	Perú
25(80)2	Blanca	Blanca	Boli	03-08-51	Rosada	Blanca	Perú
25(80)3	Blanca	Blanca	Boli	03-08-49	Rosada	Blanca	Perú
24(80)2	Blanca	Blanca	Boli	LP-3B	Rosada	Blanca	Perú
24(80)4	Blanca	Blanca	Boli	LP-2P	Blanca	Blanca	Perú
24(80)1	Blanca	Blanca	Boli	I-113	Roj púrp	Púrpura	Perú
44(80)1	Blanca	Blanca	Boli	LP-3A2	Roja am	Amarillo	Perú
10(80)1	Blanca	Blanca	Boli	I-109	Blanca	Koito	Perú
16(80)1	Blanca	Blanca	Boli	Tunkahuan	Verde	Blanc suc	Ecu
30(80)1	Blanca	Blanca	Boli	Ingapirca	Blanca	Blanca	Ecu
25(80)1	Blanca	Blanca	Boli	Masal-389	Blanca	Blanca	Ecu
3-93	Blanca	Blanca	Boli	Colorado	Blanca	Blanca	Ecu
2-31	Blanca	Blanca	Boli	Latinreco	Verde cl	Blanca	Ecu
14(80)3	Blanca	Blanca	Boli	ECU-405	Blanca	Blanca	Ecu
1(80)2	Blanca	Blanca	Boli	ECU-420	Blanca	Blanca	Ecu
1(80)1	Blanca	Blanca	Boli	ECU-422	Roja	Blanca	Ecu
Chucapaca	Roja	Blanca	Boli	ECU-452	Verde os	Blanca	Ecu
Kamiri	Blanca	Blanca	Boli	LP-4D	Verde cl	Blanca	Ecu
LP-4B	Roja	Mixtura	Perú	ECU-507	Blanca	Blanca	Ecu
02-21-072	Rosada	Blanca	Perú	ECU-508	Rosada	Blanca	Ecu
04-02-641	Rosada	Blanca	Perú	ECU-524-2E	Blanca	Blanca	Ecu
03-21-079	Blanca	Blanca	Perú	ECUI-525	Roja	Blanca	Ecu
4B-216	Blanca	Blanca	Perú	ECU-527	Blanca	Blanca	Ecu
Kankolla	lancarosa	Blanca	Perú	ECU-560	Blanca	Blanca	Ecu
Real	Blanca	Blanca	Perú	ECU-621 V-A	Blanca	Blanca	Ecu
11-151-31	Rosada	Blanca	Perú	ECU-621-19E	Verde	Blanca	Ecu
03-08-864	Rosada	Blanca	Perú	ECU-631	Verde	Blanca	Ecu
03-08-907	Blanca	Blanca	Perú				

Fuente: HUANCA (1998)

ANEXO 5. CULTIVARES EMPLEADOS EN EL EXPERIMENTO, SEGÚN PROCEDENCIA DURANTE LA CAMPAÑA AGRÍCOLA 1997/1998 EN LAS LOCALIDADES DE CAMACANI, ILLPA Y MAÑAZO.

Nº	PERUANAS	Nº	BOLIVIANAS	Nº	ECUATORIANAS
1	03 - 21 - 079 BB	1	03-93	1	ECU-420
2	03 - 21 - 072 - RM.	2	16-35	2	ECU-504
3	03 - 08 - 907	3	30(80)1	3	ECU-225
4	03 - 08 - 51	4	26(80)2	4	ECU-524-2E
5	03 . 08 . 906	5	24(89)3	5	MASAL-389
6	11 - 151 - 31 MB	6	1(80)1	6	Ingapirca
7	I - 113	7	Chucapaca		
8	LP - 4B	8	Sayaña		
9	LP - 7K				
10	4B - 216				
11	Kankolla				

Fuente: CUTIPA (2001).

ANEXO 6. GENOTIPOS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) SEGÚN PROCEDENCIA EN LA CAMPAÑA AGRÍCOLA 1998/1999 – CENTROS EXPERIMENTALES DE: CAMACANI E ILLPA.

PERUANAS	BOLIVIANAS	ECUATORIANAS	EUROPEAS
03.21.079 BB	03-93	ECU-420	NL.3
03-21-072 RM	24(80)3	Masal-389	RU-5
03-08-907	1(80)1	Ingapirca	G-205-95
03-08-51	Chucapaca		RU-2
03-08-906	Sayaña		NL-6
KANKOLLA			E-DK-4

Fuente: CASSO (1999)

ANEXO 7. CULTIVARES PROMISORIOS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) SEGÚN PROCEDENCIA EN LA CAMPAÑA AGRICOLA 1999/2000 – CENTRO EXPERIMENTAL ILLPA.

