

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE  
PAPAS NATIVAS EN EL MUNICIPIO DE UMALA DEL  
DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

**Milan Mamani Vargas**

**La Paz – Bolivia**

**2009**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE  
PAPAS NATIVAS EN EL MUNICIPIO DE UMALA DEL  
DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

*Tesis de Grado presentada como requisito  
parcial para optar el Título de  
Ingeniero Agrónomo*

**Milan Mamani Vargas**

**Tutor:**

Ing. Miguel Angel Gonzales Aldana .....

**Asesores:**

Ing. M. Sc. Felix Wilfredo Rojas .....

Ing. M. Sc. Enrique Carrasco G. ....

**Comité Revisor:**

Ing. M. Sc. David Morales Velásquez .....

Ing. M. Sc. Eduardo Oviedo Farfán .....

Ing. Ph. D. Alejandro Bonifacio Flores .....

**APROBADA**

**Presidente:**

.....

### **DEDICATORIA**

A Dios por la vida, salud y su infinita misericordia. Al inmenso e invaluable sacrificio de mis padres ENRIQUE y JULIA, por su constante amistad, apoyo y comprensión quienes estuvieron en todo momento junto a mí, inculcándome valores de la vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Si tuviera que agradecer a todos al concluir, expreso mi profunda gratitud a todas las personas que de una u otra manera colaboraron en la realización del trabajo.

En primer lugar agradezco a mis queridos padres: Enrique Mamani y Julia Vargas a mis hermanos Rubén, Blas y Romer Roly a mi cuñada Graciela, a mis queridas sobrinas Hade Graciela, Belén Esthefany por su constante apoyo y comprensión durante mi formación personal y profesional.

Al personal docente administrativo de la Universidad Mayor de San Andrés de la Facultad de Agronomía a quienes debo su enseñanza, orientación y consagración a tan noble misión como la de formar profesionales.

A la Fundación PROINPA (La Paz), Área de Sistemas de Producción del proyecto SANREM, por el apoyo técnico y logístico en donde encontré la amistad y colaboración, sin los cuales no hubiera sido posible la realización del trabajo.

Al Ing. M.Sc. Javier Aguilera, por permitir y aceptarme en esta prestigiosa Institución, al mismo tiempo agradecer al Ing. Miguel Angel Gonzales Aldana por su valioso apoyo en la realización para la conclusión del trabajo con su tutoría.

Un gran agradecimiento a los Ingenieros M.Sc. Wilfredo Rojas y M.Sc. Enrique Carrasco, quienes dieron sugerencias enriqueciendo en la corrección y redacción del documento final, con su asesoría.

A Dr. Bruno Condori Alí, junto al Ing. Eliseo Mamani Álvarez, facilitaron el análisis estadístico, también a los Ingenieros Carola Chambilla, Yasmín Mantilla, por brindarme su amistad y apoyo en diferentes instancias del trabajo.

A los miembros del tribunal revisor: Ing. Ph. D. Alejandro Bonifacio, Ing. M.Sc. Eduardo Oviedo Farfán e Ing. M.Sc. David Morales Velásquez, quienes contribuyeron con sugerencias y recomendaciones para obtener el documento final.

Al promotor Bernardo Baltasar por su amistad y su participación desinteresada durante el trabajo de campo. Un gran agradecimiento a los agricultores de la comunidad de Kellhuiri por su participación durante la evaluación del cultivo.

A mis compañeros de La Área de Sistema de Producción; Miriam, Claudia y Eliseo, por su amistad y los mejores momentos de convivencia durante el desarrollo del trabajo que de una u otra manera colaboraron para que la realización de éste trabajo sea realidad.

A mis amigos y compañeros por su elemental y sincera amistad, su positivo apoyo y perenne recuerdo: Germán, Rubén Fily, Fidel, Santos, Genaro, Freddy, Severo, Saúl, Alex, Carlos, Ronnie, Elvis, Patricia, Tatiana, Rosa, Susana, Yovana, Brígida y otros que algunos no son mencionaos por el apoyo y la oportunidad de estar juntos en algún momento de mi carrera.

## **RESUMEN**

El cultivo de la papa constituye la base de la alimentación del habitante de todas las clases sociales, sin embargo la producción es afectada por diversos factores bióticos y abióticos.

El estudio se realizó en el Municipio de Umala provincia Aroma del departamento de La Paz, en donde se encontró una diversidad de especies de papa razón por la cual se caracterizó y evaluó el comportamiento agromorfológico de 118 variedades de papa, a través de datos cuantitativos y cualitativos, agrupando en Diploide, Triploide, Tetraploide y Pentaploide.

En el análisis de parámetros estadísticos, se obtuvieron una amplia variabilidad genética en la fase fenológico, teniendo máximos, mínimos y medias dentro la variable cuantitativa a su vez mostraron visiblemente la desviación estándar entre 0.6 al 15.5, por ende el coeficiente de variación varia de 8.4 al 78.3 %, en ella se puede destacar que algunas variedades se desarrollaron con normalidad sin embargo existen también variedades susceptibles a plagas y a la poca lluvia.

En el análisis de correlación simple, se determinó que la variable altura de planta APL esta correlacionado positivamente con cobertura vegetal COV ( $r=0.63$ ), y número tallos por planta NTP ( $r=0.73$ ). La cobertura vegetal esta altamente correlacionada con el numero de tubérculos por planta NTP ( $r=0.74$ ). Por otro lado nos muestra que esta correlacionado negativamente peso del tubérculo, incidencia de plagas y días a la madurez, estos responden directamente a características genéticas de las variedades.

Con el análisis de componentes principales se identifico a 4 componentes significativos que contribuyeron con más del 56.6 % a la varianza acumulada. Así el primer componente principal identifico a número de tubérculos (0.89), altura de planta (0.87) y cobertura vegetal (0.85) donde aporta el 21.8% de la varianza. El segundo componente integra la variable días a la floración, aportando el 13.0% a la varianza, teniendo número de flores abundante y susceptible al ataque de plagas.

El tercer componente principal aporta el 11.5% de la varianza total que identificó a días a la emergencia (0.75), rendimiento de tubérculo (-0.69). En el cuarto componente destaca al variable número de foliolos laterales (0.70), número de tallos (0.56) y días a la madurez (-0.47), aportando solamente el 10.3% a la varianza total.

Donde se identificaron variedades de ciclo largo (tardíos) no siempre presentan cantidades mayores de tallos y foliolos, por el contrario las plantas de ciclo corto (precoces) desarrollan muchos tallos y un mayor número de foliolos.

Durante el desarrollo de las especies se presentaron las fases fenológicas. Se encuentra el porcentaje de emergencia entre los 30 días hasta los 44 días después de la siembra, en las cuatro ploidias (Diploide, Triploide, Tetraploide y Pentaploide) dentro de ellas se destaca la especie Tetraploide que alcanzó el 72.8% de área foliar y con menor cobertura fue de la especie Pentaploide del 66.3%.

Los rendimientos expresados en (TM/ha) son buenos en comparación a datos estadísticos referenciales, alcanzando 27.27 la variedad Yari, 27.40 la variedad Chiar imilla, hasta encontrar el menor rendimiento en la variedad Alfa blanca redonda de 4,95, Alfa roja 5,43 y Añahuay culi con 5.40.

En cuanto a los factores adversos se toma cuenta principalmente a plagas existiendo una diferencia entre las ploidias presentando un promedio de las variedades la ploidia Diploide con el 25%, Triploide 32%, Tetraploide 48% y Pentaploide con 42% de ataque por las plagas (gorgojo y polillas).

Finalmente en las evaluaciones participativas con los agricultores, ellos llegaron a agrupar las papas buenas, malas, regulares y algunos no lo conocen, en relación al crecimiento y uso de las variedades, que el agricultor realiza año tras año.

## **ABSTRAC**

The cultivation of the potato constitutes the base of the feeding of the inhabitant of all the social classes, however the production is affected by diverse factors bióticos and abióticos.

The study was carried out in the Municipality of Umala county Aroma of the department of The Peace where was a diversity of species of potato reason for which was characterized and you evaluated the behavior agromorfológico of 118 potato varieties, through quantitative and qualitative data, containing in Diploide, Triploide, Tetraploide and Pentaploide.

In the analysis of statistical parameters, they were obtained a wide genetic variability in the phase fenológico, having maxima, minima and stockings in turn inside of the quantitative variable showed the standard deviation visibly among 0.6 at the 15.5, for ende the coefficient of different variation of 8.4 to 78.3%, in her can stand out that some varieties were developed however with normality they also exist susceptible varieties to plagues and the little rain.

In the analysis of simple correlation, you was determined that the variable plant height APL this correlated positively with vegetable covering COV ( $r=0.63$ ), and number shafts for plant NTP ( $r=0.73$ ). The vegetable covering this highly correlated with the I number of tubers for plant NTP ( $r=0.74$ ). On the other hand it shows us that this correlated negatively weight of the tuber, incidence of plagues and days to the maturity, these they respond directly to genetic characteristics of the varieties.

With the analysis of main components you identifies to 4 significant components that contributed with more than 56.6% to the cumulative variance. The first main component identifies this way to number of tubers (0.89), plant height (0.87) and vegetable covering (0.85) where you contributes 21.8% of the variance. The second component integrates the variable days to the floración, contributing 13.0% to the



variance, having abundant and susceptible number of flowers to the attack of plagues.

The third main component contributes 11.5% of the total variance that identified to days to the emergency (0.75), tuber yield (-0.69). In the fourth component it highlights to the variable number of lateral foliolos (0.70), number of shafts (0.56) and days to the maturity (-0.47), contributing only the 10.3% to the total variance.

Where varieties of long cycle were identified (late) they don't always present quantities bigger than shafts and foliolos, on the contrary the plants of short cycle (precocious) they develop many shafts and a bigger foliolos number.

During the development of the species the phases fenológicas were presented. You is the emergency percentage among the 30 days until the 44 days after the siembra, in the four ploidias (Diploide, Triploide, Tetraploide and Pentaploide) inside them he/she stands out the species Tetraploide that reached 72.8 area% to foliate and with smaller covering it was of the species Pentaploide of 66.3%.

The yields expressed in (TM/ha) they are good in comparison to statistical data you index you, reaching 27.27 the variety Yari, 27.40 the variety Chiar imilla, until finding the smallest yield in the round white variety Alpha of 4.95, Alpha roja 5.43 and Añahuay culi with 5.40.

As for the factors takes encuesta mainly to plagues existing a difference among the ploidias presenting an average of the varieties the ploidia Diploide 25%, Triploide 32%, Tetraploide 48% and Pentaploide 42 % for the plagues (weevil and moths).

Finally in the evaluations participative with the farmers, they ended up containing the good, bad, regular potatoes and some don't know it, in relation to the growth and use of the varieties that the farmer carries out year after year.

## **CONTENIDO TEMÁTICO**

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b> .....	i
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	ii
<b>RESUMEN</b> .....	iv
<b>ABSTRAC</b> .....	vi
<b>CONTENIDO TEMÁTICO</b> .....	viii
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	xiv
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xvi
<b>ÍNDICE DE FOTOS</b> .....	xviii
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	xix
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivo general.....	2
1.1.2 Objetivos específicos.....	2
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
2.1 Diversidad biológica.....	3
2.1.1 Agrobiodiversidad.....	3
2.1.2 Recursos genéticos.....	4
2.1.3 Germoplasma.....	4
2.1.4 Conservación de recursos filogenéticos.....	5
2.1.4.1 Etapas de conservación ex-situ.....	5
2.1.4.1.1 Adquisición de germoplasma.....	5
2.1.4.1.2 Multiplicación preliminar.....	6

2.1.4.1.3 Almacenamiento.....	6
2.1.4.1.4 Caracterización y evaluación.....	6
2.1.4.1.5 Documentación.....	8
2.2 El cultivo de papa.....	8
2.2.1 Origen y evolución.....	8
2.2.2 Diversidad genética.....	10
2.2.2.1 Bancos de conservación de papas.....	10
2.2.2.2 Diversidad de tubérculos en Bolivia.....	11
2.2.2.3 Zonas productoras del departamento de La Paz	12
2.2.3 Importancia del cultivo.....	12
2.2.3.1 Importancia del cultivo en el mundo.....	12
2.2.3.2 Importancia del cultivo en Bolivia.....	13
2.2.3.4 Superficie y rendimiento de papa en Bolivia.....	14
2.2.4 Morfología de la papa.....	14
2.2.5 Características botánicas de la papa.....	16
2.2.5.1 Características de la especie Diploide.....	17
2.2.5.2 Características de la especie Triploide.....	18
2.2.5.3 Características de la especie Tetraploide.....	18
2.2.5.4 Características de la especie Pentaploide.....	19
2.2.6 Fases fenológicas.....	19
2.2.7 Factores que influyen en la producción.....	22
2.2.7.1 Factores bióticos.....	22
2.2.7.2 Factores abióticos.....	22
2.3 Métodos estadísticos para el análisis de datos de caracterización....	23
2.3.1 Estadística descriptiva.....	23
2.3.2 Coeficiente de correlación.....	24
2.3.3 Método multivariados.....	24
2.3.3.1 Análisis de componentes principales.....	26
2.3.3.2 Análisis de clúster o conglomerados.....	27

<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	28
3.1 Localización.....	28
3.1.1 Características climáticas.....	29
3.1.2 Suelo.....	30
3.1.3 Vegetación del lugar de estudio.....	30
3.2 Materiales.....	30
3.2.1 Material genético.....	30
3.2.2 Material de campo.....	31
3.2.3 Material de gabinete.....	31
3.3 Métodos aplicados en el manejo del cultivo.....	32
3.3.1 Preparación del material vegetal.....	32
3.3.1.1 Recolección del material genético.....	32
3.3.1.2 Selección de semilla.....	33
3.3.2 Preparación de área experimental.....	33
3.3.2.1 Roturado del terreno.....	33
3.3.4 Delimitación de la parcela.....	33
3.3.3 Labores culturales.....	33
3.3.3.1 Siembra.....	33
3.3.3.2 Aporque.....	34
3.3.3.3 Deshierbe.....	34
3.3.3.4 Cosecha.....	34
3.4 Variables caracterizadas y evaluadas.....	35
3.4.1 Variables cuantitativas.....	37
3.4.1.1 Días a la emergencia (DEM).....	37
3.4.1.2 Días a la floración (DFL).....	38
3.4.1.3 Días a la madurez (DMA).....	38
3.4.1.4 Número de flores por inflorescencia (FIN).....	38
3.4.1.5 Número de tallos (NTA).....	38
3.4.1.6 Altura de planta (APL).....	39
3.4.1.7 Cobertura vegetal (COV).....	39

3.4.1.8 Número de foliolos laterales (NFL).....	40
3.4.1.9 Número de inter hojuelas entre foliolos (NIH).....	40
3.4.1.10 Número de tubérculos por planta (NTP).....	40
3.4.1.14 Incidencia de plagas (%) (ISD).....	40
3.4.1.12 Peso total de tubérculos/10 plantas (PT).....	41
3.4.2 Variables cualitativas.....	42
3.4.2.1 Tipo de crecimiento (TCR).....	42
3.4.2.2 Color de la flor (CFL).....	42
3.4.2.3 Grado de floración (GFL).....	43
3.4.2.4 Color del tallo (CTA).....	43
3.4.2.5 Forma de las alas del tallo (FAT).....	43
3.4.2.6 Forma de la hoja (FHO).....	43
3.4.2.7 Color de la baya (CBA).....	43
3.4.2.8 Forma de la baya (FBA).....	44
3.4.2.9 Color del tubérculo (CTU).....	44
3.4.2.10 Forma del tubérculo (FTU).....	44
3.4.2.11 Color carne del tubérculo (CCT).....	44
3.4.2.12 Profundidad de los ojos (POJ).....	44
3.4.2.13 Color del brote (CBR).....	45
3.5 Evaluación participativa.....	45
3.5.1 Evaluación en la floración.....	46
3.5.2 Evaluación en la cosecha y pos cosecha.....	47
3.6 Análisis estadístico.....	49
3.6.1 Estadística descriptiva.....	49
3.6.2 Coeficiente de correlación simple.....	50
3.6.3 Análisis multivariados.....	50
3.6.3.1 Análisis de componentes principales.....	50
3.6.3.2 Análisis de Conglomerados.....	51

---

<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....	52
4.1 Análisis descriptivo.....	52
4.1.1 Variables cuantitativas.....	52
4.1.1.1 Días a la emergencia.....	53
4.1.1.2 Número de flores por inflorescencia.....	53
4.1.1.3 Número de foliolos laterales por hoja.....	53
4.1.1.4 Días a la floración.....	54
4.1.1.5 Altura de la planta.....	54
4.1.1.6 Cobertura vegetal.....	55
4.1.1.7 Número interhojuelas entre foliolos.....	55
4.1.1.8 Número de tallos.....	55
4.1.1.9 Número de tubérculos por planta.....	55
4.1.1.10 Incidencia de plagas.....	56
4.1.1.11 Días a la madurez.....	56
4.1.1.12 Peso total de tubérculo (Rendimiento).....	56
4.1.2 Variables cualitativas.....	57
4.1.2.1 Tipo de crecimiento.....	58
4.1.2.2 Color de la flor.....	59
4.1.2.3 Grado de floración.....	60
4.1.2.4 Color de tallo.....	61
4.1.2.5 Forma de las alas del tallo.....	62
4.1.2.6 Forma de la hoja.....	62
4.1.2.7 Color de la baya.....	62
4.1.2.8 Forma de la baya.....	63
4.1.2.9 Color del tubérculo.....	63
4.1.2.10 Forma del tubérculo.....	64
4.1.2.11 Color carne del tubérculo.....	65
4.1.2.12 Profundidad de los ojos.....	66
4.1.2.13 Color del brote.....	67

4.2 Análisis de varianza de caracteres agronómicos.....	67
4.2.1 Desarrollo de las plantas.....	67
4.2.2 Porcentaje de emergencia de las especies.....	69
4.2.2.1 Porcentaje de emergencia de la ploidia Diploide.....	71
4.2.2.2 Porcentaje de emergencia de la ploidia Triploide.....	72
4.2.2.3 Porcentaje de emergencia de la ploidia Tetraploide..	73
4.2.2.4 Porcentaje de emergencia de la ploidia Pentaploide.	74
4.2.3 Cobertura foliar.....	75
4.2.4 Rendimiento de tubérculo.....	77
4.2.4.1 Rendimiento de la ploidia Diploide.....	79
4.2.4.2 Rendimiento de la ploidia Triploide.....	80
4.2.4.3 Rendimiento de la ploidia Tetraploide.....	80
4.2.4.4 Rendimiento de la ploidia Pentaploide.....	81
4.2.5 Incidencia de plagas.....	82
4.3 Análisis de variabilidad genética.....	84
4.3.1 Correlación simple.....	84
4.3.2 Análisis de Componentes Principales.....	86
4.3.2.1 Distribución de variables.....	89
4.3.3 Análisis de conglomerados.....	91
4.3.3.1 Diploide ( $2n=2x=24$ ).....	91
4.3.3.2 Triploide ( $2n=3x=36$ ).....	94
4.3.3.3 Tetraploide ( $2n=4x=48$ ).....	95
4.3.3.4 Pentaploide ( $2n=5x=60$ ).....	99
4.4 Evaluaciones participativas.....	102
4.7.1 Etapa de floración.....	102
4.7.2 Etapa cosecha y poscosecha.....	103
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>106</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>109</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>110</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>120</b>

## LISTA DE CUADROS

1. Banco de germoplasma de papa.....	10
2. Bancos de germoplasma en Bolivia.....	11
3. Clasificación de especies cultivadas de papa en América del Sur.....	17
4. Clasificación de métodos estadísticos multivariados.....	25
5. Clasificación de los métodos multivariados.....	26
6. Detalle de procedencia de las variedades de papa Municipio de Umala.....	31
7. Variables caracterizadas del cultivo de papa 12 cuantitativas y 13 cualitativa	36
8. Momento de la evaluación de las variables cuantitativas.....	38
9. Lista de participantes en la evaluación participativa en floración y cosecha.	45
10. Características de importancia mencionados por los agricultores durante la evaluación en la cosecha y poscosecha.....	48
11. Parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión para 12 variables cuantitativas (n=118).....	52
12. Evaluación de los caracteres fenológicas de crecimiento.....	57
13. Grado de floración de las variedades de papa.....	60
14. Caracteres del tallo, forma de la hoja y fruto.....	60
15. Caracteres del tubérculo color y forma.....	64
16. Caracteres de profundidad, color de brote del tubérculo.....	66
17. ANVA de porcentaje de emergencia en diferentes especies.....	70
18. Prueba de Tukey para porcentaje de emergencia.....	70
19. ANVA de la cobertura foliar de las 118 variedades.....	76



20. ANVA del rendimiento de las variedades.....	78
21. Prueba de Tukey Promedio de Rendimiento por ploidia.....	78
22. ANVA de la incidencia de plagas en las variedades.....	83
23. Prueba de Tukey al 5% Promedio de Incidencia de plagas.....	83
24. Matriz de correlación entre 12 variables cuantitativas en 118 variedades de papa.....	84
25. Valores propios y correlación asociada a los primeros cuatro componentes principales.....	87
26. Análisis de agrupación entre las 21 variedades Diploide.....	91
27. Análisis de agrupación entre las 13 variedades Triploide.....	94
28. Análisis de agrupación dentro la ploidia Tetraploide con 79 variedades.....	97
29. Análisis de agrupación entre las 5 variedades Pentaploide.....	100
30. Agrupación del material genético en ploidia y especies.....	101

---

## LISTA DE FIGURAS

1. Evolución de papas cultivadas.....	9
2. Fases de desarrollo de una planta de papa con relación a la eficiencia fotosintética.....	21
3. Ubicación geográfica del lugar de estudio, comunidad Kellhuiri, Municipio de Umala, provincia Aroma – La Paz .....	28
4. Distribución de la temperatura media mensual y la precipitación mensual durante la gestión agrícola 2006 - 2007.....	29
5. Histograma de frecuencia de los hábitos de crecimiento.....	58
6. Histograma de frecuencia color de la flor.....	59
7. Histograma de frecuencia color del tallo.....	61
8. Histograma de frecuencia de color del tubérculo.....	63
9. Histograma de frecuencias forma del tubérculo.....	65
10. Histograma de frecuencias de color de la carne del tubérculo.....	65
11. Histograma de la profundidad de los ojos del tubérculo.....	66
12. Histograma de frecuencia del color de brote.....	67
13. Altura y fases fenológicas de las variedades de papa.....	68
14. Días a la emergencia para la ploidia Diploide.....	71
15. Días a la emergencia para la ploidia Triploide.....	72
16. Días a la emergencia para ploidia Tetraploide.....	73
17. Días a la emergencia para ploidia Pentaploide.....	74

---

18. Cobertura foliar en los cultivares .....	75
19. Desarrollo del área foliar de: Diploide, Triploide, Tetraploide y Pentaploide	76
20. Rendimiento (TM/ha) de la ploidia Diploide.....	79
21. Rendimiento (TM/ha) de la ploidia Triploide.....	80
22. Rendimiento (TM/ha) de la ploidia Tetraploide.....	81
23. Rendimiento (TM/ha) de la ploidia Pentaploide.....	81
24. Incidencia de plagas de gorgojo y polillas del cultivo (%)......	82
25. Histograma de frecuencia entre valores propios y componentes principales	86
26. Distribución de las variables originales de variedades sobre el primer y segundo componente principal en la caracterización de la papa.....	90
27. Dendograma de agrupación de 21 variedades Diploide a partir de 12 variables cuantitativas y 13 variables cualitativas.....	92
28. Dendograma de agrupación de 13 variedades Triploide a partir de 12 variables cuantitativas y 13 variables cualitativas.....	95
29. Dendograma de agrupación de 79 variedades Tetraploide a partir de 12 variables cuantitativas y 13 cualitativas.....	98
30. Dendograma de agrupación de 5 variedades Pentaploide a partir de 12 variables cuantitativas y 13 variables cualitativas.....	100
31. Evaluación participativa en la etapa de floración y desarrollo del cultivo.....	102

## LISTA DE FOTOS

1. Colecta de variedades de papas en el Municipio Umala.....	32
2. Cosecha de las variedades en forma individual.....	35
3. Toma de la altura en una de las variedades de papa.....	39
4. Toma de datos de cobertura vegetal en una de las variedades.....	39
5. Evaluación del porcentaje de daño producida por polilla y gorgojo.....	41
6. Pesaje de los tubérculos de papa.....	41
7. Rendimientos de las variedades en estudio.....	42
8. Evaluaciones participativas en la etapa de floración y crecimiento.....	46
9. Evaluación participativa en la cosecha y poscosecha.....	47
10. Variación de la coloración de las flores.....	59

## LISTA DE ANEXOS

1. Datos de temperatura y precipitación correspondiente a la gestión agrícola 2006 – 2007, en la comunidad de Kellhuiri.....
2. Guía para las Caracterizaciones Morfológicas Básicas en Colecciones de Papas Nativas.....
3. Volante del concurso de biodiversidad en el Municipio de Umala.....
4. Croquis de la parcela experimental en la comunidad de Kellhuiri.....
5. Datos correspondiente a 12 variables cuantitativas y 13 cualitativas de las 118 variedades.....
6. Clave para especies cultivada-basadas en colecciones vivas (Ochoa, 1990)
7. Características morfológicas florales.....
8. Clave para especies cultivadas (Hawkes & Hjerting, 1989).....
9. Evaluación participativa en la etapa de floración.....
10. Evaluación participativa en tubérculos.....
11. Mapa, Cadena de Micro centros de Biodiversidad de Papas Nativas; Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina.....
2. Mapa, Zonas productoras de papa en Bolivia, de acuerdo al Centro Internacional de la Papa, institución ubicada en Lima Perú (2007).....

## 1. INTRODUCCIÓN

La papa es un tubérculo importante para la alimentación mundial, ocupando el cuarto lugar, después del trigo, arroz y maíz. Cultivada en regiones frías y/o templadas entre altitudes de 2500 a 4500 m (Cahuana y Arcos, 1993).

El cultivo de papa en Bolivia tiene gran variabilidad entre los cultivares nativos, constituyéndose en un centro de diversidad genética con especies y variedades vegetales adaptados a diferentes pisos ecológicos. En donde la población rural del altiplano, valles y valles inter-andinos cultivan la especie ***Solanum tuberosum ssp. andigena*** (Oviedo, 1995).

El CIP Centro Internacional de Papa (1997), señala que sólo el 1% de la variabilidad genética de la papa nativa ha sido utilizada en el mejoramiento de variedades modernas; el uso adecuado de esta diversidad genética podría dar solución a muchos problemas que se presentan en el cultivo, cultivando especies diploides, triploides, tetraploides y pentaploides.

La diversidad genética de la papa se conserva en forma (*ex situ*) en Bancos de germoplasma y en forma (*in situ*) en parcelas de los agricultores. Ochoa (2001), así mismo señala que las instituciones que conservan el germoplasma de papa a nivel Sudamérica son; CIP y CPP (La Colección Peruana de Papas).

En Bolivia, existe una gran diversidad de papa que se conserva en el Banco de Germoplasma de Tubérculos y Raíces Andinos ubicado en Tolarapa (Provincia Tiquipaya-Cochabamba). Estos cultivares tienen varias características valiosas frente a los factores abióticos y bióticos (IBTA-PROINPA, 1995).

Los agricultores consideran importante al cultivo de papa por la resistencia a factores abióticos y bióticos (heladas, sequías, salinidad del suelo, plagas y enfermedades), es muy apreciado por sus cualidades culinarias y para conservarlo por largos periodos en forma de chuño o tunta (Hernández & León, 1992).

En el Municipio de Umala se encontraron gran diversidad de especies de papa, donde el agricultor no ha estudiado las características morfológicas, agronómicas y económicas, sin embargo siempre cultivaron como una fuente de subsistencia en la alimentación dentro la familia.

Estos antecedentes dieron las bases necesarias para la realización del presente trabajo de investigación planteándose los siguientes objetivos.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo general**

Caracterizar y evaluar la diversidad de papas nativas en la comunidad de Kellhuiri del Municipio de Umala provincia Aroma del departamento de La Paz.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- ✓ Caracterizar agromorfológicamente la diversidad de papas nativas de la región de Umala utilizando descriptores de la papa.
- ✓ Determinar los patrones de variación e identificar las variables cuantitativas y cualitativas más discriminantes.
- ✓ Identificar grupos de variedades nativas de acuerdo a la similitud morfológica.
- ✓ Evaluar participativamente el comportamiento de las variedades nativas frente a factores bióticos y abióticos adversos.
- ✓ Evaluar participativamente el rendimiento de variedades de papas nativas.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Diversidad biológica**

El término de diversidad biológica se aplica a todos los organismos vivos, plantas, animales y microorganismos así toda la gama de variaciones genéticas en especies y dentro las especies constituyendo un sistema de interacción entre la variedad de las formas de vida (Morales, 1990).

Según la FAO (1996), señala que compone de todas las especies de plantas y animales de su material genético y de los ecosistemas de que forman parte. Es un sistema de interacciones entre la variedad de las formas de vida en sus diferentes niveles de organización y posibles combinaciones entre organismos (Nina, 1999).

#### **2.1.1 Agrobiodiversidad**

La diversidad agrícola o agrobiodiversidad es un concepto que reúne a la diversidad biológica para la producción agrícola y comprende los recursos genéticos de plantas, animales, organismos del suelo, insectos y otros organismos en ecosistemas manejados o agroecosistemas para la producción de alimentos (Tapia, 1998).

La agrobiodiversidad satisface las necesidades humanas básicas de alimentación de la población mundial. De allí que es necesario su conocimiento, conservación y uso sostenible para garantizar la seguridad alimentaria y el desarrollo rural a nivel mundial (Mendiola, 2000).

La agrobiodiversidad es definida de manera amplia como "la parte de la biodiversidad que nutre al hombre y que a su vez es nutrida por el hombre"; es decir, la agrobiodiversidad abarca los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura (Gutiérrez y Sigueñas, 2002).



### **2.1.2 Recursos genéticos**

Los recursos fitogenéticos son la suma de todas las combinaciones de genes, esto implica que el material (germoplasma) tiene un valor económico o utilitario, actual o futuro. En tanto son útiles; el hombre aprovecha y para ello debe conocerlos, manejarlos, mantenerlos y utilizarlos racionalmente (Jaramillo y Baena, 2000).

Se refiere a la variación hereditaria dentro y entre poblaciones de organismos, cuya base está en los cromosomas (ADN) y es manipulada por la tecnología tradicional y moderna como la biotecnología, ingeniería genética, etc. (CONAM, PNUD, 2001).

Según Guzmán (1996), los recursos fitogenéticos son limitados, que proporcionan la materia prima debidamente utilizados y combinados por los términos en genética vegetal que originan mejores cultivares de plantas.

### **2.1.3 Germoplasma**

De acuerdo al CIP (1997), el banco de genes es un lugar donde se almacena semillas, cultivos in vitro, tubérculos y raíces. Los recursos genéticos tienen una contribución a la humanidad. Desde el punto de vista etimológico “germoplasma” deriva del latín “germen” que significa “principio rudimental de un nuevo ser orgánico” y del griego “plasma”, que significa “formación”, por tanto se define como la formación del principio rudimental de un nuevo organismo (Bonifacio, 2001).

El germoplasma constituye el elemento que incluye la variabilidad genética intra e inter específica, con fines de utilización en la investigación general y especialmente en el mejoramiento genético (Goedert *et al.* 1997 citado por Revollo, 2004).

Germoplasma se denomina a cualquier parte de una planta que contiene la información genética necesaria para regenerar y producir una nueva planta adulta (Mamani, 2007).

## **2.1.4 Conservación de recursos fitogenéticos**

La conservación y el manejo de los recursos genéticos es uno de los objetivos prioritarios de la investigación agrícola, por la importancia actual como para las futuras generaciones. Los bancos de germoplasma tienen gran valor potencial, considerando que en las diferentes colecciones se conservan los genes que no solo son fuente de resistencia a plagas, enfermedades y condiciones ambientales adversas, sino que pueden ser la solución de futuros problemas (Checa *et al.* 1998).

Los recursos fitogenéticos se pueden conservar en su hábitat natural y en condiciones diferentes a las de su hábitat natural, o combinado los métodos *in situ* y *ex situ*. La selección de uno o varios métodos depende de las necesidades, las posibilidades y de la especie objetivo (Jaramillo y Baena, 2000).

### **2.1.4.1 Etapas de conservación *ex situ***

La conservación *ex situ* sirve para proteger desde especies silvestres y formas regresivas cultivadas hasta especies domesticadas buscando conservar fuera de los centros de origen durante la domesticación (Jaramillo y Baena, 2000).

Las especies silvestres y/o cultivadas fuera de su hábitat natural (*ex situ*), son alternativas heterogéneos los bancos de germoplasma, jardines botánicos y por técnicas biotecnológicas en laboratorio (Mamani, 2007). La conservación de germoplasma comprende una serie de actividades teniendo etapas que incluyen a continuación (Jaramillo y Baena, 2000).

#### **2.1.4.1.1 Adquisición del germoplasma**

El germoplasma se puede adquirir por múltiples razones como protegerlo, estudiarlo, mejorarlo, distribuirlo y/o completar una colección existente y se puede obtener mediante la colecta, el intercambio o la donación.

#### **2.1.4.1.2 Multiplicación preliminar**

Es el incremento inicial del germoplasma en condiciones óptimas de cultivo para garantizar muestras suficientes viables y que mantengan la identidad genética original, material preliminar permitirá almacenar, conservar y distribuir las especies objetivo y establecer poblaciones representativas para caracterización y evaluación.

#### **2.1.4.1.3 Almacenamiento**

La conservación de los recursos fitogenéticos no se limita a la consecución y posesión física de los materiales (recolección y almacenamiento), sino que va requiriendo la existencia de estos en condiciones viables y con características genéticas originales.

#### **2.1.4.1.4 Caracterización y evaluación**

La caracterización y evaluación son importantes ya que mediante esta actividad, no solo se identifica a las accesiones a base de sus características y comportamiento frente al ambiente, sino que se puede encontrar una ampliación o un uso potencial del material disponible (Nieto *et al.* 1983, citado por Rojas, 1995).

Los recursos fitogenéticos se conservan para utilizarlos y ello sólo es posible si se conocen sus características y posibles usos. La información que nos permite conocer el germoplasma y determinar su utilidad proviene de tomar y analizar un conjunto de datos sobre el germoplasma (Mamani, 2007).

#### **a. Caracterización**

Según Jaramillo y Baena (2000), mencionan que la caracterización se realiza en una población representativa de la accesión y mediante una lista de descriptores y los instrumentos para registrarlos.

El material que se va a caracterizar se siembra en el campo o en invernaderos, en parcelas debidamente identificadas y en condiciones de manejo uniformes.

La información recopilada con la caracterización se basa fundamentalmente en los caracteres morfológicos, mediante los cuales se llega a identificar o caracterizar a los individuos en una forma que permite encontrar las semejanzas y diferencias entre las colecciones dentro de una especie (Rojas, 1995 citado por Pinto, 2002).

En la caracterización de una especie se estima la variabilidad existente en el genoma de la población de individuos que la conforman. Así, el genoma de las especies animales o plantas contiene toda la información codificada en forma de genes que se necesitan para establecer su identidad morfológica, para desarrollar los procesos y funciones vitales para su supervivencia (Hidalgo, 2003 citado por Mamani, 2007).

## **b. Evaluación**

Según Rea (1985), la importancia de la evaluación radica que no debemos únicamente limitarnos a coleccionar y conservar recursos, si no medir sus características y observar su comportamiento para encontrar una posible utilidad. La evaluación permite estudiar la expresión de una determinada variable cuantitativa, en varios ambientes con el fin de identificar caracteres útiles en mejoramiento (Mamani, 1999).

La evaluación no es suficiente registrar, organizar y almacenar los datos, es preciso analizarlos y ponerlos a disposición de los usuarios, obteniendo, analizando las características en su comportamiento, de manera que permitan diferenciarlas y seleccionar accesiones con potencial para mejoramiento (Jaramillo y Baena, 2000).

Con la información que se genera de la caracterización y evaluación de las colecciones de germoplasma es posible medir su variabilidad genética o conocer que tan variables son las accesiones que lo conforman, a través de la similitud o diferenciación de los rasgos que caracterizan a cada una de ellas (Rojas, 2003).

#### **2.1.4.1.5 Documentación**

Según CATIE (1979), menciona que la documentación es el proceso de compilar, seleccionar, clasificar, almacenar y localizar información. Esquinas (1983), considera que un buen sistema de documentación es la clave de la utilización del material depositado en un banco de germoplasma. La falta de una documentación adecuada es la mayor limitación para el empleo de las colecciones.

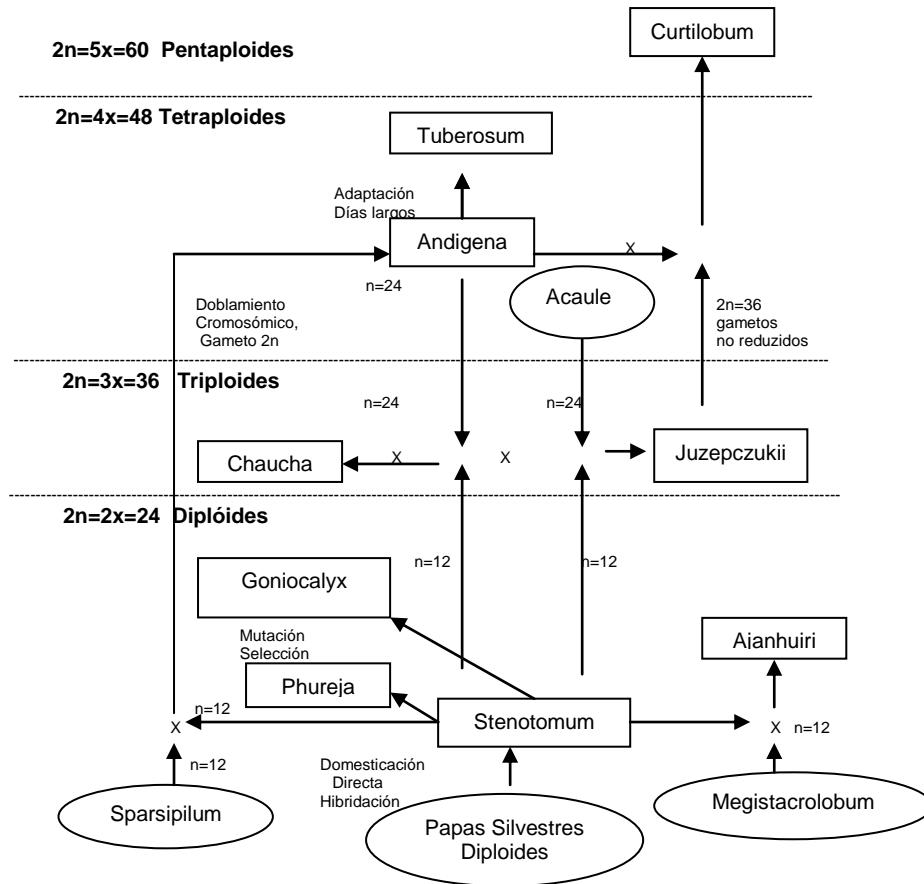
La conservación de germoplasma, en sus diversas etapas, comprende una gama de actividades para las cuales se requiere información o de las cuales se deriva información. Esta puede referirse a las especies, sus sitios de origen y las actividades o etapas de la conservación se denomina documentación y es fundamental para conocer el germoplasma y tomar decisiones sobre su manejo (Jaramillo y Baena, 2000).

### **2.2 Cultivo de papa**

#### **2.2.1 Origen y evolución**

El origen de la papa se localiza en la Región Andina (Perú, Bolivia, Colombia y Chile), su domesticación inició hace aproximadamente 10.000 años y su cultivo hace 7.000 años. En esta región es aún posible encontrar parientes silvestres de la papa. En épocas precolombinas cubrió amplia área geográfica que se extiende desde Venezuela hasta Chile (Pardavé, 2004).

Según Huamán (1984), el centro de origen se encuentra en la zona andina de América del sur, en las regiones de Perú y Bolivia, existiendo una gran diversidad genética de especies cultivadas y silvestres. La evolución de las especies de papa cultivada se originó a partir del nivel diploide Figura 1, con la propagación vegetativa facilitó la selección natural y la acción humana desempeñaron un papel importante dentro el proceso de diversificación y domesticación.



