

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



**TRABAJO DIRIGIDO**

**ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE  
PAPAS NATIVAS (*Solanum spp*) EN DOS COMUNIDADES  
DEL MUNICIPIO JESÚS DE MACHACA**

**FRANZ JULIO CONDORI MAMANI**

**La Paz- Bolivia**

**2022**

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

**“ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE PAPAS  
NATIVAS (*Solanum spp*) EN DOS COMUNIDADES DEL MUNICIPIO  
JESÚS DE MACHACA”**

Trabajo Dirigido presentado como  
requisito parcial para optar el Título de  
Ingeniero Agrónomo

**FRANZ JULIO CONDORI MAMANI**

**Asesor:**

Ing. M. Sc. Marcelo Tarqui Delgado .....

**Tribunal Revisor (es):**

Ing. M.Sc. Freddy Carlos Mena Herrera .....

Ing. María Cari Mamani .....

Presidente tribunal examinador .....

**La Paz- Bolivia**

**2022**

## DEDICATORIA

*“Al ser Supremo, por guiarme, protegerme, darme las virtudes y la fortaleza necesaria para salir adelante pese a las dificultades, e iluminar cada propósito de la vida”.*

*“La vida es un misterio, es un regalo divino, somos el milagro más grande de la naturaleza, algo que tenemos y no valoramos, es algo por lo que somos, lo que somos, es algo tan maravilloso y frágil a la vez”*

*Con todo mi amor y cariño a mis padres: Juan y Quintina, quienes han sido mi fortaleza y apoyo constante para seguir adelante, por brindar su ayuda a cumplir mi meta; cuyos consejos y ejemplo de lucha y trabajo constante me guían e impulsan siempre.*

*A mis hermanos y hermanas: Alfonso, Alcides, Martha y Lucy por el apoyo incondicional en todo momento de mi vida. Tíos, primos y familiares; para ellos, mis esfuerzos prometidos.*

*A mi Esposa e Hijos: Que con sus consejos, apoyo, amor y comprensión supieron motivarme en los momentos difíciles para superarme en la vida.*

## **AGRADECIMIENTOS**

- ✓ Doy la constancia de mi eterno agradecimiento a Dios de todo corazón por darme la vida, la perseverancia para seguir adelante y la iluminación en todo momento en el camino de la vida
- ✓ Deseo expresar mi gratitud a los que con su valioso aporte académico, profesional y aliento constante contribuyeron en la formación, es a todos y cada uno de los profesores, docentes.
- ✓ A la gran casa Superior de Estudios y personal docente administrativo de la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía a quienes debo su enseñanza, orientación y consagración a tan noble misión como la de formar profesionales.
- ✓ A todas las personas que de alguna manera contribuyeron en la culminación de estudios universitarios.

## ÍNDICE TEMÁTICO

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Índice Temático .....	iii
Índice de Cuadros .....	vii
Índice de Figuras .....	viii
Resumen.....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.- Generalidades.....	1
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Planteamiento del problema .....	2
1.3 Justificación .....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general .....	4
1.4.2 Objetivos específicos .....	4
1.5 Metas .....	4
II. MARCO TEÓRICO .....	6
2.1 Contexto Normativo.....	6
2.2 Marco Conceptual.....	7
2.2.1 Cultivos Andinos .....	7
2.2.2 Papas nativas.....	9
2.2.2.1 Definición de variedades nativas.....	9
2.2.2.2 Clasificación de las papas nativas .....	10
2.2.3 Cultivo de la Papa ( <i>Solanum spp</i> ).....	12
2.2.3.1 Origen .....	12
2.2.3.2 Distribución e importancia de la papa .....	13
2.2.3.3 Uso de las papas nativas.....	14
2.2.4 Agrobiodiversidad .....	15
2.2.5 Biodiversidad .....	16
2.2.6 Recursos Fitogenéticos .....	16

2.2.6.1	Conservación de recursos fitogenéticos .....	17
2.2.7	Germoplasma .....	17
2.2.7.1	Colecciones del germoplasma.....	18
2.2.7.2	Bancos de germoplasma .....	18
2.2.8	Conservación de recursos genéticos .....	19
2.2.9	Caracterización .....	19
2.2.9.1	Caracterización agronómica .....	20
2.2.9.2	Caracterización agromorfológica.....	21
2.2.9.3	Caracterización técnica.....	21
2.2.9.4	Caracterización de agricultor .....	22
2.2.9.5	Conocimiento tradicional .....	23
2.2.9.6	Saberes ancestrales.....	23
2.2.10	Características botánicas de la papa .....	24
2.2.11	Características agromorfológicas del cultivo de papa .....	25
2.2.12	Jardín de variedades.....	27
2.2.13	Fenología de la Papa .....	27
2.2.14	Factores que determinan su desarrollo y producción .....	30
2.2.15	Factores que influyen en el desarrollo del cultivo de papa .....	30
2.2.16	Impactos del cambio climático en el cultivo de papa .....	32
2.2.17	Sistema productivo y cambio climático .....	33
III.	SECCIÓN DIAGNÓSTICA .....	35
3.1	Materiales y métodos .....	35
3.1.1	Localización y ubicación .....	35
3.1.2	Características del lugar .....	36
3.1.2.1	Clima .....	36
3.1.2.1.1	Temperatura .....	36
3.1.2.1.2	Precipitación .....	38
3.1.2.1.3	Clasificación climática.....	39
3.1.2.2	Suelo .....	40
3.1.2.3	Vegetación .....	41
3.1.3	Materiales.....	42

3.1.3.1	Material genético.....	42
3.1.3.2	Materiales de campo .....	43
3.1.3.3	Material de gabinete .....	43
3.1.4	Metodología .....	43
3.1.4.1	Procedimiento de trabajo.....	44
3.1.4.2	Variables de Respuesta.....	45
3.1.4.2.1	Variables cualitativas.....	46
3.1.4.2.2	Variables cuantitativas o agronómicas.....	50
IV.	SECCIÓN PROPOSITIVA .....	54
4.1	Resultados y discusión .....	54
4.1.1	Variables cualitativas.....	54
4.1.1.1	Color predominante de la piel del tubérculo (CPT) .....	56
4.1.1.2	Color secundario de la piel del tubérculo.....	59
4.1.1.3	Color predominante de la carne del tubérculo (CCT) .....	61
4.1.1.4	Color secundario de la carne del tubérculo (CSC).....	64
4.1.1.5	Forma del tubérculo (FT).....	66
4.1.1.6	Profundidad de ojos (PO).....	67
4.1.1.7	Importancia de la diversidad de la papa nativa (I).....	69
4.1.1.8	Forma de consumo (FC).....	70
4.1.2	Variables cuantitativas .....	72
4.1.2.1	Días a la emergencia (DEM).....	72
4.1.2.2	Días a la tuberización (DTU).....	74
4.1.2.3	Días a la floración (DFL).....	76
4.1.2.4	Días a la madurez y cosecha (DCO).....	77
4.1.2.5	Número de tubérculos por planta (NTP) .....	79
4.1.2.6	Peso total de tubérculos (Rendimiento).....	80
4.1.3	Evaluación del efecto de cambio climático en la producción .....	82
4.1.3.1	Análisis de la extensión de variedades de papa nativa en las Comunidades de estudio .....	82
4.1.3.2	Identificación de variedades perdidas en las Comunidades de estudio	84
V.	CONCLUSIONES .....	85

VI. RECOMENDACIONES .....	90
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	91
Anexos.....	100



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Descripción y características de los cultivos andinos .....	9
Cuadro 2.- Fenología de la papa .....	28
Cuadro 3.- Enfermedades del cultivo de papa .....	31
Cuadro 4.- Plagas del cultivo de papa .....	32
Cuadro 5.- Temperaturas promedio del Municipio Jesús de Machaca periodo 2015-2021 en °C. ....	37
Cuadro 6.- Precipitación promedio del Municipio Jesús de Machaca (mm).....	38
Cuadro 7.- Humedad Relativa del Municipio Jesús de Machaca (%).....	39
Cuadro 8.- Clasificación según su capacidad de uso .....	40
Cuadro 9.- Detalle de 8 variables cualitativas caracterizadas en el cultivo de la papa nativa .....	46
Cuadro 10.- Importancia y usos de variedades nativas de papa .....	49
Cuadro 11.- Momento de evaluación de las variables cuantitativas.....	50
Cuadro 12.- Detalle de 6 variables cuantitativas caracterizadas en el cultivo de la papa nativa.....	51
Cuadro 13.- Caracteres del tubérculo evaluados en papa según el estado y frecuencia .....	55
Cuadro 14.- Clasificación de color predominante se la piel del tubérculo .....	58
Cuadro 15.- Clasificación de color predominante de la carne del tubérculo .....	64
Cuadro 16.- Parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión para 6 variables cuantitativas (n = 52) .....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Fenología del cultivo de la papa .....	28
Figura 2.- Mapa de ubicación geográfica .....	35
Figura 3.- Temperatura máxima, mínima y promedio del Municipio en oC. ....	37
Figura 4.- Precipitación promedio del Municipio (mm.) .....	38
Figura 5.- Humedad Relativa (%) .....	39
Figura 6.- Frecuencia color predominante de la piel del tubérculo .....	56
Figura 7.- Diagrama de frecuencia porcentual color predominante de la piel del tubérculo .....	57
Figura 8.- Diversidad morfológica y de colores de papa nativa.....	58
Figura 9.- Frecuencia color secundario de la piel del tubérculo .....	59
Figura 10.- Diagrama de frecuencia porcentual color secundario de la piel del tubérculo .....	60
Figura 11.- Diversidad de color secundario de la piel del tubérculo .....	61
Figura 12.- Frecuencia color predominante de la carne del tubérculo .....	62
Figura 13.- Diagrama de frecuencia porcentual color predominante de la carne del tubérculo.....	63
Figura 14.- Frecuencia color secundario de la carne del tubérculo .....	65
Figura 15.- Diagrama de frecuencia porcentual color secundario de la carne del tubérculo .....	65
Figura 16.- Frecuencia de forma del tubérculo.....	66
Figura 17.- Diagrama de frecuencia porcentual forma del tubérculo.....	67
Figura 18.- Frecuencia de profundidad de ojos del tubérculo.....	68
Figura 19.- Frecuencia porcentual de profundidad de ojos del tubérculo.....	68
Figura 20.- Importancia y uso del tubérculo de la papa .....	70
Figura 21.- Forma de consumo del tubérculo de la papa .....	71
Figura 22.- Días a la emergencia del tubérculo de la papa.....	74
Figura 23.- Días a la tuberización del tubérculo de la papa .....	76
Figura 24.- Días a la floración de la papa y variedad de color de las flores .....	77

Figura 25.- Diferencia de las variedades, días a la madurez fisiológica .....	78
Figura 26.- Días a la madurez fisiológica de la papa y cosecha .....	79
Figura 27.- Número de tubérculos de la papa por planta a la cosecha.....	80
Figura 28.- Rendimiento en kg. de tubérculos de la papa por cinco plantas a la cosecha .....	81

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 GUIA PARA LAS CARACTERIZACIONES MORFOLÓGICAS BÁSICAS EN COLECCIONES DE PAPAS NATIVAS. René Gómez, M. Sc. Centro Internacional de la Papa.....	101
ANEXO 2 FOTOGRAFÍAS.....	105
ANEXO 3 ENCUESTA.....	108
Anexo 4 Clasificación de papa según la Forma y Profundidad de ojos.....	109
ANEXO 5 CLASIFICACIÓN DE PAPAS NATIVAS DE ACUERDO A VARIDADES.....	110
ANEXO 6 MAPA DE UBICACIÓN DEL MUNICIPIO JESÚS DE MACHACA.....	113
ANEXO 7 MAPA DE UBICACIÓN DE LAS COMUNIDADES DE PARINA BELLA VISTA Y JESÚS DE MACHACA.....	114
ANEXO 8 PLANILLAS DE TABULACIÓN DE DATOS.....	115

## RESUMEN

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los más importantes en la región Andina boliviana, tanto por su valor como cultivo de seguridad alimentaria y por su condición de centro de domesticación de una diversidad de papas nativas.

La biodiversidad de las papas se aprecia fácilmente al admirar la fantástica variedad de formas, colores y sabores que presentan los tubérculos. Son las llamadas papas nativas, ancestro remotos de todas las variedades modernas de papa que existen en el mundo.