PERUANAS	BOLIVIANAS	ECUATORIANAS	EUROPEAS
03(08.1 03-08-907 03-21-072RM 03-21-079BB Huariponcho Ayara	Sayaña Pandela Otusaya 24(80)3 1(80)1	ECU-420 Masal-389	G-205-95

Fuente: PARIZACA (2000)

ANEXO 8. CULTIVARES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) SEGÚN PROCEDENCIA EN LA CAMPAÑA AGRICOLA 1999/2000 Y 2000/2001 – COMUNIDAD DE CANCCACA - PICHACANI.

PERUANAS	BOLIVIANAS	ECUATORIANAS	HOLANDA
Kankolla Chullpi Kellu Kcoyto 11-151.31MB LP-3A2 4B-216 LP-4B 03-08-51 03-08-906 03(08)1 03-08-907 03-21-072RM 03-21-079BB Huariponcho Ayara	Sayaña Chucapaca Otusaya Real 30(80)1 393 Uyuca Kamiri 24(80)3 1(80)1 Pandela Achachino	ECU-420 Masal-389	G-205-95

Fuente: LARICO (2003)

ANEXO 9. DETERMINACIÓN PORCENTUAL DE SAPONINA EN 10 CULTIVARES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.), EN LA CAMPAÑA AGRICOLA 2002/2003 DEL CAMPO EXPERIMENTAL "BOMBACHUPA" CIP-ILLPA-UNA – PUNO.

Cultivares	Repeticiones					Promedio	D. S.	C. V.
	1	2	3	4	5			
SAYAÑA	1.420	1.539	1.539	1.420	1.302	1.444	0.099	6.871
HUARIPONCHO	2.367	1.775	2.367	1.775	2.152	2.087	0.298	14.287
03-21-079BB	0.698	0.702	0.710	0.947	0.828	0.777	0.109	14.077
1(80)1	0.118	0.118	0.118	0.122	0.099	0.115	0.009	7.922
24(80)3	0.828	0.947	0.947	0.828	0.828	0.876	0.065	7.444
ECU-420	0.237	0.249	0.237	0.259	0.268	0.250	0.014	5.455
03-21-072RM	0.473	0.473	0.473	0.473	0.355	0.449	0.053	11.742
03-08-907	0.828	0.896	0.947	0.628	0.749	0.810	0.126	15.542
3(08)51	1.065	0.796	0.832	1.053	0.828	0.915	0.132	14.478
MASAL	1.065	1.065	0.828	0.947	0.851	0.951	0.113	11.887

ANEXO 10. DETERMINACIÓN PORCENTUAL DE PROTEÍNA EN 10 CULTIVARES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) OBTENIDAS POR SELECCIÓN PANOJA SURCO, EN LA CAMPAÑA AGRICOLA 2002/2003 DEL CAMPO EXPERIMENTAL "BOMBACHUPA" CIP-ILLPA-UNA – PUNO.

Cultivares de quinua	Repeticiones			Promedio	D. S.	C. V.
	1	2	3			
HUARIPONCHO						
O	9.43	11.40	11.01	10.613	1.043	9.829
1(80)1	15.25	15.05	16.01	15.437	0.506	3.281
24(80)3	13.45	13.55	13.52	13.507	0.051	0.380
3(08)51	10.82	10.17	10.83	10.607	0.378	3.566
MASAL	13.22	13.11	14.20	13.510	0.600	4.442
ECU-420	14.10	14.68	14.62	14.467	0.319	2.205
03-21-079BB	14.28	15.00	14.12	14.467	0.469	3.240
SAYAÑA	15.39	15.48	15.45	15.440	0.046	0.297
03-08-907	11.50	11.38	11.85	11.577	0.244	2.109
03-21-072RM	12.47	12.38	12.77	12.540	0.204	1.628

ANEXO 11. PROMEDIO DEL RDMTO DE GRANO POR PANOJA (g) EN DIEZ CULTIVARES DE QUINUA, TOLERANTES A SEQUIA.