**Figura 1.** Origen y evolución de las especies cultivadas de papa elaborada en base a Huamán, (1984); Cahuana y Arcos, (1993)

Los centros de origen son caracterizados por la existencia de una gran diversidad genética de especies (cultivables y/o silvestres) y por un gran número de evidencias citológicas (series poliploides) donde ha servido como el principal alimento en la dieta del habitante andino por siglos o milenios (Cahuana y Arcos, 1993).

El cultivo de papa comprende varias especies de constitución genética, con origen diferente que pertenece a la familia *Solanácea*. Conociendo a nivel mundial la *Solanum tuberosum* L. que van cultivando en Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y el Sur de Chile, originándose por domesticación de especies silvestres porque presentan diferencias morfológicas y citológicas notables (Cárdenas, 1969).

### 2.2.2 Diversidad genética

La diversidad genética describe la variación de genes y genotipo entre las especies teniendo información genética variada en plantas, animales y microorganismos que habitan en la tierra, haciendo capaz de adaptarse a los cambios del medio ambiente, clima, métodos agrícolas, plagas y enfermedades (FAO, 1993).

La gran variación ecológica en los andes le proveyó de suficiente material para seleccionar granos, frutas y tubérculos adaptados a condiciones desde el nivel del mar hasta alturas sobre los 4.000 metros (Tapia, 1998).

En la zona andina como centro de diversidad y variación genética donde se habrían originado más de 80 cultivos según (Hook y Brucher, 1968 citado por Morales, 1992), se destaca la variabilidad de papa que incluye siete diferentes especies más de 400 variedades en el cultivo como se puede observar la cadena en Anexo Mapa 1.

#### 2.2.2.1 Bancos de conservación de papas

Zeballos (1997), clasificó cultivares de papa en Bolivia, de 184 variedades agrupándolo en base a su precocidad; forma, color de tubérculos y color de flores. A nivel internacional la institución que conserva el germoplasma de la papa en el método *ex situ* es el CIP, de la misma manera conservan los centros de investigación como: La Colección Peruana de Papas (CPP) y la Estación Experimental de Tolarapa (EET) Cochabamba, Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Banco de germoplasma de papa.

ESTACIÓN DE GERMOPLASMA	ESPECIES CULTIVADAS							TOTAL
	ADG	AJN	CUR	CHA	JUZ	PHU	STN	
CIP	90	14	4	10	19	7	22	166
CPP	242	17	12	6	52	4	65	398
EET	40	2	3	8	9	0	20	82
<b>Total</b>	<b>372</b>	<b>33</b>	<b>19</b>	<b>24</b>	<b>80</b>	<b>11</b>	<b>107</b>	<b>646</b>

ADG (*S. Tuberosum subespecie andigena*)

CHA (*Solanum chaucha*)

AJN (*Solanum ajanhuiri*)

JUZ (*Solanum juzepczukii*)

CUR (*Solanum curtilobum*)

STN (*Solanum stenotomum*)

PHU (*Solanum phureja*)

**Fuente:** Según Ochoa 2001

El Banco Nacional de Germoplasma de Cultivares Nativas conservados en la Estación Experimental Tolarapa (Cochabamba), cuenta con una colección de papa de 1540 accesiones, de las cuales 4 accesiones corresponden a; *S. goniocalyx*, 1 *S. phureja*, 148 *S. stenotomum*, 90 *S. x ajanhuiri*, 230 *S. x juzepczukii*, 65 *S. x curtilobum*, 939 *S. tuberosum ssp andigena* y 63 accesiones de la especie introducida *S. tuberosum ssp tuberosum* (IBTA-PROINPA, 1996).

De igual forma existe la conservación de los recursos genéticos en Bolivia, los centros que conservan alrededor de 9239 accesiones de especies nativas 1398 accesiones de especies introducidas que influyen 10 especies de tubérculos, 5 de raíces, 12 de granos, 11 de frutas y hortalizas, 11 de forrajes y 116 de especies forestales ver Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Bancos de germoplasma en Bolivia.

BANCO DE GERMOPLASMA	REGIÓN	ESPECIES MANEJADAS	Nº DE VAR	FORMA DE CONSERVACIÓN
Banco Nacional de Germoplasma de Tubérculos y Raíces Andinas (CBBA)	Puna altiplano valles interandinos	Tubérculos y raíces andinas	2042	<i>Ex situ</i> (in vivo) almacén semilla in vitro, interacción con <i>in situ</i>
Banco de germoplasma de tubérculos papas nativas y silvestres del altiplano (La Paz)	Puna altiplano	Tubérculos papas	1179	<i>Ex situ</i> (in vivo almacén) interacción con <i>in situ</i>
Banco de germoplasma de instituto de investigación agrícola "El Vallecito" (Santa Cruz)	Trópico húmedo valles meso térmicos trópico seco	Raíces tubérculos frutas tropicales	71	<i>Ex situ</i> (in vitro in vivo interacción con <i>in situ</i> )
Colección de trabajo realizado	Altiplano	Papa nativa	118	<i>In situ</i> / <i>Ex situ</i>

**Fuente:** MDSP, 2005 y datos de colección del trabajo 2006.

### 2.2.2.2 Diversidad de tubérculos en Bolivia

Bolivia cuenta con mayor centro de biodiversidad en el mundo por alta concentración de recursos genéticos existentes (Agruco, 1993). Los recursos genéticos son esenciales en la evaluación de una agricultura de subsistencia con elevados niveles de producción como muestra Mapa 2. Ortega *et al.* 2005. [www.ceniap.gov.ve/ortega](http://www.ceniap.gov.ve/ortega).



La papa posee una enorme diversidad genética compuesta por especies cultivadas y silvestres, la mayoría de estas especies pueden polinizarse entre sí (Estrada *et al.* 1994). La Región Andina alberga alrededor de 4.400 cultivares de papas nativas de las cuales 182 son especies domesticadas (Brack, 2003).

En Bolivia existen bancos de germoplasma *ex situ* de tubérculos, raíces y granos andinos. En cuanto a los tubérculos andinos se conservan 1290 variedades de papa (*Solanum spp*). También se tienen trabajos de conservación *in situ* en diferentes comunidades o micro centros de diversidad como Candelaria y zonas circundantes al Lago Titicaca (PROINPA, 2001 e Iriarte, 2003 citado por Condori, 2005).

### **2.2.2.3 Zonas productoras del departamento de La Paz**

Según Zeballos (1997), el departamento de La Paz, especialmente el área Sur y Sureste, la zona altiplánica circundantes al Lago Titicaca, hasta el Sur con las provincias que colindan con Oruro son típicamente productoras de papa.

Según Hijmans *et al.*(2001), indica que la área de interés para la producción de papa en la región del Lago Titicaca, el río Desaguadero, el Lago Poopó y el Lago salado de Coipasa, incluso con esta área de interés, la mayor cantidad de cultivo de papa ocurre al norte del río Desaguadero. El 65% de esta región se halla entre los 3.600 y los 4.300 msnm, y el porcentaje restante a mayor altura.

### **2.2.3 Importancia del cultivo**

#### **2.2.3.1 Importancia del cultivo en el Mundo**

Actualmente, en América Latina se produce el 5.1% de la producción mundial de papa. En Sur América la producción es de 13.3 millones de toneladas (tn) con un área sembrada de 998 mil hectáreas y un rendimiento promedio de 13.4 tn/ha.

Comparando la producción de papa en países de la Comunidad Andina y miembros del MERCOSUR en los últimos 40 años, está claro que Bolivia no ha aumentado su producción de manera rápida como Colombia, Argentina, Brasil o el mismo Perú.

A pesar de ello, la producción de tubérculos y otras raíces en el mundo han evolucionado favorablemente y continuarán jugando un rol importante en la economía de los países industrializados y en desarrollo [www.biodiv.org.com](http://www.biodiv.org.com).

En todo caso, la tasa de crecimiento de la producción de papa en el mercado boliviano muestra un comportamiento estacionario con un incremento productivo de 1% anual, lo cual está por debajo de la tasa de crecimiento de la población. Programa de Diversidad Biológica Agrícola. Decisión V/5. [www.biodiv.org.com](http://www.biodiv.org.com).

### **2.2.3.2 Importancia del cultivo en Bolivia**

El cultivo presenta una composición química más nutritiva en la alimentación humana, además juega un rol socio cultural importante entre los productores, conservando la diversidad en variedades de papas nativas para el autoconsumo y trueque en las ferias comunales (Coca, 1996). Considerada una fuente de ingresos y seguridad alimentaria, donde es transformado en chuño y tunta (PROINPA, 1999).

El cultivo es importante en la región, estimando un aporte de 63% del valor bruto de los cultivos productivos. Los rendimientos son bajos, de 5.2 toneladas por hectárea en el altiplano norte de Bolivia y en el Sur de 3.6 t/ha. El clima es una limitante, enfrentando a factores adversos, sequía, granizo y heladas (Hijmans *et al.* 2003).

La papa es un producto principal en la dieta de la población que tiene recursos limitados en su canasta de consumo (MACA, 2006). Muestra sabor y calidad culinaria agradable, constituyendo la base de la alimentación de un 80 % de la población, manteniendo la biodiversidad (Canahua y Arcos, 1993). Es decir que el 28% de los campesinos del país son productores de papa como muestra Mapa 1 (Anexo).

#### **2.2.3.4 Superficie y rendimiento de papa en Bolivia**

En Bolivia la papa presenta variación en el rendimiento, debido a dos estratos tecnológicos bien diferenciados, por la economía dual, una situada en la parte occidental (economía campesina) y otra en el trópico (economía empresarial) (Bojanic, 2000). Teniendo amplio rango de rendimientos desde 4 hasta 20 tn/ha, abarcando la mayor superficie de cultivos: sub trópico, valles y altiplano, alrededor de 180,000 unidades familiares en los siete departamentos cultivan (Zeballos, 1997).

La superficie cultivada en la gestión agrícola de 2006 a 2007 alcanzó en 135,37 mil hectáreas, con rendimientos de 5,57 toneladas por hectárea llegando a obtener una producción anual de 754,81 toneladas (INE, 2007). Comparando en la superficie cultivada de papa el año 2004, ha sido de 132 mil hectáreas, aumentando 2% con respecto al año 2003.

#### **2.2.4 Morfología de la papa.**

La papa es una planta anual de tipo herbácea arbustiva. Alcanza una altura entre 40 y 80 cm. Está constituido por las siguientes partes:

**Tubérculos:** Son tallos subterráneos modificados provistos de yemas u ojos y en cada ojo existen normalmente 3 yemas (Pardavé 2004). Los ojos del tubérculo morfológicamente corresponden a los nudos de los tallos; las cejas representan a las hojas y las yemas del ojo representan a las yemas axilares. Las yemas de los ojos pueden llegar a desarrollarse para formar un nuevo sistema de tallos principales, tallos laterales y estolones (Huamán, 1986).

Además del tallo normal, la papa produce en la tierra tallos modificados, que se llaman tubérculos. El tallo empieza como un estolón que se engrosa por la punta y que luego forma el tubérculo (Parsons, 1990).

**Brotos:** Se originan de las yemas de los tubérculos y son de color blanco o coloreados, el extremo basal del brote forma la parte subterránea del tallo, después de la siembra esta parte produce rápidamente raíces y luego estolones, el extremo apical da origen al tallo y hojas (Huamán, 1986).

**Estolones:** Son tallos laterales y crecen horizontalmente a partir de las yemas, estos se alargan con varios entrenudos y terminan en una hinchazón que es el futuro tubérculo. Sin embargo, no todos llegan a formar tubérculos, un estolón no cubierto en el suelo se desarrolla en un tallo vertical con follaje normal (Pardavé, 2004).

**Raíces:** Las plantas de papa pueden desarrollarse a partir de una semilla o de un tubérculo, las plantas nacidas de semilla, forman una delicada raíz principal con ramificaciones laterales (Huamán, 1986).

La planta originada de un tubérculo es un clon, no tiene raíz principal, forma raíces adventicias, primero en la base de cada brote y luego encima de los nudos en la parte subterránea de cada tallo, ocasionalmente de los nudos de los estolones nacen grupos de 3 a 4 raíces adventicias (Pardavé, 2004).

**Tallos:** El tallo de la papa consta de tallos aéreos, estolones y tubérculos; la planta proveniente de semilla, tiene un solo tallo principal, mientras que las que provienen de tubérculo puede producir varios tallos principales.

Las yemas se forman del tallo principal a la altura de las axilas llegando a formar tallos laterales secundarios, estolones e inflorescencias (Huamán, 1986). La papa produce un tallo normal, que empieza como un estolón que se engrosa por la punta y que luego forma el tubérculo (Parsons, 1990).

**Hojas:** Las hojas son alternas, compuestas formadas por raquis, folíolos, pecíolo y pecíolulo, cada raquis lleva varios pares de folíolos laterales primarios y un folíolo terminal, están provistas de pelos de diversos tipos que se encuentran presentes en las demás partes aéreas de la planta (Huamán, 1986).

Son de tipo compuesto, con varios foliolos opuestos y uno grande como terminal, las hojas son un poco vellosas, en las axilas que forman las hojas con el tallo salen las yemas (Parsons, 1990).

**Inflorescencia-flor:** Está dividida generalmente en dos ramas, cada una se subdividen en otras ramas, formando una inflorescencia llamada cimosa. Las flores son hermafroditas, el cáliz consta de cinco sépalos que se unen parcialmente en la base, la corola tiene cinco pétalos fusionados en la base para formar un tubo corto, el androceo consta de cinco estambres y gineceo tiene un solo pistilo (Huamán, 1986).

**Fruto-semilla:** El fruto es una baya de forma redonda, alargada ovalada o cónica de color verde presentando de 300 o 400 semillas. Las semillas son amarillas o castaño-amarillentas, pequeñas ovaladas (Pardavé, 2004). Los frutos son redondos, suaves con un diámetro cerca de 2 cm. Las semillas del fruto son pequeñas y aplastadas.

## 2.2.5 Características botánicas de la papa

Existen varios sistemas de clasificación de especies de papa basadas principalmente en el número de series y de especies reconocidas por cada taxónomo de papa. Según Contreras (1989), menciona que la papa pertenece a la familia de las solanáceas, aunque existe numerosas especies de papas, pero las cultivadas pertenecen solo a las especies: *tuberosum*, *andigena*, *Phureja*, *stenotomum*, *ajanhui*, *juzepczukii* y *curtilobum*.

Esta planta por ser tuberácea tiene la siguiente clasificación taxonómica; subdividiéndose la última categoría taxonómica en series y éstas en especies (Huamán, 1980; León, 1989 y Lujan, 1991).

Familia: Solanaceae

Género: Solanum

Sección: Petota

Subsección: Potatoe

Los diferentes niveles de ploidía, se encuentran a ocho el número de especies cultivadas. Siendo este uno de los sistemas de clasificación de las especies cultivadas de papa de mayor aceptación y uso. (Ochoa, 1972; Hawkes, 1963, 1978) citados por Huamán (1983), ver el siguiente Cuadro.

**Cuadro 3.** Clasificación de especies cultivadas de papa en América del Sur.

NIVEL DE PLOIDIA	NÚMERO CROMOSOMA	ESPECIE	DISTRIBUCIÓN
DIPLOIDES	$2n = 2x = 24$	<i>S. x ajanhuiri</i> *	Perú y Bolivia, entre 3.800 a 4.000 m de latitud.
		<i>S. goniocalyx</i>	Perú y Bolivia, entre 3.000 a 3.900 m de latitud.
		<i>S. phureja</i>	Colombia, Venezuela, Bolivia, Perú y Ecuador, entre 2.000 a 3.500 m de altitud.
		<i>S. stenotomum</i>	Perú y Bolivia, entre 3.000 a 3.900 m de latitud.
TRIPLOIDES	$2n = 3X = 36$	<i>s. x chaucha</i> *	Bolivia, Perú y Noreste de Argentina, entre 3.000 a 3.900 m de latitud.
		<i>S. x juzepczukii</i> *	Bolivia, Perú y Noreste de Argentina, entre 3.000 a 4.200 m de latitud.
TETRAPLOIDES	$2n = 4x = 48$	<i>S. tuberosum</i>	
		<i>ssp tuberosum</i> **	Distribución casi en todo el mundo, Sur de Chile, Europa y EE.UU.
		<i>ssp andigena</i> **	Países andinos, entre 2.000 a 4.000 m de latitud.
PENTAPLOIDES	$2n = 5x = 60$	<i>S. x curtilobum</i> *	Perú, Bolivia y Noreste de Argentina, entre 3.800 a 4.200 m de latitud.

\* La x en el nombre de una especie indica que tal especie es un híbrido.

\*\* *ssp* = subespecie

**Fuente:** López (1992), Canahua y Arcos (1993), Hawkes (1963,1978), Ochoa (1972).

### 2.2.5.1 Características de la especie Diploide

*Solanum stenotomum*, es la primera papa cultivada, diploide ( $2n=2x=24$ ). Según Bukasov (1969), fue probablemente derivado de una especie silvestre diploide *Solanum canasense* y para Grun (1990), posiblemente de *Solanum leptophyes*, que existe alrededor del lago Titicaca, o del complejo *S. brevicaulis*. Esta especie es importante en el origen de todas las otras especies cultivadas (Egúsquiza, 1986).

*Solanum phureja*, especie diploide ( $2n = 2x = 24$ ) derivada de *Solanum stenotomum*, que se caracteriza fundamentalmente por no tener periodo de latencia. Se cultiva en los valles abrigados y en las vertientes orientales de los Andes y su ciclo vegetativo

es corto (Hawkes, 1989). *Solanum goniocalyx*, especie diploide ( $2n=2x=24$ ), derivada igualmente de *Solanum stenotomum*, se caracteriza por el color amarillo intenso de la pulpa de sus tubérculos (Hjerting, 1989 y Ochoa, 1990).

La especie *S. x ajanhuiri*, según Estrada (1991), se originó de la hibridación natural de *S. stenotomum* y la especie silvestre resistente a heladas *S. megistacrolobum* es una especie diploide con un número de cromosomas  $2n = 2x = 24$ .

Las formas más primitivas de *Solanum stenotomum* se encuentra en el departamento de La Paz de Bolivia y departamentos de Puno y Cuzco en Perú (Cárdenas, 1969, Alarcón, 1976 y Ochoa, 1990). Por otro lado la papa ajanhuiri *S. ajanhuiri* es un híbrido de *S. stenotomum* ( $2n=24$ ). Tiene una buena tolerancia a las heladas y es de sabor menos amargo, considerando como papa semi-amarga (Tapia y Saravia, 1997).

#### **2.2.5.2 Características de la especie Triploide**

Hawkes (1991), menciona que se conocen dos especies: *S. x juzepczukii* y *S. x chaucha*. La especie *S. x juzepczukii*, es el resultado de cruzamiento natural de *S. acaule* x *S. stenotomum*, esta especie tiene alta tolerancia a heladas a  $-5^{\circ}\text{C}$ , es una especie triploide con un número de cromosomas  $2n = 3x = 36$ , planta con hábito arrosetado, hojas largas y estrechas con hojuelas pequeñas y arrugadas, pedúnculo corto con pedicelos no claramente articulados, cáliz pequeño y regular; corola rotácea de color azul morado, pequeño (Egúsqiza, 1986).

Según Estrada *et al.* (1994), la papa amarga *S. juzepczukii*, es el resultado de la primera generación de cruzarse *S. acaule* ( $2n=48$ ) con *S. stenotomum* ( $2n=24$ ) dando un triploide altamente estéril ( $2n=36$ ) con alta tolerancia a heladas ( $-5^{\circ}\text{C}$ ) y rendimientos medianos. *Solanum x chaucha*, es una especie triploide cultivada ( $2n = 3x = 36$ ), de buena calidad culinaria (CIP, 1974), originada por la hibridación natural y selección de cruces entre la subespecie tetraploide *andigena* y diploide *Solanum stenotomum*, Egúsqiza (1986); Hawkes y Hjerting (1989).

### 2.2.5.3 Características de la especie Tetraploide

Se reconoce a la especie *S. tuberosum*, con dos subespecies como ser *andigena* y *tuberosum*. *Solanum tuberosum* ssp. *andigena*, es una especie tetraploide, adaptada a fotoperiodo corto y originada por cruzamientos de *Solanum stenotomum* con especies silvestres y posteriormente por duplicación de cromosomas con una amplia capacidad de adaptación (Grun, 1990).

Hawkes (1991) citado por Oviedo (1995), indica que se han demostrado que la especie silvestre involucrada en el origen de la subespecie *andigena*, fue *S. sparsipilum*. A este grupo corresponden los clones más productivos y comerciales, teniendo gran variabilidad y características de mejoramiento (Egúsqiza, 1986).

### 2.2.5.4 Características de la especie Pentaploide

La única especie dentro de pentaploide es la *S. x curtilobum*. Hawkes (1991) citado por Oviedo (1995), indica que la especie *S. x curtilobum* es cruce natural entre triploides híbrido *S. x juzepczukii* y tetraploides de *S. tuberosum* ssp. *andigenum*. Tapia y Saravia (1997), mencionan *S. curtilobum*, que también es una especie amarga es el resultado del cruzamiento de la especie híbrida *S. juzepczukii* con la ssp. *andigena* ( $2n=48$ ). Tiene buena tolerancia a las heladas, pero por tener una segunda generación de cruzamiento hacia las especies cultivadas, su resistencia a heladas es menor ( $-3^{\circ}\text{C}$ ), sus rendimientos son mayores que el *S. juzepczukii*.

### 2.2.6 Fases fenológicas

*Brotación:* Ocurre cuando se almacena por un tiempo en la oscuridad o a media luz, muchos casos de brotes cortos (0.2-0.5 cm.) es bastante para el buen nacimiento. La semilla de papa en los tubérculos es del tamaño de un huevo o que mide 40 a 70 mm o que pesa 40 a 85 gramos. Cuando se siembra la papa en tiempo de calor excesivo es recomendable una pre germinación de semilla obteniendo los brotes mayores (1.5 - 2.5 cm.) a media luz (Contreras, 1999).



*Emergencia:* Ocurre a los 30 a 35 días después de la siembra, depende de la humedad y temperatura del suelo (Canahua, 1991), durante esta fase la plántula sobrevive de las reservas contenidas en el tubérculo madre (Resquejo, 1999).

*Desarrollo de tallo y hoja:* Ocurre a mayor a los 35 días después de la siembra dependiendo de la semilla sembrada.

*Formación de estolones:* Ocurre a los 15 a 20 días después de la emergencia (Canahua, 1991). Los primeros tubérculos en formarse son desarrollados generalmente en la parte basal de los estolones y se convierten en dominantes sobre aquellos que se formen después (Cutter, 1992).

*Inicio de la floración:* Ocurre a los 20 a 25 días después de la emergencia. En las papas amargas la floración se inicia a los 35 a 55 días (Canahua, 1991).

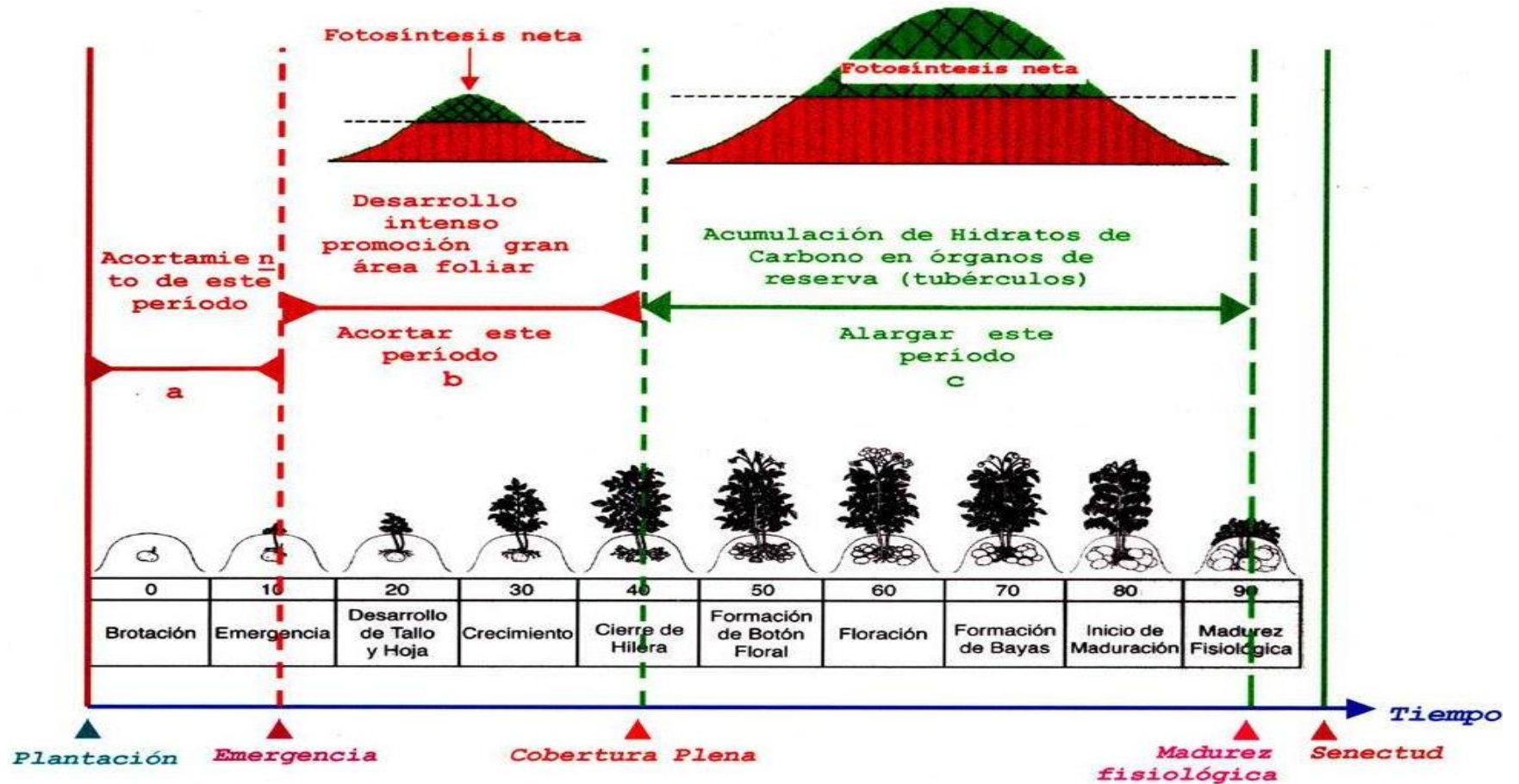
*Inicio de la tuberización:* Ocurre a los 35 a 40 días después de la emergencia (Canahua, 1991). En este estado la planta se encuentra en su máximo desarrollo vegetativo (mayor índice de área foliar) y se produce la traslocación de la mayoría de los carbohidratos de la hoja a los órganos de reserva, de esa manera el crecimiento de los tubérculos presenta un carácter exponencial (Resquejo, 1999).

*Final de la floración:* Pasa a los 55 - 85 días después de la emergencia, la fase inicia cuando la última flor de la planta inicia su marchitamiento y secado (Canahua, 1991).

*Formación de bayas:* Ocurre una vez finalizada la floración mayor a los 85 días después de la emergencia (Contreras, 1999).

*Final de la tuberización:* Acontece a los 100 - 115 días después de la emergencia, se presenta cuando el último estolón de la planta inicia su engrosamiento distal, esta fase es considerada importante ya que de esta depende la uniformidad del tamaño de los tubérculos y la precocidad de la planta (Canahua, 1991).

*Madurez fisiológica:* Ocurre a los 135 a 140 días después de la emergencia, se caracteriza por el cambio de color de las hojas, la piel de los tubérculos se encuentra bien adherida y no se desprende a una simple fricción de los dedos (Canahua, 1991). En general el periodo vegetativo de las papas dulces es de 160 - 175 días mientras que en las papas amargas es de 170 - 180 días (Cahuana, 1993).



Fuente. [www.biodiv.org.com/cultivo](http://www.biodiv.org.com/cultivo) de papa.

Figura 2. Fases del desarrollo de una planta de papa con relación a la eficiencia fotosintética

## **2.2.7 Factores que influyen en la producción**

### **2.2.7.1 Factores bióticos**

Según Ortiz y Wissor, (1988), indican que los principales factores bióticos que afectan al cultivo de la papa se encuentran en diversas plagas y enfermedades siendo virus, hongos, bacterias, micoplasmas, viroide, nematodos y insectos.

Por lo tanto IBTA-PROINPA (1996), señala que en el cultivo de la papa son afectados por el gorgojo de los Andes (Gusano blanco), *Premnotrypes latithorax*, (polilla) *Rhigopsidius pierce* y *Smetrischema tangolia*, *Phthorimaea operculella*, (pulguilla) *Epitrix spp* y (Minador de la hoja) *Liriomiza spp*. Entre las enfermedades se encuentran, el tizón (*Phytothora infestans*), verruga (*Synchytrium endobioticum*), (Espinosa 1998).

### **2.2.7.2 Factores abióticos**

La relación de producción de tubérculo con el clima produce efectos sobre el rendimiento, estos factores climáticos son la temperatura, radiación, fotoperiodo, humedad relativa, la precipitación pluvial además del tipo de suelo (PROINPA, 1990).

Según Carrasco (1993), en el altiplano boliviano, las temperaturas bajas causan pérdidas parciales o totales dependiendo a la exposición a heladas y estado del desarrollo. El factor más limitante en cuanto al rendimiento de papa son: las heladas, sequías, granizos y periodos concentrados de lluvias que incluso llegan a causar pérdidas del 100% del cultivo (CIP, 1997).

IBTA-PROINPA (1998), señalan que los factores abióticos de gran dimensión son la helada, sequía y granizo, que es uno de los problemas fundamentales y a estos se suman otros factores como el uso de semilla de dudosa procedencia y políticas de ayuda al agricultor que son deficientes.

## 2.3 Métodos estadísticos para el análisis de datos de caracterización

### 2.3.1 Estadística descriptiva

Según Hidalgo (2003), permiten estimar y describir el comportamiento de las diferentes accesiones en relación con cada carácter. Los más comunes son el promedio, la media aritmética, el rango de variación, la desviación estándar (DE) y el coeficiente de variación (CV), que se utilizan en el análisis de datos cuantitativos.

Se realizan antes de cualquier análisis multivariado ya que proporcionan una idea general de variabilidad del germoplasma y permiten inmediatamente detectar datos no esperados en el ingreso de datos, entre otros (Mamani, 2007).

a) *La media aritmética*: Es una medida de tendencia central que ayuda a caracterizar y permite relacionar un atributo de una accesión con valor central de dicho atributo.

b) *El rango de variación o amplitud total*: Se define la diferencia entre el valor mínimo y el máximo de cualquier variable sobre el conjunto de accesiones estudiadas.

c) *La desviación estándar*: Cuantifica la magnitud de la variación respecto a la media aritmética y se expresa en las mismas unidades que las observaciones originales. Proporciona una idea del estado (próximo o dispersas) de la mayoría de las accesiones de la colección en relación con una característica considerada.

d) *El coeficiente de variación*: Es una medida relativa de variación que define más intrínsecamente la magnitud de la variabilidad de los caracteres estudiados debido a que es independiente de las unidades de medida. Facilita la comparación de la variabilidad de una misma característica en dos grupos de accesiones o de caracteres medidos sobre la misma colección.

### **2.3.2 Coeficiente de correlación simple**

Según Crisci y López (1983), indican que es posible medir la similitud midiendo la separación angular, partiendo del origen de coordenadas y pasan por las OTU **j** y **k** los coeficientes de correlación son funciones de los ángulos.

Cuantifica en términos relativos el grado de asociación íntima o variación conjunta entre dos descriptores cuantitativos, por ej., entre altura de planta y días a floración. Su valor oscila entre -1 y +1. El signo del coeficiente indica el tipo de asociación negativo (-) si la relación es inversa y positivo (+) si es directa (Mamani, 2007).

La magnitud está asociada con el grado de intimidad entre las variables, si el valor es próximo a 1 están estrechamente correlacionadas; por el contrario, un valor próximo a 0 debe ser interpretado con reserva ya que puede indicar independencia entre las variables o una relación no lineal. El coeficiente más empleado es el de Pearson que se recomienda para datos de tipo multiestados cuantitativos, aunque también es útil para datos mixtos (Hidalgo, 2003).

### **2.3.3 Métodos multivariados**

En la caracterización de recursos fitogenéticos el análisis multivariado se puede definir como un conjunto de métodos de análisis de datos que tratan un gran número de mediciones sobre cada accesión del germoplasma. Su virtud principal consiste en permitir la descripción de las accesiones tomando en cuenta simultáneamente varias características, sin dejar de considerar la relación existente entre ellas.

El análisis multivariado se refiere a todos aquellos métodos estadísticos que analizan simultáneamente medidas múltiples (más de dos variables) de cada individuo. En sentido estricto, son una extensión de los análisis univariados (análisis de distribución) y bivariados (clasificaciones cruzadas, correlación, análisis de varianza y regresiones simples) que se consideran como tal si todas las variables son aleatorias y están interrelacionadas (Hidalgo, 2003).

Según Bramadi (2002), menciona que para el caso del análisis de datos resultantes de caracterización de recursos genéticos vegetales (colecciones de germoplasma), el problema es representar geoméricamente, cuantificar la asociación entre individuos y clasificarlos respecto a un conjunto de variables, las cuales pueden ser cuantitativas, cualitativas o la combinación de ambas.

Los métodos multivariados se clasifican en dos grupos como muestra el Cuadro 4.

**1.- Dependencia:** son aquellos en los cuales una variable o conjunto de variables es identificado como dependiente de otro conjunto conocidas como independientes.

**2.- Interdependencia:** es cuando ninguna variable o grupo de variables es definido como independiente o dependiente, el procedimiento implica el análisis simultáneo de todo el conjunto de variables (Hair *et al.* 1992 citado por Hidalgo, 2003).

Los métodos de dependencia intentan explicar o predecir uno o más criterios medidos, apoyados sobre el grupo de variables predictorias. En cambio los métodos de la interdependencia, son menos predictivos en esencia e intentan proporcionar discernimientos en la estructura subyacente de los datos por simplificar las complejidades principalmente a causa de la reducción de los datos (Dillon y Doldestein, 1984 citado por Rojas, 1998).

**Cuadro 4.** Clasificación de métodos estadísticos multivariado

METODOS DE DEPENDENCIA	METODOS DE INDEPENDENCIA
Discriminante múltiple	Componente Principales
Correlación canónica	Factorial
Regresión múltiple	Conglomerados
Multivariante de la varianza	Multidimensional
Conjunto	Correspondencia

**Fuente:** Hair *et al.* 1992

El análisis es según a los objetivos que se desean alcanzar, el investigador clasifica los métodos multivariados en dos grandes grupos. El primero se denomina de ordenación y permite arreglar y representar gráficamente el material en estudio en un número reducido de dimensiones.

El segundo se denomina de clasificación y permite la búsqueda de grupos similares lo más homogéneos posible para clasificar los elementos en estudio de acuerdo con los métodos que aparecen en el Cuadro 5. (Hidalgo *et al.* 2003).

**Cuadro 5.** Clasificación de los métodos multivariados

MÉTODOS DE ORDENACIÓN	MÉTODOS DE CLASIFICACIÓN
Análisis de componentes principales	Análisis de cluster jerárquico- Árboles ultramétricos
Análisis canónico de poblaciones	Árboles aditivos
Análisis de coordenadas principales	Método de Ward (1963)
Análisis factorial de correspondencias	Clasificación no jerárquica
Escalas multidimensionales	Árbol de mínima distancia
	Otros métodos

**Fuente:** Según a Bramardi, 2002.

### 2.3.3.1 Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales es un método estadístico multivariante de simplificación o reducción de la dimensión de una tabla de casos variables con datos cuantitativos, para obtener otra de menor número de variables, combinación lineal de las primitivas, que se denominan componentes principales o factores cuya posterior interpretación permitirá un análisis más simple del problema estudiado (Pérez, 2001).

El análisis de componentes principales es una herramienta útil para analizar los datos que se generan de la caracterización y evaluación preliminar de germoplasma y permite conocer la relación existente entre las variables cuantitativas consideradas y la semejanza entre las accesiones.

En el primer caso, con el fin de saber que variables están o no asociadas y cuáles caracterizan en el mismo sentido o en el sentido contrario; en el segundo, para saber cómo se distribuyen las accesiones, cuáles se parecen y cuáles no. También permite seleccionar a las variables cuantitativas más discriminatorias para limitar el número de mediciones en caracterizaciones posteriores (Hidalgo, 2003).

Analíticamente este método se basa en la transformación de un conjunto de variables cuantitativas originales en otro conjunto de variables independientes no correlacionadas, llamadas componentes principales. Estos deben ser interpretados independientemente unos de otros ya que contienen una parte de la varianza que no está expresada en componente principal (Hidalgo, 2003 citado por Mamani, 2007).

### **2.3.3.2 Análisis clúster o conglomerados**

Es un método analítico que se puede aplicar para clasificar las accesiones de un germoplasma (o variables) en grupos relativamente homogéneos con base en alguna similitud existente entre ellas. El objetivo en este análisis es clasificar un conjunto de **n** accesiones o **p** variables en un número pequeño de grupos o conglomerados, la formación de estos grupos obedecen a leyes naturales (Hidalgo, 2003).

En los métodos de clasificación juega un rol importante el índice de similitud o distancia utilizada, es a partir del cálculo de distancias entre individuos o grupos resultado que se utiliza finalmente para conformar los grupos, estando dentro de un mismo conglomerado con un valor de distancia “pequeño” entre ellos (Varela, 1998).

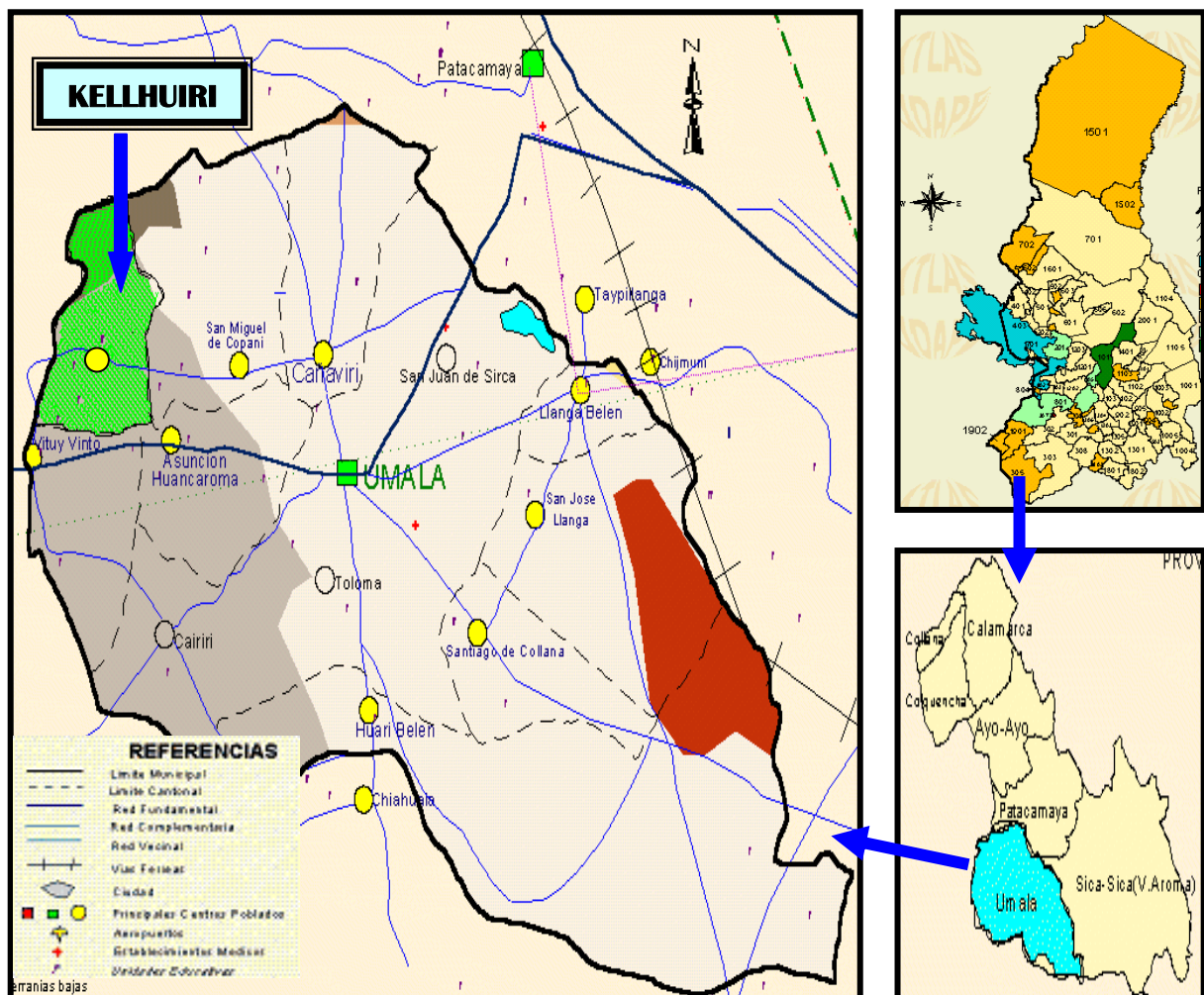
El análisis clúster tiene por objeto la búsqueda de grupos similares de individuos o de variables agrupando en conglomerados. El mismo sirve para clasificarlos en grupos más homogéneos posible, los individuos que queden clasificados en el mismo grupo serán tan similares como sea posible. También se usa en la biología para clasificar animales y plantas, conociéndose con el nombre de taxonomía numérica (Pérez, 2001).



### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización

El presente trabajo de investigación se realizó durante el periodo agrícola 2006-2007, en la comunidad Kellhuiri del municipio de Umala provincia Aroma del departamento de La Paz, ubicada a 140 km de la ciudad de La Paz (altiplano central). Geográficamente situada a 59°02'99" latitud sur y 80°84'91" longitud oeste y a una altitud de 4076 m.

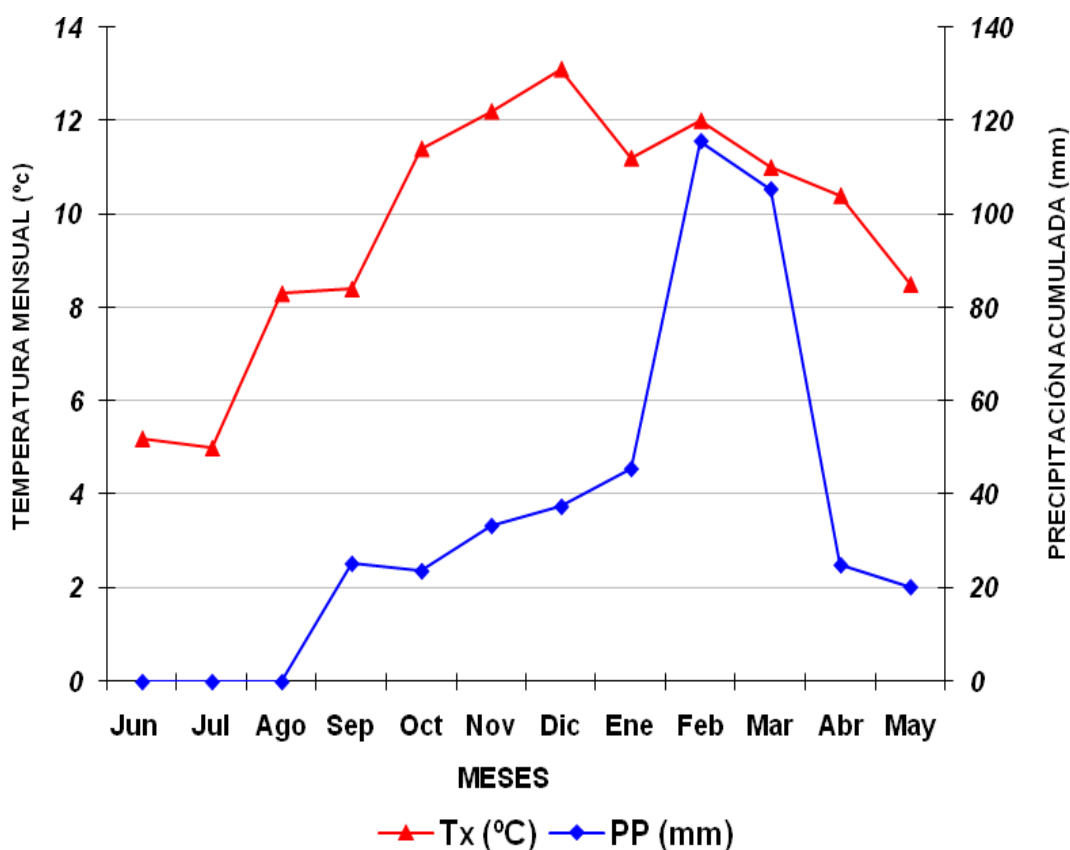


**Figura 3.** Ubicación geográfica del lugar de estudio, comunidad Kellhuiri, Municipio de Umala, provincia Aroma – La Paz (Fuente: INE-COMLIT, 2007).

### 3.1.1 Características climáticas

El presente trabajo de investigación se realiza en Altiplano Central, presentando un clima frío y seco. Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrológica (SENAMHI) de la estación meteorológica Patacamaya en el periodo agrícola 2006 a 2007, registró una temperatura mínima de 4.6 °C y una máxima de 13.2 °C con una media de 9.7 °C, precipitación mínima y máxima de 0 y 118 mm respectivamente, teniendo la precipitación acumulada de 431.9 mm, con humedad relativa de 68.8 %.

En la Figura 4, se muestra la variación de la temperatura media y precipitación mensual que registraron durante el ciclo del cultivo, también se puede verificar y observar los datos en Anexo 1.



**Figura 4.** Distribución de la temperatura media mensual y la precipitación mensual durante la gestión agrícola 2006 - 2007.

### 3.1.2 Suelo

El sitio experimental presenta una pendiente de 2 a 7 %, con una profundidad de 30 a 40 cm; fácil de trabajar, donde la capa arable es de 25 a 35 cm, con textura mediana (franco arcillo arenoso) de consistencia adherente en mojado, estructura blocosa y granular media. El contenido de materia orgánica baja a medio (0.05-3.07%), con pH que varía de ligeramente ácido a neutro (6.4 a 6.8).

### 3.1.3. Vegetación del lugar de estudio

Las especies cultivadas son: papa (*Solanum tuberosum andigena.*), cebada (*Hordium vulgare* L.), avena (*Medicago sativa*), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), avena (*Avena sativa* L.) y alfalfa (*Medicago sativa* L.).

Además se tiene vegetación silvestre; cebadillas (*Bromus catharticus* Valh.), diente de león (*Taraxacum officinale* Weber), muni muni (*Bidens andicola* Kunth), mostaza (*Brassica rapa* L.), paja brava (*Jarava ichu* Pavón), ichu (*Stipa ichu*), chillihua (*Festuca dolichophylla*), thola (*Parastrephia quagrangular* A.), sillu sillu (*Lackemilla pinnata*), reloj reloj (*Erodium cicutarium* L. Herit), layu layu (*Trifolium amabile* H.B.K.) y otras especies arbóreas como kiswara (*Buddleja coriacea* Remy) y k'eñua (*Polylepis incana* Hieron).

## 3.2 Materiales

### 3.2.1 Material genético

Se utilizaron 118 variedades de papas en cantidad de 10 tubérculos por cada una de ellas. El material genético fue recolectado del Municipio de Umala de las diferentes comunidades de la cosecha 2005, como muestra el Cuadro 6.

**Cuadro 6.** Detalle de procedencia de las variedades de papa Municipio de Umala.

<b>DPTO.</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>COMUNIDAD</b>	<b>Nº DE VARIEDADES</b>	<b>ZONAS</b>
		Huaylloroco	13	Baja
		Incamaya	32	Baja
		Kellhuiri	36	Alta
		Maca Pueblo	3	Alta
		Sallacirca	9	Alta
		San José	21	Baja
<b>La Paz</b>	<b>Aroma</b>	San Juan Circa	30	Baja
		Thola Huancaroma	3	Baja
		Umala	11	Alta
		Vinto Coopani	8	Alta
		Villa Remedios	2	Alta
		Vituy vinto	11	Alta
		Yaurichambi	2	Baja
		Espiritu wilke	15	Baja
<b>Total</b>		<b>14 Comunidades</b>	<b>118</b>	

**Fuente:** Elaboración propia en base a la recolección de las variedades

### 3.2.2. Material de campo

Se utilizó pita, picotas, chontillas, flexómetro (3 m), cinta métrica de (50 m), estacas, letreros, lienzo, bastidor de 90 x 70 cm. calculadora, etiquetas, cuaderno de registro, bolsas plásticas, cámara fotográfica, marbetes, balanza digital (Kg), yutes plásticas, finalmente una yunta con arado egipcio. Para la caracterización del cultivo se utilizó el Descriptor de papa propuestos por el IPGRI (1995), Anexo 2.

### 3.2.3 Material de gabinete

Se utilizó una computadora para el análisis de datos, complementando con paquetes estadísticos: XLSTAT, SPSS (11.5) y SAS para obtener los resultados realizando las discusiones, además el material necesario en escritorio para obtener el documento.

### 3.3 Métodos aplicados en el manejo del cultivo

#### 3.3.1 Preparación del material vegetal

##### 3.3.1.1 Recolección del material genético

La colecta del material genético, se realizó a través de un concurso entre agricultores en diversidad genética de papa. Para ello se efectuó una convocatoria por medios de difusión radial y con volantes, Anexo 3.

Con el concurso se evidenció que existe una gran diversidad genética alcanzando más 192 variedades que los agricultores conservan por sus costumbres y tradiciones. Los participantes trajeron de 5 hasta 20 variedades, Foto 1. Registrándose a cada participante y anotando la siguiente información:

- Nombre del concursante.
- Comunidad de procedencia.
- Nombre y número de las variedades.



*Variedades de papas nativas*



*Agricultores exponiendo variedades de papa*



*Premiación*

**Foto 1.** Colecta de papas nativas en el Municipio Umala

La recolección se hizo con la finalidad de tener mayor número de variedades en el municipio, en lo posterior los agricultores conserven la mayoría de ellas, para el aprovechamiento de tubérculos por sus características culinarias y de transformación en la dieta alimentaria de la población.

### **3.3.1.2 Selección de semilla**

Una vez ya realizada la colecta de papa, se realizó la selección de las variedades, observando el estado sanitario y tamaño. Se llega a obtener una cantidad de 118, las cuales posteriormente fueron sembradas. Donde las mismas se colocaron en una bolsa de polietileno enumerándolos en forma correlativa para poder ser transportado a campo el momento de la siembra.

### **3.3.2 Preparación de área experimental**

#### **3.3.2.1 Roturado del terreno**

Se realizó el 10 de octubre de 2006 en una área de 924 m<sup>2</sup>, con la ayuda de una yunta, el roturado del suelo se efectuó con arado de palo (egipcio) a una profundidad de 0.35 m, posteriormente se realizó el desterronado.

#### **3.3.2.2 Delimitación de la parcela**

Con el número de variedades obtenidas se calculó el área requerida para la siembra, delimitando 924 m<sup>2</sup>, que se dividieron en 3 bloques, con un pasillo de 0.5 m de ancho entre cada unidad, asimismo cada unidad fue dividida en 4 partes pequeñas de 21 m de largo y 3 m de ancho equivalente a 63 m<sup>2</sup>, contabilizando 12 parcelas pequeñas, en donde existen 10 variedades, se observa croquis del ensayo en Anexo 3.

### **3.3.3 Labores Culturales**

#### **3.3.3.1 Siembra**

La siembra se efectuó el 06 de noviembre del 2006, utilizando una yunta. Cada variedad fue sembrada en un surco de 3 m de largo, ancho de 0.70 m, con una densidad entre tubérculos de 0.30 m. Las cuales fueron depositados al interior del surco a una profundidad de 0.20 a 0.25 m.

El orden de la siembra de variedades fue pre ordenado acuerdo a las características agromorfológicas, color y forma de los tubérculos llegando a agruparlos en cinco grupos Imilla, Khati, luki, Pala y Ajawiri. Adicionando estiércol de bovino procedente de la misma comunidad (130 Kg), para la parcela la misma fue dispersada en forma de chorro continuo en el surco sobre los tubérculos sembradas.

### **3.3.3.2 Aporque**

Se realizó dos aporques, el 20 de diciembre cuando las plantas alcanzaron una altura promedio de 8 a 10 cm., y el 06 de febrero del 2007, el aporque consistió en el amontonamiento de tierra al pié de cada planta con la ayuda de una chontilla y yunta respectivamente, con el fin de ayudar al desarrollo del sistema radicular, mejorar el soporte, controlar malezas y proporcionar el aireamiento al suelo.

### **3.3.3.3 Deshierbe**

Se realizaron el 14 de diciembre del 2006 y el 31 de enero de 2007 en forma manual con el propósito de evitar la competencia por agua, luz, nutrientes y alojamiento de insectos, las malezas que se presentaron frecuentemente fueron muni muni (*Bidens andicola* Kunth), reloj reloj (*Erodium cicutarium*), cebadillas (*Bromus catharticus* Valh.), diente de león (*Taraxacum officinale* Weber), mostaza (*Brassica rapa* L.).

### **3.3.3.4 Cosecha**

La cosecha fue en forma escalonada a medida que las variedades alcanzaron la madurez fisiológica; 26 variedades se cosecharon el 18 de abril, 42 variedades el 09 de mayo, 30 variedades el 22 de mayo y 20 variedades el 30 de mayo. Una vez cosechada se realizó el conteo y pesaje de los tubérculos para tener datos de rendimiento.



En cada variedad se cosecharon todas las plantas que emergieron como muestra la Foto 2, que las diferentes variedades fueron cosechadas en forma separada y escalonada en un yute.



**Foto 2.** Cosecha de las variedades en forma individual.



### 3.4 Variables caracterizadas y evaluadas

Registraron información de 25 variables (12 variables cuantitativas y 13 cualitativas) en base al descriptor de papa propuesto por el IPGRI (1995). Los datos se obtuvieron de las 118 variedades, con relación al variable como muestra el Cuadro 7.

**Cuadro 7.** Variables caracterizadas del cultivo de papa, 12 cuantitativas y 13 cualitativas.

VARIABLES CUANTITATIVAS	VARIABLES CUALITATIVAS
Días de emergencia (días) DEM	Tipo de crecimiento TCR
Días a la floración (días) DFL	Color de la flor CFL
Días a la madurez (días) DMA	Grado de floración GFL
Número de flores por inflorescencia (nº) FIN	Color del tallo CTA
Número de tallos (nº) NTA	Forma de la hoja FHO
Altura de la planta (cm) APL	Forma alas tallo FAT
Cobertura vegetal (%) COV	Color de la baya CBA
Número de folíolos laterales (nº) NFL	Forma de la baya FBA
Número interhojuelos entre folíolos (nº) NIH	Color del tubérculo CTU
Número de tubérculo por planta (nº) NTP	Forma del tubérculo FTU
Peso de tubérculos en 10 plantas (kg.) PT	Color de la carne del tubérculo CCT
Incidencia (%) ISD	Profundidad de ojos POJ
Rendimiento de tubérculo (Kg) RDTO	Color del brote CBR

**Fuente:** Elaboración propia en base a las variables.

### 3.4.1 Variables cuantitativas

El Cuadro 8, muestra y describe el momento de la evaluación de las variables cuantitativas, durante las fases fenológicas del cultivo.

**Cuadro 8.** Momento de evaluación de las variables cuantitativas.

VARIABLES	COD	MOMENTO DE EVALUACIÓN	UNID.
Días a emergencia (días)	DEM	Se evaluó cuando alcanza 50% de emergencia	%
Días a la floración (días)	DFL	Se toma cuando alcanza mayor o igual al 50%	días
Días a la madurez (días)	DMA	Se observa las plantas entran a la etapa de dehiscencia y que los tubérculos ya no se pelan al frote de los dedos.	días
Número de flores por inflorescencia (nº)	FIN	Cuando alcanza mayor 50% de la floración.	%
Número de tallos (nº)	NTA	Se toma dato en la madurez fisiológica.	Nº
Altura de la planta (cm)	APL	Se evaluó desde que la planta alcanza 5 cm hasta la madurez fisiológica.	cm
Cobertura vegetal (%)	COV	Cuando alcanza la planta aproximadamente 10 cm hasta la madurez fisiológica.	%
Número de folíolos laterales (nº)	NFL	Se toma dato en la madurez fisiológica	Nº
Número interhojuelos entre folíolos (nº)	NIH	Se realizó una vez finalizado la floración.	Nº
Número de tubérculo por planta (nº)	NTP	En la cosecha de cada variedad.	Nº
Peso de tubérculos en 10 plantas (kg.)	PT	En la cosecha de cada variedad.	kg
Incidencia	ISD	Una vez realizado la cosecha en cada una de las variedades.	%
Rendimiento de tubérculo en las variedades (Kg)	RDTO	Se realiza después de la cosecha de todas las variedades.	Kg.

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos de evaluación durante el ciclo del cultivo.

#### 3.4.1.1 Días a la emergencia (DEM)

La variable se calculó desde la siembra hasta la emergencia de la planta, tomando en cuenta el porcentaje de emergencia mayor a 50%, contando los días.

#### **3.4.1.2 Días a la floración (DFL)**

Se registró el número de días que pasaron desde la siembra hasta el momento que las plantas presentaron el 50% de floración en la población de plantas por variedad. Es necesario señalar que la floración de la papa, inicia en los nudos superiores, prolongándose varias semanas de acuerdo a las especies en estudio.

#### **3.4.1.3 Días a la madurez (DMA)**

Se registró el número de días, desde la siembra hasta la madurez fisiológica, realizando observación directa en la coloración de las plantas y la dureza de la piel del tubérculo a la frotación mecánica con los dedos determinando el estado de madurez de la planta, llegando a cosechar y registrándose el ciclo del cultivo.

- a) Muy precoz (< a 70 días)
- b) Precoz (91 a 120 días)
- c) Medianamente precoz (121 a 150 días)
- d) Tardío (151 a 180 días)
- e) Muy tardío (> a 180 días)

#### **3.4.1.4 Número de flores por inflorescencia (FIN)**

Se contabilizó el número de flores por inflorescencia en las 10 plantas sembradas en la parte intermedia de cada variedad estudiada.

#### **3.4.1.5 Número de tallos (NTA)**

Se utilizó una muestra de 10 plantas por variedad a las cuales se contabilizó el número de tallos cuando alcanzaron la madurez fisiológica.

### 3.4.1.6 Altura de planta (APL)

Se midió la altura de la planta desde el nivel del suelo hasta el ápice, en diez plantas, para ello se utilizó un flexómetro en unidad de centímetros. Esta labor se realizó desde la emergencia hasta la madurez fisiológica cada 15 días.



**Foto 3.** Toma de la altura en una de las variedades de papa

### 3.4.1.7 Cobertura vegetal (COV)

Se expresa como la proporción del suelo cubierto por el follaje verde, dado como porcentaje según la escala del CIP (1=0-10%; 9=81-100%). Es una de las variables importantes en el estudio de crecimiento de la planta (Spitters, 1989). El muestreo se realizó con un bastidor fabricado para tal efecto, consiste en un marco de madera de 1 m de largo por 70 cm de ancho, cuadrículado con cordones plásticos de 5 x 5 cm.



**Foto 4.** Toma de datos de cobertura vegetal en una de las variedades.

El marco de madera debe ubicarse a 30 cm del dosel de la planta más alta, ubicando las plantas al centro de su eje longitudinal (por lo general son tres las plantas que se ubicaron dentro el bastidor), teniendo la distancia entre plantas es de 30 cm.

#### **3.6.1.8 Número de foliolos laterales (NFL)**

Se cuantificaron en las 10 plantas, observando cada hoja compuesta, esta labor se efectuó durante la finalización de la floración cuando las bayas se formaron en cada variedad de papa.

#### **3.4.1.9 Número de inter hojuelas entre foliolos (NIH)**

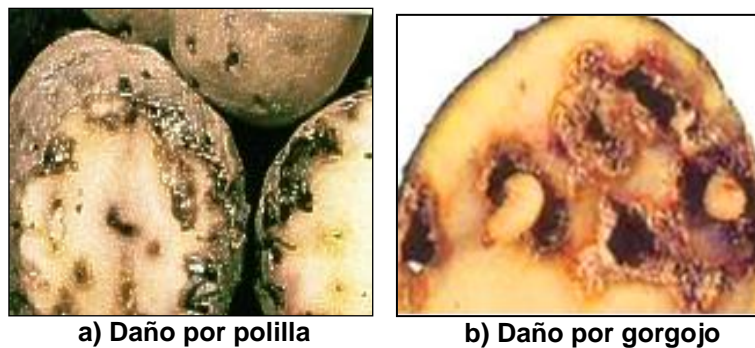
Se realizó simultáneamente con el número de foliolos laterales en las 10 plantas evaluadas, permitiendo cuantificar el número de inter hojuelas en la hoja compuesta.

#### **3.4.1.10 Número de tubérculos por planta (NTP)**

Se efectuó en el momento de la cosecha, contabilizando el número de tubérculos existentes por plantas, para luego registrar en el cuaderno de campo.

#### **3.4.1.11 Incidencia de plagas (%) (ISD)**

Una vez finalizada la cosecha se procedió a realizar la incidencia y ataque de plaga, donde se realiza mediante el método de cuarteo en cada variedad, llegando a obtener cantidad representativa de tubérculos, en donde se observa el daño efectuado por la polilla y/o gorgojo, seguidamente los datos se expresaron mediante la fórmula del porcentaje de daño (Figuerola, 2004).



**Foto 5.** Evaluación del porcentaje de daño producida por polilla y gorgojo.

La formula nos permitió determinar el porcentaje de tubérculos dañados por gorgojo y polilla, encontrando variedades resistentes y susceptibles al ataque, Foto 5. Donde en algunas llegaron hasta el 5% y 85% promedio de las variedades.

#### 3.4.1.12 Peso de tubérculos en 10 plantas (PT)

Se pesa en una balanza cada una de las variedades registrándose los datos obtenidos para su posterior análisis de resultados, como se observa en la foto 6.



**Foto 6.** Pesaje de los tubérculos de papa.

El registró de este dato, se procedió al pesaje de los tubérculos cosechados, una vez pesada se procedió a calcular el rendimiento en (ha) asignándose un alto valor dentro del índice de selección, el pesaje y cálculo del rendimiento fue individual, para luego obtener un promedio para su posterior análisis.



**Foto 7.** Rendimientos de las variedades en estudio

En la Foto 7, muestra variedades con formas, cantidad y coloración heterogéneo donde existen rendimientos y tamaños diversos, en cada una de ellas, estos rendimientos son en una superficie muy pequeña de 3 m de largo por variedad, alcanzando pesos mayores en cuanto a la comparación con citas bibliográficas.

### **3.4.2 Variables cualitativas**

En la evaluación de las variables cualitativas se consideraron parámetros señalados en los descriptores de papa propuesta por (IPGRI, 1985).

#### **3.4.2.1 Tipo de crecimiento (TCR)**

Para evaluar el tipo de crecimiento se registró en función al desarrollo de los tallos, la misma se caracteriza de la siguiente forma: 1) erecto, 2) semi erecto, 3) decumbente, 4) postrado, 5) semi-arrosetado, 6) arrosetado.

#### **3.4.2.2 Color de la flor (CFL)**

Se determina de acuerdo a la codificación de la matriz de colores: 1) blanco, 2) rojo-rosado, 3) rojo-morado, 4) celeste, 5) azul-morado, 6) lila, 7) morado, 8) violeta.

### **3.4.2.3 Grado de floración (GFL)**

Se registró una vez que la planta alcanzó su máximo crecimiento determinando el grado de floración, se codifica: 0) sin botones, 1) aborte de botones, 3) floración escasa, 5) floración moderada, 7) floración profusa.

### **3.4.2.4 Color del tallo (CTA)**

Se describe al finalizar de la floración, registrando la coloración del tallo: 1) verde, 2) verde con pocas manchas, 3) verde con muchas manchas, 4) pigmentado con abundante verde, 5) pigmentado con poco verde, 6) rojizo, 7) morado.

### **3.4.2.5 Forma de las alas del tallo (FAT)**

Esta característica se refiere a las formaciones laminares laterales en los tallos llamados alas o costillas en donde tiene la codificación siguiente: 0) ausente, 1) recto, 2) ondulado, 3) dentado.

### **3.4.2.6 Forma de la hoja (FHO)**

La forma de la hoja es la lectura de la disección de las hojas, se determinara la hoja ubicada a la mitad del tallo principal de la planta evaluada en la etapa de crecimiento y desarrollo se caracterizo las 10 plantas en estudio y se codifica de la siguiente manera: 1) entera, 2) lobulada, 3) disectada.

### **3.4.2.7 Color de la baya (CBA)**

En esta variable se observó el color que presenta las bayas registrándose de acuerdo al siguiente código: 1) verde, 2) verde con pocos puntos blancos, 3) verde con bandas blancas, 4) verde con abundante puntos blancos, 5) verde con áreas pigmentadas, 6) verde con bandas pigmentadas, 7) predominantemente pigmentado.



### **3.4.2.8 Forma de la baya (FBA)**

De igual manera se determinó con la ayuda de figuras y se codificaron de la siguiente manera: 1) globosa, 2) globosa con mucrón terminal, 3) ovoide, 4) ovoide con mucrón terminal, 5) cónica, 6) cónica alargada, 7) periforme.

### **3.4.2.9 Color del tubérculo (CTU)**

Esta característica se refiere al color que cubre la mayor parte de la superficie del tubérculo; y se toma de acuerdo a la siguiente codificación de colores: 1) blanco-crema, 2) amarillo, 3) anaranjado, 4) marrón, 5) rosado, 6) rojo, 7) rojo-morado, 8) morado, 9) negruzco, (IPGRI, 1995).

### **3.4.2.10 Forma del tubérculo (FTU)**

En el momento de la cosecha se observa y se registran las características del tubérculo con la ayuda de la de colores y la figura y se codifica en la siguiente forma: 1) comprimido, 2) redondo, 3) ovalado, 4) abobado, 5) elíptico, 6) oblongo, 7) oblongo-alargado, 8) alargado.

### **3.4.2.11 Color carne del tubérculo (CCT)**

Se refiere al color de la carne del tubérculo, cuando se realiza el corte en la parte media del tubérculo, además con la ayuda de tabla de colores Anexo 2, determinan el color primario y secundario donde se codifica de la siguiente manera: 1) blanco, 2) crema, 3) amarillo claro, 4) amarillo, 5) amarillo intenso, 6) rojo, 7) morado, 8) violeta.

### **3.4.2.12 Profundidad de los ojos (POJ)**

Esta característica se realizó durante la evaluación de la forma del tubérculo codificándose de la siguiente manera: 1) sobresaliente, 3) superficial, 5) medio, 7) profundo, 9) muy profundo.

### 3.4.2.13 Color del brote (CBR)

En este parámetro se realizó después de la cosecha a los 126 días codificando el color primario: 1) Blanco – verdoso, 2) Rosado, 3) Rojo, 4) Morado, 5) Violeta.

### 3.5 Evaluación participativa

En el presente estudio se tomó en cuenta además de la prueba experimental de análisis estadístico, a la investigación participativa como eje metodológico en el desarrollo de las distintas actividades realizadas. El principio que rige esta metodología, según Ashbi (1998), establece que el agricultor es un investigador natural, con plena posibilidad y capacidad de identificar y priorizar problemas, planificar y analizar resultados de pruebas de ensayo.

Según Gandarillas (1997), menciona el empleo de técnicas complementa con la destreza de la comunicación llegando a conclusiones correctas, sobre las opiniones de los participantes (evitar preguntas inductoras, saber escuchar, saber preguntar, saber interpretar y usar el lenguaje corporal).

En las evaluaciones se realizaron en dos etapas fenológicas del cultivo; en la floración y en la cosecha (tubérculo), donde integraron, 16 agricultores (12 hombres y 4 mujeres), como muestra el Cuadro 9.

**Cuadro 9.** Lista de participantes en la evaluación participativa en floración y cosecha.

Nº	PARTICIPANTES	Nº	PARTICIPANTES
1	Aurora Pérez	9	Gumersinda Hualpa
2	Víctor Cachaca	10	Justino Cachaca
3	Silverio López	11	Rogelio Cachaca
4	Roberto Cruz	12	Ximena Pérez
5	Humberto Cachaca	13	Pánfilo López
6	Benjamín López	14	Eduardo Challco
7	Víctor Cruz Bustos	15	Virginia Luzco
8	Daniel López	16	Timoteo López

**Fuente:** Elaboración propia en base a la participación del agricultor.

Los diferentes métodos y técnicas (entrevista, evaluaciones, sondeos) se enmarcan para permitir la participación de los agricultores en las distintas etapas de la investigación, el criterio del agricultor respecto al ensayo propuesto, es fundamental por lo que se realizaron en la floración, cosecha y poscosecha.

### 3.5.1 Evaluación en la floración

En esta fase fenológica se realizó una evaluación abierta, para tener criterios de selección basados en la cobertura, vigor, resistencia al cambio ecológico y plagas principalmente, donde el agricultor opina libremente de cada alternativa, con el propósito de lograr que él piense en voz alta, como estuviera evaluando una nueva tecnología por cuenta propia. Donde el entrevistador escucha y ayuda al agricultor a precisar sus respuestas, anotando exactamente lo que el agricultor opina respetando sus palabras y expresiones (Gandarillas, 1997).

Es un método para captar y conseguir las reacciones espontaneas de los productores a la tecnología, sin usar preguntas directas, por ende es un primer paso hacia el desarrollo de un formato de entrevista más elaborado enriqueciendo la información (Thiele y Gandarillas, 1998).



a) Inicio de evaluación dentro la parcela



b) Agricultor evaluando e identificando

**Foto 8.** Evaluaciones participativas en la etapa de floración y crecimiento

Con este propósito se realizó evaluaciones abiertas informales en el transcurso de la investigación. Estas charlas espontaneas fueron de gran utilidad para recoger puntos de vista cualitativo, explicaciones e ideas del razonamiento de los agricultores y los criterios que tienen para la toma de decisiones en las diferentes actividades que desarrolla, así como sus criterios sobre el ensayo, Foto 8.

### 3.5.2 Evaluación en la cosecha y poscosecha

Una vez realizada la cosecha de todas las variedades, se evaluaron juntamente con agricultores de la comunidad, en la cual se manejó una evaluación de matriz preferencial; Torrez (1997), indica que es una técnica en la que cada agricultor escoge y analiza por separado, donde se expusieron el total de las variedades. La Foto 9, muestra la participan de hombres y mujeres en la evaluación después de la cosecha, la cual fueron separadas por grupos de; Imilla, Khati, luki, Pala y Ajawiri, tomando encuesta la calidad, cantidad, resistencia a plagas.



a) Preparación para evaluación



b) Agricultores en evaluación

**Foto 9.** Evaluación participativa en la cosecha y poscosecha

El Cuadro 10, registra las características fenotípicas tomadas en cuenta por los agricultores en la evaluación de tubérculos después de la cosecha.

**Cuadro 10.** Características de importancia mencionados por los agricultores durante la evaluación en la cosecha y poscosecha

Nº	CARACTERISTICAS	CRITERIOS
1	Color de tubérculo	Debe ser color notable y lisa
2	Forma del tubérculo	Redondas y oblongas, se vende muy bien
3	Producción	Tamaño y número de tubérculos
4	Presencia de ojos	Ojoso son buenas para semilla
5	Apariencia	Por el color y forma del tubérculo
6	Sanidad del tubérculo	Buen aspecto (sanos)

**Fuente:** Elaboración propia en base a los criterios de los agricultores.

En el cuadro anterior se observa que los aspectos más importantes mencionados por los agricultores fueron: El color y forma del tubérculo, rendimiento “producción”, presencia de los ojos, apariencia y sanidad del tubérculo. La forma y color del tubérculo estuvo relacionado con la similitud, el rendimiento al número y tamaño de tubérculos, la presencia de ojos está relacionado con la calidad de tubérculo semilla por el número de brotes que podrá tener la apariencia sana de los tubérculos mencionado por ellos como “llosq’etas” piel lisa y uniforme.

### **3.6 Análisis estadístico**

Con la información obtenida durante la evaluación en campo se construyó una Matriz Básica de Datos (MBD) conformado por 118 variedades de papa y 25 variables caracterizadas (12 cuantitativas y 13 cualitativas). Una matriz con información cuantitativa y cualitativa, conformado según el arreglo en forma cuadrículada ( $n \times p$ ), en las filas se ubicaron las variedades ( $n$ ) y en columnas las variables caracterizadas ( $p$ ), teniendo una matriz para las variables cuantitativas de  $118 \times 12$  y para las variables cualitativas de  $118 \times 13$ .

La información cuantitativa fue sometida a los siguientes análisis: estadística descriptiva (medidas de tendencia central y dispersión), correlación simple y multivariado. Sin embargo la información cualitativa fue analizada mediante distribución de frecuencias y análisis multivariado de correspondencia múltiple. Según el procedimiento descrito por Pla (1980), los cuales consiste en un arreglo en forma de cuadrillas con  $n$  filas y  $p$  columnas, para cada variable.

#### **3.6.1 Estadística descriptiva**

Permite estimar y describir el comportamiento de las diferentes variedades en relación con cada carácter, los mas comunes son: análisis de tendencia central y de dispersión; media aritmética, rango de variación, desviación estándar y el coeficiente de variación que se utilizan en el análisis de datos cuantitativos.

En cambio la información cualitativa fue analizada mediante frecuencia relativa y absoluta que permitió formar, grupos de variedades por características comunes. Estos análisis se realizaron antes de cualquier análisis multivariado donde nos proporciona una idea general de la variabilidad de las variedades de papa, donde nos permite detectar datos no esperados y errores en el ingreso de datos entre otros (Steel y Torrie, 1988).

### **3.6.2 Coeficiente de correlación simple**

En el trabajo realizado se calcularon los coeficientes de correlación simple (Pearson) entre cada par de variables y este permitió conocer el grado de asociación entre cada par de variables cuantitativas. El valor oscila entre -1 y +1, valores próximos a 1 muestran una correlación positiva y próximos a -1 es lo contrario y si el valor es próximo a 0 debe ser interpretado con reserva ya que puede indicar independencia entre variables o una relación no lineal (Hidalgo, 2003).

Este coeficiente nos permite conocer el grado de asociación íntima o variación conjunta entre dos descriptores cuantitativos, los cuales manejan distintas unidades centímetro, milímetro, días gramos o kilogramos.

### **3.6.3 Análisis Multivariado**

El análisis de los datos siguió dos pasos: (1) se derivó las variables ortogonales usando el análisis de componentes principales finalmente (2) se clasificó a las variables y variedades en grupos mediante el análisis jerárquico y no jerárquico, respectivamente (Hair *et al.* 1999).

#### **3.6.3.1 Análisis de componentes principales**

El análisis es una técnica de clasificación y tiene como objetivo fundamental establecer grupos de individuos, siguiendo el criterio de unificar dentro de un mismo grupo a aquellos de la muestra que tengan características similares, atendiendo al conjunto de las variables en ellos observadas (Varela, 1998).

Rojas (1998), señala que análisis de componentes principales expresa los resultados de valores y vectores propios. El vector propio representa la cantidad de varianza asociada con un componente principal además el vector de coeficiente señala el peso de cada variable original con la que esta asociada a cada componente.

Este método fue empleado para el análisis de datos cuantitativos, que permite ilustrar al conjunto de variedades en un espacio bidimensional con relación a los 12 variables. Con el método se generó un nuevo conjunto de 12 variables o componentes independientes de las variables originales, donde los primeros componentes es donde llevan la mayor información o variabilidad. Por tanto los componentes fueron interpretados independientemente unos de otros ya que contienen una parte de la varianza que no está expresada en otro componente principal (Plá 1986, citado por Hidalgo 2003).

### **3.6.3.2 Análisis de Conglomerados**

El análisis tiene por objetivo de agrupar las variedades de papas con similares características, de manera que los grupos formados expresen un alto grado de homogeneidad interna (dentro del conglomerado) y un alto grado de heterogeneidad externa entre conglomerados (Hair *et al* 1999, citado por Pinto 2002).

Con propósito de determinar patrones de variación de los caracteres evaluados, se aplicó el agrupamiento jerárquico a partir de la matriz de correlación simple. El método permitió clasificar grupos de variables cuantitativos de acuerdo a su nivel de similitud o asociación (Hidalgo, 2003), formando grupos que puede obedecer a leyes naturales o a cualquier conjunto de características comunes entre las variedades.

El método de conglomerados fue aplicado a la matriz básica de datos de variables cuantitativos (180x12), como resultado de ello se generó un conglomerado para variables caracterizadas, que por aproximaciones sucesivas se van uniendo con otras en grupos hasta formar un conglomerado único (Hidalgo, 2003).



## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presenta información obtenida en la caracterización y evaluación de variedades de papa (*Solanum sp.*), detallada en Anexo 5, obteniendo los datos de 12 variables cuantitativas y 13 variables cualitativas.

### 4.1 Análisis descriptivo

#### 4.1.1 Variables cuantitativas

En el análisis de la variabilidad de papa, encontrados a través de los parámetros estadísticos de tendencia central y dispersión (rango, mínimo, máximo, promedio, desviación estándar y coeficiente de variación), describiendo características morfológicas de la colección, Cuadro 11.

**Cuadro 11.** Parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión para 12 variables cuantitativas (n = 118).

Variables Cuantitativas	Código	Mínimo	Máximo	Media	DS <sup>1</sup>	CV <sup>2</sup> (%)
Días a la emergencia en %50 (días)	DEM	30.0	44.0	35.0	4.9	13.9
Número de flores por inflorescencia (nº)	FIN	3.0	25.0	10.9	6.5	59.6
Número de folíolos laterales (nº)	NFL	3.0	6.0	4.2	0.6	14.3
Días a la floración (días)	DFL	67.0	95.0	77.4	7.1	9.2
Altura de la planta (cm.)	APL	14.5	36.7	26.1	3.9	14.9
Cobertura vegetal (%)	COV	15.0	42.2	29.4	5.9	21.1
Número interhojuelos entre folíolos (nº.)	NIH	0.0	3.0	1.8	0.7	38.8
Número de tallos (nº.)	NTA	2.0	7.0	3.0	1.2	37.5
Número de tubérculos por planta (nº.)	NTP	11.0	28.0	19.0	3.3	17.1
Peso total tubérculo/10 plantas (kg.)	PT	8.9	35.8	22.2	6.4	28.8
Incidencia de tubérculo (%)	ISD	19.3	87.0	49.8	15.5	78.3
Días a la madurez (días)	DMA	130.0	180.0	151.0	12.7	8.4

➤ **DS<sup>1</sup> = Desviación estándar**

➤ **CV<sup>2</sup> = Coeficiente de variación**

#### **4.1.1.1 Días a la emergencia**

La variable días a la emergencia muestra un rango de variación de 30 a 44 días después de la siembra. El Cuadro 11, muestra un promedio de 35 días, desde la siembra hasta la emergencia, con un coeficiente de variación de 13.9 % siendo este valor aceptable, debido a la poca dispersión que tuvo respecto a datos que mencionan algunos autores, encontrando variedades precoces y tardías, por sus propias características de cada especie y la calidad del tubérculo.

Según Resquejo (1999), menciona que la emergencia ocurre a los 30 y 35 días después de la siembra donde esta influenciado por la humedad y temperatura del suelo la plántula que sobrevive de las reservas contenidas en el tubérculo madre.

Según Oviedo (1995), indica que no existe una relación clara entre las especie-emergencia, ya que ello depende del estado fisiológico del tubérculo semilla, del verdeo de semilla y la humedad disponible en el suelo.

#### **4.1.1.2 Número de flores por inflorescencia**

Según el Cuadro 11, muestra una media de 11 flores por inflorescencia, con un rango de variación de 3 a 25 flores, entre las inflorescencias que desarrollaron menor y mayor número de flores y con un coeficiente de variación de 59.6 %, lo que muestra que existe una alta variabilidad, debido fundamentalmente a la variedad ajahuiri presentó mayor número, seguido por la especie tetraploides que mostraron una floración moderada frente a los demás variedades.

#### **4.1.1.3 Número de folíolos laterales por hoja**

En esta variable se registró un rango de variación de 3 a 6 folíolos por hoja para variedades que tienen menor y mayor número de folíolos, con una media de 4.2 folíolos por hoja y con un coeficiente de variación de 14.3 %, lo que significa poca diferencia en números de folíolos por las características propiamente dicho en una hoja compuesta y el tipo de crecimiento de la planta.