La diversidad genética de los cultivos andinos en Bolivia, se conserva en forma *exsitu* en Bancos de Germoplasma y en forma *in-situ* en las parcelas de los agricultores. A través de la conservación *in-situ*, los productores siguen perpetuando acciones para mantener esa riqueza genética; eso evidencia que en poblaciones que cuanto más aislada están, más guardan la costumbre tradicional y más se encuentran estos cultivos en la dieta de la gente.

El presente estudio se realizó en la gestión agrícola 2021 – 2022 en las Comunidades de Parina Bella Vista y Jesús de Machaca donde se analizó y caracterizó la diversidad de germoplasma de papas nativas (*Solanum spp*) que se conserva en dos comunidades. En donde se encontró una diversidad de especies de papa caracterizando 52 variedades de papa nativa, a través de datos cuantitativos y cualitativos.

La recolección de la información se realizó mediante entrevistas y el llenado de encuestas, a partir de estos instrumentos de investigación se ha podido conocer las características cualitativas descritas en el presente estudio y desde el punto de vista técnico, considerando el descriptor de papa propuesto por el Centro Internacional de la Papa (CIP).

Con la información organizada y/o generada se identificó la gran variedad de papas nativas en las comunidades de Parina Bella Vista y Jesús de Machaca, que nos muestran la variabilidad de resultados detallados en el presente documento.

## ABSTRAC

Potato cultivation (*Solanum tuberosum* L.) is one of the most important in the Bolivian Andean region, both for its value as a food security crop and for its condition as the center of domestication of a diversity of native potatoes.

The biodiversity of potatoes is easily appreciated by admiring the fantastic variety of shapes, colors and flavors that the tubers present. They are the so-called native potatoes, the remote ancestor of all modern potato varieties that exist in the world.

The genetic diversity of Andean crops in Bolivia is conserved ex-situ in Germplasm Banks and in-situ in farmers' plots. Through in-situ conservation, producers continue to perpetuate actions to maintain this genetic wealth; This shows that in populations that the more isolated they are, the more they keep the traditional custom and the more these crops are found in the people's diet.

The present study was carried out in the agricultural management 2021 - 2022 in the Communities of Parina Bella Vista and Jesús de Machaca where the diversity of native potato germplasm (*Solanum spp*) that is conserved in two communities was analyzed and characterized. Where a diversity of potato species was found, characterizing 52 varieties of native potato, through quantitative and qualitative data.

The collection of information was carried out through interviews and the completion of surveys, from these research instruments it has been possible to know the qualitative characteristics described in the present study and from the technical point of view, considering the potato descriptor proposed by the International Potato Center (CIP).

With the information organized and/or generated, the great variety of native potatoes was identified in the communities of Parina Bella Vista and Jesús de Machaca, which show us the variability of the results detailed in this document.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.- GENERALIDADES

Bolivia tiene una diversidad natural de cultivos andinos papa nativas. Esta diversidad natural muestra amplia variación según las características de cada eco-región: Altiplano, valle y trópico. El altiplano ocupa un área extensa del territorio nacional y su vegetación es principalmente nativa en su gran mayoría.

En el altiplano de Bolivia, el cultivo de la papa (*Solanum spp.*) se realiza bajo condiciones de secano, en laderas y planicies en parcelas o aynuqas, y con el uso de tecnologías tradicionales o semi-mecanizadas, constituyéndose en el cultivo de sustento diario de las familias campesinas. La importancia de este tubérculo, se verifica porque es la base de la cultura alimenticia del 80% de los Bolivianos, con una producción de 760.951 Kg/año, además de ser el cuarto alimento de mayor consumo en el mundo y su producción a nivel mundial alcanza 320 millones de toneladas por año, es un cultivo que existe y está presente en más de cien países del mundo. (Nogales, E. et al, 2015).

El altiplano se caracteriza por presentar condiciones limitantes climáticos como la presencia de heladas, sequía y granizo; lluvias irregulares (escasez o inadecuada distribución) pero en estas condiciones se realiza la producción de cultivos andinos, que desde tiempos ancestrales y aún en la actualidad son la base de la agricultura y economía de las familias campesinas; siendo la papa (*Solanum spp.*), el cultivo que representa la base de todos los sistemas de producción, ocupando el primer lugar, generando algunos ingresos económicos, además de ser el pilar de la alimentación diaria sea en forma fresca (cocida) o transformada como chuño y tunta. (PROINPA, 2009).

Los tubérculos andinos principalmente la papa nativa (*Solanum spp.*), es el alimento básico de los pobladores, que contribuyen a cubrir gran parte de los requerimientos de caloría y energía. Dada la amplia diversidad de sabores y textura de los

tubérculos, siendo que estos pueden consumirse en seco o transformado y en diferentes platos tradicionales.

En las Comunidades de Parina Bella Vista y Jesús de Machaca, del Municipio de Jesús de Machaca se cultiva y se encontraron gran diversidad de especies de papa nativa (*Solanum spp*), donde el agricultor no ha estudiado las características morfológicas, agronómicas y económicas, sin embargo siempre cultivaron como una fuente de subsistencia en la alimentación. Estas referencias fueron las bases necesarias para la realización del presente trabajo de investigación.

## **1.1 Antecedentes**

La papa es una de las principales fuentes productivas de la región Andina y es la base de la alimentación y la economía de la familia campesina el cultivo se constituye como la especie vegetal más cultivada en la zona andina destinada al auto consumo del tubérculo fresco y deshidratado en chuño y tunta (Ballejos, 2010).

La agricultura de muchos países en vías de desarrollo en regiones áridas y semiáridas, tropicales y semitropicales resultará afectada por el cambio climático (FAO, 2008). Según el IPCC (2007) y Córdova (2009) los incrementos de temperatura, las sequías, inundaciones, desertificación y climas extremos afectarán severamente a la agricultura.

Los conceptos de “calentamiento global” y “cambio climático” están estrechamente interrelacionados, ocasionados son empleados como sinónimos, prestándose a confusiones. Por una parte y retomando algunos conceptos de Gonzales et al., (2003) y Staines (2008), el calentamiento global se refiere al aumento progresivo y gradual de la temperatura media de la superficie terrestre, responsable de los cambios de patrones climáticos mundiales.

## **1.2 Planteamiento del problema**

Tradicionalmente la gran diversidad de papas nativas es identificada por los campesinos andinos, quienes utilizan una amplia nomenclatura y pueden reconocer



nominalmente con cierta precisión la gran variabilidad de papas que manejan en sus campos de cultivo. La diversidad nativa y varietal, representa para las Comunidades en estudio el mayor aporte alimenticio a través de los múltiples usos que tienen y éstas están en peligro de desaparición.

El cambio climático es atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, el cual altera la composición de la atmósfera y se suma a la variabilidad natural del clima, con el incremento y decremento brusco de la temperatura, ejerciendo e influenciando sobre el ciclo vegetativo del cultivo de la papa, anticipando la madurez temprana y reduciendo el rendimiento por lo que el fenómeno del cambio climático está degradando los recursos naturales, alterando el clima, menoscabando la biodiversidad, afectando negativamente en la producción agrícola y poniendo en riesgo la seguridad y soberanía alimentaria.

Las comunidades de Parina Bella Vista y Jesús de Machaca, se caracterizan por su gran variedad de papas, sin embargo son pocas las variedades que llegan al mercado a pesar de ser la principal fuente de ingreso económico de los agricultores; y, pese a que existe los bancos de germoplasma en Bolivia los cuales no contienen información completa sobre las características y preferencias de consumo, además se tiene muy pocos estudios de las variedades existentes en la zona de estudio, sobre el uso y aceptabilidad de papas nativas por parte de la población, siendo la razón revalorizar la producción de papas nativas (*Solanum spp*), así mismo es importante fortalecer la producción de variedades que puedan mejorar ingresos económicos de las comunidades.

### **1.3 Justificación**

Las papas nativas en las comunidades del Municipio de Jesús de Machaca son un recurso de mucho valor económico y social para los productores que continuamente utilizan esta diversidad, que últimamente los agricultores denominan con diferentes nombres, ocasionando confusiones. Y que existe la pérdida de numerosas variedades locales tradicionales.

Por esta razón, con el presente trabajo de investigación es esencial aportar con la caracterización e identificación de la diversidad de variedades de papa nativa (*Solanum spp*), tomando en cuenta los descriptores morfológicos y del productor, así mismo la recuperación de variedades en desaparición.

El cambio climático proyectado como consecuencia del calentamiento global para los próximos años constituye uno de los mayores desafíos que la humanidad deberá enfrentar en un futuro próximo.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

- Analizar y caracterizar la diversidad de germoplasma de papas nativas (*Solanum spp*) en dos comunidades del Municipio de Jesús de Machaca.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Identificar la diversidad del germoplasma de papa nativa (*Solanum spp*) en dos comunidades Parina Bella Vista y Jesús de Machaca del Municipio de Jesús de Machaca.
- Identificar el proceso productivo de la producción de papa (*Solanum spp*) y rendimientos de germoplasma identificada en las comunidades Parina Bella Vista y Jesús de Machaca del Municipio de Jesús de Machaca.
- Evaluar el efecto del cambio climático y de la variación de elementos climáticos sobre la producción y el rendimiento de papa (*Solanum spp*) en el Municipio de Jesús de Machaca.

## **1.5 Metas**

Las metas que se pretende alcanzar, con el análisis y caracterización de las variedades de papa nativa, son las siguientes:

- Incentivar a los agricultores la conservación de los tubérculos andinos, con toda su diversidad varietal en los diferentes sistemas de producción (Sañañas y Aynokas) para evitar la pérdida de la agrobiodiversidad
- Se identificará el proceso productivo de la producción de papa nativa en las Comunidades de Parina Bella Vista y Jesús de Machaca.
- Se determinará el efecto de la variación de los elementos climáticos sobre la producción de los cultivos andinos y específicamente en la producción de papa en el Municipio de Jesús de Machaca.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Contexto Normativo

La Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia en vigencia en su Artículo 348 engloba a la biodiversidad como recurso natural y en el Art. 349, inciso I, establece que “los recursos naturales son de propiedad y dominio directo, indivisible e imprescriptible del pueblo Boliviano y corresponde al Estado su administración en función al interés colectivo” asimismo, en el Art. 381 inciso II, establece que “el Estado protegerá todos los recursos genéticos y micro-organismos que se encuentran en los ecosistemas del territorio, así como los conocimientos asociados con su uso y aprovechamiento”.

La Ley de 26 de junio de 2011, Ley No. 144 de Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria, establece y regula el proceso de la Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria con el objeto de alcanzar la soberanía alimentaria y la Ley No. 602 de Gestión de Riesgos, Bolivia tiene las capacidades para implementar políticas integrales para mejorar la producción agropecuaria del país y reducir el riesgo.

La Ley 300 de 15 de octubre de 2012, Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para vivir bien; realiza la construcción de un nuevo enfoque basado en la creación y fortalecimiento de sistemas productivos sustentable, reto que también es asumido en la agenda patriótica 2025. Según el Decreto Supremo 1696 reglamentario de la Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra (APMT).

Decreto Supremo 25030 Cambio Climático y Consejo Interinstitucional del Cambio Climático en Observancia del Inciso V del Art. 43 del decreto Supremo 25055 de fecha 23 de mayo de 1998.

Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 7998.

## **2.2 Marco Conceptual**

Las papas cultivadas a nivel mundial es reconocida como *Solanum tuberosum* L. ( $2n=48$ ), se incluyen todos los cultivares tetraploides, distinguiendo al grupo de los Andes como subespecie andígena y a las nativas de la Isla de Chiloé, archipiélago de los Chonos y áreas adyacentes en el sur de Chile continental, como subespecie *tuberosum* (Hawkes, 1972b; Hawkes, 1990; citado por Pérez, 2004).

La papa constituye uno de los cultivos alimentarios básicos del mundo, es el tercer cultivo de importancia a escala mundial, después del trigo y el arroz (CIP, 2013). De acuerdo a la estadística mundial (FAOSTAT), el Perú respecto a la producción mundial, ocupó el lugar 14 dentro del conjunto de 150 países que siembran este cultivo; siendo el segundo país con mayor producción en América, después de Estados Unidos; y, el primero en América del Sur (MINAGRI, 2017).

Según (MDRyT, 2008), La papa es reconocida por su importante contribución a la alimentación, seguridad alimentaria y el desarrollo económico de los pueblos del mundo, por ello la ONU, proclamó el 2008 como el Año Internacional de la papa, buscando incrementar la conciencia internacional sobre la importancia del tubérculo como alimento para la generación de ingresos en las naciones en desarrollo, promover la investigación y el desarrollo de los sistemas basados en este cultivo, como un medio para contribuir en el cumplimiento de los objetivos del milenio.