BLOQUES	Huariponcho	1(80)1	24(80)3	03-08-51	Masal-389	ECU-420	03-21-079BB	Sayaña	03-08-907	03-21-072RM
I	28.15	23.90	29.05	23.15	32.80	24.60	28.10	69.71	22.60	33.90
II	24.25	19.15	25.40	26.40	26.75	29.90	30.65	70.40	25.10	34.90
III	24.60	17.70	25.25	31.90	25.95	27.75	32.60	72.14	25.20	37.25
IV	21.15	21.05	26.00	26.00	30.85	28.25	29.20	70.96	25.85	39.25
PROM.	24.5375	20.45	26.425	26.8625	29.0875	27.625	30.1375	70.8025	24.6875	36.325
D. S.	2.86426	2.678	1.77975	3.65681	3.27602	2.21604	1.94567	1.02783	1.43084	2.40295
C. V.	11.673	13.095	6.7351	13.613	11.263	8.0219	6.456	1.4517	5.7958	6.6151

ANEXO 12. PROMEDIOS DEL RENDIMIENTO DE GRANO POR HECTÁREA (kg ha⁻¹) EN DIEZ CULTIVARES DE QUINUA TOLERANTES A SEQUIA.

BLOQUES	Huariponcho	1(80)1	24(80)3	03-08-51	Masal-389	ECU-420	03-21-079BB	Sayaña	03-08-907	03-21-072RM
I	2026.8	1720.8	2091.6	1666.8	2361.6	1771.2	2023.2	5019.2	1627.2	1720.8
II	1746.0	1378.8	1828.8	1900.8	1926.0	2152.8	2206.8	5068.8	1807.2	2512.8
III	1771.2	1274.4	1818.0	2296.8	1868.4	2718.0	2347.2	5194.0	1814.4	2682.0
IV	1522.8	1515.6	1872.0	1872.0	2221.2	2034.0	2102.4	5109.2	1861.2	2826.0
PROMEDIO	1766.7	1472.4	1902.6	1934.1	2094.3	2163.0	2169.9	5019.8	1777.5	2435.4
D. S.	206.226	192.816	128.142	263.291	235.873	399.221	140.188	73.9445	103.02	493.296
C. V.	11.673	13.095	6.7351	13.613	11.263	18.457	6.4606	1.4732	5.7958	20.255

ANEXO 13. PROMEDIOS DEL ÍNDICE DE COSECHA EN DIEZ CULTIVARES DE QUINUA,
TOLERANTES A SEQUIA.

BLOQUES	Huariponcho	1(80)1	24(80)3	03-08-51	Masal-389	ECU-420	03-21-079BB	Sayaña	03-08-907	03-21-072RM
I	30.54	25.87	31.12	25.12	34.61	25.69	30.34	71.84	24.29	25.37
II	25.96	21.27	27.28	28.42	28.70	31.18	33.21	72.60	26.97	36.81
III	26.48	20.56	27.23	33.69	27.75	39.24	34.97	74.58	28.12	39.61
IV	22.95	22.97	28.07	27.62	32.60	29.48	31.62	73.13	27.75	41.56
PROMEDIO	26.4825	22.6675	28.425	28.7125	30.915	31.3975	32.535	73.0375	26.7825	35.8375
D. S.	3.12062	2.36235	1.8374	3.60373	3.23603	5.70977	2.00334	1.15662	1.72942	7.24553
C. V.	11.784	10.422	6.464	12.551	10.468	18.185	6.1575	1.5836	6.4573	20.218

ANEXO 14. PROMEDIOS DEL DIÁMETRO DE GRANO (cm) EN DIEZ CULTIVARES DE QUINUA, TOLERANTES A
SEQUIA.

BLOQUES	Huariponcho	1(80)1	24(80)3	03-08-51	Masal-389	ECU-420	03-21-079BB	Sayaña	03-08-907	03-21-072RM
I	0.1840	0.1964	0.2015	0.2007	0.1899	0.1716	0.1900	0.2204	0.1778	0.1905
II	0.1941	0.2010	0.2001	0.2067	0.1957	0.1737	0.1939	0.2247	0.1740	0.2016
III	0.1840	0.1940	0.1984	0.1972	0.1959	0.1804	0.1972	0.2231	0.1790	0.2005
IV	0.1832	0.1939	0.2032	0.1986	0.1881	0.1870	0.1915	0.2231	0.1843	0.1971
PROMEDIO	0.1863	0.1963	0.2008	0.2008	0.1924	0.1782	0.1932	0.2228	0.1788	0.1974
D. S.	0.0052	0.0033	0.0042	0.0040	0.0040	0.0070	0.0031	0.0018	0.0043	0.0050
C. V.	2.8000	1.7000	2.1000	2.1000	2.1000	3.9000	1.6000	0.8000	2.4000	2.5000

ANEXO 15. PROMEDIOS DE LA ALTURA DE PLANTA (cm) EN DIEZ CULTIVARES DE QUINUA, TOLERANTES A SEQUIA.