#### **4.1.1.4 Días a la floración**

En el Cuadro 11, se observa que el rango de variación está entre 67 a 95 días para las variedades con menor y mayor número de días a la floración respectivamente, con una media de 77.4 días y un coeficiente de variación de 9.2 %. El valor demuestra que existe variabilidad entre las variedades debido a sus características genéticas de cada especie dentro de una ploidia, acompañado por la humedad que existe en el suelo, calidad de semilla, manejo, piso ecológico y factor climático.

Canahua (1991), indica que la floración ocurre a los 20 a 35 días después de la emergencia. El resultado obtenido en estudio nos muestra una clara diferencia y retraso en la floración por la poca humedad que existe en el suelo durante el desarrollo del cultivo.

Según Bonifacio (1991), el cultivo de papa presenta floración temprana, gradual y escasa, cuyo rango de variación aparentemente se halla asociado al hábito de crecimiento manifestándose una floración temprana o tardía. Huanco y Cahuana (1992), indican que el inicio de la floración ocurre entre los 50 a 60 días de la siembra dependiendo de las características genéticas de la variedad.

#### **4.1.1.5 Altura de la planta**

Para la variable se alcanzó un rango de dispersión de 14.5 a 36.7 cm, en variedades con menor y mayor altura de la planta, una media de 26.1 cm. y un coeficiente de variación de 14.9 %, existiendo diferencia en alturas en función al crecimiento, entre las ploidias y en ella las especies, tomando siempre sus características genéticas de la planta tenemos variedades enanas y altas.

Según Cahuana y Arcos (1993), señalan que la altura depende principalmente por el crecimiento, existiendo plantas vigorosas y escasamente vigorosas con abundante y poca ramificación basal.

#### **4.1.1.6 Cobertura vegetal**

La colección de papa en relación a esta variable muestra un rango de variación que oscila entre 15 a 42.2 % por planta, teniendo menor y mayor número de cobertura vegetal por 3 planta, con una media de 29.4 % de cobertura vegetal y un coeficiente de variación que alcanza el 21.1 %, lo que significa poca variación de la cobertura.

#### **4.1.1.7 Número interhojuelos entre foliolos**

Durante la evaluación en número de interhojuelos entre foliolos se obtuvo un rango de variación 0.0 a 3.0, para las variedades que tienen con menor y mayor número foliolos, con una media de 1.8, y un coeficiente de variación de 38.8 %, que refleja poca variación dentro de la variable.

#### **4.1.1.8 Número de tallos**

En el Cuadro 11 se observa un rango de variación que oscila entre 2 a 7 tallos por planta, para variedades que desarrollan menor y mayor número de tallos por planta, respectivamente, una media de 3.2 tallos por planta y un coeficiente de variación de 37.5 %, lo que significa que existe variación en cuanto a los números de tallos entre las variedades, por sus características de cada especie.

#### **4.1.1.9 Número de tubérculos por planta**

En el Cuadro 11 se observa un rango de variación que oscila de 10.5 a 28 tubérculos por planta, para variedades que desarrollan menor y mayor número de tubérculos, respectivamente, una media de 19.3 tubérculos por planta y un coeficiente de variación de 17.1%, lo que significa que existe poca variabilidad en cuanto al número de tubérculos de las diferentes variedades de papas nativas.

#### **4.1.1.10 Incidencia de plagas**

Se registró un rango de variación de 8.9 a 87 % de incidencia, en la cual se observó el ataque de gorgojo y/o polilla, respectivamente, una media de 49.5% y un coeficiente de variación de 78.3 %, nos indica que existen variedades resistentes y susceptibles al ataque de plagas dependiendo considerablemente de sus características genéticas de cada especie.

#### **4.1.1.11 Días a la madurez**

La variable días a la madurez alcanzó un rango de variación de 130 a 180 días para las variedades que en menor y mayor número de días alcanzaron la madurez fisiológica, con una media de 151 días y con un coeficiente de variación de 14.3 %, que refleja poca variabilidad de las variedades en días a la madurez.

Según Canahua (1991), indica que la madurez ocurre a los 135 a 145 días después de la emergencia, que se caracteriza por el cambio de color de las hojas de la parte aérea, además que la piel del tubérculo se encuentra bien adherida y no se desprende a una simple fricción de los dedos. En forma general en papas dulces es desde 160 a 170 días mientras las papas amargas es de 170 a 180 días.

En el análisis existen variedades que alcanzaron la madurez fisiológica dentro los rangos que mencionan los autores, por ello se encontraron variedades precoces y tardías tomando en cuenta la época de siembra y manejo del cultivo.

#### **4.1.1.12 Peso total de tubérculo (Rendimiento)**

Cabe referirse a los rendimientos alcanzados por esta muestra de cultivares, para ello es necesario recordar que este dato no contribuye una referencia categórica para cualquiera de las variedades en cultivo masivo obteniendo rendimientos diversos.

En el Cuadro 11, se observa una media de 22.2 Kg por cada variedad. Un rango de variación que oscila entre 8.9 a 35.5 Kg por variedad con menor y mayor peso de tubérculos respectivamente, y un coeficiente de variación de 28.8%, lo que significa una baja variación en cuanto al rendimiento de las variedades por presentar características genéticas diferentes en cada especie.

#### 4.1.2 Variables cualitativas

En el presente análisis son evaluados las 118 variedades, tanto en frecuencia nominal como en frecuencia porcentual conforme a sus características comunes y/o estados de las 13 variables cualitativas evaluadas según las características del cultivo Cuadro 12.

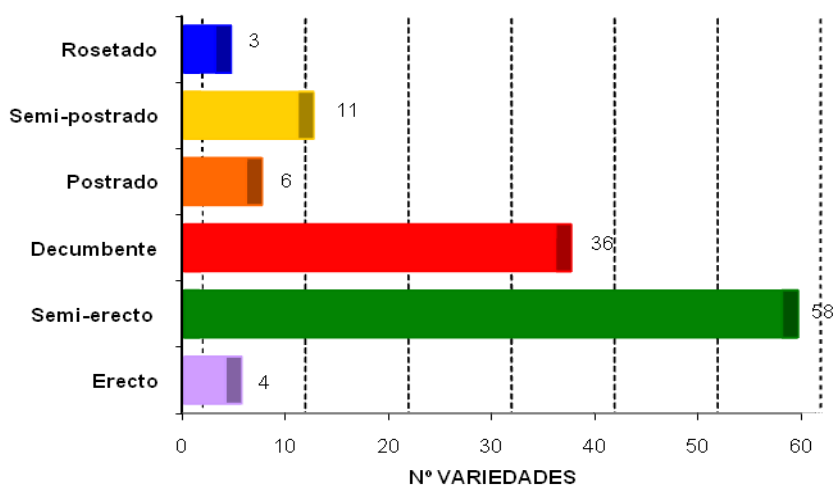
**Cuadro 12.** Evaluación de los caracteres fenológicas de crecimiento

Carácter o variable	Estado y significado	frecuencia de variedades	Frecuencia %
Tipo de crecimiento (TCR)	1 Erecto	4	3.39
	2 Semi-erecto	58	49.15
	3 Decumbente	36	30.50
	4 Postrado	6	5.08
	5 Semi-postrado	11	9.32
	6 Arrosetado	3	2.54
Color de la flor (CFL)	1 Blanco	10	8.47
	2 Rojo – rosado	19	16.10
	5 Azul – morado	23	19.49
	6 Lila	14	11.86
	8 Violeta	2	1.69
Grado de floración (GFL)	3 Floración escasa	57	48.30
	5 Floración moderada	44	37.28
	7 Floración profusa	17	14.41

#### 4.1.2.1 Tipo de crecimiento

El tipo de crecimiento también ilustrado como hábito de crecimiento, detalladas en Anexo 2, el Cuadro 12 muestra cuatro variedades con un crecimiento erecto con una frecuencia de 3.39 %, también se muestra 58 variedades con un crecimiento semierecto con frecuencia de 49.15 %.

El crecimiento decumbente presenta 36 variedades con una frecuencia de 30.50 %, el crecimiento postrado con una frecuencia de 5.08 %, semipostrado presentan 11 variedades con frecuencia de 9.32% y finalmente crecimiento arrosetado presentan tres variedades con una frecuencia de 2.54 %, donde se observa seis formas de crecimiento en las 118 variedades en estudio.



**Figura 5.** Histograma de frecuencia de hábito de crecimiento

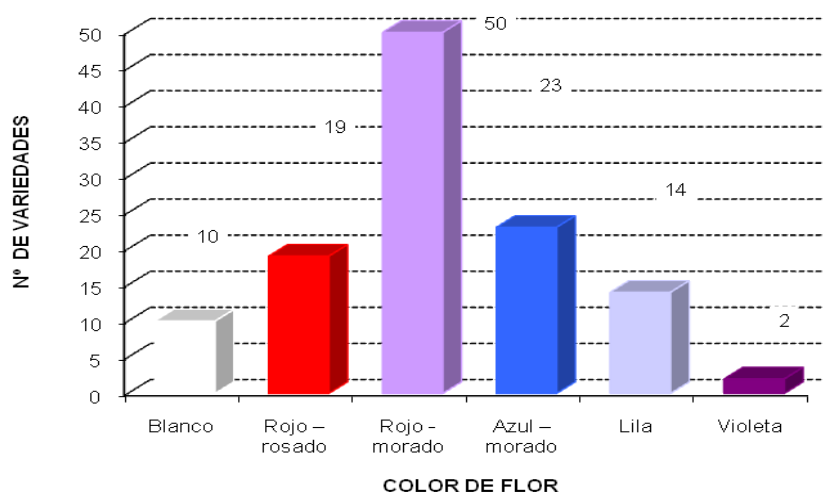
Según Contreras (1989), destaca tres puntos importantes en la cual toma como referencia la altura de la planta (enana, baja, semi-alta y alta), forma (abierta y compacta), vigor (vigoroso, intermedio y pobre). Por su parte Huamán (1986), afirma que el hábito de crecimiento de la papa cambia entre las especies y dentro de cada especie y estos pueden ser de tipo; erecto, arrosetado, decumbente y postrado.

#### 4.1.2.2 Color de la flor



**Foto 10.** Variación de la coloración de las flores

Según el Cuadro 12 y Figura 6, se observa que el color de flores blancas presenta 10 variedades, conjuntamente 19 variedades tienen un color de rojo-rosado, a su vez 50 variedades de color rojo-morado en donde tiene una frecuencia mayor de 42.37 % de las 118 variedades estudiadas.



**Figura 6.** Histograma de frecuencia color de la flor

Del total de las especies, 23 variedades muestran flores de color azul-morado con una variación de 19.49 %, el 11.86 % muestran color lila que poseen 14 y finalmente se tiene 2 de color violeta con una mínima frecuencia de 1.69 %.



### 4.1.2.3 Grado de floración

En el Cuadro 12 y 13, muestra 57 variedades con floración escasa con periodicidad de (48.30%), 44 presentaron una floración moderada de (37.28%) frecuencia, finalmente solo 17 presentan una floración profusa, tomando en cuenta que estos resultados muestran una variabilidad entre variedades por factores abióticos (clima, humedad del suelo) durante el ciclo del cultivo de la papa.

**Cuadro 13.** Grado de floración de las variedades de papa

Número	Grado de Floración	Cantidad de variedades
1	Escasa	57
2	Moderada	44
3	Profusa	17

### ❖ Descripción cualitativa color de tallo, forma de hoja, color y forma de baya

En el Cuadro 14, se observa las variables evaluadas durante el desarrollo del cultivo de la papa obteniendo la frecuencia en cada uno de los caracteres.

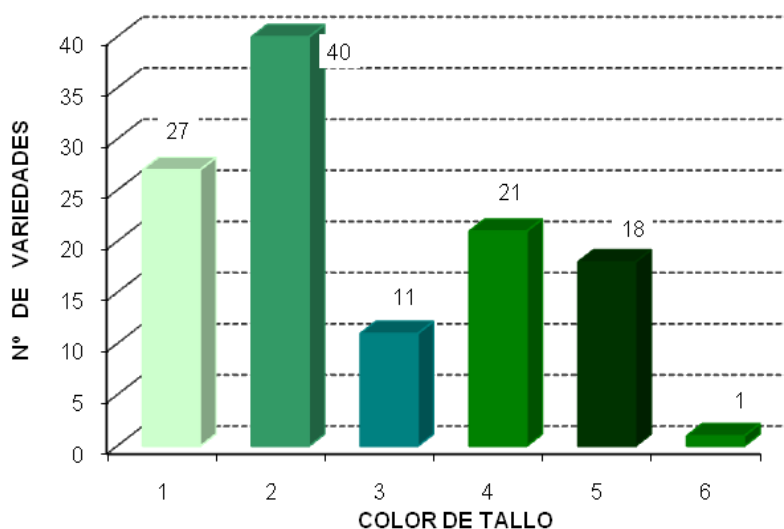
**Cuadro 14.** Caracteres del tallo, forma de la hoja y baya

Carácter o variable	Estado y significado	frecuencia de variedades	Frecuencia %
Color del tallo (CTA)	1 Verde	27	22.88
	2 Verde con pocas manchas	40	33.89
	3 Verde con muchas manchas	11	9.32
	4 Pigmentado con abundante verde	21	17.79
	5 Pigmentado con poco verde	18	15.25
	7 Morado	1	0.84
Forma de las alas del tallo (FAT)	0 Ausente	21	17.79
	1 Recto	56	47.45
	2 Ondulado	36	30.51
	3 Dentado	5	4.23
Forma de la hoja (FHO)	3 Disectada	118	100
Color de la baya (CBA)	1 Verde	38	32.20
	2 Verde con pocos blancos	21	17.79
	3 Verde con bandas blancas	3	2.54
	4 Verde con abundantes ptos blancos	9	7.62
	5 Verde con áreas pigmentadas	35	29.66
	6 Verde con bandas pigmentadas	9	7.62
	7 Predominantemente pigmentado	3	2.54
Forma de la baya (FBA)	1 Globosa	59	50
	2 Globosa con mucrón terminal	3	2.54
	3 Ovoide	35	29.66
	5 Cónica	16	13.55
	7 Periforme	5	4.23

#### 4.1.2.4 Color de tallo

En la variable se determinó en base al grado de pigmentación del tallo según el descriptor de (IPGRI), en donde se muestra en el Cuadro 14 y Figura 7, teniendo 27 variedades que muestran una coloración verde (1), 40 variedades de papa presentan color verde con pocas manchas (2), donde se presenta una frecuencia mayor de

(33.89%), 11 variedades muestran color verde con muchas manchas (3), seguido por 21 variedades poca pigmentación con abundante verde (4).



**Figura 7.** Histograma de frecuencia color del tallo

Además se presentan 18 variedades que tienen la pigmentación de un poco verde (5) finalmente una variedad muestra el color morado (6) con una mínima de (0.84%) de frecuencia, estos parámetros se realizaron cuando las plantas poseían el 50% de la floración. Por su parte Huamán (1986), menciona generalmente el color de los tallos es verde pero en algunos veces pueden ser de color marrón rojizo o morado.

#### 4.1.2.5 Forma de las alas del tallo

Las variedades en estudio presentaron diferentes formas de alas de los tallos como se puede observar en el Cuadro 14, de las cuales 21 variedades no presentaron dicha variable, 56 variedades presentan alas rectas en donde tienen una mayor frecuencia de 47.45 %, seguido por 36 variedades que tuvieron alas onduladas finalmente solo 5 variedades tienen alas dentada o aserradas con una mínima frecuencia de 4.23% del total. Huamán (1986), indica que existen márgenes angulares formando alas que pueden ser rectas, onduladas o dentadas.

#### **4.1.2.6 Forma de la hoja**

La forma de la hoja muestra homogeneidad total en las 118 variedades evaluadas en campo, siendo de esta manera el 100% con hojas disectadas, tomando en cuenta la sugerencia de la guía de IPGRI (1995), Anexo 2, Esquema 2.

Del mismo modo León y Contreras (1989), mencionan que las hojas son compuestas, imparipinada con hojuelas primarias, secundarias y terciarias de acuerdo al distanciamiento de las hojuelas.

#### **4.1.2.7 Color de la baya**

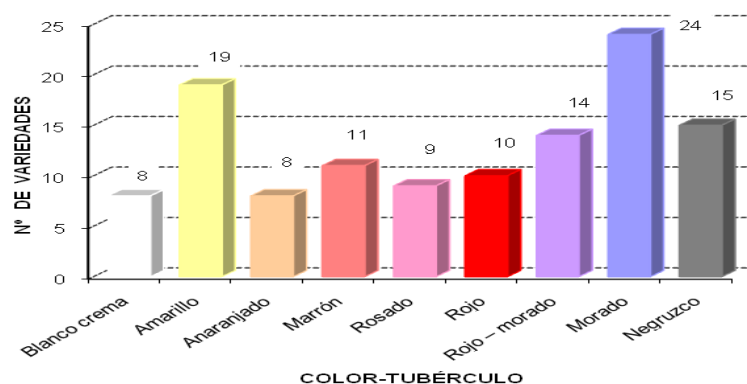
El variable color de la baya se determinó por la ausencia o presencia de pigmentación diferente a verde lo cual muestra el Cuadro 14, donde la mayor frecuencia de 32.20 % tiene coloración verde en una cantidad de 38 variedades de papa, por ende la mínima frecuencia del color verde con bandas blancas presentaron tres variedades en estudio.

#### **4.1.2.8 Forma de la baya**

Se obtuvieron diferentes formas de bayas, las cuales se observa Cuadro 14, en donde presentan 59 variedades con un (50%), forma globosa y una pequeñísima parte con un 2.54 % forma globosa solo tres variedades. Contreras (1984), coincide en señalar que es esférico, llamado baya que contiene numerosas semillas.

#### **4.1.2.9 Color del tubérculo**

Según el Cuadro 15 y Figura 8, muestran variedades de diferentes colores en las especies de papa, donde sobresale el color morado con 24 variedades teniendo 20.33 % de frecuencia dentro del total de tubérculos, pero la menos frecuente es de color blanco y anaranjado con una frecuencia de 6.77 % en solo ocho variedades caracterizados.



**Figura 8.** Histograma de frecuencia de color del tubérculo

### ❖ Descripción cualitativa del color y forma del tubérculo

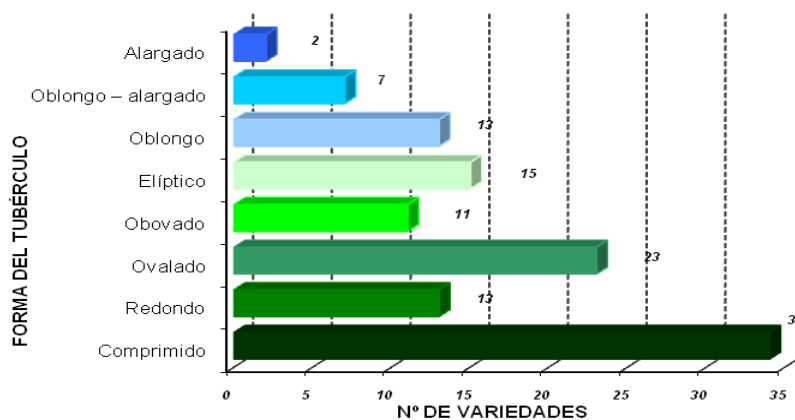
En el Cuadro 15, se muestra las variables evaluadas en el desarrollo del cultivo, logrando la frecuencia en cada uno de los caracteres.

**Cuadro 15.** Caracteres del tubérculo color y forma

Carácter o variable	Estado y significado	Frecuencia de variedades	Frecuencia %
Color del tubérculo (CTU)	1 Blanco – crema	8	6.77
	2 Amarillo	19	16.10
	3 Anaranjado	8	6.77
	4 Marrón	11	9.32
	5 Rosado	9	7.62
	6 Rojo	10	8.47
	7 Rojo – morado	14	11.86
	8 Morado	24	20.33
	9 Negruzco	15	12.71
Forma del tubérculo (FTU)	1 Comprimido	34	28.81
	2 Redondo	13	11.01
	3 Ovalado	23	19.49
	4 Obovado	11	9.32
	5 Elíptico	15	12.71
	6 Oblongo	13	11.01
	7 Oblongo – alargado	7	5.93
	8 Alargado	2	1.69
Color carne del tubérculo (CCT)	1 Blanco	30	25.42
	2 Crema	67	56.77
	3 Amarillo claro	17	14.40
	5 Amarillo intenso	2	1.69
	7 Morado	1	0.84
	8 Violeta	1	0.84

#### 4.1.2.10 Forma del tubérculo

Las formas de los tubérculos varían de alargado a comprimido según las evaluaciones realizadas y las diferentes especies que se utilizaron como material genético, donde presenta una variación de frecuencias en las variedades; encontrando el 34% comprimido del total, la forma que presenta en menor cantidad fue el 2% alargado como muestra el Cuadro 15.

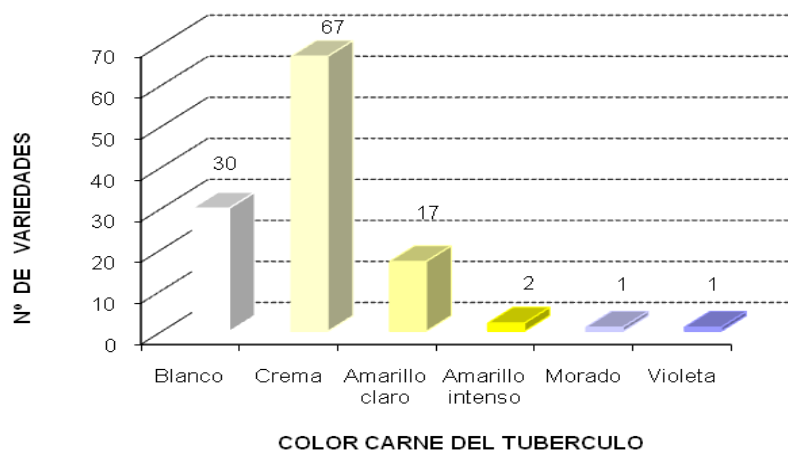


**Figura 9.** Histograma de frecuencias forma del tubérculo.

En la Figura 9, encontramos forma de tubérculos que varían desde redondo hasta alargados, tomando en cuenta las características genéticas propias, donde se muestra la cantidad de variedades en cada forma mencionada.

#### 4.1.2.11 Color carne del tubérculo

El color de los tubérculos tiene variación de acuerdo a la variedad que muestran coloración, Blanco (30), Crema (67), Amarillo claro (17), Amarillo intenso (2), Morado (1) y Violeta (1), está en menor cantidad como se detalla en el Cuadro 15. De la misma manera se observa en la Figura 10, tomando en cuenta la coloración primaria siendo la mayor área que ocupa y no así el color secundario donde se observó en algunas variedades manchas muy pequeñas que pasaron desapercibidos cuando se utilizó la tabla de colores propuesto por (IPGRI, 1995).



**Figura 10.** Histograma de frecuencias de color de la carne del tubérculo.

#### ❖ Descripción cualitativa de la profundidad de ojos y color de brote

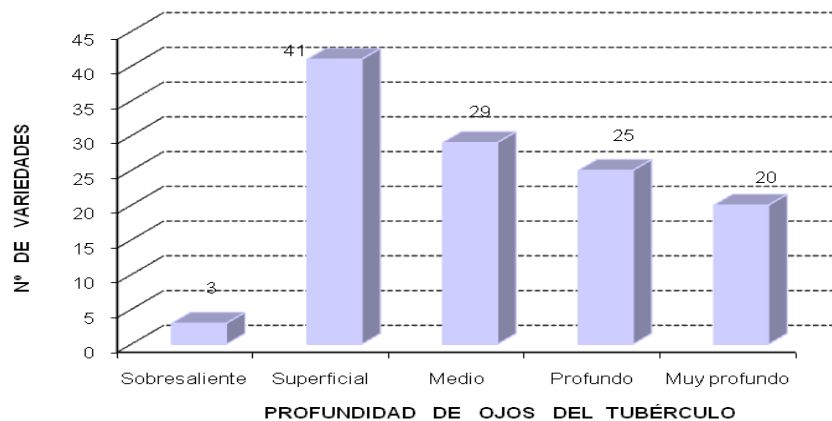
El Cuadro 16, presenta variables cuantitativas que se evaluaron durante el desarrollo del cultivo de la papa, para tener la frecuencia y estado de las 118 variedades.

**Cuadro 16.** Caracteres de profundidad, color de brote del tubérculo

Carácter o variable	Estado y significado	frecuencia de variedades	Frecuencia %
Profundidad de ojos (POJ)	1 Sobresaliente	3	2.54
	3 Superficial	41	34.74
	5 Medio	29	24.57
	7 Profundo	25	21.18
	9 Muy profundo	20	16.94
Color del brote (CBR)	1 Blanco – verdoso	61	51.69
	2 Rosado	18	15.25
	4 Morado	31	26.27
	5 Violeta	8	6.77

#### 4.1.2.12 Profundidad de los ojos

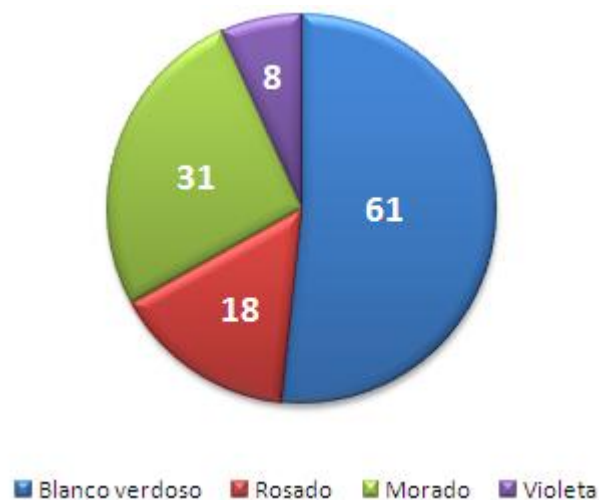
Como se muestra en el Cuadro 16, donde varían de un estado sobresaliente a muy profundo, en el cual se tienen 3 variedades sobresalientes con una frecuencia de 2.54 %, 20 variedades muy profundos con 16.94 %, 25 variedades con ojos profundos con frecuencia de 21.18, 29 ojos intermedios, con una frecuencia de 24.57 y finalmente 41 variedades con ojos superficiales y una frecuencia de 34.74 %.



**Figura 11.** Histograma de la profundidad de los ojos del tubérculo

#### 4.1.2.13 Color del brote

Las diferentes variedades muestran colores variables como se observa en la Figura 12, expresa la cantidad de variedades que pertenecen al color del brote del total se tiene 61 variedades que expresan color blanco-verdoso con una frecuencia de 51.69%, 18 variedades presentan coloración rosado con frecuencia de 15.25%, 31 variedades manifiestan coloración morado con una frecuencia de 26.27% finalmente 8 variedades presentan una coloración violeta con frecuencia de 6.77%, donde explica el Cuadro 16.



**Figura 12.** Histograma de frecuencia del color de brote.



## 4.2 Análisis de varianza de caracteres agronómicos

El comportamiento y desarrollo de las diferentes variedades es el resultado en gran parte del efecto interactivo de factores bióticos y abióticos los mismos que coinciden en el resultado final en la producción. De acuerdo a los parámetros, el desarrollo de las plantas es evaluado en sus principales factores biométricos.

### 4.2.1 Desarrollo de las especies

Los cultivares de papa en su desarrollo vegetativo muestran la emergencia y establecimiento mayor a los 30 días después de la siembra, pudiendo haber sido antes debido a diferentes factores externos, además de la falta de humedad en el suelo, por ende las fases de estolonización se expresaron a los 85 días y las fases de tuberización floración a los 105 días, teniéndose la fase de madures fisiológico a los 180 días y cosecha 210 a 240 días, en función a variedades precoces y tardías.

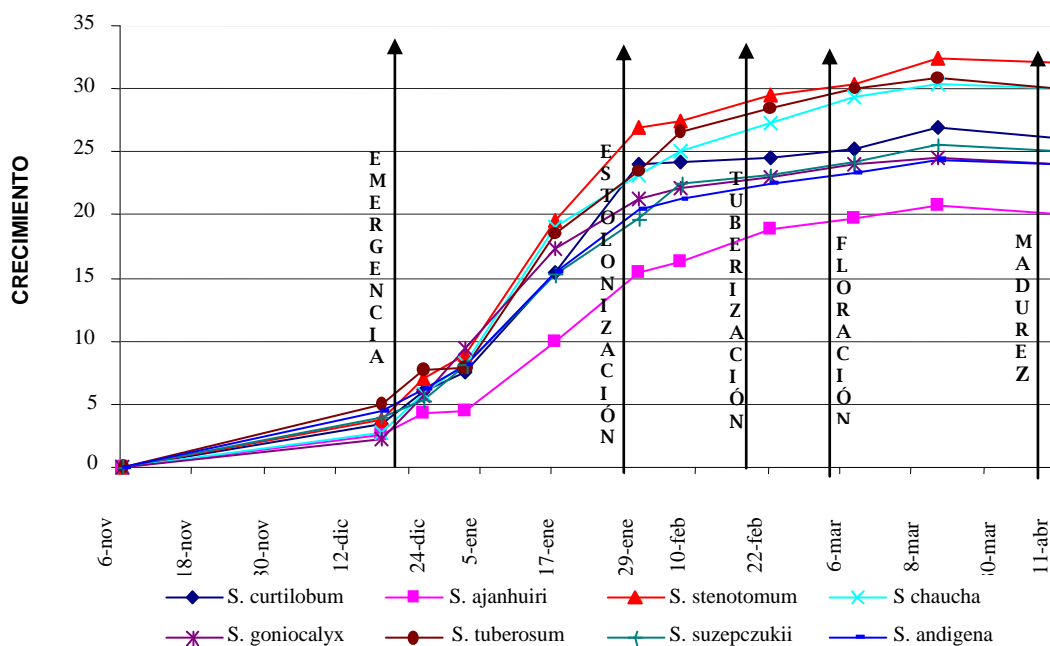


Figura 13. Altura y fases fenológicas de las variedades de papa

En la figura 13, se observa toda las especies alcanzaron su máximo desarrollo la primera semana de marzo, es así la especie *S. ajanhuiri* tiene un crecimiento menor frente a los demás cinco especies, por el contrario las especies *S. stenotomum* y *S. tuberosum*, alcanzaron mayor crecimiento dentro el estudio realizado.

Las variedades chiar culi (4), duraznillo (76), wancu sullu (14), ñañahuay culi (24) y pituhuayaca roja (92), tienen un crecimiento mayor de 30.5, 30.3, 28.9, 27.8 y 27.3 cm respectivamente, debido a características genéticas de la especie, es importante referirse a factores adversos donde influyeron en el desarrollo normal de la planta, las variedades de menor crecimiento allpak chuchulli (27), ajahuirir negro (9), ajahuiri blanco (5) y yari (20) con alturas de 14.5, 15, 16.4 y 18.5 cm, también se debe al tipo de crecimiento que presentaron.

La especie triploides presenta a las variedades wila piñu (49), kaesa (19), luki piñaza (64) y chiar piñu (26) con mayor crecimiento siendo las alturas de 28, 27.9, 26.4 y 26 cm respectivamente en cambio las menores alturas obtenidas son en las variedades qallapiñu (90), solimana (28) y luki mullunku (84) teniendo crecimiento de 22.5, 24 y 24 cm respectivamente.

Las especie tetraploide tiene un altura mayor las variedades chiar imilla (2), 74, poloño (102) y sani imilla (62), teniendo crecimiento de 37.5, 36.7 y 34.6 cm. respectivamente por el contrario tenemos menores alturas alcanzadas en las variedades pali rojo (111) y janko sutamari (108). Finalmente la especie pentaploide tienen una mayor altura en las variedades choquela (38) y choquepitu (60) con crecimiento de 31.4 y 28.7 cm, también se encontraron alturas de menor crecimiento en las variedades sacampa (117) y wila sacampaya (1) con 20.8, 23.4 cm.

En general se puede resaltar que cada una de las especies tienen un crecimiento desigual por las características mencionadas de las variedades las especies *S. ajanhuiri*, *S. goniocalyx* y *S. stenotomum* alcanzan un promedio de crecimiento de 23.5 cm, de la misma forma las especies *S. chaucha* y *S. juzepczukii* alcanzaron un promedio de 25.3 cm, indistintamente las especies *S. tuberosum* y *S. andigena*

tienen un promedio 26.6 cm finalmente la especie *S. curtilobum* alcanzó un promedio de 25.8 cm, donde principalmente se observa en la Figura 13.

#### 4.2.2 Porcentaje de emergencia de las especies

La variable días a la emergencia formó tres rangos de duración en días: el primero comprende a los 30 días, el segundo a los 37 días y el tercero a los 44 días después de la siembra. De acuerdo al ANVA Cuadro 17, el porcentaje de emergencia no presenta diferencia estadística entre las Ploidia, por lo tanto se asume que las diferentes especies no están influenciados en la brotación por lo que se consideró que dependen principalmente del estado fisiológico del tubérculo (semilla) verdeo y la humedad disponible en el suelo (Oviedo, 1995).

Cuadro 17. ANVA de porcentaje de emergencia en diferentes especies

Fuente de variación	DF	Cuadrado Medio	F Observado	F Tabulado
Factor A ploidia	3	16.477	0.670 ns	0.574
Factor B Variedad	9	924.677	9.698 *	0.000
Interacción ploidia x variedad	9	135.755	1.695 ns	0.108
Error	114	24.718		
total	117			
<b>Coefficiente de variación</b>		13.95%		

#### - Prueba de Tukey para el factor variedad (B)

Sin embargo presenta diferencia significativa de emergencia entre las variedades uno por su expresión al clima y las diferentes variedades de tetraploide se asemejan en cierta proporción a las variedades diploide lo que demuestra la prueba de Tukey (Cuadro 18). El coeficiente de variación de 13.95% determina la confiabilidad de los datos registrados.

Cuadro 18. Prueba de Tukey para porcentaje de emergencia

Ploidia	Prom. Porcentaje de emergencia	Entre variedades (P=5%)
TETRAPLOIDE	97.8	A
TRIPLOIDE	95.4	AB
DIPLOIDE	93.2	AB
PENTAPLOIDE	85.6	B

Sin embargo es importante establecer que las distintas variedades en cada ploidia varían según la especie debido a sus propias características genéticas. Según Canahua (1991), la emergencia ocurre generalmente a los 30 a 35 días después de la siembra.

El porcentaje de emergencia dependiendo de la humedad y temperatura del suelo durante esta fase de la plántula, sobrevive de las reservas contenidas en el tubérculo madre (Resquejo, 1999).

De acuerdo al Cuadro 18, la comparación de medias de Tukey (5%) diferencia tres grupos en la emergencia, las variedades dentro la tetraploide tubo el más alto porcentaje de emergencia 97.8% y el resto del material de estudio oscila entre 95.4 a 93.2% y las variedades pentaploides alcanzaron un 85.6%, como se estableció en los inicios de desarrollo los cultivares fueron afectados por la sequia justamente adecuan a condiciones secas, mostrando a los cultivares a condiciones climáticas extremas, esto ratifica las suposiciones del PROINPA (2002).

#### 4.2.2.1 Porcentaje de emergencia de la ploidia Diploide

Dentro la ploidia se agrupa a las especies *S. ajanhuiri*, *S. goniocalyx* y *S. stenotomum*. En la Figura 14, se observa que el 41% de las variedades emergieron a los 30 días, un 29.5% a los 37 días después de la siembra finalmente tenemos un 29.5% que emergió a los 44 días. Por tanto se tienen variedades precoces y tardías, debido a las características de cada variedad, complementado por factores que influyen en su normal desarrollo.



**Figura 14.** Días a la emergencia para la ploidia Diploide

En esta ploidia las variedades se comportaron de la siguiente manera: las accesiones 47, 27, 24, 46, 18, 30 y 31 emergieron a los 30 días después de la siembra encontrando las mismas variedades precoces, también las accesiones 63, 4, 14 y 10 que salieron a los 37 días donde este grupo presentó una emergencia semi precoz o intermedia, además se tienen a las accesiones 96, 92, 20, 5 y 9 que aparecieron a los 44 días clasificando a las mismas como variedades tardías

#### 4.2.2.2 Porcentaje de emergencia de la ploidia Triploide

En la Figura 15, nos muestra el porcentaje de emergencia de la ploidia triploides, el 30.75% a los 30 días, el 38.5% a los 37 días y el 30.75% emergieron a los 44 días después de la siembra.



**Figura 15.** Días a la emergencia para la ploidia Triploide

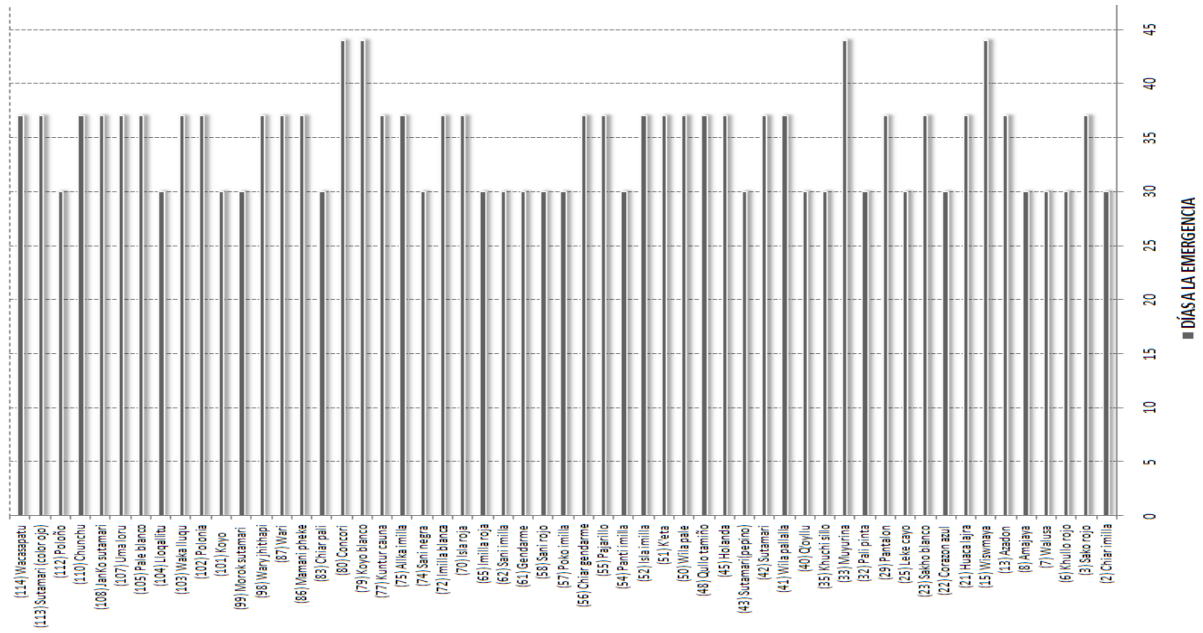
Se observa variación en cuanto al porcentaje de emergencia entre variedades dentro del mismo ploidia, encontrando a Qallpiñu, Wila piño, Chiar piño y Kaesa donde emergieron a los 30 días después de la siembra seguido por Luki mullunku, Luki piñaza, Solimana, Añahuaya y Luki redondo estos cultivares presentaron una emergencia a los 37 días finalmente la Luki lloqalla, Luki, Luki (color) y Luki pinco que emergieron a los 44 días, esta diferencia está basada principalmente por las características genéticas de cada una de las especies.

La *S. chaucha* y *S. juzepczukii*, ambos pertenecen a la misma ploidia encontrando en ellas que la primera especie tiene un sabor de tubérculo dulce con características de crecimiento erecta y semi erectas, susceptible a heladas, en cambio la *S. juzepczukii* se agrupa como amarga, debido que son tolerantes a heladas, mayor contenido de glicoalcoides (solanina, chaconina y levels), susceptible a la verruga y periodos de sequia (Cahuana y Arcos, 1993).

#### **4.2.2.3 Porcentaje de emergencia de la ploidia Tetraploide**

En la Figura 16, muestra el porcentaje de emergencia de la ploidia triploides siendo el 30.75% que emergieron a los 30 días, 38.5% a los 37 días y 30.75% a los 44 días después de la siembra, teniendo características genéticas propias que presentan número cromosómico de  $2n \times 4X=48$ .