### **2.2.1 Cultivos Andinos**

La región andina específicamente el sur del Perú y la región colindante de Bolivia son el principal centro de domesticación de tubérculos andinos entre ellos la papa, isaño, oca y papalisa, aunque de apariencia similar entre ellos, pertenecen a distintas familias botánicas, algunas veces se los confunde por que reciben también diferentes nombres según los países (Tapia et al., 2007).

En los últimos años, los consumidores de nuestro país y del mundo han redescubierto el tesoro olvidado que son las papas nativas de Los Andes. Con un

número importante de variedades cultivadas por encima de los 2.000 m.s.n.m., estas papas (ancestro de todas las papas cultivadas en el mundo) ofrecen una asombrosa variedad de colores, formas, texturas, sabores, una gran versatilidad culinaria y como también la posibilidad de consumir un alimento sano y nutritivo por sus características de producción. La comercialización de este tipo de papas representa una gran oportunidad de desarrollo de pequeños agricultores a poca escala, que viven en zonas afectadas por la pobreza. Comercializar estas papas en mercados que aprecian su valor significa para ellos un notable incremento de sus ingresos, pero también un desafío porque se constituyen en los verdaderos guardianes de ese patrimonio; las papas andinas son también parte de la biodiversidad y de la cultura andina. Cabe alertar que, si bien su comercialización es una oportunidad para conservar activamente este capital, es importante que se haga bajo criterios de sostenibilidad y con responsabilidad por parte de los diferentes actores de la cadena de producción. Los Andes son el único lugar del mundo donde se han domesticado tubérculos para la alimentación humana. Además de la conocida papa del género *Solanum*, se han domesticado otros afines morfológicamente, pero que pertenecen a otras familias botánicas como *Oxalidáceas*, oca y *Baselaceas* el ulluco. La domesticación de estas especies es muy antigua como lo evidencian muchas de las representaciones cerámicas de las mismas (Fernández & Failde, 2008).

Por otro lado, Tapia (2007), menciona que los tubérculos y los granos presentes en la zona andina de Bolivia son confundidos regularmente entre ellos por su gran parecido físico, sin considerar que los mismos presentan pequeñas diferencias en cuanto a su morfología y estructura, como por ejemplo: *Oxalidáceas* (oca), *Tropeoláceas* (isaño), etc. Es en este sentido que se recomienda clasificar a las especies nativas por familias, género y especie.

**Cuadro 1.- Descripción y características de los cultivos andinos**

<b>N.C.</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Familia</b>	<b>P.V. (Días)</b>	<b>R.C. (msnm)</b>
Papa	<i>Solanum tuberosum L.</i>	Solanacea	130 - 190	1000-4300
Oca	<i>Oxalis tubrosa Mol</i>	Oxalidacea	180 - 210	1000-3900
Papaliza	<i>Ullucus tuberosus</i> Caldas	Baselacea	140 - 180	1000-3900
Isaño	<i>Tropaeolum tuberosum</i> Ruiz y Pavon	Tropaeolacea	180 - 210	1000-3900
Quinoa	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd	Chenopodiacea	90 - 240	Hasta 3800
Cañahua	<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen	Chenopodiacea	100 - 230	3200-4100
Tarwi	<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet	Fabacea	145 - 325	500 – 3800

N.C. = nombre común; P.V. = periodo vegetativo; R.C. = requerimientos climáticos

Fuente: Tapia, 2003.

## **2.2.2 Papas nativas**

La mayor diversidad de la papa se encuentra en la región andina de la cuenca del Lago Titicaca desde 3800 a 4500 m.s.n.m. donde se tiene la mayor variabilidad de las especies cultivadas y silvestres como en ningún otro lugar del mundo por lo que esta región del altiplano se considera como el principal centro de origen de la papa (Hawkes, 2012 citado por Pacheco, 2014).

### **2.2.2.1 Definición de variedades nativas**

De acuerdo a (Gonzales, 2007) se puede definir las variedades nativas como poblaciones diferenciadas, tanto geográficas como ecológicamente, que son visiblemente diferentes en su composición genética con las de más poblaciones y dentro de ellas, y que son producto de una selección por parte de los agricultores, resultado de los cambios para la adaptación, constantes experimentos e intercambios.

- ✓ **Ubicación geográfica determinada:** hace referencia a que pertenecen a una zona geográfica delimitada.

- ✓ **Heterogeneidad:** Una de las características más importantes de las variedades locales, es su considerable variación de fenotipo, si se comparan con las variedades comerciales. El hecho de ser poblaciones heterogéneas les confiere una mayor estabilidad frente a las perturbaciones.
- ✓ **Selección local por parte de los agricultores:** Estas variedades no son algo estático, si no que presentan una diversidad y un dinamismo que bajo la presión del hombre y la naturaleza, han evolucionado en el tiempo.

### 2.2.2.2 Clasificación de las papas nativas

Las papas nativas a su vez pueden clasificarse en papas de consumo directo y en papas amargas, basado en su adaptación ecológica, siendo estas últimas mejor adaptadas a climas muy fríos. Por las formas del tubérculo se tipifican como redondas, ovaladas, alargadas, planas, así como con ojos (yemas) superficiales o numerosos ojos muy hundidos. La escala de colores de la pulpa o carne va desde el blanco hasta el morado.

Una clasificación que se maneja desde la antigüedad en la región del altiplano es la que mencionan (Ballivian y Ceballos, 1941) según su ciclo como: papas precoces y papas tardías.

Por otra parte, Layme (2009) prefiere clasificar el cultivo en grupos. Los criterios que toma en cuenta son sus características gastronómicas y su resistencia al frío y calor:

**Qhini** o papa dulce que es débil al frío y al calor, siendo necesario cocinarla con cáscara. Aquí se incluye Janq'u Phiñu, Wila Phiñu, Qhini Qami, Axawiri, P'itikilla, Phurixa, Chhuxllu, Runtusa, Kuntuma, Sicha, Susupa o Susu'pa, Wisllapaki o Warisaya, K'usill Nasa y Surimana.

**Munta** o papa monda que no es fuerte ni débil al frío y al calor. Se los emplea después de mondar. Están comprendidas las variedades Wila Imilla, Ch'iyar Imilla, Wila Pala, Murar Pala, Sani Imilla, Janq'u Imilla, Saq'u y Waka Lluqu.



**Luk'i** o papa amarga también llamada anchawiri. Muestra fortaleza al frío y al calor. Es más empleada en la obtención del chuño. Q'aysa, Allqa Nasawiri, Janq'u Nasawiri o Nasa'ri, Murar Sisu, Janq'u Sisu, Qitu Luk'i, Chuqipitu, Anchawiri, Mama T'alla, K'awna Luk'i, Ch'irisaya, Qulla, Yuruma y Yukiña son los nombres que se cita.

Es pertinente aclarar que las variedades del grupo munta son dulces y tardan el mismo tiempo que una papa que se cocina con cáscara para convertirse en chuño. Las plantas de ambos mantienen las mismas características generales.

Según Tapia, (2012), existen nueve especies de papas según la taxonomía aceptada y propuesta por diferentes autores, las que se adaptan a diferentes climas. Las papas nativas a su vez pueden clasificarse en papas de consumo directo y en papas amargas, basado en su adaptación ecológica, siendo estas últimas mejor adaptadas a climas muy fríos.

Iriarte *et al.* (2009), exterioriza que la diversidad de papa nativa en el Altiplano Norte de La Paz, son agrupados por los agricultores en siete grupos:

**Qhatys**, sus tubérculos se caracterizan por sus formas y colores variados, una mayoría son alargados con ojos superficiales, son cuidados como los hijos.

**Luckis**, los tubérculos tienen ojos pequeños y profundos, predominan las formas ovaladas y alargadas, existe diversos colores y son tolerantes a la helada.

**Palas** (llamados también Pawlao T'alpa), tienen tubérculos de forma plana del tubérculo que tiene ojos superficiales.

**Axawiris**, se caracteriza por ser semi-amargas con tolerancia a helada, sus tubérculos son alargados.

**Polos**, se caracteriza por tener tubérculos de forma elíptica.

**Mixas**, se caracterizan por tener tubérculos de colores diferentes de la pulpa.

Según Mamani (2011), reconoce a dos grupos grandes que son las luk'is y las Q'inis, y que al interior de este último se subdivide en dos grupos varietales: Qhatysn e Imillas según la forma del tubérculo y uso culinario.

- **Grupo varietal Luk'is:** está conformado por los subgrupos de las variedades Chuq'ipitu y Luk'is.
- **Grupo varietal Imillas:** está siendo conformado por los subgrupos de las variedades Palas, Polos, Phurejas e Imillas.
- **Grupo varietal Qhatys:** conformado por los subgrupos de las variedades: Ajawiris, Mixas, Sacampayas, Waykas, Yurimas, Phiñus, Puyas, Piticañas, Surimanas, Qhaty ch'uqis.

### **2.2.3 Cultivo de la Papa (*Solanum spp*)**

Tapia y Fries, (2007), indican que la planta de papa es de tipo herbáceo cuyo tamaño varía de 0.30 a 1m de alto, según las variedades, con un crecimiento erecto o semierecto. Los tubérculos son los tallos modificados y constituyen los órganos de reserva de la planta; varían en tamaño, forma, color de la piel y la pulpa. Las yemas u ojos del tubérculo maduro permanecen latentes (dormancia) hasta que desarrollan un estolón de donde se origina una nueva planta. Los almacenes de luz difusa ayudan a que los estolones no se desarrollan antes de la siembra. Las hojas son compuestas. La flor es bisexual, es decir que tiene estambres (masculinos) y pistilos (femenino). El fruto maduro es una baya generalmente de color verde oscuro y contiene las semillas, denominadas semillas botánicas, para diferenciarlas de las que se genera de la reproducción asexual.

#### **2.2.3.1 Origen**

Según diversos historiadores, este tubérculo era cultivado desde los años 8000 a 5000 a. C, en la zona que hoy conocemos como la región de Puno. Este alimento crecía solo en los Andes sureños peruanos y zonas aledañas, como Bolivia, por lo que su presencia era una total incógnita para el resto de continentes.

CIP – Perú (2001), cuando el hombre dejó de ser errante y pasó a ser sedentario, tuvo que cambiar su estilo de vida y sumar a sus labores de caza y pesca, la recolección. El tiempo hizo que esa costumbre derivara en la agricultura con la cual se dio inicio al proceso de domesticación de numerosas plantas entre las que se destaca la papa. Los primeros vestigios de papa poseen más de 8.000 años de antigüedad y fueron encontrados en excavaciones cercanías del pueblo Chilca, a sur de Limas en el año 1976.

Para el CIP-Perú (2001), la papa es nativa de Los Andes y cultivada desde la época prehispánica. La especie o variedad que ha dado origen a la *Solanum tuberosum* es la parecer la *Solanum andigena*, que algunos consideran una subespecie de la anterior.

La papa cultivada en gran parte de la zona es originaria de la Región Andina de América del Sur entre los países de Perú y Bolivia, esto debido a la existencia de una gran diversidad genética de especies cultivadas y silvestres. (Cahuana y Arcos 1993 citada por Condori, 2005).

Según Marca (1991), citado por Montealegre (2005), la papa constituye la especie vegetal más cultivada en la zona andina destinada, principalmente, al autoconsumo tanto en forma fresca como deshidratada (Chuño y tunta).

### **2.2.3.2 Distribución e importancia de la papa**

La papa es el artículo prioritario en la dieta y parte de la cultura alimentaria del 80% de los bolivianos. Este cultivo existe en más de 100 países del mundo siendo América del Norte y Europa que son los que alcanzan mayor producción, sin embargo en las últimas décadas, Asia, África y América Latina han registrado un crecimiento sorprendente (FAO, 2008).

La papa es el tercer cultivo más importante en relación al consumo humano, después del arroz y el trigo. Es así que más de mil millones de personas en el mundo comen papa, la producción global supera los 300 millones de toneladas (CIP, 2011).

La producción de papa en Bolivia aproximadamente es de 180.000 ha con una producción de 975.000 tn, presentando un promedio de 5,4 tn/ha en el año 2011 (INIAF, 2011). La producción de papa en Bolivia es de 1.073.744 toneladas, cifra que rebasa los datos de importación. Que según datos oficiales del INE (Instituto Nacional de Estadística) a 2016 son de 51.841 toneladas, se importa 4,82% de lo que se produce, vale decir que por cada 100 toneladas de papas producidas se importan cinco.