BLOQUES	Huariponcho	1(80)1	24(80)3	03-08-51	Masal-389	ECU-420	03-21-079BB	Sayaña	03-08-907	03-21-072RM
I	73.68	75.75	90.86	80.37	89.98	110.12	74.50	92.01	79.56	84.08
II	76.47	75.98	92.71	83.60	84.10	116.81	77.07	93.46	77.31	87.94
III	75.23	75.57	99.82	95.10	85.09	116.32	77.02	95.01	74.06	87.73
IV	74.62	77.52	97.29	92.21	101.07	115.27	85.41	97.04	72.18	88.68
PROMEDIO	75.0	76.205	95.17	87.82	90.06	114.63	78.5	94.38	75.7775	87.1075
D. S.	1.16913	0.892581	4.11277	6.96614	7.77708	3.07453	4.76037	2.15529	3.29382	2.05905
C. V.	1.5588	1.1696	4.3215	7.9323	8.6354	2.6821	6.0642	2.2836	4.3467	2.3638

ANEXO 16. PROMEDIOS DEL DIÁMETRO DE PANOJA (cm) EN DIEZ CULTIVARES DE QUINUA, TOLERANTES A SEQUIA.

BLOQUES	Huariponcho	1(80)1	24(80)3	03-08-51	Masal-389	ECU-420	03-21-079BB	Sayaña	03-08-907	03-21-072RM
I	4,81	4,47	4,86	3,98	4,63	3,84	3,89	5,70	3,29	3,84
II	4,32	4,27	4,74	4,14	4,30	4,24	3,94	5,59	3,59	4,11
III	4,44	4,09	4,64	4,71	4,43	4,98	3,40	5,73	3,96	4,29
IV	4,23	4,34	4,81	4,36	4,54	4,19	3,72	5,68	4,08	4,15
PROMEDIO	4.45	4.2925	4.7625	4.2975	4.475	4.3125	3.7375	5.675	3.730	4.0975
D. S.	25.4951	15.8403	9.53502	31.6056	14.2478	47.9262	24.3909	6.02771	35.9907	18.8215
C. V.	5.7292	3.6902	2.0021	7.3544	3.1839	11.113	6.526	1.0622	9.649	4.5934

ANEXO 17. PROMEDIOS DEL PESO POR GRANO (g) EN DIEZ CULTIVARES DE QUINUA,
TOLERANTES A SEQUIA.

BLOQUES	Huariponcho	1(80)1	24(80)3	03-08-51	Masal-389	ECU-420	03-21-079BB	Sayaña	03.08.907	03.21.072RM
I	0.003143	0.003290	0.003280	0.003443	0.003540	0.002825	0.003058	0.004686	0.002890	0.003185
II	0.002973	0.003135	0.003395	0.003260	0.003155	0.002475	0.002980	0.004562	0.002880	0.003285
III	0.003330	0.003190	0.003260	0.003390	0.003355	0.003070	0.003200	0.004693	0.002680	0.003238
IV	0.003140	0.003165	0.003340	0.003258	0.003395	0.003058	0.002935	0.004646	0.002870	0.003125
PROMEDIO	0.003147	0.003195	0.003318	0.003337	0.003361	0.002857	0.003043	0.004646	0.002830	0.003208
D. S.	0.000146	0.000067	0.000061	0.000093	0.000159	0.000279	0.000116	0.000060	0.000100	0.000069
C. V.	4.6358	2.1035	1.8426	2.8005	4.7249	9.7487	3.8183	1.2950	3.5453	2.1480

ANEXO 18. CORRELACION DEL CONTRASTE DE VARIABLES EN DIEZ CULTIVARES
DE QUINUA, TOLERANTES A SEQUIA.