Las especies que emergieron a los 30 días después de la siembra se encontraron las accesiones 112, 104, 101, 99, 83, 74, 65, 62, 61, 58, 57, 54, 43, 40, 35, 32, 25, 22, 8, 7, 6 y 3 de esta manera catalogando como precoces, en donde también se tiene a 11, 113, 110, 108, 107, 105, 103, 102, 98, 87, 86, 77, 75, 72, 70, 56, 55, 52, 51, 50, 48, 45, 42, 41, 29, 23, 21, 13 y 3 son los que emergieron a los 37 días, por último se tiene a las accesiones tardías encontrando a 80, 73, 33 y 15, salieron a los 44 días.

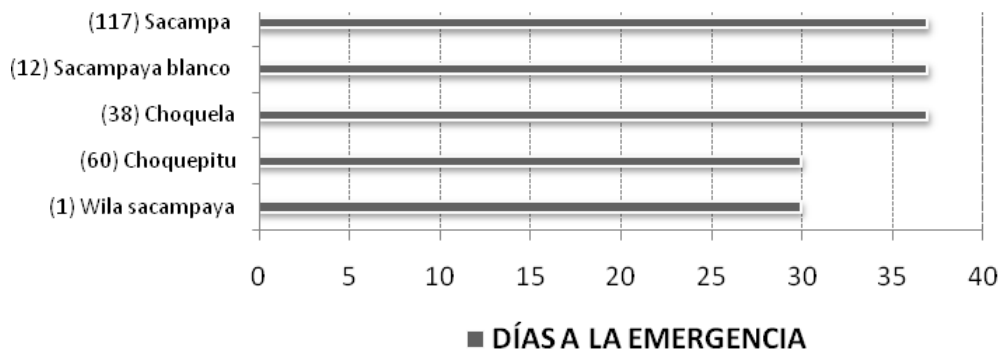


**Figura 16.** Días a la emergencia para ploidia Tetraploide

En el análisis de varianza no existe diferencia entre las especies de *S. tuberosum* y *S. andigena*, en cuanto la brotación debido a las características cualitativas y cuantitativas que mostraron las dos especies pero si existe diferencia entre las distintas variedades en estudio como se puede observar en la Figura16.

**4.2.2.4 Porcentaje de emergencia de la ploidia Pentaploide**

En la Figura 17, nos muestra, el porcentaje de emergencia las variedades tienen el 40% emergieron a los 30 días, 60% a los 37 días después de la siembra.



**Figura 17.** Días a la emergencia para ploidia Pentaploide

En el análisis se tiene ploidias pentaploides, encontrando especies precoces y tardías dependiendo mucho de las características genéticas en cada una de ellas, es por esa razón se encuentra las variedades que emergieron a los 30 días, Choquepitu (60) y Wila sacampa (1) adaptándose al tipo de suelo, manejo que se realizó, por último se obtiene variedades que emergieron a los 37 días presentan solamente tres variedades, Sacampa, Sacampa blanco y Choquela.

De acuerdo al análisis de varianza el porcentaje de emergencia en la especie pentaploide no existe diferencia dentro la especie *S. curtilobum*, en cuanto a la brotación, pero si existe entre las variedades. Es preciso señalar que no presentaron una diferencia en la brotación, encontrando variedades precoces que emergieron a los 30 días, también encontramos variedades semi tardías donde emergieron a los 37 días después de la siembra, donde la primera ya llegó a emerger el 100% de los tubérculos sembrados.

#### **4.2.3 Cobertura foliar**

De acuerdo a las diferencias de condiciones que ofrecen cada especie durante la emergencia y el establecimiento de las plantas la velocidad de crecimiento fue baja. Durante estos periodos no se presentaron diferencias entre las especies, sin embargo a medida que se desarrollan los tallos secundarios y la emergencia de nuevos brotes, existe un mayor desarrollo de los tallos principales **e incremento de la cobertura foliar.**

**Es a partir de esta fase en que el desarrollo de las plantas se diferencia significativa, observandose en las distintas variedades, un desarrollo del área foliar en forma exponencial y uniforme entre todo los cultivares** desde la primero de enero hasta el 12 de febrero, desde ese tiempo disminuye la rapidez de crecimiento como se muestra a continuación hasta llegar a la senescencia como muestra la Figura 18.



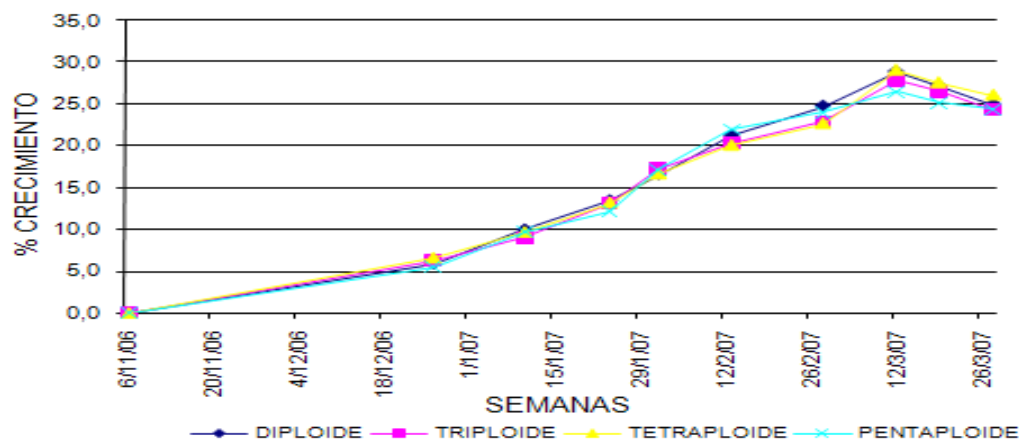


Figura 18. Cobertura foliar en los cultivares

De acuerdo al ANVA de cobertura foliar presenta diferencia estadística entre ploidia existiendo mejor desarrollo en tetraploide. Sin embargo no se registra diferencia estadística entre variedades, ni entre la interacción de la ploidia y las variedades. El análisis presenta un coeficiente de variación de 21.13% que se encuentra en el rango de confianza en trabajos Agrícolas Cuadro 19.

Cuadro 19. ANVA de la cobertura foliar de las 118 variedades

Fuente de variación	DF	Cuadrado Medio	F Observado	F Tabulado
Fac A ploidia	3	416.735	12.522 *	0.0283
Fac B variedades	9	294.873	1.921 ns	0.1042
Interacción ploidia x variedad	9	174.219	1.241 ns	0.2464
Error	114	36.20		
total	117			
<b>Coeficiente de variación</b>		<b>21.13%</b>		

Sin embargo, de acuerdo a la Figura 19 en los diferentes cultivares, el desarrollo del área foliar de la especie tetraploide alcanzó 72.8% y la especie de menor área foliar es de 66.3% de la especie pentaploide, debido a las características de cada variedad

en estudio por otro parte la falta de humedad en el suelo que influye en los procesos de crecimiento, fotosíntesis y absorción de minerales por la planta (Montaldo, 1984).

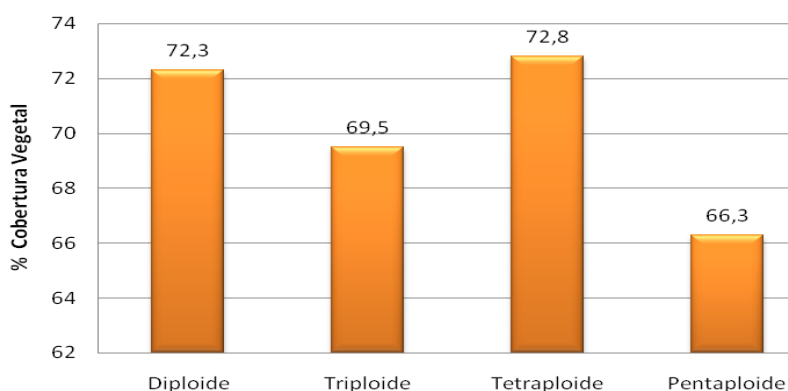


Figura 19. Desarrollo del área foliar de: diploide, triploide, tetraploide y pentaploide.

El mayor desarrollo foliar redundara sobre los rendimientos ya que existirá una mayor producción de fotosintatos, las cuales serán trasladados a los órganos de reserva, que en la papa son los tubérculos (Piwa, 2000).

Debido a que no se encontró diferencia estadística entre variedades, no es necesario realizar la prueba de comparación de medias. De los datos obtenidos se puede establecer que la cobertura foliar del material de estudio muestra un rango entre 66 a 72 %, lo cual no limita la intersección de la radiación solar por tener las mismas características de cobertura a nivel de suelo.

#### 4.2.4 Rendimiento del tubérculo

En los rendimientos alcanzados en las variedades es necesario recordar que el valor obtenido en el presente trabajo se calcula en base al rendimiento obtenido de 10 plantas por cada variedad.

En el momento de la cosecha se expresaron en Kg/0.35 m<sup>2</sup> (Kg/planta), luego para el análisis e interpretación se realizó la transformación a TM/ha, considerando además un factor de corrección de un 20% para modificar los resultados y hacerlos

comparables con los que se podría obtener en condiciones normales de cultivo, es decir a nivel agricultor.

Esta variable nos ayudó a responder el último objetivo específico en la cual se utiliza el parámetro rendimiento de las variedades. Al respecto Salinas (2002), señala que las diferencias de los rendimientos entre variedades de papa se deben a las características propias de cada una de ellas.

De acuerdo al ANVA Cuadro 20, existe diferencia de rendimiento entre ploidia y por ende también registra diferencia significativa entre variedades dentro de cada ploidia. Por otro lado no hay diferencia significativa de rendimiento entre ploidia hacia las algunas variedades. Estos datos registraron un coeficiente de variación el 27.48% determinando la confiabilidad de los datos.

Cuadro 20. ANVA del rendimiento de las variedades

<b>Fuente de variación</b>	<b>DF</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>F Observado</b>	<b>F Tabulado</b>
<b>Fac A ploidia</b>	3	578.125	26.031 *	0.0136
<b>Fac B variedad</b>	9	361.345	9.638 *	0.0000
<b>Interacción ploidia x variedad</b>	9	47.631	0.649 ns	0.0241
<b>Error</b>	114	39.63		
<b>total</b>	117			
<b>Coeficiente de variación</b>		27.48%		

Entre los promedios de las ploidias existe marcada diferencia cercana al 100% de incremento de la producción, esto resultado de las características micro climáticas y las condiciones del suelo y es posiblemente a lo que se debe el desarrollo que adquieren las plantas, altura y materia verde de las plantas que en suma dan altos rendimientos.

De acuerdo a la prueba Tukey Cuadro 21, al existir diferencia significativa entre variedades se diferencian en grupos.

Cuadro 21. Prueba de Tukey Promedio de Rendimiento por ploidia

Ploidia	Promedio Rendimiento	Tukey (P=5%)	Cantidad de Variedades
DIPLOIDE	25.13	A	19
TETRAPLOIDE	22.95	AB	63
TRIPLOIDE	20.24	AB	11
PENTAPLOIDE	18.97	B	4

De la comparación de medias se determina que las variedades de la ploidia diploide es más promisorio en cuanto al rendimiento, restando el factor de manejo por la investigación es de 25.13 Tn/ha, seguido del resto del material de investigación que están entre 22.95 a 20.24 Tn/ha.

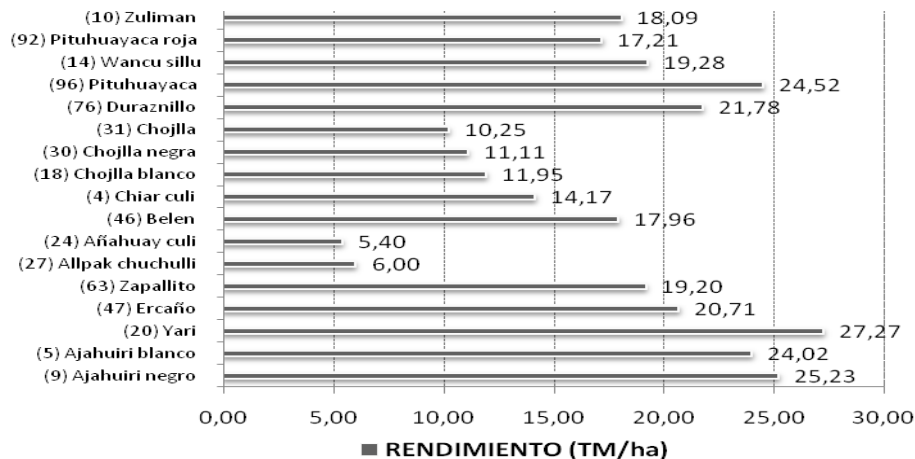
Entre las variedades que produjeron rendimientos bajos son de la ploidia pentaploides de 18.97 Tn/ha, no obstante que algunas de las variedades es tradicional en la zona, se puede ver diferencia claramente en las Figuras siguientes que se describe en detalle.

#### 4.2.4.1 Rendimiento de la ploidia Diploide

De acuerdo a la Figura 20 Y Anexo 4, muestra los rendimientos de cada una de las variedades lo cual permite la discusión entre los cultivares en estudio.

Dentro del grupo los rendimientos evidencian la variabilidad existente en el material genético alcanzando un promedio de 17.30 TM/ha con una desviación estándar de 6.4, esta variación se puede atribuirse a los diferentes caracteres cualitativos y cuantitativos que son propios de cada una de las variedades en una determinada zona agroecológica.

En la especie *S. ajanhuiri* la variedad yari (20) presenta un promedio de rendimiento de 27,27 TM/ha, considerando el mejor rendimiento dentro del grupo seguido de 25.23 TM/ha de la variedad ajahuiri negro (9).

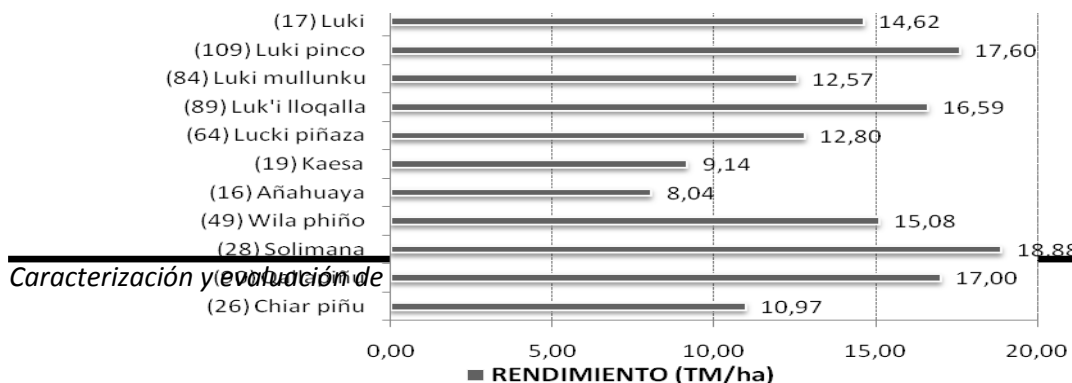


**Figura 20.** Rendimiento (TM/ha) de la ploidia Diploide

Sin embargo dentro la *S. Stenotomum* la variedad Pituhuayaca (96) presenta 24.52 TM/ha y con menor rendimiento de 5.40 y 6.00 TM/ha teniendo a las variedades Añahuay culi (24) y Allpak chuchulli (27) como se observa en la Figura 20.

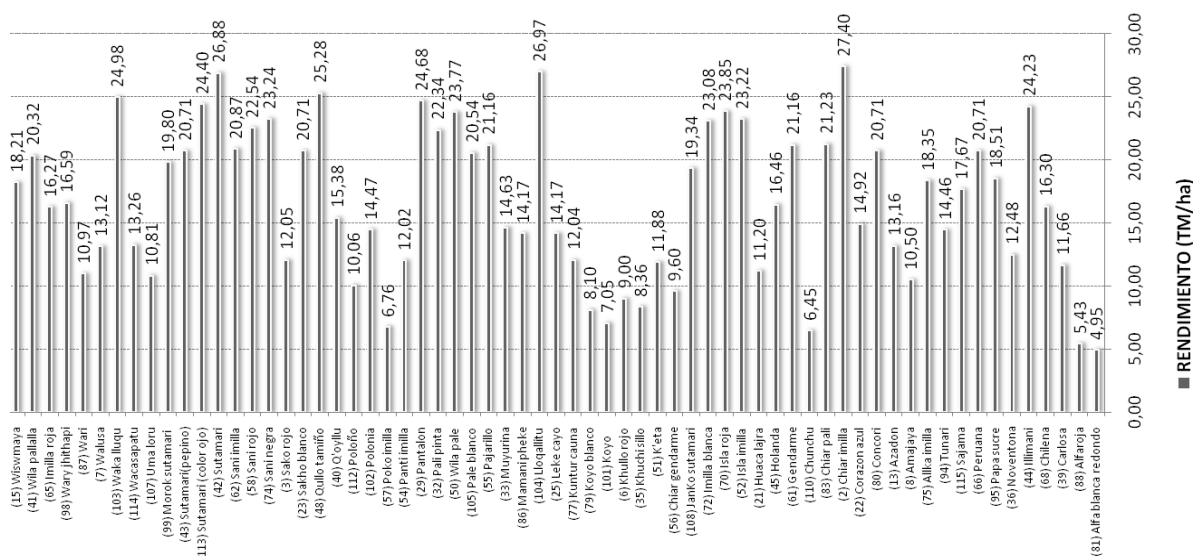
#### 4.5.4.2 Rendimiento de la ploidia Triploide

En el caso de este grupo de variedades nos muestra de igual manera que el material de estudio tienen poca resistencia a los factores adversos que se presentaron durante el desarrollo de la planta alcanzando un rendimiento de 18.88 TM/ha la variedad Solimana (28) seguido por la variedad Luki pinco (109) con un rendimiento de 17.60 TM/ha, además se puede ver con detalle las diferencias en rendimiento en la Figura 21.



**Figura 21. Rendimiento (TM/ha) de la ploidia Triploide**  
**4.2.4.3 Rendimiento de la ploidia Tetraploide**

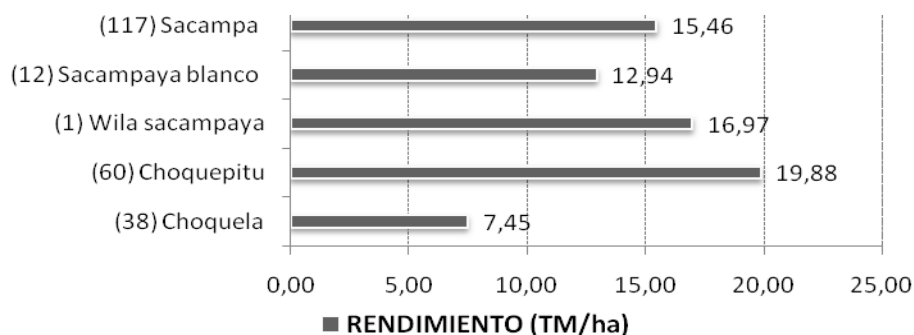
En este grupo se agrupó la mayor cantidad de variedades, como se observa en la Figura 22, alcanzando rendimientos favorables en condiciones experimentales de 27.40 TM/ha la Chiar imilla (2), 26.97 TM/ha Lloqallitu (104) , 26.88 TM/ha Sutamari (42) y 25.28 TM/ha Qullo Tamiño (48), son las variedades que mas sobresalen dentro del grupo, por el contrario también existe variedades de menor rendimiento 4.95 TM/ha Alfa blanca redonda (81), 5.43 TM/ha Alfa Roja (88), Chuncho (110) 6.45 TM/ha y 6.76 TM/ha Poko Imilla (57).



**Figura 22. Rendimiento (TM/ha) de la ploidia Tetraploide**

**4.2.4.1 Rendimiento de la ploidia Pentaploide**

Dentro de este grupo algunas variedades no corresponden pero teniendo el análisis estadístico nos presentan a las variedad Choquepitu (60) alcanzando rendimiento de 19.88 TM/ha, Wila sacanpaya (1) de 16.97 TM/ha, de la misma manera existe la variedad de menor rendimiento Choquela (38) con 7.45 TM/ha.



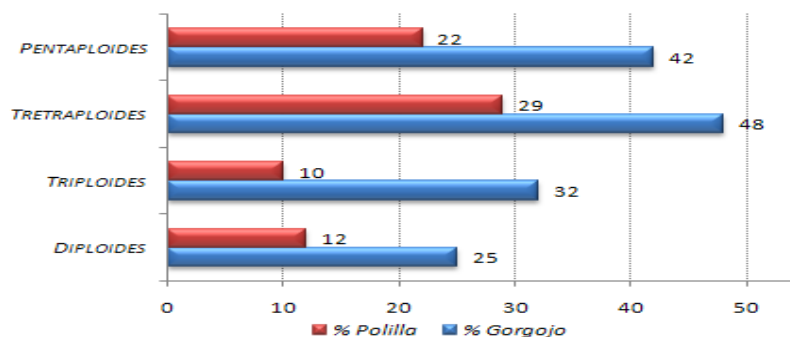
**Figura 23.** Rendimiento (TM/ha) de la ploidia Pentaploide

Las diferentes especies varían acuerdo a las características genéticas particulares y su entorno, para ello también se puede ver que el promedio del rendimiento anual de la gestión agrícola 2006 a 2007 alcanzó 5.576 TM/ha (INE, 2007), en base a este indicador tenemos que un 98% de las variedades sobrepasa el promedio nacional, llegando a obtener el mayor rendimiento la variedad Chiar imilla 27.40 TM/ha y Yari 27.27 TM/ha. Según Oviedo 1995, también obtuvo rendimientos de 20.75 TM/ha en la variedad Pinku en Altiplano Norte.

#### 4.2.5 Incidencia de plagas

Una vez finalizada la cosecha, se realiza la incidencia de plagas (gorgojo y polilla), donde muestra la Figura 24, en donde se describe el promedio de cada ploidia en donde tenemos que las especies con menor ataque de plagas están dentro la ploidia diploides con un promedio de 25% de ataque del gorgojo, de la misma manera se puede mencionar que las especies susceptibles es la ploidia tetraploides alcanzan un 48% de daño producido, esto principalmente debido a las características genéticas de las variedades, y el piso ecológico donde se realizó el presente trabajo.

Por otro lado también nos muestra la Figura 24, el porcentaje de daño producido por polillas de dicho cultivo la ploidia Tetraploide es susceptible alcanzando el 29% de daño, por el contrario la ploidia Triploide presentaron menor ataque con un 10%.



**Figura 24.** Incidencia de plaga de gorgojo y polilla del cultivo (%)

También se puede mencionar que las diferentes variedades están sujetas a los factores de desarrollo, por ende algunas variedades llegaron el 75% dañado del total del tubérculo, especialmente las papas redondas (Imillas), son de la ploidia *S. tuberosum ssp. tuberosum*; las variedades resistentes son de la especie *S. ajanhuiri* la variedad ajanhuiri negra y Yari con 10 y 15 % de daño en el tubérculo, generalmente dañado por gorgojo.

De acuerdo al ANVA muestra una clara diferencia significativa de la incidencia de plagas, debido a las diferentes variedades con características genéticas propias. Dentro de cada ploidia existe también alta diferencia significativa entre variedades. Sin embargo no existe una interacción entre ploidia con las variedades. El coeficiente de variación 27.48%, establece la aceptabilidad de los datos obtenidos.

**Cuadro 22.** ANVA de la incidencia de plagas en las variedades

Fuente de variación	DF	Cuadrado Medio	F Observado	F Tabulado
<b>Fac A ploidia</b>	3	56425.64	50.621 **	0.0136
<b>Fac B variedad</b>	9	361.345	5.798 **	0.0001



<b>Interacción ploidia x variedad</b>	9	197.597	0.849 ns
<b>Error</b>	114	248.699	
<b>total</b>	117		
<b>Coefficiente de variación</b>	27.48%		

De acuerdo a la comparación de medias por el método de Tukey (5%), se diferencian en tres grupos en incidencia de plagas, el primer grupo es la ploidia Tetraploide registrando 53.48%, superando al segundo grupo pentaploide y triploide cuyo promedio de incidencia es de 40.12 a 40.57%, presentando en último grupo a la diploide que tuvo una incidencia baja de 26.47% respecto a los demás.

Cuadro 23. Prueba de Tukey al 5% Promedio de Incidencia de plagas

<b>Ploidia</b>	<b>Cantidad de Variedades</b>	<b>Incidencia %</b>	<b>Tukey (P=5%)</b>
TETRAPLOIDE	19	53.48	A
PENTAPLOIDE	63	40.12	AB
TRIPLOIDE	11	41.57	AB
DIPLOIDE	4	26.47	B

### 4.3 Análisis de variabilidad genética

#### 4.3.1 Correlación simple

En el Cuadro 24 se presenta la matriz de correlación simple conformada por 12 variables, en la cual se muestra el nivel de correlación entre cada par de variables caracterizadas. Del total de correlaciones analizadas, varios se muestran con valores significativos estadísticamente ( $p < 0.05$ ), según Caballero W. (1985).

**Cuadro 24.** Matriz de correlación entre 12 variables cuantitativas en 118 variedades de papa

Var*	DEM	FIN	NFL	DFL	APL	COV	NIH	NTA	NTP	PT	ISD	DMA
DEM	1											
FIN	-0,01	1										
NFL	-0,08	-0,03	1									
DFL	-0,01	-0,02	-0,12	1								
APL	-0,13	<b>-0,20</b>	-0,03	0,03	1							
COV	-0,12	<b>-0,27</b>	0,02	-0,02	<b>0,63</b>	1						
NIH	0,05	-0,13	0,10	-0,13	-0,07	-0,04	1					
NTA	0,08	0,02	0,17	0,00	0,12	0,01	-0,11	1				
NTP	-0,07	<b>-0,20</b>	-0,02	0,00	<b>0,73</b>	<b>0,74</b>	-0,02	0,11	1			
PT	<b>-0,31</b>	0,08	0,03	-0,05	-0,13	-0,11	0,12	-0,13	-0,09	1		
ISD	-0,09	0,09	-0,11	<b>0,29</b>	-0,11	0,02	-0,13	-0,01	-0,09	-0,02	1	
DMA	-0,14	-0,16	-0,09	<b>-0,22</b>	0,18	0,05	0,08	-0,08	0,13	-0,13	-0,10	1

Variables cuantitativas. Los valores en negrita son significativamente diferentes de 0 con un nivel de significación  $\alpha=0,05$

En el Cuadro 24, se muestra las 12 variables correlacionadas, donde sobresalen las variables como: Altura de la planta APL esta correlacionado positivamente con las variables cobertura vegetal COV ( $r=0.63$ ) y número de tallos por planta NTP ( $r=0.73$ ), correlación muestra que a mayor altura se presenta mayor cobertura foliar y número de tallos.

También esta correlacionado negativamente con número de flores por inflorescencia FIN ( $r= -0.20$ ), nos explica cuanto mayor es la altura se encuentra pocas flores donde se muestra en la ploidia tetraploide, por otro lado las diploides presentan mayor número de flores teniendo una altura menor, en ella podemos especificar, la variedad ajahuiri presenta abundante floración en una inflorescencia.

La cobertura vegetal COV está altamente correlacionados con el número de tubérculos por planta NTP ( $r=0.74$ ), nos indica que cuanto mayor cobertura vegetal existirá mayor número de tubérculos, existiendo excepciones en cada variedad, indistintamente esta correlacionada negativamente con el número de flores por inflorescencia FIN ( $r= -0.27$ ), la inflorescencia no siempre está influenciado por la cobertura vegetal.

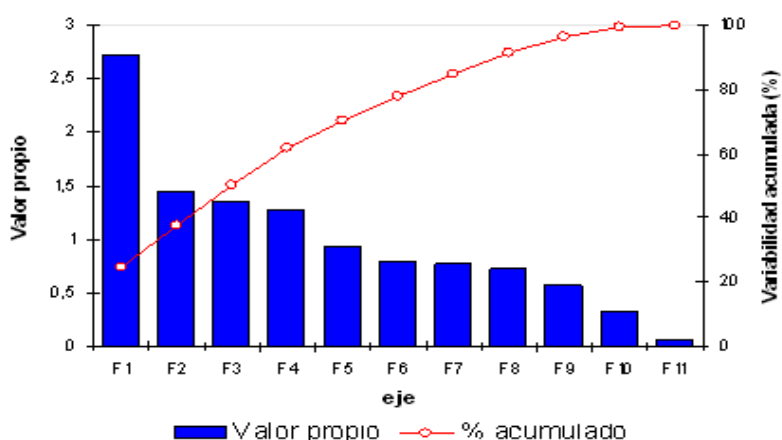
El número de tubérculos por planta NTP ( $r= -0.20$ ) está directamente en función a la cobertura y altura de la planta, el número de tubérculo no depende de la inflorescencia para poseer mayor o menor cantidad de tubérculos. La variable días a la emergencia DEM está correlacionado negativamente con el peso del tubérculo PT ( $r= -0.31$ ), mostrando que el rendimiento no está influenciado con días de emergencia en las diferentes variedades.

La incidencia de plagas ISD ( $r= 0.29$ ), no depende directamente de los días a la floración para ser susceptible o no al ataque de la plaga, por el contrario esta correlacionado negativamente con días a la madurez DMA( $r= -0.22$ ), mostrando que cada variedad está sujeto a sus características genéticas propias, teniendo cuenta que algunas variedades empiezan a florecer muy temprano y su madurez es tardío como es la variedad ajahuiri. Finalmente las demás variables no presentaron una correlación pertinente entre variables.

### 4.3.2 Análisis de Componentes Principales

Los resultados de este análisis se presentan en valores propios y la proporción de la varianza explicada por cada componente principal. Para seleccionar se consideraron los criterios de Catel, 1966 citado por Plá, 1986, menciona que por encima del punto de inflexión son aquellos que aportan significativamente a la varianza Figura 25.

Según López e Hidalgo, 1994, indican que deben ser seleccionados aquellos valores propios sean mayor o igual a 1, Cliff (1987), también expresa que deben ser aceptables cuyos valores propios expliquen un 70% o más de la varianza total.



**Figura 25.** Histograma de frecuencia en valores propios y componentes principales.

Los variables independientes expresan sus resultados en valores propios y en vectores propios. Los valores miden la importancia y la contribución de cada componente a la varianza total, mientras que en los vectores propios, cada coeficiente indica el grado de contribución de cada variable original con la que se asocia a cada componente principal, mientras más altos sean los coeficientes, sin

importar el signo, más eficaces serán en la discriminación de las accesiones Rojas (1998) y Pinto (2003).

En consecuencia tomando los criterios anteriormente señalados, se eligieron los primeros cuatro componentes por estar por encima de punto de inflexión y con valores propios mayores a 1, Figura 25.

Una vez elegido los componentes se realizó la interpretación de los valores propios, porcentaje de la varianza y la correlación en los cuatro primeros componentes seleccionados, que presenta el Cuadro 25. Los cuatro componentes principales se interpretaron independientemente unos de otros y los valores del coeficiente muestran la contribución de cada variable sin importar el signo, cuanto más alto sea el valor, mayor aporte tienen en su componente principal (Crisci y López, 1983).

**Cuadro 25.** Valores propios y correlación asociada a los primeros cuatro componentes principales

Componente		1º	2º	3º	4º
Valor propio		2,6	1,6	1,4	1,2
Variabilidad (%)		21,8	13,0	11,5	10,3
% acumulado		21,8	34,7	46,3	56,6
Variables					
Días a la emergencia (días)	DEM	-0,14	0,08	<b>0,75</b>	-0,21
Numero de flores por inflorescencia (nº)	FIN	<b>-0,40</b>	0,20	-0,06	0,23
Numero de folíolos laterales (nº)	NFL	0,00	-0,29	0,10	<b>0,70</b>
Días a la floración (días)	DFL	-0,04	<b>0,69</b>	-0,15	-0,07
Altura de la planta (cm.)	APL	<b>0,87</b>	0,08	-0,04	0,05
Cobertura vegetal (%)	COV	<b>0,85</b>	0,10	-0,11	0,05
Numero interhojuelos entre folíolos (nº.)	NIH	-0,04	<b>-0,55</b>	-0,06	-0,08
Numero de tallos (nº.)	NTA	0,13	0,17	0,45	<b>0,56</b>
Numero de tubérculo por planta (nº.)	NTP	<b>0,89</b>	0,07	-0,03	0,07
Peso total tubérculo/10 plantas(gr.)	PT	-0,20	-0,23	<b>-0,69</b>	0,28
Incidencia de tubérculo (%)	ISD	-0,13	<b>0,61</b>	-0,28	-0,09
Días a la madurez (días)	DMA	0,26	-0,41	-0,03	<b>-0,47</b>

El primer componente principal (es más importante), explica el 21.8 % de la varianza total, el cual está comprendido por las variables: número de tubérculos (NTP), altura de planta (APL), cobertura vegetal (COV) y número de flores por inflorescencia lo que implica la correlación y patrón de variación de la papa, cuyo valor fueron de 0.89, 0.87, 0.85 y -0.40 respectivamente.

En la misma correlación simple permitieron identificar a las variedades que expresaron plantas altas y mayor cobertura con mayor número de tubérculos por planta, que desarrollaron escasa floración de algunas variedades. Oviedo (1995) también reportó que la altura, cobertura, número de tubérculo y peso total, como caracteres que aportaron en forma significativa y que permitieron mostrar un patrón de variación.

El segundo componente principal Cuadro 25, contribuyó con el 13.0 % a la varianza total, las variables que más aportan en forma positiva son: días a la floración (DFL), incidencia (ISD) y en forma negativa Número interhojuelos entre folíolos número de flores (NIH), por tanto estas similitudes identificaron plantas con muchas flores y número de interhojuelos entre folíolos bastante abundante y a su vez mas susceptible al ataque de plagas, este patrón de variación puede también ser interpretado en sentido contrario a las plantas con pocas flores y número de folíolos bastante escasa y resistentes a plagas.

El tercer componente principal apporto el 11.5 % de la varianza total y los coeficientes muestran una correlación alta entre variable: días a la emergencia (DEM=0.75) y en forma negativa peso total de tubérculo (-0,69), la cual muestra que no es preponderante la variable días a la emergencia respecto al rendimiento de tubérculos por variedad, sin embargo las especies son determinados por las características agromorfológicas y genéticas de cada variedad.

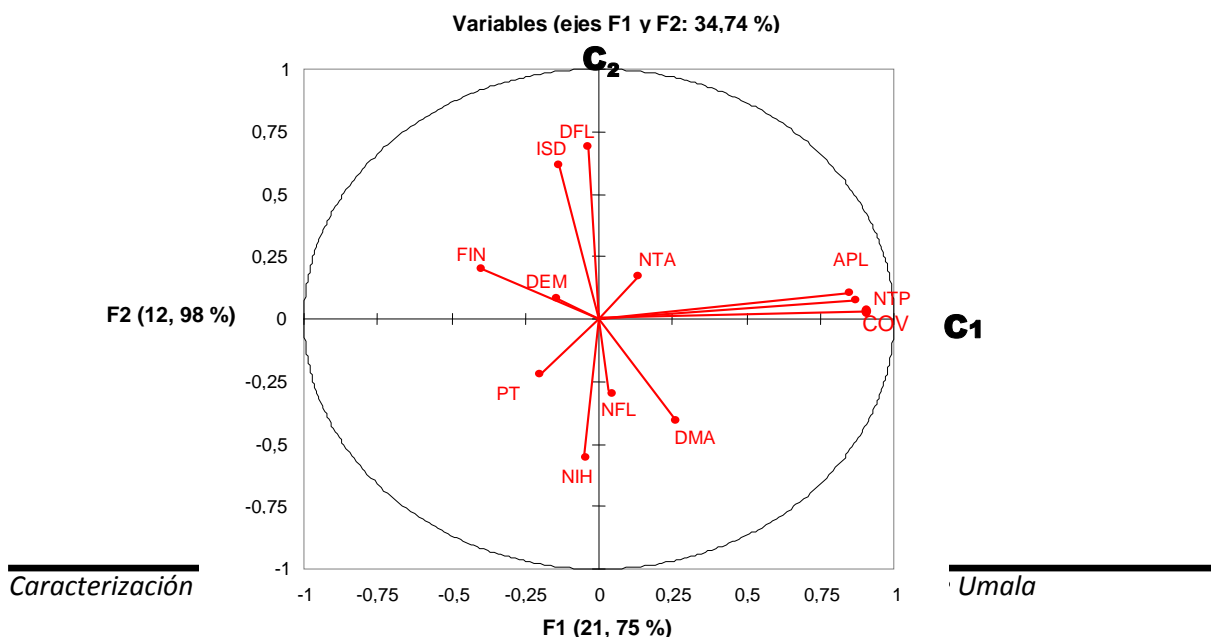
Finalmente el cuarto componente principal solo llega a explicar el 10.3 % a la varianza total Cuadro 25, muestra una alta correlación positiva las variables número de folíolos laterales (NFL=0.70), numero de tallos (NTA=0.56) y en forma negativa

días a la madurez fisiológica ( $DMA=-0.47$ ) por lo tanto estas correlaciones identifican plantas de ciclo largo (tardíos), que se desarrollan no siempre presenta una mayor cantidad de tallos y foliolos este patrón de variación también puede ser interpretado en sentido contrario, las plantas de ciclo corto (precoces) desarrollan muchos tallos y un mayor número de foliolos.

Cahuana y Arcos (1993), también se refiere al tiempo de maduración que depende de las variedades, influenciado por las condiciones de estado de tubérculo-semilla, terreno, manejo y condiciones ambientales; las precoces están de 100-120 días, semiprecoces 120-140 días, semi tardías entre 140-160 días y de 160-180 días de ciclo vegetativo las variedades tardías. Mamani (1999), clasifica a variedades precoces de 121-150 días y tardías 151-180 días, destacando las características de cada una de ellas dentro de las especies.

#### 4.3.2.1 Distribución de variables

En la Figura 26 se observan 12 variables distribuidos según sus proyecciones sobre los dos primeros ejes principales, las variables se visualizan en diferentes orientaciones desde el punto de origen, considerando que las variables mejor explicadas, por su correlación con los componentes principales son aquellas que se ubican más cerca del círculo y las menos explicadas se ubican cerca del origen.



**Figura 26.** Distribución de las variables originales de variedades sobre el primer y segundo componente principal en la caracterización de la papa.

En la Figura 26, se observa las variables más vinculadas de forma positiva al primer componente ( $C_1$ ) son: la cobertura vegetal (COV), número de tubérculos (NTP) y la altura de la planta (APL), y en menor proporción, días a la madurez (DMA) y número de tallos (NTA); por el contrario las variables que se asociaron de forma negativa a este componente fueron, días a la floración (DFL), incidencia (ISD), días a la emergencia (DEM) y número de flores por inflorescencia (FIN).

Ciertamente las variables que se vinculan positivamente con el segundo componente ( $C_2$ ) son las días a la floración (DFL) e incidencia de plagas (ISD), por otra parte se asocian negativamente las variables peso tubérculo (PT), número de interhojuelos entre pecíolos (NIH) y número de folíolos laterales Figura 26

En la anterior figura, podemos evidenciar que el grado de asociación entre variables, por la separación angular que forman las proyecciones de una y otra variable, existiendo alta asociación entre las variables cuantitativas y las variables fenológicas; días a la emergencia, días a la floración, días a madurez fisiológica, por otro lado el peso de tubérculo está asociado negativamente.

En conclusión la Figura 26, muestra el grado de importancia de las variables, según la distancia que tengan las variables con relación al punto de origen o más cercanas a la unidad tienen mayor importancia, en este estudio se evidencia que las variables que sobresalen son cobertura vegetal (COV), número de tubérculos (NTP), altura de planta (APL), días a la floración y días a la madurez (DMA).



### 4.3.3 Análisis de conglomerados

El análisis se aplicó para el agrupamiento y clasificación de las variedades, en las cuales se prestan características en cada ploidia, donde existe el grado de similitud entre las variedades, corroborando por claves para las especies cultivadas propuestas por Hawkes & Hjerting (1989) y Ochoa (1990), Anexos 6, 7 y 8.

#### 4.3.3.1 Diploide ( $2n = 2x = 24$ )

Para esta serie se determinaron 21 variedades dentro la diploides encontrando en ella a la *S. ajanhuiri* que agrupa a las variedades: Ajahuiri (9), Ajahuiri blanco (5), Yari (20), *S. goniocalyx*, Ercaño (47), Zapallito (63) y finalmente la *S. stenotomum* presenta a: Allpak chuchulli (27), Añahuay culi (24), Belén (46, 53\*), Chiar culi (4), Chojlla blanco (18), Chojlla negra (30), Chojlla (31), Duraznillo (76, 34\*), Pituhuayaca (96, 78\*), Wanku sullu (14, 106\*), Pituhuayaca roja (92) y Zuliman (10).