A nivel comercial, la papa se propaga vegetativamente por medio del tubérculo al cual se le da el nombre genérico de semilla; esto permite mantener su constitución genética inalterable, sin embargo, existen otras formas de propagación por medio de semilla sexual o, por partes vegetativas como esquejes, brotes y meristemas (Peña 2001).

La papa nativa de la región andina, juega un rol muy importante como fuente de alimentación humana (IBTA – PROINPA, 1993) constituyéndose en la base de la dieta diaria de la población boliviana, tanto en calidad como en cantidad. Alrededor de 30% de las familias campesinas con productoras de papa (PROINPA, 1995), lo que significa que alrededor de 450.000 familias producen el tubérculo, sea este para el mercado o el autoconsumo (Condori, 2006).

### **2.2.3.3 Uso de las papas nativas**

La gran mayoría de las variedades nativas se utilizan para la obtención de diferentes tipos de chuño. A la vez, el chuño se utiliza en diversas preparaciones de comidas, sopas (Hojas y tubérculos) y así mismo se le da usos secundarios de las papas nativas como el follaje fresco en forraje para el ganado; tubérculos y hojas para usos medicinales; el líquido de los tubérculos de ciertas variedades amargas para lavar ropa (CIP, 2006).

#### **2.2.4 Agrobiodiversidad**

La agrobiodiversidad se refiere primeramente a la variabilidad genética de plantas y animales domesticados conjuntamente con sus progenitores, es decir, estrechamente relacionados con las especies silvestres que crecen y medran en condiciones naturales (Balakrishna, 2001).

La biodiversidad agrícola o agrobiodiversidad es aquella parte de la diversidad biológica relevante para la agricultura y la alimentación, cuyos componentes sostienen en conjunto la estructura, funciones y procesos de un agroecosistema (Rojas, *et. al* 1996).

Además de los conocimientos tradicionales de las comunidades que ancestralmente han realizado, como son las llamadas tecnologías agroalimentarias (Gonzales, 1994, citado por Gonzales, 2002), es fundamental el enfoque ecosistémico para abordar los componentes de la agrobiodiversidad como un todo que tiene que ver con los tres niveles: los ecosistemas, las especies y los organismos (el genotipo o los genes).

La diversidad agrícola o agrobiodiversidad está constituida por los componentes de la biodiversidad que son utilizadas para la agricultura. Donde asimismo la agrobiodiversidad es un término muy extenso que incluye a todos los componentes de la diversidad biológica que tengan relevancia en la producción de alimentos y la agricultura en general y todos los componentes de la diversidad biológica que constituyen los agroecosistemas, a saber, las diferentes especies y su variabilidad genética de animales plantas y microorganismos en sus diferentes niveles: genético, especies y ecosistemas que son necesarios para mantener en funcionamiento a los agroecosistemas, su estructura y procesos (González 2002, citado por Cadima *et al.*, 2009).

Según Baena, Jaramillo y Montoya (2003), menciona que la agrobiodiversidad comprende la variedad y variabilidad de plantas, animales y microorganismos presentes en la tierra, importantes para la alimentación y la agricultura, que resultan de la interacción entre el ambiente, los recursos genéticos, los sistemas y prácticas

de manejo utilizados por los diversos pueblos. (Baena *et al.*, 2003), expresa que muchos de los componentes de la agrobiodiversidad no sobrevivirían sin la intervención humana, especialmente los que son productos de dicha intervención. Por tanto, el estudio de la agrobiodiversidad abarca: a) la diversidad a nivel de genes, especies y agroecosistemas; b) las distintas formas del uso del suelo y agua en la producción; c) la diversidad cultural que influye en las interacciones humanas a todo nivel.

### **2.2.5 Biodiversidad**

La biodiversidad se refiere a la variabilidad existente entre organismos vivos y sus ecosistemas, dentro de ellas los recursos genéticos vegetales, son importantes porque constituyen la materia prima de la agricultura y son reservorio de genes para la obtención de diferentes variedades (Baena *et al.*, 2003). Así mismo, la biodiversidad es la variedad de formas de vida existentes en el lugar donde vivimos, está compuesta por: diversidad de ecosistemas, diversidad de genes, diversidad de plantas (flora), animales (fauna) y microorganismos, y los conocimientos tradicionales (Ripa y Mérida, 2002).

### **2.2.6 Recursos Fitogenéticos**

Son la suma de todas las combinaciones de genes, esto implica que el material (el germoplasma) tiene o puede tener valor económico o utilitario, actual o futuro. En tanto son útiles, el hombre aprovecha los recursos fitogenéticos y para ello debe conocerlos, manejarlos, mantenerlos y utilizarlos racionalmente. Sin embargo, a pesar de contribuir al sustento de la población y al alivio de la pobreza, son vulnerables; se pueden erosionar hasta desaparecer, poniendo en peligro la continuidad de nuestra especie. Paradójicamente, tanto el aprovechamiento como la pérdida de estos recursos dependen de la intervención humana (Baena y Jaramillo, 2000).

Los recursos fitogenéticos comprenden la diversidad genética correspondiente al mundo vegetal que se considera poseedora de un valor para el presente o el futuro.

Bajo esta definición se incluyen normalmente las categorías siguientes: variedades de especies cultivadas, tanto tradicionales como comerciales; especies silvestres o asilvestradas afines a las cultivadas o con un valor actual o potencial, y materiales obtenidos en trabajos de mejora genética (Esquinas – Alcázar. 1993, citado por Martínez, 2001).

Los recursos fitogenéticos disponibles en la naturaleza abarcan un amplio espectro taxonómico que incluyen desde especies silvestres y formas regresivas (malezas) hasta especies cultivadas, variedades mejoradas incluyendo a productos de biotecnología. Los recursos genéticos permiten desarrollar cultivos productivos resistentes y de calidad, ayudan a las naciones a incrementar la productividad y sostenibilidad de su agricultura e incluso a desarrollarse. Son vulnerables; se pueden erosionar hasta desaparecer poniendo en peligro la continuidad de nuestra especie paradójicamente, tanto el aprovechamiento como la pérdida de estos recursos dependen de la intervención humana, (Baena, Jaramillo & Montoya, 2003).

#### **2.2.6.1 Conservación de recursos fitogenéticos**

Las plantas se conservan dependiendo de su necesidad y/o utilidad actual y futura. Los recursos fitogenéticos se pueden conservar en sus hábitat natural (*in situ*), en condiciones diferentes a las de su hábitat natural (*ex situ*), o combinado los métodos *in situ* y *ex situ*, es decir, de manera complementaria. La selección de uno o varios métodos depende de las necesidades, las posibilidades y de la especie objetivo (Jaramillo y baena, 2000).

Iriarte *et al.* (2009), indican que la región del Altiplano Norte de La Paz cercanas al Lago Titicaca, es actualmente lugares de origen y conservación *in situ* de especies y variedades de papa nativa, entre familias aymaras y quechuas.

#### **2.2.7 Germoplasma**

El germoplasma constituye el elemento de los recursos genéticos que incluye la variabilidad genética intra e inter específica, con fines de utilización en la

investigación en general y especialmente en el mejoramiento genético (Goedert et al. 1997, citado por Revollo, 2004). Holle (2004), también señala que se denomina germoplasma a cualquier parte de una planta que contiene la información genética necesaria para generar y producir una nueva planta adulta.

#### **2.2.7.1 Colecciones del germoplasma**

De acuerdo a lo que manifiesta Jaramillo y Baena (2000), las colecciones son congregaciones de accesiones representativas de una variación genética objetivo de conservación y/o utilización. Las colecciones de germoplasma se clasifican en colección base, activa, núcleo y de trabajo.

La colección base agrupa a la variabilidad genética posible de las especies de interés, incluyendo parientes silvestres, formas intermedias, cultivares, variedades tradicionales y germoplasma lite. La colección activa es un duplicado de la colección base, establecida a corto y mediano plazo para manejo y distribución. Puede conservar germoplasma en forma de semilla, en campo o *in vitro*. La colección núcleo reúne la mayor variabilidad genética de una especie en el menor número de muestras. Se forma duplicando la colección base, separando las accesiones que constituirán la colección núcleo y llevando el resto de la colección de reserva. La colección de trabajo o colección del mejorador, se establece para suministrar germoplasma a investigadores, instituciones o programas de investigación y/o mejoramiento.

#### **2.2.7.2 Bancos de germoplasma**

Mujica, *et al.*, (2004), conceptualiza como banco de germoplasma un área determinado de terreno o ambientes construidos, acondicionados para el almacenamiento de plántulas *in vitro*, plantas, jardines de colectas, plantas desarrolladas y semillas, el cual debe estar atendido por personal especializado.

En el área de los recursos genéticos, un banco de germoplasma o banco de semillas es un lugar destinado a la conservación de la diversidad genética de uno o varios



cultivos y sus especies silvestres relacionadas. En muchos casos, no se conservan semillas si no otros propágulos, tales como tubérculos o raíces debido a que el cultivo en cuestión se multiplica sólo asexualmente. La conservación de las semillas se realiza a bajas temperaturas, de modo de mantener por muchos años una adecuada viabilidad de las mismas. Físicamente, los bancos de germoplasma consisten en grandes depósitos de sobres de semillas conservados.

### **2.2.8 Conservación de recursos genéticos**

De acuerdo lo descrito por (Checa et al., 1998), establece que la conservación y el manejo de los recursos genéticos son unos de los objetivos prioritarios de la investigación agrícola, por la importancia que ellos representan tanto para la población actual como para las futuras generaciones.

Asimismo, (Baena y Jaramillo, 2000), indican que se pueden combinar ambos métodos in situ y ex situ, es decir, de manera complementaria. La selección de uno o varios métodos depende de las necesidades de investigación y de la especie objetivo.

### **2.2.9 Caracterización**

Rojas, (2003), establece que consiste en describir los atributos y/o características de las accesiones de las colecciones de germoplasma, para diferenciar, determinar su utilidad e identificar genes de importancia agronómica e industrial.

Jaramillo, (2000), menciona que son actividades complementarias que sostiene en describir los atributos cualitativos y cuantitativos de las accesiones de una misma especie para diferenciarlas, relaciones entre ellas, también localiza genes que estimulen su uso en la producción o en el mejoramiento del cultivo.

La caracterización es la toma de datos cuantitativos y cualitativos que sirve para describir y diferenciar accesiones de una misma especie. Los principales datos para caracterizar de modo general son:

- Características de la planta: altura, forma, habito de crecimiento, ramificaciones.
- Características de la hoja: Forma, ancho, longitud, color tipo de borde y nervadura.
- Características de la flor: Forma, color, tipo de cáliz.
- Características del fruto: Forma, color, volumen, número de semillas por fruto.
- Características de semilla: Tamaño, forma, color.
- Características agronómicas: Periodo vegetativo, rendimiento etc.

En una primera fase se hace el estudio de todas las accesiones y la caracterización permite conocer la variabilidad del género (Querol, 1998).

La caracterización es la descripción de variación que existe en una colección de germoplasma, en términos de características morfológicas y fisiológicas con alta heredabilidad, es decir características cuya expresión es altamente independiente del medio ambiente, es decir genéticamente determinadas. El objetivo de la caracterización es generalmente la clasificación de una colección con base en características preferiblemente relacionadas en alguna forma con utilidad y el uso potencial del material (Baena *et al.* 2003)

#### **2.2.9.1 Caracterización agronómica**

Según León, Velarde y Quiroz (1994), la caracterización permite clasificar la función que cumple cada componente de los sistemas, en relación a la generación y difusión de alternativas tecnológicas. También indican que los objetivos de caracterización de un sistema son; conseguir información técnica de referencia sobre las prácticas productivas y la productividad en el lugar de estudio. Entender el proceso de toma de decisión de los productores en relación con el funcionamiento de sus sistemas de

producción. Identificar los principales factores limitantes (físicos, biológicos, sociales y económicos) y las posibilidades de generar alternativas para los sistemas caracterizados.

### **2.2.9.2 Caracterización agromorfológica**

Consiste en describir sistemáticamente las variedades de una especie a partir de características cualitativas y cuantitativas, como hábito de crecimiento, la altura de la planta y el color de las flores, estas características son de alta heredabilidad y no varía con el medio ambiente (Rojas, 2007).