Variables		Correlación (r)
Longitud de tallo	Diámetro de Tallo	0.542196
Rendimiento de grano	Altura de planta	0.594525
Rendimiento de grano	Longitud de panoja	0.314405 – 0.684516
Rendimiento de grano	Diámetro de panoja	0.352251 – 0.733369
Rendimiento de grano	Peso total de planta	0.946733 – 0.97526
Rendimiento de grano	Broza	0.229859 – 0.708723
Rendimiento de grano	Índice de cosecha	0.99151 – 0.999842

ANEXO 19. TABLA DE VALORES DEL MÉTODO AFROSIMÉTRICO (SEMICUANTITATIVO) PARA LA DETERMINACIÓN DE PORCENTAJE (%) DE SAPONINA PARA VERDURAS, FRUTAS Y DERIVADOS DE CEREALES.

Altura de espuma (cm)	Saponina (%)				
	Pesos de muestra (g)				
	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.030	0.020	0.015	0.012	0.0010
0.10	0.059	0.039	0.030	0.024	0.020
0.15	0.089	0.059	0.044	0.036	0.030
0.20	0.118	0.079	0.059	0.047	0.039
0.25	0.148	0.099	0.074	0.059	0.049
0.30	0.178	0.118	0.089	0.071	0.059
0.35	0.207	0.138	0.104	0.083	0.069
0.40	0.237	0.158	0.118	0.095	0.079
0.45	0.267	0.178	0.133	0.107	0.089
0.50	0.296	0.197	0.148	0.118	0.099
0.55	0.326	0.217	0.163	0.130	0.109
0.60	0.355	0.237	0.178	0.142	0.118
0.65	0.385	0.257	0.193	0.154	0.128
0.70	0.415	0.276	0.207	0.166	0.138
0.75	0.444	0.296	0.222	0.178	0.148
0.80	0.474	0.316	0.237	0.190	0.158
0.85	0.504	0.336	0.252	0.201	0.168
0.90	0.533	0.355	0.267	0.213	0.178
0.95	0.563	0.375	0.281	0.225	0.188
1.00	0.592	0.395	0.296	0.237	0.197

Fuente: KOSIOL (1990).

ANEXO 20. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL MODAL DE LA UNIDAD DEL SUELO ILLPA.

Zona	: Illpa
Clasificación natural	: Soil Taxonomy (1975): Haplustol FAO (1974): Phaeazem
Fisiografía	: Depósito de piedemonte
Pendiente	: 4 – 6 %
Altitud	: 3,920 msnm
Clima	: Semí lluvioso y frío
Zona de vida	: Bosque húmedo – Montano Subtropical (bh - MS)
Matéria Madre	: Coluvio aluvial
Vegetación	: Presencia de rastrojo de avena
Fragmentos gruesos superficiales	: No hay

Horizonte	Prof. /cm	Descripción
Ap	0 – 20	Franco arenoso, pardo rojizo oscuro (5 YR 3/3) en húmedo; bloques subangulares finos, débiles, suave; ligeramente ácido (pH 6.1); raíces finas, abundantes; contenido bajo de materia orgánica (1.17%); permeabilidad moderadamente rápida. Límite de horizonte difuso al
Ah	20 – 35	Franco arenoso, pardo rojizo oscuro (5 YR 3/3) en húmedo; bloques angulares medios, moderados; firmes; ligeramente ácido (pH 6.3); raíces finas, comunes; contenido bajo de materia orgánica (0.76%); permeabilidad moderadamente rápida. Límite de horizonte difuso al
AB	35 – 60	Franco arenoso, pardo rojizo oscuro (5 YR 3/3) en húmedo; bloques angulares medios, moderados, finos; ligeramente ácido (pH 6.3); contenido bajo de materia orgánica (0.41%); permeabilidad moderadamente rápida. Límite de horizonte abrupto al

- Bw 60 – 105 Franco arenoso, pardo rojizo oscuro (5 YR 3/2.5) en húmedo; bloques angulares medios, fuertes, muy firme; ligeramente ácido (pH 0.69); contenido bajo de materia orgánica (0.69%); permeabilidad lenta. Límite de horizonte gradual al
- BC 105 – 130 Franco arcilloso, pardo rojizo a pardo rojizo oscuro (5 YR 3.5/4) en húmedo; bloques angulares medios, moderados; firme; ligeramente ácido (pH 6.5); contenido bajo de materia orgánica (0.55%); permeabilidad moderadamente rápida. Límite de horizonte difuso al
- C 130 + 160 Franco arcilloso, pardo rojizo a pardo rojizo oscuro (5 YR 3/4) en húmedo; masivo; firme; neutro (pH 6.7); contenido bajo de materia orgánica (0.69%); permeabilidad moderada.
-

Fuente: ONERN-CORPUNO (1984).