**Cuadro 26.** Análisis de agrupación entre las 21 variedades Diploide

Nodo	Nodo izquierdo	Nodo derecho	Tamaño	Nivel®
41	40	39	21	-0,143
40	37	36	10	-0,078
39	31	38	11	-0,073
38	34	35	9	-0,053
37	23	32	6	0,052
36	10	29	4	0,088
35	28	33	6	0,091
34	4	30	3	0,112
33	6	21	2	0,157
32	25	26	4	0,172
31	1	2	2	0,220

---

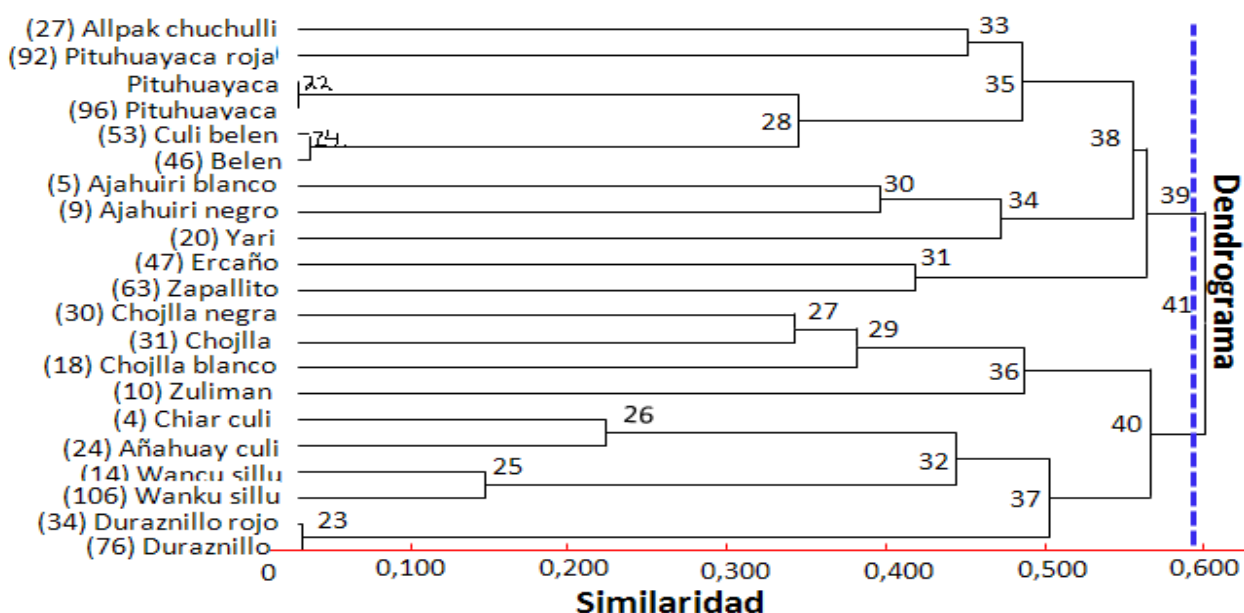
30	5	20	2	0,265
29	7	27	3	0,292
28	24	22	4	0,368
27	12	19	2	0,373
26	3	18	2	0,611
25	16	17	2	0,764
24	8	9	2	0,985
23	14	15	2	0,994
22	11	13	2	1,000

---

(®) Nivel o coeficiente de correlación

Según Oviedo (1995), también agrupó algunas cultivares en cada una de las especies. En la Figura 27, muestra el análisis de agrupación para todas las variedades, donde se observa que existen variedades completamente similares dentro la ploidia; (\*) son variedades repetidas.

Los grupos que muestran valores mayores a 0.500, estos tienen una similitud mayor al 75% en sus caracteres, Cuadro 26 y Figura 27. Agrupando a variedades con características similares en los nodos 22, 23, 24 y 25 las variedades Pituhuayaca (96) con Pituhuayaca (78); Culi belén (53), Belén (46); Duraznillo (76) con Duraznillo rojo (34), Wanku sullu (14) con Wanku sullu (106) con coeficientes de similitud de 1,000; 0,994, 0,985 y 0.764 respectivamente, todas pertenecen a la especie *S. x stenotomum*, por presentar caracteres similares.



**Figura 27.** Dendrograma de agrupación de 21 variedades Diploide a partir de 12 variables cuantitativas y 13 variables cualitativas.

En la Figura 27, se han generado grupos de los cuales existen relaciones que es necesario notar que existen dos grupos grandes como se ve en los nodos 39 y 40, consecutivos distantes en similitud.

El primero engloba a la especie *S. x ajanhuiri* que presenta en el nodo 34 con variedades ajanhuiri blanco (5), ajanhuiri negro (9) y yari (20) seguido por la especie *S. goniocalyx* que presenta a las variedades ercaño (47) y zapallito (63), dentro del grupo existe la excepción del nodo 35 que agrupa la especie *S. x stenotomum* con las variedades pituhuayaca roja (92), allpak chuchulli (27), pituhuayaca (96), pituhuayaca blanca (78), culi belen (53) y belen (46).

El grupo está agrupada en el nodo 40 que se encuentran las variedades chojlla negra (30), chojlla (31), chojlla blanco (18), zuliman (10), chiar culi (4), añahuay culi (24), wancu sillu (14), duraznillo rojo (34) y duraznillo (76), todas corresponden a la especie *S. x stenotomum*, estas variedades se cultivan en varias regiones del Altiplano Central, tomando en cuenta las características particulares de cada especie, como el tipo de crecimiento, forma del tubérculo.

Todas estas variedades se agruparon en base al análisis con datos obtenidos en campo, tomando en cuenta características genéticas que presentaron, en donde existieron variedades que no son de dicha especie, en comparación con algunos autores que mencionaron.

Según Oviedo (1995), describe 12 variedades dentro de dicha especie, tomando la característica de cada ploidia: la especie *Solanum stenotomum*, por presentar hojas elípticas estrechas con foliolo terminal de igual tamaño que los laterales; articulación del pedicelo baja, corola variable entre semi-estrellada y pentagonal de aproximadamente 3 cm de diámetro; frutos globosos; hábito postrado a semi-erecto.

#### 4.3.3.2 Triploide ( $2n = 3x = 36$ )

En este análisis encontramos dos especies *S. chaucha* y *S. juzepczukki*, las cuales conformaron grupos de un total de 13 cultivares como se observa en Cuadro 27 y Figura 28.

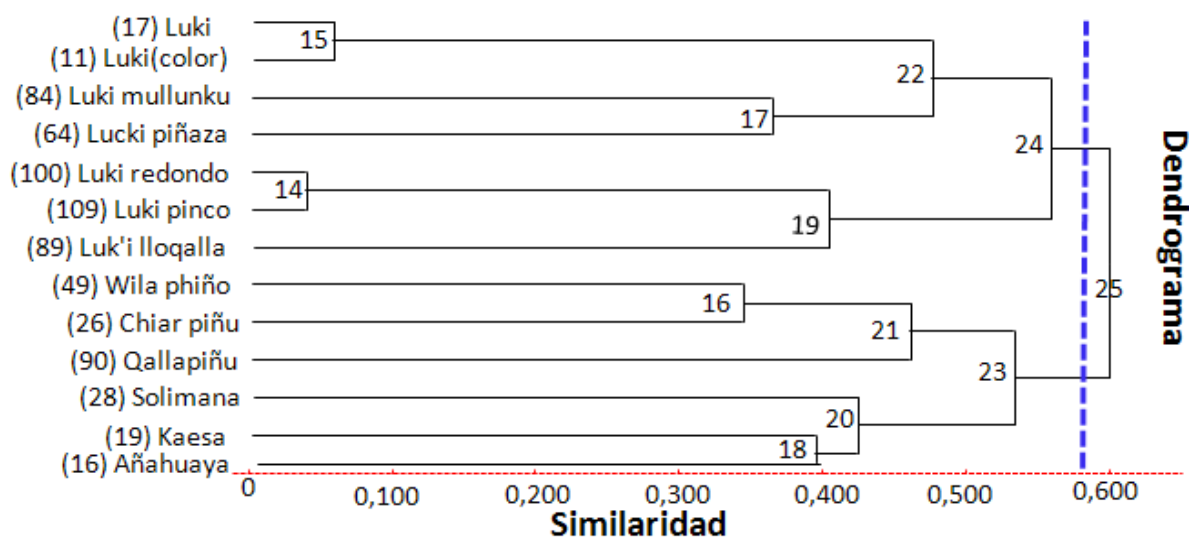
**Cuadro 27.** Análisis de agrupación entre las 13 variedades Triploide

Nodo	Nodo izquierdo	Nodo derecho	Tamaño	Nivel*
25	23	24	13	-0,193
24	19	22	7	-0,109
23	20	21	6	-0,060
22	17	15	4	0,054
21	4	16	3	0,083
20	18	7	3	0,157
19	10	14	3	0,196
18	5	6	2	0,217

17	2	3	2	0,279
16	1	9	2	0,316
15	12	13	2	0,890
14	8	11	2	0,926

En la Figura 28, agrupa a *S. juzepczukki* las variedades luki (17), luki color (11), luki mulluncu (84), lucki piñaza (64), luki redondo (100), luki pinco (109), luqui lloqalla (89) y kaesa (19), en cada una se tiene un nivel de correlación variable acurdo a la similitud genética que presentaron.

El segundo grupo pertenece a la *S. chaucha*, donde encontramos a cultivares wila phiño (49), chiar phiño (26), qallaphiño (90) y añahuaya, no todas las variedades corresponden a dicho especie, donde sucedería un error en la toma de datos durante la caracterización, en comparación y análisis con algunos investigaciones las variedades wila phiño, chiar phiño y qallaphiño pertenecen a la especie *S. stenotomum* (Pacheco, 2006).



**Figura 28.** Dendrograma de agrupación de 13 variedades Triploide a partir de 12 variables cuantitativas y 13 variables cualitativas

Según Oviedo (1995), agrupa a la *S. x chaucha* a las variedades pitiquiña, khati y alka piñu, por presentar tallos pigmentados, foliolos ovados, fuertemente pubescentes, foliolos asimétricamente redondeados, cáliz irregular, corola pentagonal de 3 a 4 cm, hábito decumbente a erecto. La especie *S. x juzepczukii* se distingue por presentar foliolos ovado, rugosos, pubescente, foliolo terminal anchamente elíptico, articulación del peciolo alta, corola rotácea, hábito variable entre arrosado y semi arrosado. Agrupando a variedades, pinku, wila luki, kaysa, choko luki, luki, morok luki.

#### 4.3.3.3 Tetraploide ( $2n = 4x = 48$ )

Se han determinado en esta ploidia la mayor cantidad de cultivares, 79 variedades dentro de ella dos especies como *S. tuberosum ssp. andigena* y *S. tuberosum ssp. tuberosum*: Alfa blanca redondo (81), Alfa roja (88), Carlota (39), Chilena (68), Illimani (44), Noventona (36, 85\*), Papa sucre (95), Peruana (66), Sajama (115), Tunari (94, 73\*), Allka imilla (75), Amajaya (8), Azadon (13), Concori (80), Corazon azul (22), Chiar imilla (2, 71\*), Chiar pali (83), Chuncho (110, 118\*), Gendarme (61, 56\*), Holanda (45, 97\*), Huaca lajra (21).

Seguido por Isla imilla (52), Isla roja (52), Isla blanca (72), janko sutamari (108, 37\*), Janko sutamari ojo rojo (116), Janko tanta (56), Keta (51), Khuchi sillo (35), Khullo rojo (6), Koyo (101), Koyo blanco (79, 93\*), Kuntur cauna (77), Leke cayu (25), Lloqallitu (104), Mamani pheke (86), Muyurina (33), Pajarillo (55), Pale blanco (105), Pale rojo (50, 111\*), Pali pinta (32), Pantalón (29), Panti imilla (54), Poko imilla

(57,59\*, 67\*), Polonia (102), Poloño (112), Q'oyllu (40), Qullo tamiño (48), Sakho blanco (23), Sakho rojo (3, 69\*), Sani negra (74), Sani roja (58), Sani imilla (62), Sutamari (43, 82\*), Sutamari ojo azul (113, 91\*), Sutamari (pepeino) (43), Morok sutamari (99), Uma loru (107), Wacasapatu (114), Waca llocu (103), Walusa (7), Wari (87), Wari jhithapi (98), Imilla roja (65), Wila pallalla (41) y Wiswamaya (15).

La subespecie *andigena* se caracteriza por denotar hojas disectadas, foliolos variados entre ovals, elíptico lanceolados, pubescentes a fuertemente pubescentes, foliolo terminal más largo y ancho, corola pentagonal 3,5 a 4 cm de diámetro, habito decumbente a erecto vigoroso y ramificada (Hawkes & Hjerting, 1989).

La especie *S. tuberosum ssp. andigena* presenta a las accesiones; 39, 45, 97, 68, 115, 36, 85, 44, 95, 94, 73, 88, 81 y 66 además se agrupó, 70, 102, 62, 74 y 58. En ella existe la similitud en los nodos 83, 93 y 95 agrupando a las accesiones 36, 85, 94, 73, 45 y 97, mostrando un nivel de 0.996, 0.631, 0.549 respectivamente por las características agromorfológicas como muestran el Cuadro 28 y Figura 29.

**Cuadro 28.** Análisis de agrupación dentro la ploidia Tetraploide con 79 variedades

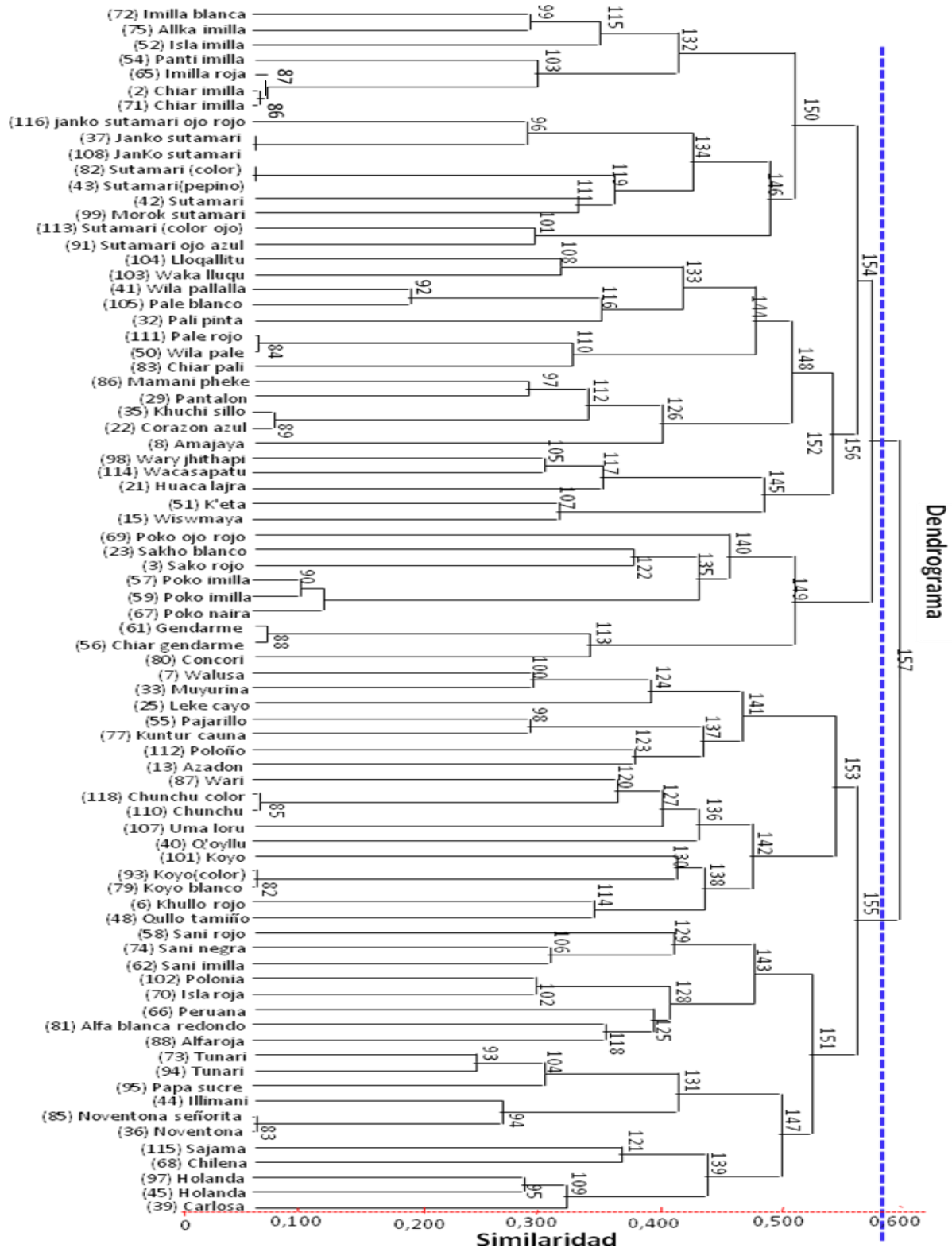
Nodo	Nodo izquierdo	Nodo derecho	Tamaño	Nivel	Nodo	Nodo izquierdo	Nodo derecho	Tamaño	Nivel
157	155	156	79	-0,080	118	17	23	2	0,411
156	149	154	43	-0,032	117	37	105	3	0,417
155	151	153	36	-0,009	116	8	92	3	0,420
154	152	150	34	-0,009	115	70	99	3	0,425
153	142	141	17	0,028	114	5	36	2	0,434
152	145	148	18	0,032	113	3	88	3	0,440
151	147	143	19	0,065	112	89	97	4	0,443
150	146	132	16	0,094	111	49	59	2	0,461
149	113	140	9	0,097	110	2	84	3	0,469
148	126	144	13	0,101	109	34	95	3	0,479
147	139	131	11	0,119	108	73	78	2	0,488
146	101	134	9	0,139	107	10	13	2	0,491
145	107	117	5	0,148	106	1	52	2	0,505
144	110	133	8	0,162	105	27	51	2	0,514
143	128	129	8	0,165	104	16	93	3	0,515
142	138	136	10	0,167	103	87	61	4	0,527
141	137	124	7	0,183	102	64	69	2	0,529
140	135	74	6	0,205	101	42	50	2	0,533
139	109	121	5	0,242	100	44	77	2	0,534
138	114	130	5	0,246	99	9	79	2	0,538

---

137	123	98	4	0,248	98	40	45	2	0,539
136	58	127	5	0,255	97	26	29	2	0,542
135	91	122	5	0,256	96	80	72	3	0,544
134	119	96	7	0,267	95	35	46	2	0,549
133	116	108	5	0,284	94	83	63	3	0,587
132	103	115	7	0,292	93	57	71	2	0,631
131	94	104	6	0,292	92	66	68	2	0,737
130	82	56	3	0,294	91	54	90	3	0,885
129	106	76	3	0,299	90	53	55	2	0,925
128	125	102	5	0,307	89	11	12	2	0,969
127	28	120	4	0,318	88	24	25	2	0,980
126	14	112	5	0,319	87	86	32	3	0,982
125	118	33	3	0,333	86	30	31	2	0,993
124	41	100	3	0,338	85	21	22	2	0,994
123	15	20	2	0,364	84	47	48	2	0,995
122	43	60	2	0,366	83	6	7	2	0,996
121	4	62	2	0,385	82	38	39	2	0,997
120	85	75	3	0,393	81	65	67	2	1,000
119	111	81	4	0,397	80	18	19	2	1,000

---





**Figura 29.** Dendrograma de agrupación de 79 variedades Tetraploide a partir de 12 variables cuantitativas y 13 variables cualitativas

Las características que diferencian a *S. tuberosum ssp. tuberosum* de la anterior subespecie son el tallo corto, hojas poco a nada disectadas, hojas casi horizontales, arqueadas, fuertemente pubescentes, crecimiento erecto y sin ramificaciones.

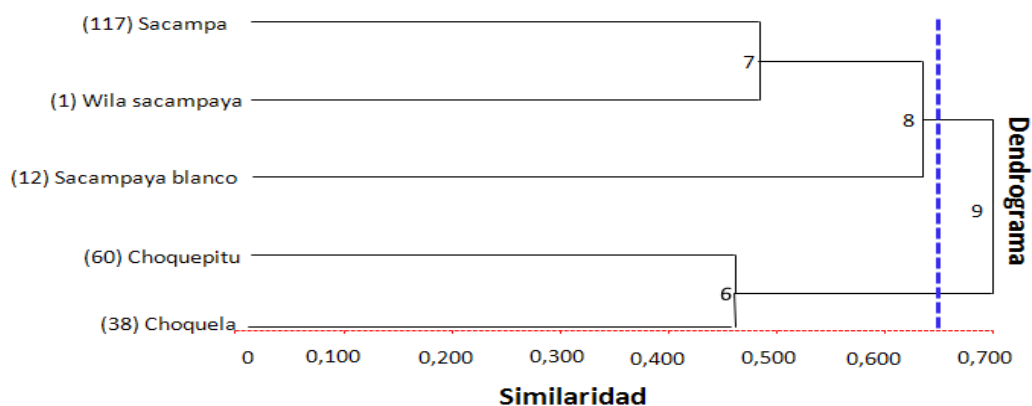
Las accesiones agrupadas dentro la subespecie son; 48, 6, 79, 93, 101, 40, 107, 110, 118, 87, 13, 112, 77, 55, 25, 33, 7, 80, 56, 61, 67, 59, 57, 3, 23, 69, 15, 51, 21, 114, 98, 8, 22, 35, 29, 86, 83, 50, 111, 32, 105, 41, 103, 104, 91, 113, 99, 42, 43, 82, 108, 37, 116, 71, 2, 65, 54, 52, 75 y 72.

Dentro de ella existe variedades con gran similitud como se observa en el Figura 29 y Cuadro 28, en los nodos 80, 81, 82, 84, 85, 86, 88 y 90 presentan un nivel de 1.00 las dos primeras seguido por un nivel mayor a 0.99 las restantes , por las características ya mencionadas anteriormente. Asimismo se tiene los diferentes nodos que agrupan dentro de la especie con un nivel que varía desde 0.885 hasta – 0.080 por la distancia euclidiana de similaridad.

#### **4.3.3.4 Pentaploide ( $2n = 5x = 60$ )**

Se determinó 5 cultivares como se observa en La Figura 30, se tiene a la única especie cultivada híbrido natural *Solanum x curtilobum* agrupando a Choqela (38), Choquepitu (60), Wila sacampa (1), Sacampa blanco (12) y Sacampa (117). En el análisis la especie *S. x curtilibum* presenta una corola mas grande con diametros variables entre 3 y 3.5 cm, el pedúnculo es mas largo 5-10 cm, con bayas encontrando a la variedad choquepitu (60) y choquela (38).

Según Pacheco (2006), las variedades sacampaya (117), wila sacampaya (1) y sacampaya balanco (12), agrupo en la especie *S. andigena* por presentar tubérculos alargados falcado con ojos superficiales con color de la piel amarillo y algunas manchas, encontrando la pulpa de color amarillo claro, flor de color blanco, crecimiento decumbente, tallos verdes, floración moderada y madurez fisiológico tardía.



**Figura 30.** Dendrograma de agrupación de 5 variedades Pentaploide a partir de 12 variables cuantitativas y 13 variables cualitativas

En la Figura 30 y Cuadro 29, muestra que las variedades choquela (38) y choquepitu (60) se asocian en un nivel de correlación 0,810 seguido por el nodo 7 que agrupa a las variedades 1 y 117 con un nivel e correlación de 0,062. La variedad 12 esta unido al nodo 7, siendo su similitud baja (-0,234), estos datos explican que no estan estrechamente asociadas las tres ultimas variedades. La razón clara es que las variedades sacampaya (117), wila sacmpaya (1) y sacampaya blanco (12), fue afectado por una mala codificación en campo.

**Cuadro 29.** Análisis de agrupación entre las 5 variedades Pentaploide

Nodo	Nodo izquierdo	Nodo derecho	Tamaño	Nivel
9	6	8	5	-0,365
8	4	7	3	-0,234
7	3	5	2	0,062
6	1	2	2	0,810

Finalmete se puede observar en un Cuadro 30, se agrupa en forma especifica las ocho especies caracterizadas y evaluadas, por ende encontramos grupos que tienen variedades con mayor y menor cantidad dentro de ella, a continuación se detalla; *S.ajanhuiri* presenta 3 variedades, *S.goniocalyx* con 2 variedades, *S.stenotomun* 16 variedades; dentro la especie *S.chaucha* con 4 variedades, *S.zuzepczukii* 9 variedades.

La especie que presenta la mayor cantidad de variedades son; *S. tuberosum* y *S. andigena* con 12 y 67 accesiones respectivamente, finalmente la especie *S. curtilobum* solamente se encontraron 5 variedades, teniendo las 118 variedades, al margen del total se tiene la duplicidad de 20 variedades evaluadas.

**Cuadro 30.** Agrupación del material genético en ploidia y especies

Ploidia	Especies	Nº variedad	Accesiones
DIPLOIDES	<i>S. x ajanhuiri</i>	3	9, 5, 20
	<i>S. goniocalyx</i>	2	47, 63
	<i>S. stenotomum</i>	16	27, 24, 46(53*), 4, 18, 30, 31, 76(34*), 96(78*), 14(106*), 92, 10
TRIPLOIDES	<i>S. x chaucha</i>	4	26, 90, 28, 49
	<i>S. x juzepczukii</i>	9	16, 19, 64, 89, 84, 109(109*), 17(11*)
TETRAPLOIDES	<i>ssp tuberosum</i>	12	81, 88, 39, 68, 44, 36(85*), 95, 66, 115, 94(73*), 45(97*)
	<i>ssp andigena</i>	67	75, 8, 13, 80, 22, 2(71*), 83, 110(118*), 61(56*), 45(97*), 21, 52, 70, 72, 108(37*), 116, 56, 51, 35, 6, 101, 79(93*), 77, 25, 104, 86, 33, 55, 105, 50(111*), 32, 29, 54, 57(59*-67*), 102, 112, 40, 48, 23, 3(69*), 74, 58, 62, 42(82*), 113(91*), 43, 99, 107, 114, 103, 7, 87, 98, 65, 41, 15
PENTAPLOIDES	<i>S. x curtilobum</i>	5	38, 60, 1, 12, 117
<b>TOTAL</b>		<b>118</b>	

(\*) Variedades repetidas o similares

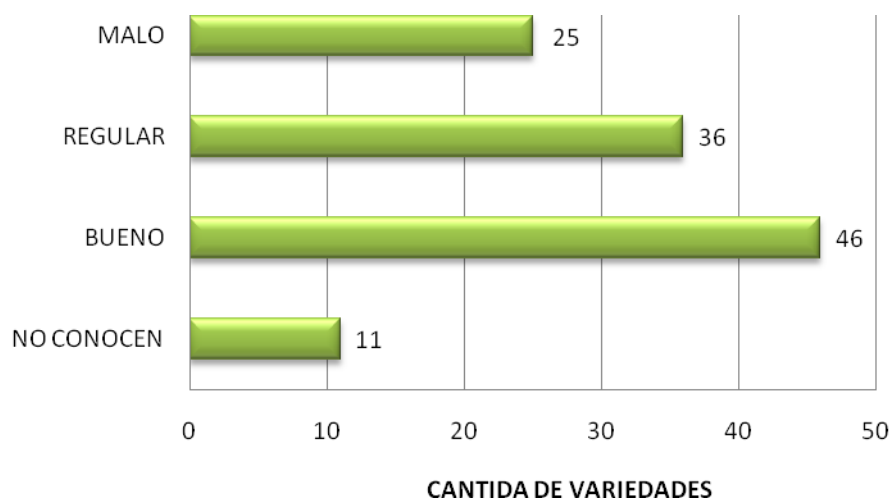
**Fuente:** Elaboración propia en base a los dendogramas mencionadas anteriormente.

## 4.4 Evaluación participativa

### 4.4.1 Etapa de floración

Se presenta el análisis de la evaluación participativa que fueron agrupados y catalogados como buenos, regulares y malos. Los comentarios exactos que emitieron los agricultores se puede observar en Anexo 9.

En la Figura 31, se observa que existen tres grupos de las variedades. El primer grupo consta de 46 variedades descritas como buenas las cuales tuvieron un buen crecimiento y desarrollo de la planta, estas variedades mostraron el vigor, resistencia a los cambios climáticos que presentaron durante el ciclo del cultivo.



**Figura 31.** Evaluación participativa en la etapa de floración y desarrollo del cultivo

En el segundo grupo existe 36 variedades agrupados como regulares las cuales no tienen un buen crecimiento y desarrollo foliar, finalmente el tercer grupo en donde se encuentran las variedades malas encontrando un desarrollo y crecimiento malo en una cantidad de 25 variedades, por otra parte existen variedades que no conocen los agricultores de la comunidad o siembran poco estos alcanzan en una cantidad de 11 variedades.

En el desarrollo y crecimiento de la planta, se identifica un grupo bueno, adaptándose fácilmente al crecimiento dentro la comunidad, mostrando plantas de porte vigoroso con tallos gruesos y abundante follaje de coloración verde oscuro y abundante floración que los demás variedades, además expresaron resistencia al ataque de plagas.

Algunas variedades tuvieron un crecimiento y desarrollo negativo de la planta, por factores climáticos (sequía), juntamente con el tipo de suelo teniendo baja fertilidad, donde ciertas variedades requieren mayor cantidad de humedad en el suelo. Teniendo un crecimiento bajo con tallos delgados, de poco follaje con hojas medianas y muy poca floración algunas se desprendieron de las flores.

#### **4.4.2 Etapa de cosecha y poscosecha**

La segunda evaluación se procedió de la misma manera con la participación de los agricultores, en tubérculos efectuando la observación para identificar las diferentes variedades de papa, en el que se consideró los criterios de los agricultores la más importante, es la selección basándose en el rendimiento, forma, tamaño, color de piel y pulpa del tubérculo, y profundidad de ojos principalmente, dentro de ella también se tomaron el uso, aquellos variedades con mayor aceptación o rechazo por parte de los agricultores (comunarios del lugar).

Las variedades que sobresalieron como buenas durante la evaluación son: Wila pitu wayaca, wila Holanda, Chiar ticoma, waca lajra, Holanda blanco, Jank'o pallalla Walusa, Chiar culi Allka culi, Sani, Gendarme, Holanda, Ajahuri y Yari.

Estos mostraron un crecimiento favorable en las mismas condiciones que las demás, donde el suelo fue apta para su crecimiento y desarrollo, en los usos que le dan son mayormente chuño, tunta, katti, watia, las plagas no influyeron en la producción encontrando papas sanas y de tamaño considerable para consumo y venta.

Se determino a la variedad que se ha sobresalido frente a diferentes factores, se realizó una planilla de evaluación donde se detalla los criterios de los participantes Anexo 10. Para los agricultores, estas papas revisten una importancia especial porque las mismas soportan la poca lluvia durante en ciclo del cultivo, clima frío, alta radiación solar y la sequía de la zona (Castillo, 2004).

Debido a sus preferencias culinarias, algunas variedades presentaron excelentes características para fritura porque son de bajo contenido de agua y azúcares, y alto contenido de materia seca, por eso absorben menos aceite.

Lo más importante es que las hojuelas fritas son muy sabrosas, tienen un sabor fuerte que difiere por completo de la suavidad de la mayoría de las variedades modernas (CIP, 2001).

## **5. CONCLUSIONES**

Según los objetivos planteados y los resultados obtenidos nos permite llegar a las siguientes conclusiones:

1. Se dispone de información fenotípica de 118 variedades en la cual se agrupó en cuatro ploidias de papa colectadas en el Municipio de Umala caracterizados sobre las 12 variables cuantitativas y 13 variables cualitativas.
2. Se observó variabilidad fenotípica en la totalidad de las variedades de papa en estudio, razón por lo que se agruparon en especies de acuerdo a las características morfológicas y nombres nativos de cada variedad.
3. Las diferentes variedades dentro de cada especie tienen un ciclo vegetativo que va desde los 130 a 180 días de madurez fisiológica observándose variedades de ciclo corto y largo.
4. Con las evaluaciones morfológicas y evaluación de especies, se ordenó la colección en base a la forma general de los tubérculos, habito de crecimiento y el nivel de ploidía.
5. Existió una alta correlación positiva entre las variables altura de la planta, cobertura vegetal, número de tubérculos por otro lado mostraron correlación negativa las variables número de inflorescencia, incidencia y días a la madurez, debiéndose a factores medio ambientales que se presentaron durante el ciclo vegetativo.
6. La identificación del grupo ploidia se encontraron; 21 variedades corresponde a la Diploides con sus respectivas especies; *S. ajanhuiri*, *S. goniocalyx*. *S. stenotomum*.



Seguido con la ploidia Triploides que agrupó 13 variedades que corresponden a las especies; *S. chaucha* y *S. juzepczukii*; encontrando al grupo más numeroso la ploidia Tetraploides agrupando, 79 variedades que los mismos corresponden a las especies; *S. tuberosum* y *S. andigena*, finalmente tenemos la ploidia Pentaploides con solo 5 variedades que corresponde a la especie *S. curtilobum*.

7. La cobertura foliar tubo una respuesta positiva frente a factores adversos que imposibilito su normal crecimiento por ende se tiene como resultado correlacionado entre la altura de la planta, numero de tallos por planta con la cobertura vegetal teniendo a la ploidia Diploide con 72.3%, Triploide con 69.5%, Tetraploide con 72.8% y finalmente la ploidia Pentaploide con 66.3%.
8. En relación al rendimiento dentro las 118 variedades evaluadas sobrepasan el dato estadístico anual por tanto mencionaremos las mejores variedades!; dentro la ploidia Diploides se destacaron las variedades Yari 27,27 (TM/ha), Ajahuri negro 25,23 (TM/ha), Pituhuayaca 24,52 (TM/ha), Ajahuri blanca 24,02 (TM/ha), Duraznillo 21,78 (TM/ha), Ercaño 20,27 (TM/ha), Wancu sillo 19,28 (TM/ha), Zuliman (18,09 TM/ha) y Pituhuayaca roja (17,21 TM/ha). En la ploidia Triploide alcanzaron las variedades Solimana 18,88 (TM/ha), Luki pinco 17,60 (TM/ha), Qallaphiño 17,00 (TM/ha), Luki lloqalla 16,59 (TM/ha).

Por la cantidad que presenta la ploidia tetraploide mencionaremos las mejores variedades; Chiar imilla 27,40 (TM/ha), Lloqallitu 26,97 (TM/ha), Sutamari 26,88 (TM/ha), Qullo tamiño 25,28 (TM/ha), Pantalón 24,68 (TM/ha), Illimani 24,23 (TM/ha), Sutamari(color ojo) 24,40 (TM/ha), Isla roja 23,85 (TM/ha), Wila pala 23,77 (TM/ha), Sani negra 23,24 (TM/ha), Imilla blanca 23,08 (TM/ha), Sani roja (22,54 (TM/ha), Gendarme 21,16 (TM/ha), Chiar pali 21,23 (TM/ha), Morok sutamari 19,80 (TM/ha), Janku sutamari 19,34 (TM/ha) y otros como se puede ver en la figura 22. Finalmente dentro la ploidia Pentaploides encontramos a la variedad Choquepitu con un rendimiento de 19,88 (TM/ha), Wila sacanpa 16,97 (TM/ha) y Sacampa con 15,46 (TM/ha).

9. De acuerdo al análisis realizado en cuanto a la incidencia dentro de cada una de las especies tenemos, en general se puede mencionar que todas las variedades fueron atacado por gorgojos y polillas, en la cual la especie más dañado fue la *Solanum tuberosum ssp. tuberosum* con un porcentaje de daño del 75%, en ellas fueron agrupados las variedades en su mayoría redondas y dulces. Por otro lado la especie resistente al ataque de plaga fue la *Solanum ajanhuiri*, con un 15%.
  
10. En cuanto a las evaluaciones participativas realizadas durante el ciclo del cultivo esto nos facilitó para la caracterización y evaluación de los tubérculos en estudio donde con la experiencia de los agricultores mencionaron principalmente el comportamiento y usos de las variedades evaluadas.

## 6. RECOMENDACIONES

- Aprovechar la mayor cantidad de especies con características buenas con rendimientos mayores y resistentes, para futuros trabajos de investigación.
- Promover el uso del material genético por parte de los agricultores de acuerdo a su alcance y conocimiento de cada una de las variedades, para fortalecer la seguridad alimentaría y sus ingresos económicos.
- Las especies juzepczukii, andigena y tuberosum principalmente alcanzarían un mejor desarrollo y rendimiento aplicando fertilizantes orgánicos junto con un manejo adecuado al mismo tiempo competir en el mercado.
- Realizar ensayos con las variedades en condiciones del Altiplano Central, para determinar con precisión su potencial genético respecto a variables de rendimiento.
- Realizar la caracterización del valor nutritivo de cada una de las variedades para su uso diversificado en la alimentación del potencial genético conservado.
- Realizar la difusión de la información recabada en este ensayo (mediante talleres, cursos, folletos, y otros medios que se vean convenientes) a todas las personas e instituciones que se beneficien con la información en ella obtenida.
- Estudiar la calidad culinaria de las papas nativas en el mercado nacional respecto a la producción, proceso y transformación de las diferentes variedades.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- AGRUCO, 1993. Agro ecología y saber campesino. In. Boletín Trimestral N° 4 del programa agro ecología U.M.S.S. Cochabamba pp. 1-2
- ASHBY, J. 1998 Manual para la evaluación de tecnología para productores. Proyecto Bentley, Jeffrey W. and Daniel Vásquez.
- BONIFACIO, A. 1991. Germoplasma de papa amarga y caracterización preliminar en el Altiplano Boliviano. En I Mesa Redonda. Perú-Bolivia. La Paz, Bolivia. pp. 27-31
- BOJANIC, A. 2000. Extensión Poverty and Vulnerability in Bolivia and Colombia. Country Studies for the Neuchatel initiative. Overseas developmentnsitidre. London. [www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy](http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy)
- BRACK, A. 2003. "Perú: Diez mil años de domesticación". Ed. Bruño. Lima. Cultivos Andinos. 4 p.
- CÁCERES, E. 1993. Cultivos andinos. Morfología y estructura de la planta de papa. La Paz, Bolivia. Centro de Investigación para el desarrollo. 29 p.
- CAHUANA, R. y ARCOS J. 1993. Programa internacional de waru waru, variedades de papa mas importante en Puno y lineamiento para su caracterización, 1º edición producción CIMA, Puno Perú.
- CANAHUA, A. 1991. Agro ecológico de los papas amargas en Perú In, 1º mesa redonda; Perú- Bolivia, La Paz Bolivia p 57-68
- CANAHUA, A. y AGUILAR, P. 1992. Agro ecología de las papas amargas en Puno. In: J. Rea, J.J. Vacher (eds.). La Papa Amarga. Primera Mesa Redonda: Perú - Bolivia. La Paz 7-8 mayo 1991. pp. 57-61. ORSTOM. La Paz.
- CONTRERAS A. "Antecedentes sobre el origen de la papa", en Revista de la Papa.- 1(3) 1999. pp. 2-3
- CÁRDENAS, M. (1969) Manual de Plantas Económicas de Bolivia, Imprenta Metodista "IC TUS", Cochabamba, Bolivia, pp. 20 - 65, 293.
- CARRASCO, E. 1993. Estudios de la herencia de las heladas en clones Nativas *Solanum tuberosum ssp.* Andigena de Bolivia. Tesis de MAGISTER SCIENTIAE, Universidad Agraria. La Molina, Lima-Perú 52 p.
- CATIE, 1979 (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). Los recursos genéticos de las plantas cultivadas de América Central Turrialba. Costa Rica. 26 p.
- CHECA, C. O. BURGOS, F. A. Y L. PÉREZ, 1998. Releza VI, Sexta Reunión de leguminosas de grano de la zona andina. Caracterización fenotípica de 133 accesiones de haba (*Vicia faba L.*) en el Centro de Investigaciones Obonuco Municipio de Pasto. Sta Cruz de la Sierra, Bolivia. pp. 40 -41.
- CIP (CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA), 1983. Principales enfermedades, nematodos e insectos de la papa. Lima, Perú. 45 p.
- CIP (CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA), 1988. Plan de acción I; colección, mantenimiento y utilización de recursos genéticos inexplorados. Informe Anual del Centro Internacional de la Papa. Lima-Perú. pp. 37-38.
- CIP (CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA), 1997. La papa en cifras. Información clave y análisis para 30 importantes países productoras se papa. Compendio, Lima, Perú. 8 p.
- CIP 1997. Descriptores de la papa para la caracterización básica de colecciones nacionales. Zósimo Huamán.