Según Baena, Jaramillo & Montoya (2003), la caracterización es la toma de datos mayormente cualitativos para describir las plantas y para diferenciar a las variedades de una misma especie. El material que se va a caracterizar se siembra en el campo o en invernaderos, en parcelas debidamente identificadas y en condiciones de manejo uniforme, estableciendo las poblaciones objetivo, se observan las características de la especie en las diversas etapas de desarrollo y se registran la expresión a partir de un conjunto seleccionado de descriptores. Los datos se toman y se registran de forma sistemática, ordenada y concisa para facilitar su posterior análisis estadístico y para que la información que se obtenga a partir de los mismos descriptores sea comparable y compatible.

Entre los objetivos de la caracterización se encuentran: medir la variabilidad genética del grupo en estudio, se pueden incluir todo el tipo de variabilidad fenotípica, evaluativo y molecular, utilizando en todas ellas descriptores previamente definidos. Investigar cómo se compone la colección estudiada en relación con sus variantes. Identificar genes especiales que puedan expresar caracteres visibles morfológicos o de evaluación (Franco e Hidalgo, 2003).

### **2.2.9.3 Caracterización técnica**

En las caracterizaciones taxonómicas y morfológicas de las colecciones se utilizan descriptores estándares (Publicados por el IPGRI), y en caso de ser necesario se

realizan ajustes a los descriptores existentes o se elaboran otros (García y Cadima, 2003).

Un descriptor es una característica o atributo cuya expresión es fácil de medir, registrar o evaluar y que hace referencia a la forma, estructura o comportamiento de una accesión los descriptores son aplicados en la caracterización y evaluación de las accesiones debido a que ayudan a su diferenciación y a expresar el atributo de manera precisa y uniforme, lo que simplifica la clasificación, el almacenamiento, la recuperación y el uso de los datos. Existe distintas categorías de datos, según la expresión del descriptor que puede ser en forma cualitativa o cuantitativa (Franco e Hidalgo, 2003).

#### **2.2.9.4 Caracterización de agricultor**

Los agricultores emplean varios caracteres fenotípicos de las plantas, para identificar y seleccionar variedades. Estos criterios agromorfológicos pueden abarcar una gran diversidad genética de una especie cultivada. El agricultor aplica ese criterio para disminuir y nombrar las variedades de un cultivo, y lo usamos como base para seleccionar semillas. Por esta razón, podemos decir que los caracteres agromorfológicos de las especies son el eslabón entre el agricultor y la diversidad genética en su ámbito de producción. Es importante comprender las tres formas en que los agricultores hacen uso de los caracteres agromorfológicos de sus cultivos. Los agricultores emplean caracteres agromorfológicos para identificar o distinguir las variedades; los caracteres que sirven para la identificación frecuentemente constituyen la base de la nomenclatura del agricultor. Algunos de estos caracteres son preferidos o valorados por el agricultor, es decir, el agricultor decide sembrar una determinada variedad porque algunas de sus características son deseadas. Los agricultores seleccionan las plantas de una población para mantener estas características deseables, así como para incrementar la presencia de otros caracteres valorados por la población con el paso del tiempo. Por todo esto, un agricultor puede identificar una variedad según atributos fenotípicos fáciles de identificar como son el color y la forma de toda la estructura de la planta etc.;

además, pueden valorar la variedad según su calidad de conocimiento y seleccionada para obtener plantas de mayor rendimiento que a su vez, incrementan el potencial de rendimiento de la variedad (Jarvis, *et al.*, 2006).

De la misma manera Ugarte, Zevallos y Cadima (2007), indican que los agricultores dan importancia a la conservación de la variabilidad de un cultivo, de acuerdo al valor que le asigna, el cual se mide en términos de uso. Los usos están asociados al conocimiento tradicional heredado desde tiempos ancestrales, los cuales pasan de generación en generación como parte de una herencia cultural.

#### **2.2.9.5 Conocimiento tradicional**

Según (Bioética, 2010), los conocimientos tradicionales representan una herencia de los antepasados respecto a experiencias con el ambiente natural, a lo largo de los años. Este conocimiento mejora lógicamente la probabilidad de realizar un diagnóstico de la agrobiodiversidad en los organismos que habitan el ecosistema de entorno.

De acuerdo a (Fundación PROINPA, 2002), se expresa que en la conservación de la agrobiodiversidad es fundamental la participación de los agricultores, siendo las familias quienes siembran y cosechan todos los años la diversidad de cultivos, para garantizar su alimentación diaria. Asimismo, a esto se suman los conocimientos tradicionales en la identificación y descripción de las variedades, haciendo que estas variedades puedan ser destinadas a diferentes usos por sus características.

#### **2.2.9.6 Saberes ancestrales**

Cadima (2007), indica que los agricultores dan importancia a la conservación de la variabilidad de un cultivo, de acuerdo al valor que le asigna, el cual se mide en términos de uso. Los usos están asociados al conocimiento tradicional heredado desde tiempos ancestrales, los cuales pasan de generación en generación como parte de una herencia cultural. Asimismo la Ripa y Mérida (2002), mencionan que los

saberes ancestrales son innovaciones y prácticas de las comunidades indígenas y locales, importantes para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad.

De acuerdo al estudio realizado por (Durán, 1989), indica que el estado actual de las culturas andinas en los relativo a la conservación de métodos adecuados al laboreo de la tierra, se puede resumir al uso de ciertas técnicas de minimizar los riesgos climáticos, como ser el uso de diferentes épocas de siembra, el uso de diversas variedades de una misma especie y cultivos asociados que intenten minimizar los efectos de eventos extremos estacionales como ser sequias o lluvias excesivas. De la misma manera la FAO (1993) citado por Pacheco (2006), indica que los agricultores a lo largo de 12.000 años han seleccionado variedades de cultivos y de razas de ganado para satisfacer las condiciones ambientales y diversas necesidades nutricionales y sociales. La inmensa diversidad genética de los sistemas agrícolas tradicionales es el producto de la innovación humana y de la experimentación tanto histórica como actual.

#### **2.2.10 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 (2002), 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*, *andígena*, *phureja*, *stenotomum*, *ajawiri*, *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, 1999; León, 2009 y Lujan, 2011).

Reino: Vegetal  
División: Magnoliophyta  
Clase: Dicotyledoneae  
Sub Clase: Asteridae

Orden: Solanales  
Familia: Solanaceae  
Género: *Solanum*  
Especie: *Tuberosum*  
Sección: Petota  
Subsección: Potatoe

Según Ochoa (2000) existen nueve especies diferentes de papas:

*S. goniocalyx*  
*S. stenotomum*  
*S. ajanhuiri*  
*S. juzepczukii*  
*S. tuberosum*  
*S. phureja*  
*S. tuberosum*  
*S. chaucha*  
*S. curtilobum*

*Sub especie:*

*S. tuberosum ssp. Andigena*  
*S. tuberosum ssp. tuberosum*

Nombres comunes: papa en quechua y español, ch'oqe en aymara.

### **2.2.11 Características agromorfológicas del cultivo de papa**

La planta de papa es de tipo herbáceo cuyo tamaño varía de 0,30 a 1 m de alto, según las variedades, con un crecimiento erecto o semierecto. Los tubérculos son tallos modificados y constituyen los órganos de reserva de la planta; varían en tamaño, forma y color de la piel y pulpa. Las yemas u ojos del tubérculo maduro

permanecen latentes (dormancia) hasta que desarrollan un estolón de donde se origina una nueva planta (Huaman, 1986).

Los almacenes de luz difusa ayudan a que los estolones no se desarrollen antes de la siembra. Las hojas son compuestas, la flor es bisexual, es decir que tiene estambres (masculino) y pistilos (femenino), el fruto maduro (tamborocoto, pepino) es baya generalmente de color verde oscuro y contiene las semillas, denominadas semillas botánicas, para diferenciarlas de la semilla tubérculo (Tapia, 2007).

Según (CENTA, 2002), los aspectos botánicos se describen a continuación:

**Semilla:** Generalmente se llama semilla al tubérculo seleccionado o destinado para la reproducción y producción de la papa; pero la verdadera semilla es producida en una baya de forma redonda, ovoide o cónica alargada y con un diámetro entre 1 a 3 cm, de color verde, en cuyo interior se encuentra la semilla sexual de papa, la forma y color de ésta es similar a la del tomate, pero con la mitad de su tamaño; es dicotiledónea, con un peso de 0.5 mg. En un gramo existen 1600 semillas y un promedio de 200 semillas por baya y 20 bayas por planta.

**Raíz:** La raíz formada a partir de semilla tubérculo es fibrosa, no existe una raíz principal y posee muchas raíces adventicias. En las plantas provenientes de semilla sexual, la raíz principal es filiforme, a partir de la cual aparecen ramificaciones laterales que forman un sistema fibroso. La raíz formada a partir de semilla tubérculo es fibrosa, no existe una raíz principal y posee muchas raíces adventicias. Su mayor crecimiento lo desarrolla en los primeros 0.20 m de profundidad, extendiéndose lateralmente de 0.30 hasta 0.60 m. Las raíces laterales fibrosas pueden llegar hasta 1.20m de profundidad, en suelos francos y profundos.

**Hojas:** Las hojas son compuestas, con siete a nueve folíolos (imparipinnadas), de forma lanceolada y se disponen en forma espiralada en los tallos. Son bifaciales, ambas epidermis están compuestas por células de paredes sinuosas en vista superficial.



**Tallo:** Los tallos se van engrosando para formar unos cuantos o hasta un máximo de 20 tubérculos cerca a la superficie del suelo. Cada tubérculo tiene entre dos y hasta 10 brotes (u “ojos”), dispuestos en forma de espiral alrededor de su superficie. El tallo es único, aunque algunas veces ramifica. Generalmente es de color verde y algunas veces puede ser marrón-rojizo o morado.

**Flores:** La flor es pentámera tetracíclica, posee 5 estambres de color amarillo, anaranjado y un solo pistilo. La inflorescencia de la papa es una cima terminal que puede ser simple o compuesta. El color de las flores es variable: rosado, blanco, morado (varios tonos) o mezcla de 2 colores. No todas las variedades provenientes de papa-tubérculo y de semilla sexual florecen y forman bayas, en las variedades provenientes de semilla sexual la floración se retarda unas dos semanas más.

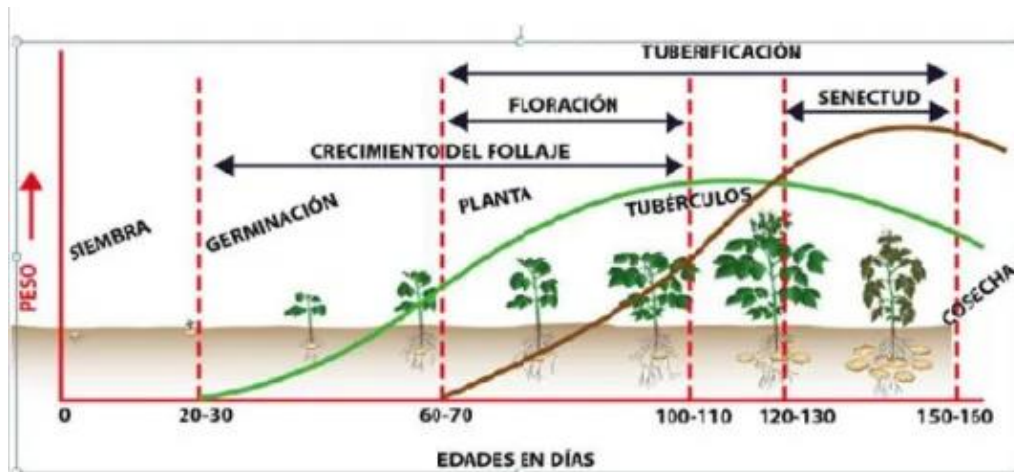
### **2.2.12 Jardín de variedades**

Conocido también como “Banco comunal de semillas”, “Jardín de conservación”, “Huerto de conservación” o “banco genético comunal” son sinónimos para nombrar a una institución local que asegura a los agricultores el acceso a las semillas y plantas adaptadas a las condiciones locales. Para ello es necesario disponer de una parcela en la comunidad, donde las semillas puedan ser seleccionadas y almacenadas, de forma que estén a disposición en cantidad suficiente para aquellos que lo necesitan (Rojas *et al.*, 2006).

### **2.2.13 Fenología de la Papa**

Según al (CIP, 1990), el ciclo fenológico del cultivo de papa se puede dividir en 7 fases, iniciando desde la fase de emergencia o brotación (fase 1), hasta la fase de maduración y la cosecha (fase 7). La duración del ciclo fenológico está determinada por la variedad y las condiciones agroclimáticas de cada una de las regiones productivas.

**Figura 1.- Fenología del cultivo de la papa**



En el siguiente cuadro se detallan las características fenológicas de la papa.

**Cuadro 2.- Fenología de la papa**

Etapa	Características	Duración
Dormancia o reposo de semillas	Transcurre entre la cosecha y brotación	2 a 3 meses
Brotación	Comienzan a emerger las yemas de los tubérculos	2 a 3 meses
Emergencia	Los brotes emergen en el campo cuando tienen condiciones adecuadas de temperatura y humedad	10 a 12 días de plantado
Desarrollo del tallo	Crecimiento del follaje y raíces simultáneamente	20 a 30 días
Desarrollo de los tubérculos	En esta etapa los tubérculos ya están listos para ser cosechados	Variedades precoces a los 75 días
		Intermedias a los 90 días
		Variedades tardías a los 120 días
En zonas bajas, templadas y calurosas el ciclo vegetativo de la papa es de aproximadamente 90 días, mientras que en zonas altas y frías oscila entre 120 y 150 días dependiendo de la variedad cultivada		

Fuente: MDRyT, 2011 en base a FAO, 2008

Además se mencionan las siguientes fases:

**a) Brotamiento de la semilla antes de la siembra**

El brotamiento que se produce antes de la siembra es importante para determinar el estado fenológico del tubérculo – semilla, al momento de la plantación. El estado fisiológico en el que se encuentra el tubérculo-semilla al momento de la siembra determina el rendimiento y el periodo vegetativo de la papa.

**b) Emergencia**

Es cuando la planta ha emergido del suelo y ocurre normalmente a los 30 a 40 días de la siembra.

**c) Estolonización**

Se considera cuando las yemas de la parte subterránea de los tallos inician su crecimiento horizontal en forma de ramificaciones laterales. Ocurre aproximadamente de los 15 a 20 días de la emergencia.

**d) Inicio de la floración**

Se considera cuando la corola en la primera flor de la inflorescencia se abre completamente, lo que generalmente ocurre a los 20 a 25 días a la emergencia.

**e) Inicio de la tuberización**

Esta fase se caracteriza por el agrandamiento de la fase distal de los primeros estolones formados y ocurre a los 35 a 40 días de la emergencia.

**f) Final de la floración**

Se considera como la última flor de la planta cuando inicia su marchitamiento y secado. Esto ocurre aproximadamente de los 55 a 85 días de la emergencia.

**g) Final de la tuberización**

Es cuando el último estolón de la planta inicia su engrosamiento en su extremo distal.

#### **h) Madures fisiológica**

Ocurre aproximadamente a los 135 a 145 días después de la siembra.

Por otro lado, se describen las fases fenológicas del cultivo de papa. Estas fases fueron adaptadas con base en la consulta con expertos (F. Brenes, exdirector de la agencia de Pacayas, comunicación personal, 24 de octubre de 2017) citada en (Avilés & Piedra; 2016 recopilado de Uribe et al., 2013) las cuales son:

- 1) *Fase de emergencia o brotación*
- 2) *Fase de crecimiento de brotes laterales*
- 3) *Fase de inicio de la tuberización*
- 4) *Fase de llenado de tubérculos*
- 5) *Fase de maduración*

#### **2.2.14 Factores que determinan su desarrollo y producción**

Indican que el crecimiento depende de los procesos de las plantas tales como la fotosíntesis, respiración, absorción de agua y sustancias nutritivas minerales y orgánicas. Obviamente si el desarrollo ocurre en forma simultánea al crecimiento, también se verá afectada por estos mismos procesos según Rodríguez, (1992) citado por Condori (2006).

#### **2.2.15 Factores que influyen en el desarrollo del cultivo de papa**

Los factores que determinan e influyen el desarrollo del cultivo de la papa son:

##### **a) factores abióticos**

**Temperatura**, el clima desempeña un factor importante en la producción de papa, los cultivos más productivos se encuentran ubicados en regiones (o estaciones) en

las que prevalecen las bajas temperaturas. Las temperaturas ideales se sitúan en el rango de 20 a 25° C durante el día y 10 a 16° C durante la noche.

**Fotoperiodo**, influye sobre varios procesos fisiológicos de la planta, especialmente en el crecimiento de las ramas, estolones, floración y tuberización. La Producción de tubérculos depende del crecimiento de los estolones. Su crecimiento está favorecido por los días largos; por el contrario. Los días cortos reducen su tamaño y no permiten la formación de tubérculos.

**Humedad**, la cantidad de agua en el suelo y la precipitación atmosférica afectan la producción de las papas, pues influyen diversos procesos fisiológicos de la planta, principalmente el crecimiento, fotosíntesis y la absorción de nutrientes.

#### b) Factores bióticos

**Enfermedades**, entre las enfermedades que más se difunden en el altiplano se tiene:

**Cuadro 3.- Enfermedades del cultivo de papa**

N. común	N. científico	Tipo	Otro
Tizón tardío	<i>Phytophthora infestans</i>	Hongo	Enfermedad más seria en el mundo de papa. Puede matar una plantación en 7 - 10 días. Humedad, lluvia y nuevas hojas bien sana favorezca. Síntomas: lesiones café o negro indistinto por las hojas o tallos con amarillo alrededor. Hay un veloso blanco cuando hay Hº.
Tizón temprano	<i>Alternaria solana</i>	Hongo	Similar al tizón temprano pero no es tan serio. Plantas u hojas en madurez favorezca. Síntomas: lesiones redondo quemado en forma de círculo.
Rhizoctonia	<i>Rhizoctonia solana</i>	Hongo	Síntomas: lesiones café por el tallo abajo la tierra. Estrangulamiento del tallo.

**Fuente: REDEPAPA**

**Plagas**, entre las plagas que más se difunden en el altiplano se tiene:

**Cuadro 4.- Plagas del cultivo de papa**

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Lugar de ataque</b>	<b>Otro</b>
Áfidos	<i>Myzus persicae</i> <i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Hojas - transmite virus es de enrollamiento de las hojas y otros mosaicos	Síntomas: no tiene la transmisión de virases es el problema. La papa puede aguantar muchas moscas blancas si no está guardando semilla para otra siembra.
Gorgojo de los Andes	<i>Premnotrypes Spp.</i>	Forma galerías en las hojas, tubérculos perforan hoyos	Puede ser muy dañoso. Controlarlos con insecticidas.
Polilla de la papa Minadores de la hoja	<i>Phthorimaea operculella</i>	Forma galerías en las hojas tubérculos – perforan hoyos	Puede ser dañoso. Frio favorezca. Controlarlos con insecticidas sistémico.

**Fuente: REDEPAPA**

### **2.2.16 Impactos del cambio climático en el cultivo de papa**

A nivel mundial los impactos del cambio climático para este cultivo se pueden mencionar como las escasas precipitaciones y bajas temperaturas en las provincias Cotopaxi y Quero de Ecuador (SENAMHI, 2004). Los bajos rendimientos de producción en los países de México, Perú, Chile. La disminución de la calidad y cantidad de papa va afectando tanto a las familias campesinas como las urbanas en Centro América.

En un periodo inicial, las variedades introducidas que logran un nivel de adaptación en las condiciones climáticas del altiplano y medianamente responden a las costumbres y realidad socio cultural del altiplano, son difundidas por cuanto proyecto de desarrollo rural actúa en ella (Coca, 1998).

Para las variedades de papas dulces, como la imilla blanca, huaycha, sani imilla, colombianas, holandesas, etc., existen varias razones que afectan los rendimientos,

pero la más básica se atribuye a las condiciones de clima menos drástico y razones de mercado. Pero, en gran parte del altiplano central y norte, estas variedades de papas dulces fueron virtualmente descartadas debido a las heladas y, solamente son cultivadas muy aisladamente y en lugares algo especiales, como las laderas (Coca, 1998).

El Centro Regional Ayllu Majasaya Mujlli y AGRUCO (2001), realizaron estrategias campesinas en la comunidad de Tapacarí del Departamento de Cochabamba, en donde citan en su publicación, los problemas climáticos para el cultivo de papa de la región, que son las siguientes:

- a) **Helada**, en el mes de diciembre cuando las plantitas están empezando a crecer y desarrollarse son afectados y cuando hay buena humedad las plantas se recuperan.
- b) **Granizada**, se presentan en el periodo de floración y también cerca de la madurez de la papa.
- c) **Sequía**, se presenta en cualquier época de desarrollo de las plantas; a veces después de la siembra, en la brotación, entonces las plantas no crecen y aparecen algunas plagas.
- d) **Nevada**, se presenta cerca de la cosecha, más o menos después de carnaval son perjudiciales para todos los cultivos; en el caso de la papa ayudan a que aparezcan más verrugas. Pero si se presentan entre julio y agosto son buenos.

### **2.2.17 Sistema productivo y cambio climático**

El sistema de producción se basa en la Teoría General de Sistemas que fue desarrollada por el biólogo alemán Von Bertalanffy citado por Mazoyer (2009) y que en esencia es una perspectiva integradora y holística (referida al todo), Mazoyer, menciona que los sistemas se identifican como conjuntos de elementos que guardan estrechas relaciones entre sí y que mantienen al sistema directa o indirectamente

unido de modo más o menos estable y cuyo comportamiento global persigue algún tipo de objetivo.

El riesgo potencial del efecto de cambio global puede tener niveles de vulnerabilidad en relación a nivel de productividad de los sistemas productivos ganaderos. Conforme el nivel de producción se incrementa la vulnerabilidad del animal es mayor y cuando esto se asocia a un ambiente adverso entonces el animal tiene mayor riesgo (Kabubo - Mariara, 2008).



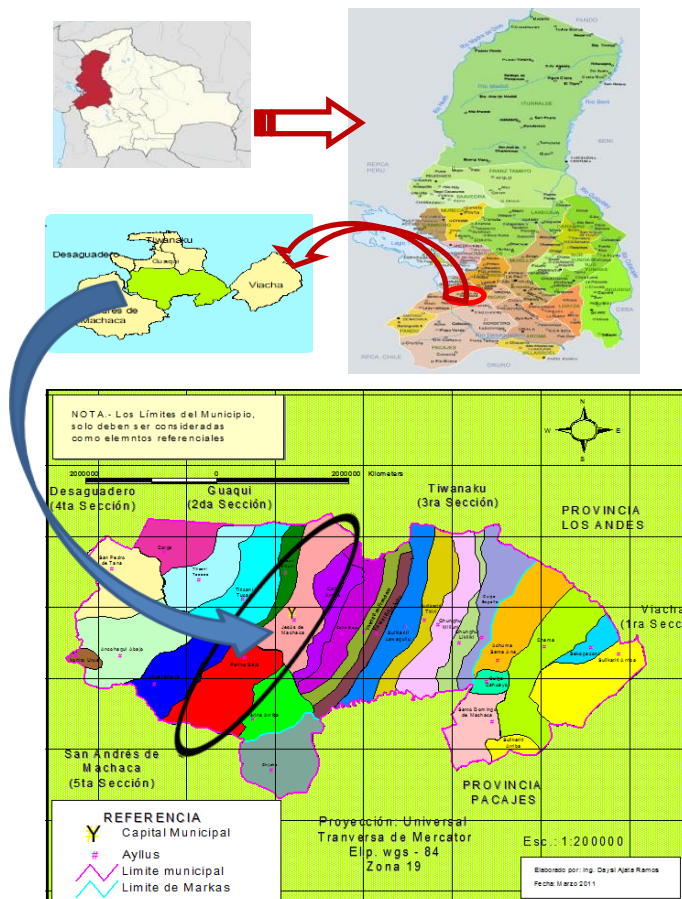
### III. SECCIÓN DIAGNÓSTICA

#### 3.1 Materiales y métodos

##### 3.1.1 Localización y ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en las Comunidades de Parina Bella Vista y Jesús de Machaca, del Municipio de Jesús de Machaca, Sexta Sección de la Provincia Ingavi del Departamento de La Paz. Las Comunidades se encuentran ubicados a 122 km de la Ciudad de La Paz geográficamente se sitúa entre las coordenadas 16°46'45.0" de Latitud Sur y 68°48'33" de Longitud Oeste, con una altitud entre los 3.800,0 y 4.200,0 m.s.n.m. (PTDI, 2006-2021).