- COCA, M. 1996. Introducción de variedades de la papa (con resistencia a *Phytophthora infestans*) a la región de los valles mesotérmicos del Departamento de Santa Cruz, Cochabamba. Bolivia. 10 p.
- CONDORI, B. 2005. Analyse comparative et modelisation de la croissance et du developpement de tubercules andins dans le Andes en Bolivie. These presentçee en vue de l'obtention du grade de Docteur en Seiences Agronomiques et Ingenierie Biologique. Universite catholique de Louvain. pp. 1-187.
- CONTRERAS, A. 1989. Germoplasma Chileno de papa; recursos filogenéticos, ed. Contreras, A.; J. Esquinas. In Anales del simposio. Universidad Austral de Chile Valdivia (Chile), pp. 18-26.
- CONAM y PNUB. 2001. Estrategia Nacional de Diversidad Biológica. Perú. Capítulo III.
- CRISCI J. y LÓPEZ, M. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonómica numérica. Secretaria general de los Estado americanos (OEA), Washington D.C. 132 p.
- CUTTER, E.G. 1992. Structure and development of the potato in the potato Crop The scientific basic for improvement. 2 ed. London, England. For Paul Harris. pp. 47-104.
- EGÚSQUIZA, R. 1986. El cultivo de la papa con énfasis en producción de semilla Universidad Nacional Agrícola La Molina Lima-Perú p. 11-21.
- 1987. Botánica Taxonómica y Mejoramiento de la papa. El cultivo de la papa con énfasis en producción de semilla. Programa de investigación y proyección social en la papa. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. pp. 11-25.
- ESPINOSA, O. 1998. Estimación de la Demanda y Oferta de Papa Consumo en el Departamento de La Paz. Documento preparado para la IV Reunión Nacional de la Papa. Cochabamba, Octubre. pp 8-11.
- ESTRADA, N. 1991. Importancia genética de las papas amargas. En: "La papa amarga". ORSTOM, La Paz.
- ESTRADA, N.; CARRASCO, E.; GARCÍA, W.; GABRIEL, J. 1994. "Utilización de varias especies silvestres y cultivadas para el mejoramiento genético de la papa" en Primera Reunión Internacional de Recursos Genéticos de Papa, Raíces y Tubérculos Andinos. IBTA, PROINPA. Cochabamba.
- FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación) 1993. La Diversidad de la Naturaleza un Patrimonio Valiosos, p 3.
- FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación) 1996. Plan de acción mundial para la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación, Roma, Italia.
- FRANCO e HIDALGO, 2003. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Filogenéticos. Boletín Técnico N° 8; Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos (IPGRI), Cali Colombia, 89 p.
- GANDARILLAS, E. 1997. Cartilla de evaluación abierta, Ficha técnica N° 3. PROINPA. Cochabamba Bolivia. 5 p.
- 1997. Orden de preferencia, Ficha técnica N° 4. PROINPA. Cochabamba, Bolivia 4 p.
- GOEDERT, *et al* 1995. Sub programa de re cursos genéticos documento marco PROCISUR-IICA Montevideo Uruguay p 52.

- GUTIÉRREZ, G. y SIGUEÑAS, S. 2002. Priorización de las Soluciones y Necesidades para la Implementación del Programa Internacional de Agrobiodiversidad a Nivel Nacional Documento de Consultoría. Grupo Técnico de Agrobiodiversidad. CONAM-INIA.
- GRUN, G. 1990. Evolution of cultivated potatoes. *Economic Botany* 44, Pág. 39-55.
- HAWKES, J. G. & HJERTING J. 1963. A revision of the tuber – bearing *Solanums*. pp 139-159.
- HAWKES, J. G. 1978. The Potatoes of Bolivia: Their Breeding Value and Evolutionary Relationships. Clarendon Press, Oxford, England.
- 1989. The evolution of cultivated potatoes and their tuber bearing wild relatives. *Kulturpflanz*. 36: 189-2008.
- 1991. Evolution and polyploidy in potato species In: The biology and taxonomy of the Solanaceae. *Linneam Soc. Symp. Series* 7:637-646.
- HERNÁNDEZ, J. & LEÓN, J. 1992. Cultivos marginados, otra perspectiva de 1492. Jardín Botánico de Córdoba (España). FAO. Roma-Italia. 339 p.
- HIDALGO, R. 2003. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Análisis multivariado en estudios de variabilidad genética. (Eds.) Franco T. L. y Hidalgo R. Boletín técnico no. 8., Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. pp 2-26.
- HIJMANS *et al.* 2001. Geographic Distribution of Wild Potato Species. *American Journal of Botany* 88: 2101-2112.
- HIJMANS, ROBERT J.; CONDORI, B.; CARRILLO, R.; KROPFF, M.J. 2003. A Quantitative and Constraint-Specific Method to Assess the Potential Impact of New Agricultural Technology: The Case of Frost Resistant Potato for the Altiplano (Peru and Bolivia).76-911.
- HUANCO, S. 1992. Potencial de las Papas Amargas en el Altiplano. In: J. Rea, J.J. Vacher (eds.). La Papa Amarga. Primera Mesa Redonda: Perú - Bolivia. La Paz 7-8 mayo 1991. pp. 25-26. ORSTOM. La Paz.
- HUAMÁN, Z. 1983. Botánica sistemática y Morfología de la papa. Bit-6. Centro internacional de la papa. Lima, Perú. 26 p.
- 1984. Botánica sistemática y morfología de la papa. BIT-6. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 26 p.
- 1986. Conservación de recursos genéticos de la papa en el CIP. Circular. Boletín 14 N° 2. Lima, Perú. Pp. 1-5.
- 1994. “Conservación y utilización de cultivares de papa nativos en América Latina en el CIP” en Primera Reunión Internacional de Recursos Genéticos de Papa, Raíces y Tubérculos Andinos. IBTA, PROINPA. Cochabamba.
- IBTA-PROINPA, 1995. Agro meteorología de la Estación Experimental Tolarapa (PROINPA). In Informe anual 1991-1992. Proyecto de investigación de la papa. Cochabamba, Bolivia. S/p.
- IBTA INSTITUTO BOLIVIANO DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA y PROINPA, 1996. Informe Anual. Compendio 1995-1996. Bolivia. pp. IV 30.
- IBTA-PROINPA (1998), Generación y transferencia de tecnología en PROINPA. Unidad de Innovación Tecnológica. Cochabamba, Bolivia. 27 p.
- INE, 2007. Ministerio de Planificación del Desarrollo Instituto Nacional de Estadística. Anuario Estadística. Bolivia. pp. 530-536.

- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE). 2007. Bolivia Atlas Estadístico de Municipio. La Paz, Bolivia pp. 199.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE). 2007. Superficies, Rendimientos y Producción del cultivo de Papa. La Paz Bolivia. pp 4-15.
- IPGRI (1985), Institute International Board for Plant Genetic Resources.
- JARAMILLO, S. y M. BAENA. 2000. Conservación ex situ recursos fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Cali, Colombia. pp 7 – 68.
- LÓPEZ, J.A. E HIDALGO, M.D. 1994. Análisis de Componentes principales y Análisis Factorial. En Ato, M y López, J.J. (eds). Fundamentos de estadística con Systat. Addison Wasley. Iberoamericana. P 457-503.
- LÓPEZ, J.A. E HIDALGO, M.D. 1994. Análisis de conglomerados. En Ato, M. y López, J: J: (eds). Fundamentos de estadística con Systat. Addison wesley. Iberoamericana. p 505-532.
- MACA (Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios). 2006. Estudio de identificación, mapeo y análisis competitivo de la cadena productiva de papa en la macro región del Altiplano. Bolivia. pp. 5-37.
- MAMANI, F. 1999. Manejo de Germoplasma de Papas del Altiplano Norte de La Paz. Capacitación para Agricultores. Estación Experimental Belén Proyecto FONAMA-U.M.S.A. La Paz, Bolivia. 6 p.
- MAMANI, J. E. 2007. Variabilidad fenotípica de 180 accesiones de germoplasma de haba (*Vicia faba* L.) en el Altiplano Norte. Tesis de Grado. Licenciatura en Ingeniería Agronómica. U.M.S.A. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia. 96 p.
- MDSP (Ministerio de Desarrollo sostenible y Pecuaria) 2007. Estrategia Nacional de la Biodiversidad. La Paz 195 p.
- MDSMA (Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente) 2007. Estrategia Nacional de la Biodiversidad. La Paz - Bolivia. 257 p.
- MENDIOLA, C. 2000. Consejo Nacional del Ambiente y UNCTAD-BIOTRADE. Ecología del Perú. Editorial Bruño.
- MONTALDO, A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura IICA San José, Costa Rica 676 p.
- MORALES, C. 1990. Mencionado por LIDEMA 1992. De la ecología a la Política de Términos. En suplemento Habitat p. 33.
- MORALES, C. 1992. Bolivia; Medio Ambiente y Ecología Aplicada. Instituto de ecología U.M.S.A. Artes Gráficas-Latina, La Paz.
- NINA, M. 1999. Terminología Forestal Práctica con Énfasis en Bolivia. 2 p.
- OCHOA, C. 1972. Los Solanum tuberíferas silvestres del Perú. pp. 32.
- 1990. The potatoes of South Americana: Bolivia. Published by the press Syndicate of the University of Cambridge. N.Y. pp. 303-447.
- 2001. Papas de Sudamérica Bolivia 511 p.
- ORTIZ, R., WISSOR, R. 1988. Mejoramiento de papa en el CID por adaptación a climas calidas tropicales; Guía de investigación CID 22. Lima-Perú, 51 pp. 7-9.
- ORTEGA C., GONZALES, I. y OSORIO, M. 2005. La biodiversidad ancestral de las papas nativas: Revista Digital CENIAP HOY Número 8 mayo-agosto 2005. [www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n8/arti/ortega\\_e1/ortega\\_e1.htm](http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n8/arti/ortega_e1/ortega_e1.htm).
- OVIEDO, E. 1995. Caracterización y determinación de asociaciones fenotípicas para 45 variedades de papa *Solanum spp*. En condiciones del Altiplano Norte, La Paz.

- Tesis de Grado. Licenciatura Ingeniería Agronómica. U.M.S.A. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia. pp. 1-80.
- PARSONS, D. 1990. Manuales para educación agropecuaria papas. México, D.F. 54 pp.
- PARDAVÉ, C. 2004. Cultivo y comercialización del cultivo de papa Perú. 133 p.
- PINTO, 2002. Análisis de la variabilidad genética del germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) circundante al Lago Titicaca. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés, facultad de agronomía. La Paz, Bolivia. pp. 43-48
- REA, 1985. Recursos Filogenéticos Agrícolas de Bolivia, bases para establecer el sistema. Comité Internacional de Recursos Filogenéticos. Grupo Consultivo de Investigación Agrícola Internacional. La Paz, Bolivia. 51 p.
- RESQUEJO, M. 1999. Botánica On line. Nutrición mineral de las plantas (en línea). Venezuela. Consultado 30 de nov. 2005. Disponible en: [http://www.abocol.com/articulo\\_especial\\_hm](http://www.abocol.com/articulo_especial_hm).
- REVOLLO, C. M. 2004. Variabilidad Genética de Cuatrocientos veintiún poblaciones de quinua real conservadas en el Banco Nacional de Granos Altoandinos. Tesis Ing. Agr. Universidad Loyola La Paz, Bolivia. pp 42.
- PLA, L. 1986. Análisis multivariado: Método de componentes principales. OEA, Washington, EE.UU. pp. 3-20.
- ROJAS, W. 1995. Biodiversidad y recursos genéticos. *In* Memorias del seminario sobre investigación, producción y comercialización de la quinua. La Paz, Bol. MACA-IBTA. Pp 5-16.
- 1998. Análisis de la diversidad genética del germoplasma de quinua de Bolivia, mediante métodos multivariados. Tesis de Maestría. Universidad Austral de Chile, Escuela de Graduados de la Facultad de Ciencias Agrícolas. Valdivia, Chile. 209 p.
- 2003. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. (eds.) Franco T. L. y hidalgo R. Boletín técnico N° 8. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. Pp 85.
- 2003. Análisis de la Variabilidad Genética en Quinua. In Análisis estadístico de datos. IPGRI. Roma, Italia. pp 27-39.
- PROINPA (Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos) 1990. Selección y difusión de cultivares de papa. Cochabamba-Bolivia. 33 p.
- 1993. Catalogo boliviano de cultivares de papa. IBTA – CIP – COTESU: Cochabamba, Bolivia.
- 1996. Informe Anual compendio 1994-1995. Bolivia. pp. 64.
- 1999. Informe Anual 1997-1998. Cochabamba, Bolivia.
- PROINPA (Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos) / IBTA (Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria). 1994. Catalogo Boliviano de cultivares de papa nativa. Estación experimental Toralapa catalogo Boliviano de cultivares de papa nativa N° 2, Cochabamba Bolivia.
- PROGRAMA DE TRABAJO DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA AGRÍCOLA. Decisión V/5. Pagina web: [www.biodiv.org](http://www.biodiv.org).
- SCOTT & RINGLER, 2000. Scott, Gregory and L. Maldonado. Potato Trade in Latin America. Part of CIP Program Report 1997-98.



- SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLÓGICA (SENAMHI).2007. Información Climática de Estación Meteorológica de Patacamaya, prov. Aroma, La Paz, Bolivia. pp 1-10
- SPITTERS, C. J. 1989. An Analysis of Variation in Yield Among Potato Cultivars in Terms of Light Absorption, Light Utilization, and Dry Matter Partioning. Acta Horticultura 267: 71-84.
- STEEL R.G. y J. H. TORRIE. 1988. Principles and procedures of statistics. McGraw Hill. New York. 662 p.
- TAPIA Y SARAIVIA, 1997. Agroecología Universidad Cochabamba. Biodiversidad en papas amargas. Prov. Tapacarí Dpto. de Cochabamba pp. 16 – 35.
- TAPIA, M. 1998. Caracterización morfológica y molecular de la diversidad genética de la selección de *Pachyrhizus tuberosus* (LAM.) Spreng del CATIE. Tesis Mag. Sci., Catie. Turrialba, Costa Rica. 157 p.
- THIELE y GANDARILLAS, 1998. Como escoger técnicas para evaluar alternativas tecnológicas con la participación de agricultores. Ficha técnica Convenio IBTA-CIP-COSUDE. Cochabamba, Bolivia 5 p.
- TORREZ, R. 1997. Matriz de preferencia. Ficha técnica N° 7. PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 6 p.
- VARELA, M. 1998. Análisis Multivariado de Datos, Aplicación a las Ciencias Agrícolas. INCA. La Habana, Cuba. pp. 3-15, 37-45.
- ZEBALLOS, H. 1997. Producción Agropecuaria Nacional Integrante de Cuestión Agraria Boliviana; presente y futuro. La Paz, Bolivia. 194 p.
- 1997. Aspectos económicos de la producción de papa en Bolivia. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 195 p.
- 2003. Informe de la Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible 2002. P 41.
- ZABALETA, 1967. Colección propia de papa Altiplánica Boliviana. Boletín de información N' 27. La Paz, Bolivia. 7 p.

## ANEXO 1

Datos de temperatura y precipitación correspondiente a la gestión agrícola 2006 – 2007, en la comunidad de Kellhuiri.

Estación: Patacamaya  
 Provincia: Aroma  
 Municipio: Umala  
 Departamento: La Paz

Altura: 3789 m.s.n.m.  
 Latitud.: 67°56'59" S  
 Longitud: 17°14'59" W

Meses 2006-2007	Temperatura media (° C)	Precipitación (mm)
Junio	5,2	0
Julio	5	0
Agosto	8,3	0
Septiembre	8,4	25,3
Octubre	11,4	23,7
Noviembre	12,2	33,4
Diciembre	13,1	37,5
Enero	11,2	45,6
Febrero	12	115,7
Marzo	11	105,4
Abril	10,4	25
Mayo	8,5	20,3

## ANEXO 2

### Guía para las Caracterizaciones Morfológicas Básicas en Colecciones de Papas Nativas René Gómez, M. Sc. Centro Internacional de la Papa

Descriptores morfológicos de la papa, utilizados en las caracterizaciones de campo:

#### I.- HÁBITO DE PLANTA

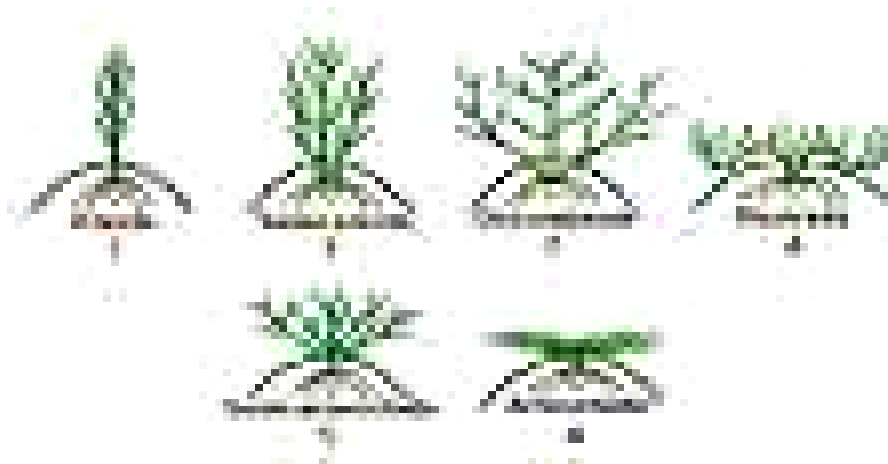
- 1 Erecto
- 2 Semi – erecto
- 3 Decumbente
- 4 Prostrado
- 5 Semi – arrosetado
- 6 Rosetado

#### III.- COLOR TALLO

- 1 Verde
- 2 Verde con pocas manchas
- 3 Verde con muchas manchas
- 4 Pigmentado con abundante verde
- 5 Pigmentado con poco verde
- 6 Rojizo
- 7 Morado

#### IV.- FORMA ALAS TALLO

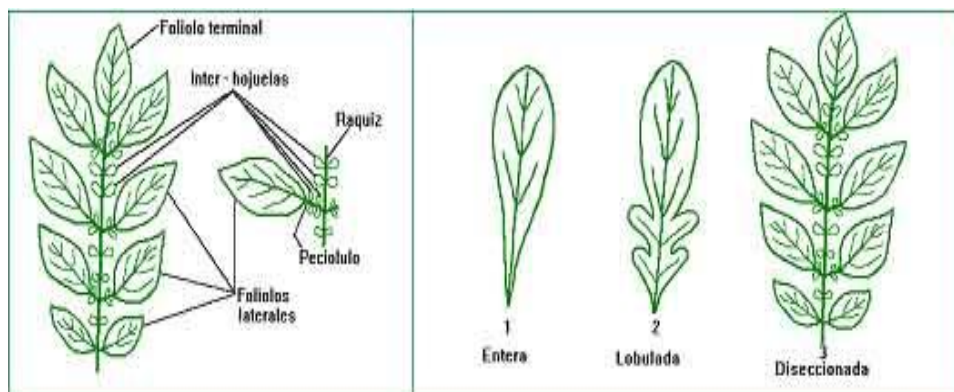
- 0 Ausente
- 1 Recto
- 2 Ondulado
- 3 Dentado



**Esquema 1.** Hábitos de Crecimiento de las plantas de papa

#### I.- FORMA DE LA HOJA (abcd) (Ver Esquema)

a TIPO DE DISECCIÓN	b NÚMERO DE FOLIOLOS LATERALES	c NÚMERO INTER HOJUELAS ENTRE FOLIOLOS LATERALES	d NÚMERO INTER HOJUELAS SOBRE PECIOLULOS
1 Entera	0 Ausente	0 Ausente	0 Ausente
2 Lobulada	1 par	1 par	1 par
3 Disectada	2 pares	2 pares	2 pares
	3 pares	3 pares	3 pares
	4 pares	4 ó más pares	4 ó más pares
	5 pares		
	6 pares		
	7 ó más pares		



**Esquema 2.** Partes de las hojas compuestas de las plantas de papa y grado de disección:

V.- GRADO DE FLORACIÓN

- 0 Sin botones
- 1 Aborto de botones
- 3 Floración escasa
- 5 Floración moderada
- 7 Floración profusa

VI.- COLOR DEL PEDICELO

- 1 Verde
- 2 Sólo articulación pigmentada
- 3 Ligeramente pigmentado a lo largo s/artic.
- 4 Lig. Pigm. A lo largo y en articulación
- 5 Pigmentado sobre la articulación
- 6 Pigmentado debajo de la articulación
- 7 Mayormente pigmentado y articulación verde
- 8 Completamente pigmentado

X.- COLOR DE CALIZ

- 1 Verde
- 2 Verde con pocas manchas
- 3 Verde con abundantes manchas
- 4 Pigmentado con abundante verde
- 5 Pigmentado con poco verde
- 6 Rojizo
- 7 Morado

VI.- FORMA DE LA COROLA  
(ver esquema 2)

- 1 Estrellada
- 3 Semi – estrellada
- 5 Pentagonal
- 7 Rotada
- 9 Muy rotada

VII.- COLOR DE LA FLOR (abcd) (Tabla 1 de Colores de la Flor)

a COLOR PREDOMINANTE (tabla de colores)	b INTENSIDAD DE COLOR PREDOMINANTE (tabla de colores)	c COLOR SECUNDARIO	d DISTRIBUCIÓN DEL COLOR SECUNDARIO (ver figura A)
1 Blanco	1 Pálido	0 Ausente	0 Ausente
2 Rojo – rosado	2 Intermedio	1 Blanco	1 Acumen (blanco) – Haz
3 Rojo - morado	3 Intenso / Oscuro	2 Rojo – rosado	2 Acumen (blanco) – Envés
4 Celeste		3 Rojo – morado	3 Acumen (blanco) – Ambos
5 Azul – morado		4 Celeste	4 En estrella
6 Lila		5 Azul – morado	5 Bandas en el Haz
7 Morado		6 Lila	6 Bandas en el Envés
8 Violeta		7 Morado	7 Bandas en ambas caras
		8 Violeta	8 Manchas salpicadas
			9 Pocas manchas o puntos



Tabla 1. De colores de la flor



Esquema A. Distribución del color secundario de las flores de papa

VIII.- PIGMENTACIÓN EN ANTERAS (ver esquema)

- 0 Sin antocianinas
- 1 Bandas laterales pigmentadas (PAS)
- 2 Mancha pigmentada en el ápice (PAT)
- 3 Bandas y ápice pigmentadas PAS+PAT
- 4 Anteras rojo – marrón

XII.- COLOR DE BAYA

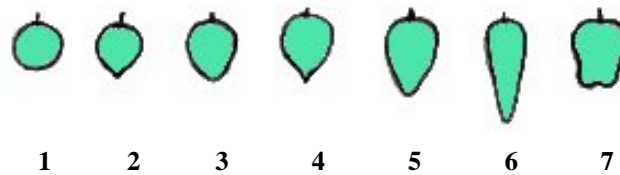
- 1 Verde
- 2 Verde con pocos blancos
- 3 Verde con bandas blancas
- 4 Verde con abundantes puntos blancos
- 5 Verde con áreas pigmentadas
- 6 Verde con bandas pigmentadas
- 7 Predominantemente pigmentado

IX.- PIGMENTACIÓN EN PISTILO (ver esquema)

- 0 Sin antocianinas
- 1 Estigma pigmentado (PS)
- 2 Ovario pigmentado (PO)
- 3 Pigm. En Pared Interna del ovario (POW)
- 4 Pigmentado PS+PO
- 5 Pigmentado PS+POW
- 6 Pigmentado PO+POW
- 7 Pigmentado PS+PO+POW
- 8 Otro (estilo pigmentado)

XIII.- FORMA DE LA BAYA (Esquema 3)

- 1 Globosa
- 2 Globosa con mucrón terminal
- 3 Ovoide
- 4 Ovoide con mucrón terminal
- 5 Cónica
- 6 Cónica alargada
- 7 Periforme



Esquema 3. Formas de las bayas de papa.

XV.- COLOR DE PIEL DEL TUBÉRCULO (Tabla de Colores de la Piel del tubérculo)

COLOR PREDOMINANTE (tabla de colores)	INTENSIDAD PREDOMINANTE (tabla de colores)	COLOR SECUNDARIO	DISTRIBUCIÓN DEL COLOR SECUNDARIO (ver figura B )
1 Blanco – crema	1 Pálido / Claro	0 Ausente	0 Ausente
2 Amarillo	2 Intermedio	1 Blanco – crema	1 En los ojos
3 Anaranjado	3 Intenso / Oscuro	2 Amarillo	2 En las cejas
4 Marrón		3 Anaranjado	3 Alrededor de los ojos
5 Rosado		4 Marrón	4 Manchas dispersas
6 Rojo		5 Rosado	5 Como anteojos
7 Rojo – morado		6 Rojo	6 Manchas salpicadas
8 Morado		7 Rojo – morado	7 Pocas Manchas
9 Negruzco		8 Morado	
		9 Negruzco	

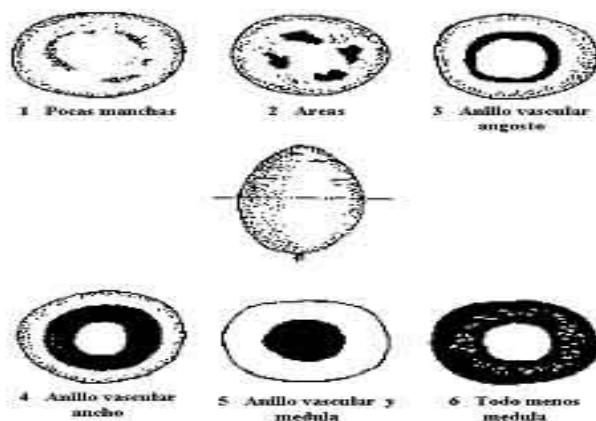




**Figuras B.** Distribución del color secundario

**XVII.- COLOR DE CARNE DE TUBÉRCULO**

COLOR PREDOMINANTE (tabla de colores)	COLOR SECUNDARIO	DISTRIBUCIÓN DEL COLOR SECUNDARIO (ver figuras C)
1 Blanco	0 Ausente	0 Ausente
2 Crema	1 Blanco	1 Pocas manchas
3 Amarillo claro	2 Crema	2 Áreas
4 Amarillo	3 Amarillo claro	3 Anillo vascular angosto
5 Amarillo intenso	4 Amarillo	4 Anillo vascular ancho
6 Rojo	5 Amarillo intenso	5 Anillo vascular y médula
7 Morado	6 Rojo	6 Todo menos médula
8 Violeta	7 Morado	7 Otro (salpicado)
	8 Violeta	



**Figuras C.** Distribución del color secundario de los tubérculos.

**XVI.- FORMA DEL TUBÉRCULO**

FORMA GENERAL (ver figura D)	VARIANTE DE FORMA (ver figura E)	PROFUNDIDAD DE OJOS
1 Comprimido	0 Ausente	1 Sobresaliente
2 Redondo	1 Aplanado	3 Superficial
3 Ovalado	2 Clavado	5 Medio
4 Obovado	3 Reniforme	7 Profundo
5 Elíptico	4 Fusiforme	9 Muy profundo
6 Oblongo	5 Falcado	
7 Oblongo – alargado	6 Enroscado	
8 Alargado	7 Digitado	
	8 Concertinado	
	9 Tuberosado	

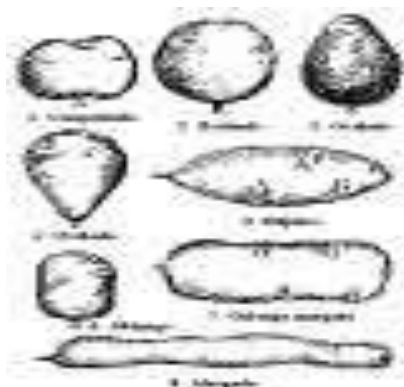


Figura D. Forma General del tubérculo (primer dígito).

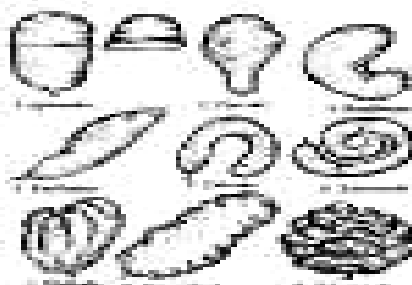
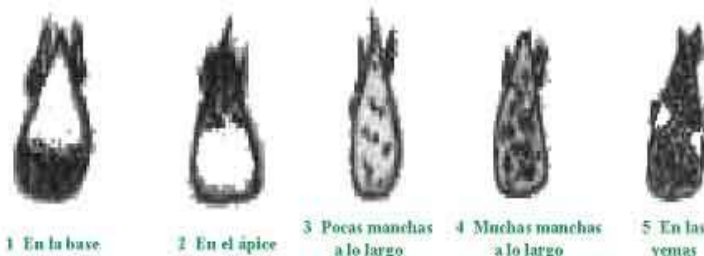


Figura E. Formas Secundarias o Inusuales en Tubérculos.

XVIII.- COLOR DEL BROTE (Tabla de colores de tubérculo)

COLOR PREDOMINANTE	COLOR SECUNDARIO	DISTRIBUCIÓN DEL COLOR SECUNDARIO	DEL COLOR
1 Blanco – verdoso	0 Ausente	0 Ausente	
2 Rosado	1 Blanco – verdoso	1 En la base	
3 Rojo	2 Rosado	2 En el ápice	
4 Morado	3 Rojo	3 Pocas manchas a lo largo	
5 Violeta	4 Morado	4 Muchas manchas a lo largo	
	5 Violeta	5 En las yemas	



Esquema 4. Distribución del color secundario en el brote del tubérculo

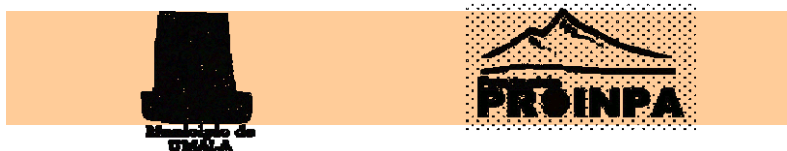
XIV.- MADUREZ (Condiciones de Huancayo-Fundo La Victoria)

- 1 Muy precoz (menor a 90 días)
- 3 Precoz (90 a 119 días)
- 5 Medio (120 a 149 días)
- 7 Tardío (150 a 180 días)
- 9 Muy tardío (mayor a 180 días)



## ANEXO 3

Volante del concurso de Biodiversidad en el Municipio de Umala.



### CONVOCATORIA

El Gobierno Municipal de Umala y la Fundación PROINPA convocan al 1er. concurso “**CONSERVANDO LAS PAPAS NATIVAS**” que se realizara el día jueves 5 de octubre del 2006 en la plaza del Municipio de Umala a horas 10:00 a.m. El objetivo del concurso es recolectar la mayor cantidad de papas nativas para la conservación de los recursos naturales del municipio.

Puede participar toda la población de Umala.

#### **Bases del concurso.-**

Traer la mayor cantidad de variedades de papa que cultivan en su comunidad.

Se debe traer 1 Kg. por cada variedad, de tamaño semilla y sin gusanos.

Los concursantes deben colocar el nombre de la variedad.

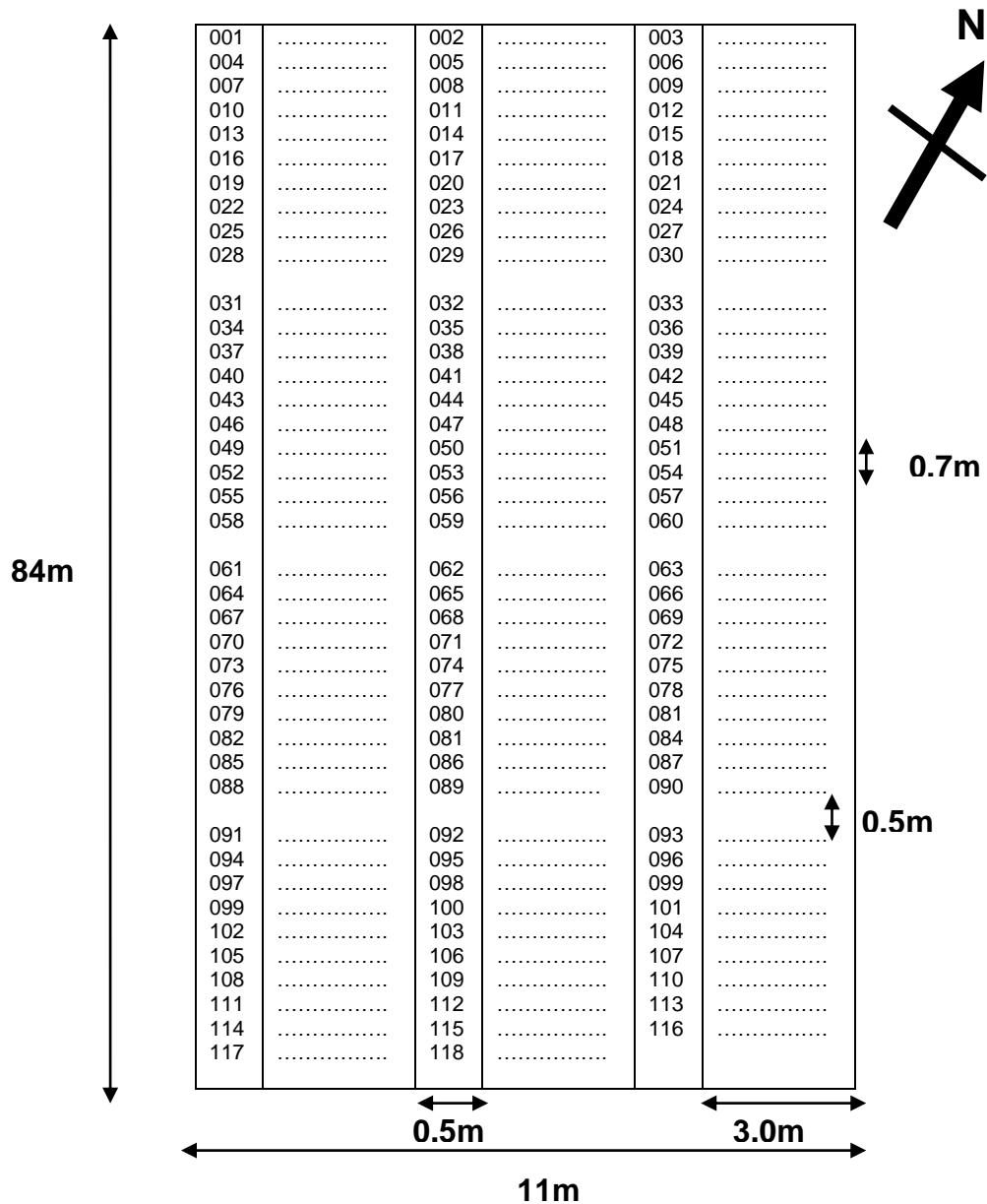
Las inscripciones se realizaran el mismo día del concurso

Se premiará a las personas que traigan mayor cantidad de variedades de papas nativas.



## ANEXO 4

Croquis de la parcela experimental en la comunidad de Kellhuiri



Área total de parcela 11m x 84m =	924m <sup>2</sup>
Número de bloques	3
Número de accesiones	118
Número de surcos /Accesión	1
Número de tubérculos/Accesión	10
Distancia entre surcos	0.70 m
Distancia entre plantas	0.30m

## ANEXO 6

### CLAVE PARA ESPECIES CULTIVADA-BASADAS EN COLECCIONES VIVAS (OCHOA, 1990)

1. Plantas semiarrosetado o arrosetado, articulación del pedicelo alta, a 3-4 m del cáliz.
  2. Corola típicamente rotada, los lóbulos muy cortos, aproximadamente 1-2 mm de largo excluyendo el acumen.
    3. Corola pequeña, 1.5-2.5 cm de diámetro.....**S. x juzepczukii**
    3. Corola larga, 3-3.5 cm de diámetro.....**S. x curtilobum**
  2. Corola subrogada, casi pentagonal, los lóbulos 4-5 mm de largo excluyendo el acumen.....**S. x ajanhuiri**
1. Plantas nunca arrosetado; pedicelos normalmente articulados a más de 4 mm del cáliz.
  4. Hojas elíptico lanceoladas o generalmente elíptico lanceoladas; corola de 3-4 cm de diámetro.
    5. Cáliz simétrico, usualmente con lóbulos elípticos lanceolados y acúmenes bien definidos; fructíferas; bayas largas, 20 mm o más de diámetro con abundantes y bien formadas semillas  
.....**S. tuberosum ssp. andigena**
    5. Cáliz simétrico o asimétrico, usualmente con lóbulos triangular lanceolados y acúmenes pobremente definidos; frutos muy pocos o ausentes; bayas pequeñas, 10 mm o menos de diámetro, sin o con pocas semillas formadas  
.....**S. x chaucha**
  4. Hojas más estrechamente elíptico lanceoladas; corola usualmente pequeña 2.5-3 (3.5) cm de diámetro.
    6. Lóbulos de la corola cerca de la mitad en ancho que el largo de los pétalos, acúmenes largos; hojas apagadas, deslustradas, densamente pubescentes  
.....**S. stenotomum**
    6. Lóbulos de la corola más anchos que la mitad del largo de los pétalos, acúmenes cortos; hojas algo brillantes, menos densamente pubescentes.....**S. phureja**

## ANEXO 7

### CARACTERISTICAS MORFOLOGICOS FLORALES

Se utilizaron las claves de Hawkes (1963, 1989), y Huamán (1983), basados fundamentalmente en los caracteres florales, número cromosómico, aspectos morfológicos de la hoja y hábito de crecimiento tal se indica a continuación para cada una de las especies cultivadas.

1 Pedicelo con la articulación alta, localizados por encima de los 2/3 de su longitud.

2 Número cromosómico  $2n=2x=24$ .

3 Plantas con hábito semiarrosetado cuando jóvenes; hojas densamente pubescentes con decurrencia ancha y bien definida sobre el caquis; pedicelos largos, rectos y delgados; cáliz casi regular; corola casi pentagonal.....**S. ajanhuiri**

2 Número cromosómico  $2n=3x=36$ .

3 Plantas con hábito arrosetado; hojas largas y estrechas con hojuelas pequeñas y arrugadas; pedúnculos cortos con peciolo no claramente articulados; cáliz pequeño y regular; corola rotácea no comestible, salvo deshidratados.....**S. juzepczukii**

2 Número cromosómico  $2n=5x=60$

3 Plantas con hábito semiarrosetado; hojas poco diseccionadas con hojuelas rugosas; pedúnculos largos con pedicelos claramente articulados; corola rotácea de color morado de 3 a 5 cm de diámetro; tubérculos amargos no comestibles, salvo deshidratados

1 Pedicelos con la articulación localizada debajo de los de los 2/3 de su longitud, generalmente cerca de la parte central del pedicelo.

2 Numero cromosómico  $2n=2x=24$ .

3 Plantas con hojas pubescentes, no brillantes en el estado vivo; hojuelas más o menos estrechas; sépalos de cáliz con lóbulos dispuestos irregularmente grupos de 2 + 3 ó 2 + 2 + 1.