**Figura 2.- Mapa de ubicación geográfica**



### **3.1.2 Características del lugar**

#### **3.1.2.1 Clima**

De acuerdo a SENAMHI, (2012) descrito en PTDI, (2016-2021). El municipio de Jesús de Machaca, caracterizada por tener clima frío, templado y cálido de acuerdo a lo siguiente:

**Zona Alta:** Se clasifica como semiárido y/o sub húmedo y de frío a templado, con precipitación pluvial que varía de 500 a 450 mm, siendo los meses más lluviosos diciembre a marzo; la evapotranspiración potencial es alta; días con riesgo de heladas todo el año; la presencia de granizadas es frecuente y de difícil pronóstico durante toda la época de lluvias.

**Zona Baja:** Se clasifica como semiárido y/o sub húmedo de frío a templado, con precipitación pluvial que varía de 500 a 600 mm, siendo los meses más lluviosos diciembre a marzo; la evapotranspiración potencial es alta, determinando un déficit hídrico de magnitud; días de heladas de 40 a 80 días, empero el riesgo puede prolongarse a 8 meses del año (de abril a octubre); presencia de granizadas entre los meses lluviosos y época de maduración de los cultivos, en consecuencia la producción agrícola es de riesgo.

##### **3.1.2.1.1 Temperatura**

Como la mayor parte de las regiones del altiplano, el Municipio de Jesús de Machaca generalmente presenta un clima frío, sin embargo existe variación según las diferentes estaciones del año, topografía y altitud.

A medida que se va incrementando la altitud, el clima se hace más frío y es muy desfavorable para las prácticas agrícolas, por otro lado en zonas circundantes al río desaguadero existe la formación de microclimas que hacen que el clima se presente más propicio para los cultivos. Se debe tomar en cuenta también el cambio brusco en el clima entre la noche y el día.

Finalmente es importante mencionar que según las costumbres y conocimientos ancestrales de los originarios, el clima está determinado por las lluvias, en donde en época seca el clima se hace más frío y generalmente no se desarrolla las actividades agrícolas, por el contrario la época húmeda permite la producción de los cultivos de la región.

Los reportes de la estación meteorológica de Tiwanaku, más cercana al municipio Jesús de Machaca, indican que la temperatura promedio anual es de 8.08°C.

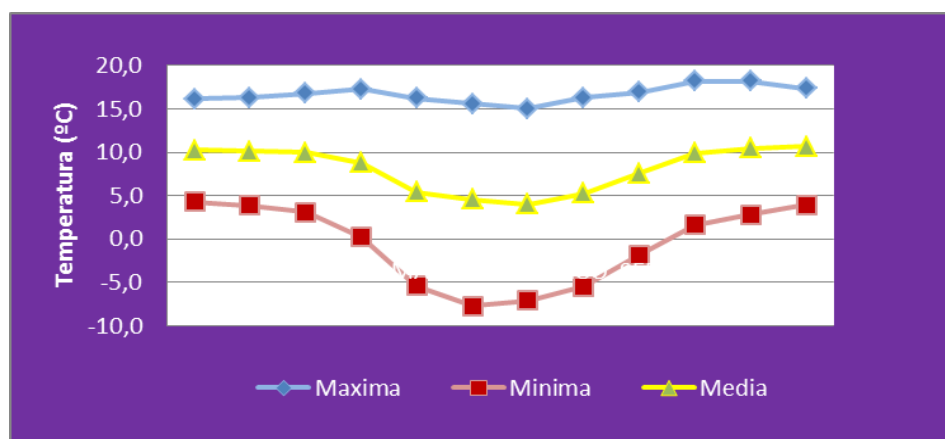
**Cuadro 5.- Temperaturas promedio del Municipio Jesús de Machaca periodo 2015-2021 en °C.**

Temperatura	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máxima	16,2	16,3	16,8	17,3	16,2	15,6	15,0	16,3	17,0	18,2	18,2	17,4
Mínima	4,3	3,8	3,1	0,2	-5,4	-10,8	-7,1	-5,5	-1,8	1,6	2,8	4,0
Promedio	10,23	10,09	9,95	8,78	5,40	4,58	3,97	5,25	7,56	9,93	10,49	10,68

Fuente: Elaboración con base al SENAMHI 2021

Las variaciones térmicas registradas son de amplio margen, donde las temperaturas máximas se registran entre los meses de octubre y noviembre con 18.2 °C y la temperatura mínima es de -10.8 °C bajo cero registrándose en el mes de junio.

**Figura 3.- Temperatura máxima, mínima y promedio del Municipio en °C.**



Fuente: Elaboración con base al cuadro anterior

### 3.1.2.1.2 Precipitación

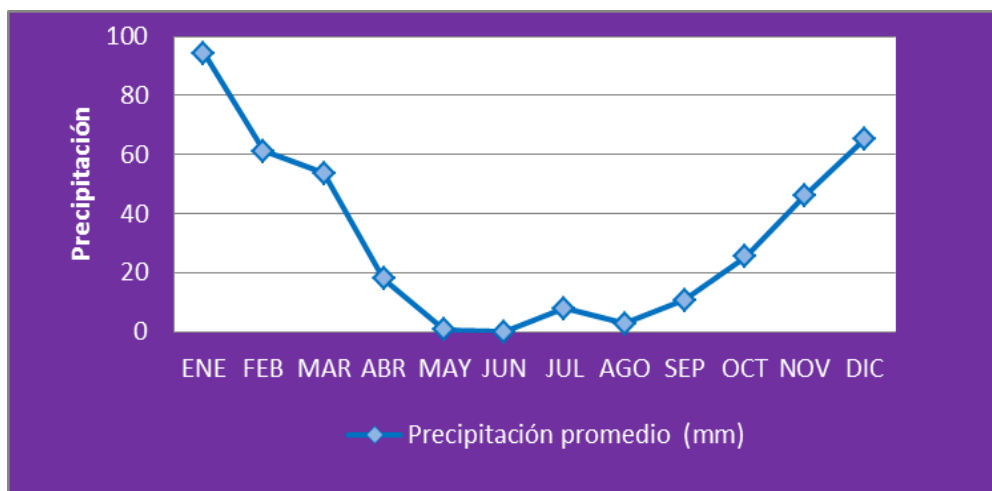
La distribución de la precipitación en el municipio, se caracteriza por una estacionalidad marcada irregularmente. El período lluvioso más intenso se produce durante 6 meses del año (Octubre a Marzo), alcanzando precipitación mensual máxima de 94,26 mm en el mes de enero y el periodo seco, teniendo precipitación mensual mínima de 0,00 mm en el mes de junio. Esta estacionalidad es más marcada en la zona del alto andino del Municipio.

**Cuadro 6.- Precipitación promedio del Municipio Jesús de Machaca (mm)**

Precipitación (mm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	94,26	61,00	53,58	17,96	0,56	0,00	7,80	2,72	10,72	25,38	46,06	65,40

Fuente: Elaboración con base al SENAMHI 2021

**Figura 4.- Precipitación promedio del Municipio (mm.)**



Fuente: Elaboración con base al cuadro anterior

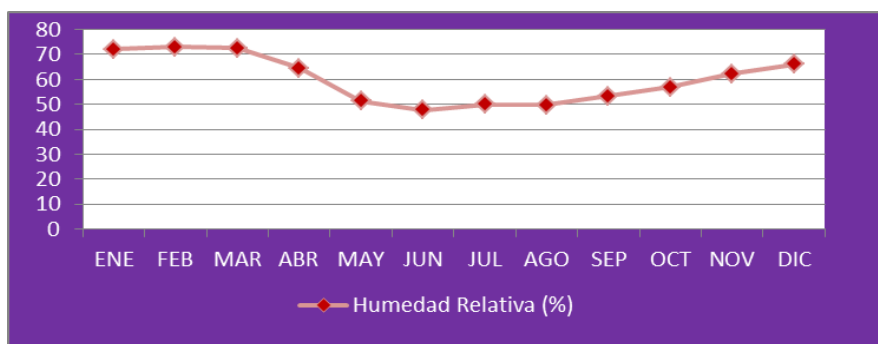
En el Cuadro siguiente se puede observar la humedad relativa promedio, la que fluctúa alrededor de 59.98 %, esto se debe a la influencia de sus zonas alto andinas pero especialmente a la acción directa del río desaguadero que torna el ambiente semi-húmedo y frígido.

**Cuadro 7.- Humedad Relativa del Municipio Jesús de Machaca (%)**

Humedad Relativa (%)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	72	73	73	65	51	48	50	50	53	57	62	66

Fuente: Elaboración con base al SENAMHI 2021

**Figura 5.- Humedad Relativa (%)**



Fuente: Elaboración con base al cuadro anterior

La alta radiación y vientos fuertes, originan una intensa evaporación del lago Titicaca, favoreciendo la formación de masas nubosas que precipitan en el propio lago o en zonas cercanas. Se registran mayores días de heladas (87 días) en los meses de junio a agosto. Los vientos más fuertes se dan entre los meses de agosto a febrero en sentido Nor Oeste, y de igual dirección pero con menos intensidad en los meses marzo a julio coincidiendo con otoño e invierno.

### 3.1.2.1.3 Clasificación climática

El Municipio de Jesús de Machaca al encontrarse en plena meseta andina altiplánica, está flanqueado por la Cordillera Occidental y por la Cordillera Oriental. La temperatura media ambiente anual es de 8.5 °C, la máxima media anual es de 17.6 °C, la mínima media anual es de -0.5 °C, la máxima extrema anual es de 22.0 °C (diciembre) y la mínima extrema anual de -11.0 °C (junio - julio). (SENAMHI, 2021).

Asimismo, la humedad atmosférica es relativa debido a la incipiente vegetación y al intenso frío que no permite un nivel suficiente de evaporación. En las zonas cercanas al río Desaguadero se genera un clima con alto grado de humedad, cuyo periodo de duración puede persistir hasta ocho meses, presentando vasta vegetación de arbustos. En Jesús de Machaca la precipitación fluvial es variada y se da entre los meses de diciembre a marzo o abril

### 3.1.2.2 Suelo

Los suelos del Municipio en general son planos, ondulados o ligeramente inclinados, está conformado por material sedimentario (iluta y bendonita) y material detrítico. Sus características y aptitudes de uso están determinadas por la altitud y factores climáticos. Su capacidad de uso se determinada a partir de la siguiente tabla, elaborada por el plan de uso de suelos 2005:

**Cuadro 8.- Clasificación según su capacidad de uso**

<b>Clase</b>	<b>Características</b>
<b>Suelos Arables</b>	
I	Suelo sin limitaciones, muy productivo, en cultivos adaptados al clima de la zona
II	Suelos con limitaciones, aptitud reducida para algunos cultivos, requiere prácticas de manejo.
III	Suelos con severas limitaciones, se reduce el número de cultivos, requiere prácticas de conservación de suelos
IV	Suelos con muy severas limitaciones, uso restringido para ciertos cultivos, requiere prácticas de manejo.
<b>Suelos no Arables</b>	
V	Suelo con severas limitaciones, difíciles de corregir, uso únicamente para pasturas naturales o introducidas. Escaso peligro de erosión.
VI	Suelo con muy severas limitaciones, no aptos para cultivos anuales, uso restringido a plantas perennes, pasturas, forestales.
VII	Suelo con muy severas limitaciones, no aptos para cultivos anuales, restringido al uso forestal o zonas de protección.
VIII	Suelos no aptos para el aprovechamiento económico, con severas limitaciones, deben ser declarados como zonas de protección y destinarlos a parques nacionales o de vida silvestre.

Fuente: Elaboración con base al Plan de uso de suelos 2005

### 3.1.2.3 Vegetación

De acuerdo a diagnóstico municipal PTDI (2016-2021). Actualmente, la vegetación del Municipio y de las Comunidades del estudio, se encuentra bajo presión por la práctica de extracción selectiva e intensiva sobre algunas especies vegetales, como son los tólares y pajonales, sin que exista ningún tipo de control sobre el uso de estas especies. Como resultado de dichas prácticas se están produciendo áreas sin protección o sin cubierta vegetal, también debe considerarse el impacto de la actividad minera y quema de pajonales. Por lo general, las laderas de los cerros en el Municipio presentan suelos rocosos y poco desarrollados. Asimismo, por los rellenos sueltos de los afloramientos rocosos es frecuente encontrar arbustos aislados de los géneros *Baccharis* y *Parastrephia*, también es común y algunos casos dominante la *Fabiana* densa y con menor abundancia se dan las especies como *Lampaya castellani*, de mucha importancia por su uso tradicional.

Las cactáceas en general han adoptado caracteres xeromorfos para afrontar por una parte, la escasa disponibilidad del agua, debido a las temperaturas bajas y la elevada salinidad del medio y por otra parte, la concentración limitante de nutrientes, en especial de Nitrógeno y Fósforo.