4 Flores más o menos pequeñas con la base del cáliz sin "costillas"  
.....**S. stenotomum**

- 4 Flores grandes con la base del cáliz con "costillas". Generalmente, con tubérculos de carne amarilla.....**S. goniocalyx**
- 3 Plantas con hojas escasamente pubescente, brillantes en el estado vivo y de Hojuelas estrechas; pequeñas con cáliz bastante irregular; tubérculos sin Período de reposo o con reposo muy corto.....**S. phureja**
- 2 Número cromosómico  $2n=3x=36$ .
- 3 Plantas con hojas moderadamente diseccionadas con 3 a 6 partes de hojuelas laterales; flores más o menos grandes con lóbulos de los pétalos de 2 a 3 veces más anchos que largos; tubérculos con buen sabor.....**S. chaucha**
- 2 Número cromosómico  $2n=4x=48$ .
- 3 Articulación del pedicelo mayormente localizado en el tercio medio de su longitud; generalmente, con cáliz de lóbulos pequeños y dispuestos regularmente hojas ligeralmente arqueadas.
- 4 Plantas generalmente altas y muy vigorosas; con hojas generalmente diseccionadas y que se insertan en los tallos en ángulo agudo; hojuelas más o menos estrechas, las cuales genealmente son pecioluladas; pedice los no engrosados en la parte apical y que muestran claramente en la base del cáliz; abundante floración y fructificación; gran variación en el color de la flor .....**S. tuberosum ssp. andigena**
- 4 Plantas que se distinguen de la subespecie anterior por sus hojas que son menos diseccionadas con hojuelas más anchas, generalmente arqueadas y que se insertan al tallo en un ángulo más amplio; pedicelos más gruesos en la parte apical y que se insertan gradualment en la base del cáliz; generalmente producen pocas flores y frutos; flores a menudo, blancas o de un color pálido.....**S. tuberosum ssp. tuberosum**

## ANEXO 8

### SERIES TUBEROSA

#### CLAVE PARA ESPECIES CULTIVADAS (HAWKES & HJERTING, 1989)

1. Articulación del pedicelo alta, 2-4(-8) mm debajo de la base del cáliz, siempre en el cuarto superior del pedicelo; hojas rígidas, no arqueadas en el extremo.....2
 

Articulación del pedicelo bajo, no más alto que 2/3 del largo del pedicelo, a veces en o debajo del centro; hojas con frecuencia ligeramente arqueadas en el extremo.....4
2. Corola aproximadamente pentagonal en contorno (no completamente rotada); hojas laterales superiores en general decurrentes en el raquis; hojas suavemente pubescentes.....**S. x ajanhuiri**

Corola rotada en contorno, lóbulos muy cortos; hojas laterales superiores no (o solo apenas) decurrentes sobre el caquis; hojas no suavemente pubescentes...3
3. Pedicelos no claramente articulados; corola azul, no más que 25 mm de diámetro; corrientemente pedúnculo corto 0.5-2 8 (-4) cm de largo.....**S. x juzepczukii**

Pedicelos claramente articulados; corola morada, no más que 30-35 mm de diámetro; corrientemente pedúnculo largo 5-10 cm de largo.....**S. x curtilobum**
4. Lóbulos del cáliz cortos, oblongos o cortamente ovado-triangular, por lo general regularmente dispuestos.....**S. tuberosum ssp. andigena**

Lóbulos del cáliz largo-ovados, por lo general irregularmente dispuestos (en grupos de 2+3 o 2+2+1).....5
5. Lóbulos de la corola 2 a 3 veces más anchos que largos, generalmente tan anchos Como el radio de la corola.....**S. x chaucha**

Lóbulos de la corola menos que o solamente tan ancho como el largo.....6
6. Hojas escasamente pubescentes, brillantes en estado vivo; produce tubérculos en 3-4 meses bajo días de 12 horas y sin período de dormancia.....**S. phureja**

Hojas densamente pubescentes, no brillantes en estado vivo, produce tubérculos en 5-6 meses (o más) bajo días de 12 horas y sin período de dormancia .....**S. stenotomum**

## ANEXO 9

### EVALUACIÓN PARTICIPATIVA EN LA ETAPA DE FLORACIÓN

FECHA: 07-02-07

Durante la evaluación de crecimiento y la floración se realizó una evaluación abierta que esto nos permite que el agricultor se exprese fácilmente en las respuestas de cada variedad de papa. Donde ellos clasificaron en BUENOS, REGULARES, MALOS y algunas variedades que no conocían dentro la comunidad.

VARIETADES	GRUPO	RAZONES
Sani roja, poko imilla, choquepitu, isla roja, peruana, chilena, imilla negra, janko imilla, sani negra, duraznillo, sutamari(color), noventona señorita, alfa roja, qallapiñu, wila pituhuayaca, papa sucre, holanda, pollonia, wacaloco, lloqallitu, wancu sillo, janco sutamari, sajama, wila sacampaya, chiar imilla, janco ajahuri, khullo rojo, ajahuri negro, sacampaya blanco, wiswamaya, chojlla blanco, añahuay culi, leke cayu, chiar piñu, solimana, khuchi sillo, noventona, choquela, carlosa, wila pallalla, sutamari, cheje sutamari, illimani, wila phiño, pale rojo, panti imilla.	BUENO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son buenas por tener tallos altos y gruesos.</li> <li>• Tienen buen crecimiento en cuanto a otros grupos.</li> <li>• También se adaptaron al tipo de suelo de la comunidad.</li> <li>• Tienen mayor floración y mayor a 5 flores por planta.</li> <li>• Son resistentes a las plagas.</li> <li>• También tienen mayor resistencia a la sequía.</li> <li>• Las plantas tienen mayor cantidad de follaje y de color verde oscuro.</li> <li>• Son apto para el tipo del suelo en la comunidad de kellhuiri.</li> </ul>
VARIETADES	GRUPO	RAZONES
Sako rojo, chiar culi, walusa, luki pinco, yari, waca lajra, sakho blanco, pantalón, chojillo, pali pinta, pituhuayaca, sanko sutamari, tanta coello, belen, paka imilla, gendarme, saqui imilla, wila imilla, zapallito, kuntur kauna, alfa blanca, luki mulluncu, sutamari ojo azul, qallupitu, morok sutamari, luki redondo, pale rojo, poloño, wacasapato, janco sutamari.	REGULAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son variedades de regular crecimiento por tener tallos y hojas medianos.</li> <li>• Tienen poca floración algunas variedades.</li> <li>• No tienen mucha ramificación de los tallos.</li> <li>• Son poco resistentes a las plagas como ser gorgojo y la polilla generalmente.</li> <li>• También son resistentes a la sequía.</li> <li>• Son pocas variedades que se adaptaron al tipo de suelo.</li> <li>• Algunas variedades necesitan suelos en</li> </ul>

descanso.

VARIEDADES	GRUPO	RAZONES
Amaja, zoliman, azadón, ñahuaya, allpak chuchulli, chojlla negra, muyurina, qullutamiño, queta, isla imilla, culi belen, pajarillo, janto tanta, tunari, alka imilla, concori, mamani pheke, waraytapi, luki, kollo, tunaqari, koyo blanco pale blanco, chuncho.	MALO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mencionan que las variedades son malas por su crecimiento pequeño.</li> <li>• Tienen tallos débiles con pocas ramificaciones.</li> <li>• Tallos delgados, con escasa floración en la mayoría de las variedades.</li> <li>• También falta de abono al suelo.</li> <li>• Poca resistencia a las plagas.</li> <li>• Finalmente muy poca resistencia a la sequía.</li> <li>• No se adecuaron al tipo de suelo.</li> <li>• Algunas variedades necesitan otro tipo de suelo.</li> <li>• No es su hábito o lugar de crecimiento.</li> </ul>
VARIEDADES NO CONOCIDAS	GRUPO	RAZONES
Kaesa, Corazon azul, Ercaño, Lunqui, Poko naira, Poko naira color de ojo, Duraznillo rojo, Koyo blanco, Chiar culi, Uma loru.	DESCONOCIDO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menciona que las variedades son desconocidos o poco cultivable en la comunidad.</li> <li>• También dijeron que se podría tener muchas de estas variedades en el lugar.</li> </ul>



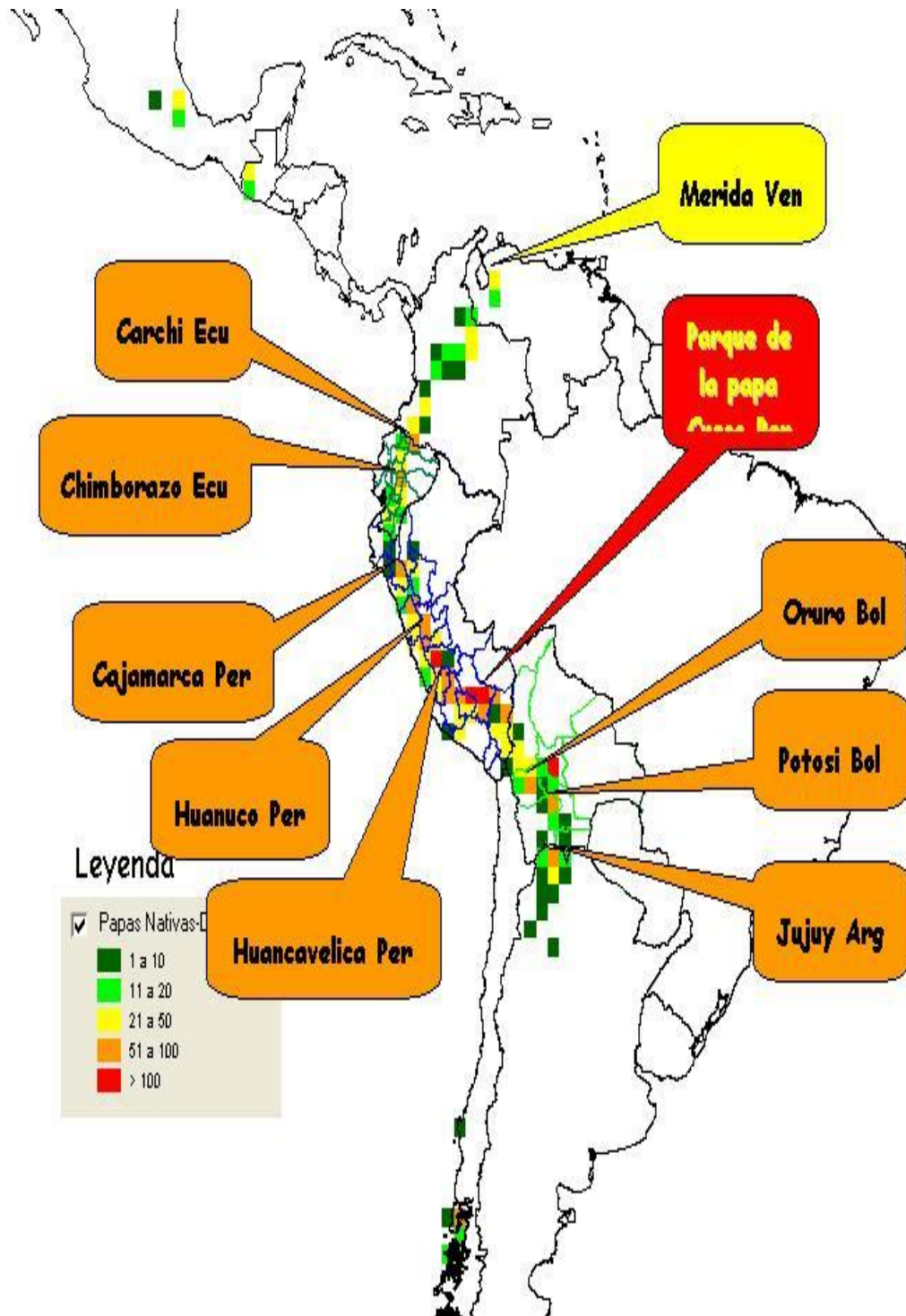
## ANEXO 10

### EVALUACIÓN PARTICIPATIVA EN TUBÉRCULOS

Variedades	Orden de preferencia	Calificación	Razones
Wila pitu wayaca	1	BUENA	Suelo.- Mencionan que esta variedad escogen el lugar del terreno, necesita tierras purumas, produce mas en las lomas. Usos.- Es más buscado para comer. También es mejor para K'atti, chuño, watia. Clima.- No es resistente a las heladas muy severas donde la planta baja su producción. Plagas.- Tienen ataque de plagas por ser una variedad dulce, generalmente por gorgojos. Producción.-Tiene buena producción además y mejor precio en el mercado.
Papa wila holandá	2	BUENA	Suelo.- El suelo que necesita es arenoso para su buen desarrollo de la planta. Usos.- Mejor para comercialización, por ser de tamaño grande. Clima.- Los agricultores indican que es poco resistente a factores adversos. Plagas.- Mayormente son atacados por gorgojo, pero se debe considerar el lugar donde se a sembrado. Producción.-Esta variedad mayormente lo siembra para vender por el tamaño grande del tubérculo.
Chiar ticoma Ticoma waca lajra	3	BUENA	Suelo.- Se adapta a cualquier terreno, se considera una variedad que crece en distintos lugares. Usos.- Consumo interno, donde utilizan para papa pelada por ser harinosa. Clima.- Poco resistente a las heladas esta variedad necesitan mayor cantidad de agua para su crecimiento. Plagas.- Muy poco resistente a los ataques de gorgojos y polillas y otros factores climáticos. Producción.-Las variedades tienen un precio menor y poca cantidad de los tubérculos.
Holandá blanco Jank'o pallallá	4	BUENA	Suelo.- Indican que esta variedad necesitan suelos que no sean fértiles. Usos.- Los usos que le dan son en forma de papa cocida fresca, chuño y la tunta. Clima.- son afectados por la humedad y temperatura, deben ser un año no tenga sequía y mucho helada. Plagas.- Susceptible a plagas como ser a gorgojo y polilla Producción.-Solo por el tamaño lo siembran, no conocen muy bien la variedad en la comunidad.
Walusa	1	BUENA	Suelo.- Los agricultores mencionan que necesitan suelos que sean arenosos y con bastante humedad. Usos.- Mayormente realizan khati, chuño y tunta. Clima.- Son poco resistente a las heladas fuertes Plagas.- Medianamente resistente al ataque de las plagas Producción.- Tiene más cantidad de tubérculos que los demás variedades.
Wancosillo	2	BUENA	Suelo.- No escogen el tipo de suelo, se adaptan fácilmente. Usos.- Solo para venta directa, y consumen en poca cantidad. Clima.- El lugar no es muy favorable para su producción, teniendo temperaturas bajas (heladas y sequías). Plagas.- Mas son ataque de los gorgojos, porque esta variedad es poco dulce. Producción.- Generalmente cosechan en mayor cantidad cuando durante el ciclo del cultivo no fue afectado por factores adversos de helada y sequía.
Condor Kauna	3	BUENA	Suelo.- Necesitan suelos con bastante materia orgánica (guano), se adaptan en el lugar. Usos.- los usos que le dan son en la sopa, papa pelada además realizan chuño. Clima.- Poco resistente a helada por sus características agro morfológica. Plagas.- Son resistente a plagas.

			Producción.- Buena producción pero o son muy ricas en el momento del consumo.
Chiar culi	4	BUENA	Suelo.- Necesita suelos arcillosos, donde fácilmente se podrían adaptarse al lugar. Usos.- Consumo directo, además en chuño y tunta, donde son ricas las papas. Clima.- Resistente a la helada, pero no tanto a la sequía que hubo en el año 2006-2007. Plagas.- Susceptible a gusanos, que fácilmente lo atacan. Producción.- Tiene buena producción y crece muy rápido, pero en una cantidad media.
Allka culi	5	BUENA	Suelo.- Se adaptan en cualquier tipo de suelo, mejor en donde existe tierra húmeda. Usos.- Para consumo, es rico en Katti también en chuño. Clima.- No son muy resistentes a las sequías y heladas. Plagas.- Muy susceptible a plagas, donde la variedad es muy dulce. Producción.- Tiene una cantidad menor que los anteriores variedades mencionadas.
Sani	2	BUENA	Suelo.- Necesitan suelos con bastante abono y que son arenosos. Usos.- Normalmente se utilizan para la venta y consumo de los agricultores. Clima.- Resistente a la helada Plagas.- Son poco resistentes a los ataques de las plagas como ser gorgojo y polilla. Producción.- Buena, con pocos tubérculos, tiene buena venta en el mercado, porque esta variedad ya no lo siembra en la comunidad.
Gendarme	3	BUENA	Suelo.- Necesitan con bastante humedad y con mucho abono. Usos.- Mayormente se utilizan en la comercialización. Clima.- Resistente a la helada pero no así a la sequía. Plagas.- Poco resistente a plagas. Producción.- Buena para la venta, tiene un buen número de tubérculos.
Holanda	4	BUENA	Suelo.- Necesita suelos con bastante humedad. Usos.- Sirve para papas fritas. Clima.- Poco resistente a los cambios climáticos. Plagas.- Son sensibles al ataque de plagas Producción.- Son de tamaño grande tiene venta en mercados
Chiar pantalón	1	BUENA	Suelo.- Necesita suelos fríos en las lomadas. Usos.- Normalmente utilizan para chuño y tunta. Clima.- Resistente a las heladas, necesita agua. Plagas.- Susceptible a plagas. Producción.- Tiene una buena producción y en cantidad elevada.
Añaway culi	2	BUENA	Suelo.- No escogen el tipo de suelo. Usos.- Bueno para Khati y tunta. Clima.- Resistente a heladas. Plagas.- Susceptible a plagas. Producción.- Son de tamaño grande.
Ajahuiri	1	BUENA	Suelo.- Se adapta en cualquier terreno, y necesitan mucha agua. Usos.- Consumo en papa cocida, khatii, tunta y chuño. Clima.- resistente a heladas y además a las sequías. Plagas.- poco resistente a gusanos como el gorgojo. Producción.- Tiene crecimiento tardío por sus características agro morfológicas.
Yari	1	BUENA	Suelo.- Necesita suelos fríos en las lomadas. Usos.- Es más dulce se usa para tunta y khati, además es medicinal para la temperatura. Clima.- Resistente a las heladas, necesita agua normal. Plagas.- Susceptible a plagas. Producción.- Tiene buena producción y en cantidad elevada.

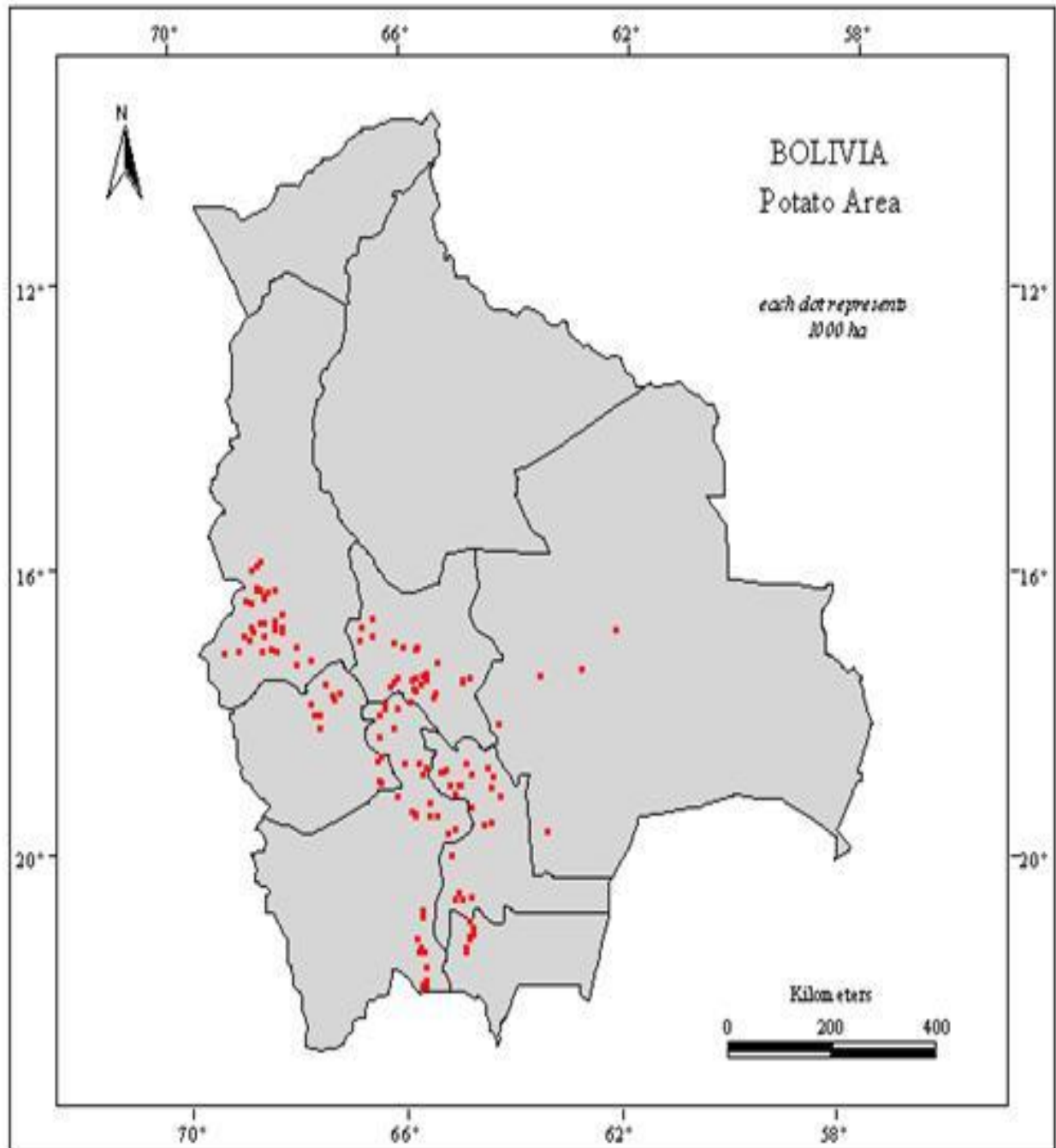
### MAPA 1



Cadena de Microcentros de Biodiversidad de Papas Nativas; Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina.

## **MAPA 2**

Zonas productoras de papa en Bolivia, de acuerdo al Centro Internacional de la Papa, institución ubicada en Lima Perú (2007)



## ANEXO 5

### DATOS CORRESPONDIENTES A 12 VARIABLES CUANTITATIVAS Y 13 CUALITATIVAS DE LAS 118 VARIEDADES

Nº= Número; VAR= Variedades; DEM= Días emergencia; FIN= Número de flores; NFL= Número de folíolos; DFL= Días la floración; APL= Altura de planta; COV= Cobertura Vegetal; NIH= Número interhojuelos; NTA= Numero de tubérculos; PT = Peso de tubérculo; ISD= Incidencia; DMA= Días a la madurez; TCR= Tipo de crecimiento; CTA= Color de tallo; FAT= Forme alas de tallo; FHO= Forma de hoja; CBA= Color de baya; FBA= Forma de baya; CTU= Color del tubérculo; FTU= Forma del tubérculo; CCT= Color carne del tubérculo; POJ = Profundidad de ojos; CFL= Color de flor; GFL= Grado de floración; CBR = Color de brote.

Nº	VARIEDADES	DEM	FIN	NFL	DFL	APL	COV	NIH	NTA	NTP	PT	ISD	DMA	TCR	CTA	FAT	CBA	FBA	CTU	FTU	CCT	POJ	CFL	GFL	CBR
1	(9) Ajahuiri negro	44	5	3	71	30,4	38,5	1	3	16	21,8	34	180	3	2	2	1	3	2	7	2	3	8	7	5
2	(5) Ajahuiri blanco	44	5	5	81	26,5	28	2	3	25	17,2	48	180	3	3	1	5	1	8	7	2	3	8	7	4
3	(20) Yari	37	13	4	76	28,9	36,5	2	2	19	35,8	35	170	2	3	1	4	1	9	3	1	9	3	3	4
4	(47) Ercaño	37	8	5	88	24,4	26	3	3	19	27,2	58	155	3	2	0	1	5	9	5	2	3	1	3	4
5	(63) Zapallito	37	17	4	69	20,8	27	2	3	19	25,2	63	160	2	2	1	2	1	1	3	1	5	2	3	1
6	(27) Allpak chuchulli	30	7	4	80	14,5	15	2	2	19	26,0	40	150	2	2	0	5	1	3	6	3	9	3	5	1
7	(24) Añahuay culi	37	16	5	69	27,8	31,5	1	3	20	25,8	43	150	2	5	2	5	1	8	1	2	3	2	3	1
8	(46) Belen	37	3	4	75	23	17	2	3	20	23,6	25	145	3	3	0	2	7	8	1	1	3	3	5	1
9	(53) Culi belen	37	3	4	73	20	16	2	3	20	23,6	25	145	3	3	0	2	7	8	1	1	3	3	5	1
10	(4) Chiar culi	30	7	4	81	30,5	31	1	4	23	18,6	42	165	3	4	0	2	2	7	3	3	9	3	3	1
11	(18) Chojlla blanco	37	3	4	75	23	17	2	3	20	23,6	25	145	2	2	0	4	5	7	1	2	9	6	3	2
12	(30) Chojlla negra	44	3	5	69	24,5	28	1	4	23	14,6	56	150	2	4	1	2	1	8	6	3	3	3	5	1
13	(31) Chojlla	37	3	4	75	23	17	2	3	20	23,6	25	145	2	2	0	4	5	7	1	2	9	6	3	2
14	(76) Duraznillo	30	3	4	76	30,3	40,5	3	2	24	28,6	60	160	2	4	1	1	1	8	1	2	5	6	5	5
15	(34) Duraznillo rojo	30	3	4	75	30,3	40	3	2	24	25,9	60	160	2	4	1	1	1	8	1	2	5	6	5	5
16	(96) Pituhuayaca	30	19	4	67	27,3	27	2	2	17	32,2	44	160	2	4	2	1	1	2	5	3	5	3	3	4
17	(78) Pituhuayaca	30	20	4	84	25	27	2	2	16	28,0	40	150	2	4	2	1	1	2	5	3	5	3	3	4
18	(14) Wancu sillu	37	13	4	76	28,9	36,5	2	2	19	35,8	35	135	2	4	0	1	3	9	5	2	5	1	3	1
19	(106) Wanku sillu	37	4	4	70	23,7	26,5	1	2	18	24,2	44	150	2	4	0	1	3	9	5	2	5	1	3	1
20	(92) Pituhuayaca roja	37	4	3	81	27,3	26	2	4	24	22,6	70	155	3	1	1	2	3	4	4	2	3	3	5	1
21	(10) Zuliman	37	14	4	69	19,6	25	2	4	21	27,6	47	135	2	3	0	2	5	9	5	3	7	3	5	4

22	(26) Chiar piñu	37	10	5	67	25,6	32,5	2	3	19	14,4	55	145	6	1	1	2	7	2	5	1	3	2	3	1
23	(90) Qallapiñu	30	9	3	84	22,5	21,5	2	5	17	25,3	54	150	3	2	1	2	5	8	5	2	5	6	3	4
24	(28) Solimana	44	25	4	76	24	22	1	4	15	24,8	36	150	3	2	0	1	1	9	5	3	5	3	5	1
25	(49) Wila phiño	37	23	4	84	28	30,5	2	5	17	19,8	70	160	3	2	3	1	1	4	2	1	0	3	5	1
26	(16) Añahuaya	44	3	5	70	26	26,5	3	4	17	20,4	38	135	2	4	2	5	1	7	3	1	7	3	5	2
27	(19) Kaesa	37	5	4	95	27,9	31	2	2	21	12,0	61	145	5	5	1	5	1	9	5	1	7	5	3	1
28	(64) Lucki piñaza	44	8	4	75	26,4	32,5	2	3	19	16,8	45	135	3	2	0	5	7	4	2	2	5	6	5	4
29	(89) Luk'i lloqalla	30	8	4	67	25	31,5	1	3	22	21,8	26	180	2	1	1	2	1	5	6	1	3	7	3	1
30	(84) Luki mullunku	30	4	5	67	24	33	3	4	21	16,5	71	175	2	2	2	1	5	6	4	2	3	2	3	1
31	(109) Luki pinco	37	3	4	67	25	32	1	2	23	23,1	43	180	2	2	2	5	5	6	3	2	7	3	3	4
32	(100) Luki redondo	30	8	4	67	22	31,5	1	3	22	22,0	26	180	2	1	1	2	1	5	6	1	3	7	3	1

33	(11) Luki(color)	37	12	4	75	26	35	2	6	22	20,5	30	170	3	1	1	2	5	9	4	3	3	3	5	5
34	(17) Luki	44	12	4	75	24	34	2	6	21	19,2	30	170	3	1	1	2	5	9	4	3	3	3	5	5
35	(81) Alfa blanca redondo	37	14	4	71	21,3	28,5	2	2	20	13,3	19	135	3	4	3	5	3	7	3	1	7	3	3	4
36	(88) Alfaroja	30	8	5	79	25,2	31,5	1	5	20	20,4	60	150	5	1	0	5	1	8	2	5	4	3	5	1
37	(39) Carlota	44	3	4	67	28,8	29	2	6	19	15,0	38	150	2	5	2	1	1	6	5	2	7	5	7	2
38	(68) Chilena	37	5	4	88	19,4	28	1	2	16	21,4	67	145	5	1	2	1	7	3	1	2	9	3	5	4
39	(44) Illimani	37	11	3	71	25,2	35	2	2	21	31,8	61	145	2	4	2	5	3	8	3	3	7	3	3	1
40	(36) Noventona	37	20	4	71	16,3	18	1	2	15	16,4	71	160	2	5	2	1	1	2	5	1	9	3	3	4
41	(85) Noventona señorita	37	20	4	71	18	19	1	2	16	18,0	71	160	2	5	2	1	1	2	5	1	9	3	3	4
42	(95) Papa sucre	37	21	5	81	26,9	29	2	4	25	24,0	31	150	6	1	2	5	3	1	1	2	5	3	3	2
43	(66) Peruana	37	20	3	78	22,8	22	2	2	17	27,2	49	140	2	1	1	4	1	7	6	2	3	3	3	1
44	(115) Sajama	37	19	4	88	29,1	41,5	1	3	22	23,2	78	145	3	3	1	1	1	7	3	3	7	2	5	2
45	(94) Tunari	37	12	4	84	23,8	23,5	2	2	20	21,6	74	150	3	1	1	2	3	4	3	2	3	2	3	1
46	(73) Tunari	37	10	4	84	23,8	27	2	2	20	24,5	74	150	3	1	1	2	3	4	3	2	3	2	3	1
47	(75) Allka imilla	30	4	4	95	30,2	38,5	1	3	18	24,1	38	135	5	1	2	1	1	4	3	2	3	1	5	1
48	(8) Amajaya	44	7	4	88	25,7	24	2	5	17	21,0	54	145	3	2	1	5	1	2	6	2	3	2	3	1
49	(13) Azadon	30	8	5	78	27,3	30,5	2	3	22	17,3	54	150	2	2	1	5	3	2	5	2	7	3	3	1
50	(80) Concori	37	10	5	81	22,2	27,5	2	3	20	27,2	66	138	3	5	1	1	1	9	2	2	5	2	3	4
51	(22) Corazon azul	44	19	4	70	27,2	34	2	3	17	19,6	55	135	2	5	1	5	1	6	3	1	3	3	3	2
52	(2) Chiar imilla	30	3	5	84	25,7	30	2	2	28	23,0	24	145	4	2	1	1	3	9	5	1	3	5	7	1
3	(71) Chiar imilla	30	3	5	84	25,7	30	2	2	28	23,0	24	145	4	2	1	1	3	9	5	1	3	5	7	1
54	(83) Chiar pali	37	10	4	81	20,8	31	2	4	23	17,2	53	135	3	4	0	5	3	2	2	3	9	3	3	1
55	(110) Chunchu	37	4	3	65	26	37	2	2	20	13,5	60	170	5	4	1	1	3	8	3	1	7	3	3	1
56	(118) Chunchu color	37	4	3	67	27,1	37	2	2	20	11,1	64	170	5	4	1	1	3	8	3	1	7	3	3	1
57	(61) Gendarme	37	21	5	79	32	39	2	2	23	27,8	43	145	1	2	1	5	1	9	1	1	5	3	3	1
58	(45) Holanda	44	8	4	75	28	29	1	2	17	21,6	39	135	3	3	2	1	1	8	7	2	5	3	7	1
60	(21) Huaca lajra	30	10	4	84	22	25,5	2	3	17	25,0	77	150	4	2	1	5	3	5	8	2	3	5	5	1
61	(52) Isla imilla	30	8	4	84	29,9	37	1	6	16	30,5	84	145	2	3	2	6	1	4	1	2	7	5	5	1
62	(70) Isla roja	37	4	4	75	27,5	32	2	2	17	21,2	48	180	3	3	2	4	1	5	2	2	7	1	7	2
63	(72) Imilla blanca	37	8	4	90	23,8	20	1	4	18	30,1	87	150	4	2	0	3	5	8	6	1	3	1	7	1
64	(108) JanKo sutamari	30	21	4	69	19,2	23	3	2	22	25,4	47	135	2	2	1	2	2	2	4	1	3	3	5	2
65	(37) Janko sutamari	30	20	4	69	20	24	3	2	21	26,8	50	135	2	2	1	2	2	2	4	1	3	3	5	2
66	(116) janko sutam. rojo	30	21	4	70	19,2	23	3	2	24	27,0	48	135	2	2	1	2	2	2	4	1	3	3	5	2
67	(56) Chiar gendarme	44	3	4	81	30,1	38	1	2	20	12,6	56	150	2	4	1	6	1	6	4	2	7	2	3	2
68	(51) K'eta	37	6	5	81	25,2	38,5	2	5	15	15,6	39	170	3	1	2	1	1	2	1	2	5	3	3	4



69	(35) Khuchi sillo	37	11	4	79	26,4	28,5	1	3	16	11,0	64	160	2	1	1	1	3	6	3	2	5	2	3	4
70	(6) Khullo rojo	30	17	3	67	30	31,5	1	3	20	28,0	45	145	2	5	1	4	3	9	1	1	2	6	3	1
71	(101) Koyo	30	3	4	85	29	38	2	4	17	24,1	54	145	3	1	2	1	3	4	6	2	3	6	3	1
72	(79) Koyo blanco	30	4	4	76	22,9	33	1	2	18	31,4	47	170	2	2	1	5	3	7	2	2	9	3	3	2
73	(93) Koyo(color)	30	4	4	76	24	33	1	2	18	32,5	46	170	2	2	1	5	3	7	2	2	9	3	3	2
74	(77) Kuntur cauna	30	20	4	81	31,7	35	2	4	23	26,8	55	145	2	4	0	6	3	4	1	2	9	5	7	2
75	(25) Leke cayo	37	9	5	68	26,3	27	3	3	21	18,6	54	150	2	5	1	6	1	8	8	1	9	3	5	1
76	(104) Lloqallitu	30	8	5	71	25,8	24	2	5	19	35,4	39	175	2	2	0	1	5	1	1	2	3	3	5	2
77	(86) Mamani pheke	37	14	4	70	32,4	32,5	2	4	14	18,6	72	135	2	1	1	6	3	2	3	1	5	3	7	4
78	(33) Muyurina	37	5	5	75	29,3	27,5	3	3	22	19,2	33	180	3	3	0	5	1	7	3	2	9	6	5	2
79	(55) Pajarillo	30	5	5	79	36,7	33	2	2	22	27,8	64	135	2	4	0	2	5	6	1	2	7	6	5	1
80	(105) Pale blanco	37	6	4	81	30,7	34	2	2	16	20,4	58	150	2	1	2	2	1	4	1	2	7	1	3	5
81	(50) Wila pale	37	5	4	68	20,1	27,5	3	2	20	31,2	45	170	5	3	1	5	1	9	1	5	0	2	5	1
82	(111) Pale rojo	37	5	4	70	18	26	3	2	20	33,0	45	170	5	3	1	5	1	9	1	5	0	2	5	1
83	(32) Pali pinta	44	10	4	75	21	24,5	2	3	23	20,6	37	150	2	2	1	4	3	7	3	2	3	6	3	1
84	(29) Pantalón	30	5	6	67	26,7	23	1	4	18	32,4	30	160	4	2	1	1	3	8	4	1	3	3	5	1
85	(54) Panti imilla	30	7	5	81	28,7	37	3	5	14	15,8	53	150	3	2	2	7	1	1	2	2	5	6	3	1
86	(57) Poko imilla	44	5	5	75	25,7	29	2	3	24	8,9	27	160	2	5	2	5	3	7	1	2	3	5	3	4
87	(59) Poko imilla	37	3	5	80	21,5	23,5	2	4	18	10,0	30	140	1	2	2	5	3	2	1	1	3	1	7	1
88	(67) Poko naira	44	4	5	82	30	23,5	2	4	18	15,0	40	145	1	2	2	5	3	2	1	1	3	1	7	1
89	(69) Poko ojo rojo	37	5	5	80	24	23,5	2	4	18	22,3	35	145	1	2	2	5	3	2	1	1	3	1	7	1
90	(102) Polonia	30	6	3	81	34,6	32,5	1	4	21	19,0	33	170	3	2	1	4	5	8	6	2	5	5	5	4
91	(112) Poloño	30	10	5	79	27,4	33,5	1	4	21	13,2	68	140	2	5	2	1	3	7	3	2	7	2	3	4
92	(40) Q'oyllu	30	9	4	70	25,8	36	2	2	20	20,2	78	160	3	2	1	5	1	2	1	1	3	2	3	1
93	(48) Qullo tamiño	44	10	5	75	23,4	28	2	3	25	33,2	35	135	2	2	1	5	3	5	6	2	3	3	5	2
94	(23) Sakho blanco	37	18	4	81	23,2	21	2	4	19	27,2	44	135	2	1	1	5	5	3	7	2	5	3	5	4
95	(3) Sako rojo	30	21	5	76	25,3	32,5	2	3	25	26,8	56	130	3	4	2	1	1	5	4	2	5	3	5	4
96	(74) Sani negra	44	3	4	81	22,1	26,5	3	2	19	22,4	34	150	3	1	0	1	3	3	1	2	9	5	5	5
97	(58) Sani rojo	37	21	4	75	21,5	18,5	1	3	15	16,0	71	150	1	5	1	7	1	1	1	2	5	5	5	4
98	(62) Sani imilla	37	12	4	76	33,3	30	2	5	15	24,8	40	135	2	4	0	7	1	8	3	1	9	6	3	4
99	(42) Sutamari	37	8	4	75	23	31	2	4	23	35,3	36	145	2	1	1	1	1	2	5	2	5	5	3	1
100	(113) Sutamari (color ojo)	37	6	4	80	24,2	20,5	2	2	21	9,5	40	160	5	2	1	2	1	2	1	2	3	5	3	1
101	(82) Sutamari (color)	37	8	4	75	23	31	2	4	23	35,3	36	145	2	1	1	1	1	2	5	2	5	5	3	1
102	(91) Sutamari ojo azul	37	6	4	80	24,2	20,5	2	2	21	30,0	40	160	5	2	1	2	1	2	1	2	3	5	3	1
103	(43) Sutamari(pepino)	37	8	5	75	27,5	37	2	2	18	27,2	43	145	2	5	1	5	3	8	2	2	9	5	3	4

104	(99) Morok sutamari	30	22	5	84	21,3	19	1	3	23	24,4	79	150	2	2	1	1	1	8	6	1	5	5	3	1
105	(107) Uma loru	30	18	5	90	26,5	24	1	3	19	14,2	63	135	3	7	1	1	1	2	1	2	7	3	3	4
106	(114) Wacasapatu	37	5	5	75	26,6	30	2	4	24	17,4	21	145	2	2	1	1	1	2	4	1	3	5	5	1
107	(103) Waka lluqu	30	19	4	70	22,8	25	2	3	19	32,8	79	160	4	1	2	5	3	1	4	2	3	3	5	1
108	(7) Walusa	37	4	4	80	28,6	25,5	3	2	20	17,2	49	135	2	1	2	5	3	5	4	3	3	5	5	1
109	(87) Wari	30	18	4	67	33	30	2	2	20	14,4	27	180	2	4	2	1	1	7	6	2	9	3	3	1
110	(98) Wary jhithapi	30	5	5	67	26,9	36,5	1	4	20	21,8	29	145	3	5	2	5	1	1	3	1	5	3	5	4
111	(65) Imilla roja	30	9	5	71	29,3	36,5	3	4	22	21,4	39	160	3	2	1	5	1	2	1	2	9	3	5	1
112	(41) Wila pallalla	30	12	4	76	24,4	27	2	3	18	28,8	50	150	5	1	3	1	3	2	1	2	5	5	3	2
113	(15) Wiswmaya	30	15	4	75	22,7	20	2	2	19	30,1	43	150	4	2	1	1	1	6	7	1	5	3	3	1
114	(38) Choquela	37	7	4	80	31,4	42,2	2	3	14	9,8	77	160	2	2	3	4	2	5	3	2	3	2	3	1
115	(60) Choquepitu	30	4	4	81	28,7	40	0	2	23	26,1	74	135	2	1	2	2	3	2	1	2	3	6	5	1
116	(1) Wila sacampaya	30	18	4	79	23,4	18,5	2	5	11	22,6	41	145	3	1	1	5	3	5	7	2	3	1	7	1
117	(12) Sacampaya blanco	44	12	5	80	23,6	33	1	4	22	17,0	41	145	5	5	0	2	1	4	3	7	0	1	7	1
118	(117) Sacampa	44	11	4	76	19,1	24	3	4	15	17,4	60	140	2	4	1	2	5	8	5	2	5	1	5	4