El matorral o pradera tólar se encuentra en las zonas planas de todo el Municipio. Aparecen matorrales de arbustos resinosos, micrófilos y siempre verdes o tólares. La distribución de estos es muy amplia, abarcando las grandes llanuras fluvio lacustres altiplánicas. En las áreas con suelos de textura franco arenosa hasta arcillosa, profundas y moderadamente ácidas no salinas, crecen las especies *Parastrephialepidophylla* y *Parastrephia Quadrangularis* aunque esta es más fácil encontrarla en las proximidades de las laderas de los cerros del Municipio.

Mientras que en los suelos con textura franco limoso hasta arcilloso, alcalinos, calcáreos y algo salinos de las playas lacustres dominan las especies como la *Parastrephia lúcida* y *Anthobrytriandrum* indicadoras de suelos algo alcalinos y algo salinos.

Los tolares están siendo víctimas de una masiva extracción para ser usados como combustible. Asimismo, podemos indicar que la altura que alcanzan en diferentes áreas donde crecen nos da una idea de la intervención a la que han sido sometidas. Se pueden encontrar arbustos de hasta metro y medio de altura en las zonas con menor impacto y arbustos de pequeño tamaño en combinación con gramíneas en los lugares más intervenidos.

La pradera tolar pajonal constituye un matorral ralo con pajonal dominado por plantas leñosas. La masiva extracción de la tola está produciendo una transformación en la estructura y fisonomía del área. La extracción de los tolares provoca un aumento de las gramíneas.

La variación en composición florística y cobertura se relaciona con los factores climáticos y edáficos. La especies que forman esta unidad vegetal son *Festuca orthophylla* y *Stipa ichu*, otras gramíneas que se hallan con menor frecuencia son *Deyeuxia*, *Muhlenbergia* y *Poa* sp, también en forma rala aparecen en asociaciones con *Lampaya castellani*.

Dentro esta unidad podemos destacar dos grandes grupos: los pajonales altos que pueden alcanzar alturas de hasta un metro. Por otra parte, están los pastizales con gramíneas halófitas en zonas algo más húmedas que crecen solo unos centímetros de alto, formando el chijial como el Orko Chiji *Distichlis Humilis*.

### **3.1.3 Materiales**

#### **3.1.3.1 Material genético**

Resultado de la inventariación llevado a cabo en las dos Comunidades de Parina Bella Vista y Jesús de Machaca, se han registrado y utilizado material genético de las distintas especies de tubérculos andinos, el mismo fue inventariado durante el ciclo agrícola 2021 – 2022 y utilizados en el presente estudio.

El término utilizado en el presente trabajo de investigación para describir a la multiplicidad de material genético evaluado por especie es “Variedades locales”, para



posteriores interpretaciones. Al respecto, Franco e Hidalgo (2003) mencionan que las variedades recolectadas en regiones donde el cultivo se originó o diversificó, se denominan variedades nativas o autóctonas o locales, considerando aquellas variedades que usan los agricultores tradicionalmente, y que no han pasado por ningún proceso de mejoramiento sistemático y científicamente controlado, cuya semilla es producida por los mismos agricultores.

### **3.1.3.2 Materiales de campo**

Se emplearon los siguientes materiales: Cinta métrica, 1 GPS-Navegador, cuaderno de apuntes, lápiz, goma, regla metálica, yutes plásticos, bolsas redes, bolsas plásticas, cámara fotográfica, pitas, picotas, palas, chontillas, mochila aspersor, letreros, libro de registro, tabla de colores tractor agrícola (Con arado de disco, arado de reja y rastra).

Para la caracterización se empleó descriptor de papa propuesto por el Centro Internacional de la Papa (CIP), descriptores morfológicos de la papa (*Solanum tuberosum* L.). Ed. CCBAT (Centro de Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife).

### **3.1.3.3 Material de gabinete**

Los materiales utilizados para el trabajo de gabinete fueron una computadora con paquetes (Word, Excel, Power point entre otros), libros de registros, cuaderno de campo, material de escritorio, balanza digital, impresora y cámara digital.

### **3.1.4 Metodología**

La investigación fue desarrollada durante el ciclo agrícola 2021 – 2022, en el marco de una investigación a base a un método inductivo. Siendo que el método inductivo es un proceso en el que, a partir del estudio de casos particulares, se obtienen conclusiones universales o relacionan los fenómenos estudiados (Rodríguez, Barrios, y Fuentes, 2004). Se refiere a la identificación de variedades de papas nativas de las Comunidades de Parina Bella Vista y Jesús de Machaca.

Las características de la investigación abordada, determina que el tipo de investigación desarrollada se de carácter: descriptiva, que es un tipo de investigación en la que el propósito del investigador es el de describir situaciones, eventos y hechos. Esto quiere decir cómo y cómo se manifiesta determinado fenómeno. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características de algún proceso que se someta a un análisis (Hernández Sampieri, 2003), así se pretende comparar e identificar variedades de papas nativas producidas en las Comunidades de Parina Bella Vista y Jesús de Machaca.

El presente estudio de investigación se ha desarrollado bajo un diseño investigativo que contempla la investigación transversal y no experimental. Que según (Hernández, 2010), El estudio transversal es aquel que se “refiere a la recolección de datos en un solo momento de tiempo, en un momento único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado, es como tomar una fotografía de algo que sucede”. Por ello que se analiza los datos para determinar, las variedades existentes y su consumo en la zona.

#### **3.1.4.1 Procedimiento de trabajo**

La investigación se centró en la obtención y recopilación de información primaria y secundaria sobre las “Variedades locales”, para posteriores interpretaciones, realizando el análisis y caracterización de las papas nativas; la misma que fue realizados en tres fases:

##### **a) Fase de Planificación**

La búsqueda de la información primaria y secundaria, diagnóstico participativo, recorrido de la zona y delimitación del área de trabajo; visitas a comunidades con explicación de trabajo y selección de las comunidades, bajo lo siguiente:

**Información primaria:** Se obtuvo a través de los contactos de Autoridades Originarias, productores, técnicos agropecuarios de las Comunidades seleccionadas; para la recopilación de la información se emplearon herramientas

como: Entrevistas, encuestas individuales y grupales, visitas a productores para observar sus actividades y principalmente la recolección de variedades.

**Información secundaria:** Se obtuvo a partir de fuentes documentales como: Plan Territorial de Desarrollo Integral (PTDI) del Municipio, informes de instituciones (PROINPA, CIPCA), bibliotecas, descriptores.

El **diagnóstico participativo**, que según AGRUCO (1992), es una metodología que se sostiene en la confianza y el diálogo intercultural, buscando que una comunidad no sólo participe en el proceso de investigación, si no que principalmente los agentes extremos - investigadores con proyectos de desarrollo. Deben ser actores involucrados en la vida de la comunidad de estudio, de manera que, a partir de una adecuada comprensión y revalorización del saber campesino se apoye la vigorización de las capacidades de autodesarrollo.

#### **b) Fase de trabajo en campo**

La recopilación de información disponible de los productores, informantes clave, autoridades originarias locales y otros. Se usó técnicas de diagnóstico participativo tales como entrevista, encuestas, visitas a reuniones y observación directa e indirecta.

#### **c) Fase de análisis de datos**

La sistematización y tabulación de la información con el respectivo ordenamiento y clasificación de la información. Análisis cualitativo y cuantitativo de la información obtenida.

### **3.1.4.2 Variables de Respuesta**

Las variables caracterizadas en las variedades de la papa nativa son los siguientes:

### 3.1.4.2.1 Variables cualitativas

Las variables cualitativas (o **variables categóricas**) es una variable que pueden tomar como valores cualidades o categorías.

**Cuadro 9.- Detalle de 8 variables cualitativas caracterizadas en el cultivo de la papa nativa**

Nº	Variables Cualitativas	Codificación
1	Color predominante de la piel de tubérculo	CPT
2	Color secundario de la piel del tubérculo	CST
3	Color predominante de la carne del tubérculo	CCT
4	Color secundario de la carne del tubérculo	CSC
5	Forma general de los tubérculos	FT
6	Profundidad de los ojos	PO
7	Importancia y usos de la diversidad genética de la papa nativa	I
8	Forma de consumo	FC

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

**1) Color predominante de la piel del tubérculo (CPT).** Llegando las plantas a la madurez fisiológica y posterior a la cosecha, se realizó la evaluación en los tubérculos considerando color predominante de la piel, bajo el siguiente codificación:

- |                  |                   |
|------------------|-------------------|
| (1) Blanco-crema | (6) Rojo          |
| (2) Amarillo     | (7) Morado-rojiso |
| (3) Anaranjado   | (8) Morado        |
| (4) Marrón       | (9) Negruzco      |
| (5) Rosado       |                   |

**2) Color secundario de la piel del tubérculo (CST).** De la misma manera, como evaluación del tubérculo en su exterior, se registró información sobre la presencia o ausencia del color secundario en la piel, considerando los siguientes rangos de colores:

- |                  |                    |
|------------------|--------------------|
| (0) Ausente      | (5) Rosado         |
| (1) Blanco-crema | (6) Rojo           |
| (2) Amarillo     | (7) Morado-rojizo  |
| (3) Anaranjado   | (8) Morado         |
| (4) Marrón       | (9) Morado violeta |

**3) Color predominante de la carne del tubérculo (CCT).** En base a la tabla de colores y el descriptor de papa, y realizando un corte de tubérculo por la mitad se registró color predominante de pulpa, en base a la siguiente codificación:

- |                    |                     |
|--------------------|---------------------|
| (1) Blanco         | (5) Amarillo oscuro |
| (2) Crema          | (6) Rojo            |
| (3) Amarillo claro | (7) Morado          |
| (4) Amarillo       | (8) Violeta         |

**4) Color secundario de la carne del tubérculo (CSC).** Conforme el código en descriptor, para este carácter se evaluó en base a parámetros de color secundario de pulpa como:

- |                    |                     |
|--------------------|---------------------|
| (0) ausente        | (5) amarillo oscuro |
| (1) blanco         | (6) rojo            |
| (2) crema          | (7) morado          |
| (3) amarillo claro | (8) violeta         |
| (4) amarillo       |                     |

**5) Forma del tubérculo (FT).** Para evaluar la forma de tubérculo de las variedades cosechadas, se determinó conforme a los parámetros que utiliza el descriptor de la papa, como; dentro la forma general se tiene:

- |                |                      |
|----------------|----------------------|
| (1) Comprimido | (5) Elíptico         |
| (2) Redondo    | (6) Oblongo          |
| (3) Ovalado    | (7) Oblongo alargado |
| (4) Obovoide   | (8) Alargado         |

Y dentro de las formas raras:

- |               |                  |
|---------------|------------------|
| (0) Ausente   | (5) Falcado      |
| (1) Aplanado  | (6) Enroscado    |
| (2) Clavado   | (7) Digitado     |
| (3) Reniforme | (8) Concertinado |
| (4) Fusiforme | (9) Tuberosado   |

**6) Profundidad de ojos (PO).** De la misma manera para determinar la profundidad de los ojos presentes en el tubérculo, se realizó en base a siguiente codificación del descriptor de la papa:

- |                                  |                  |
|----------------------------------|------------------|
| (1) Sobresaliente                | (7) Profundo     |
| (3) Superficial                  | (9) Muy profundo |
| (5) Medio o ligeramente profundo |                  |

**7) Importancia y usos de la diversidad genética de papa nativa (I).** Reafirman el alto grado de diversidad genética. Se tiene que insistir en declarar que los recursos genéticos están en peligros de perderse, a pesar de múltiples esfuerzos. Para disminuir este peligro existen diferentes maneras y técnicas de conservación, tanto para las especies vegetales cultivadas, como para las silvestres (Tapia, 1993).

Desde el punto de vista de Pardavé (2014), la papa es considerada uno de los principales alimentos, en todo el mundo, como alimento indispensable por la

excelencia de sus cualidades y su sabor, ofrece la posibilidad de ser empleada en múltiples preparaciones.

Según estudios desarrollados por el Centro Internacional de la papa, este producto andino contiene hierro y zinc, elementos que elevan el coeficiente intelectual de las personas que consuman este producto además de crear defensas para resfríos por su alto valor de vitamina C (La Patria, 2013).

Cómo lo hacen notar los autores en los anteriores párrafos, podemos decir que la papa es la "columna vertebral" de la alimentación y economía de muchos productores del altiplano boliviano, que cada vez prefieren sembrar las variedades requeridas en los mercados y dejar de lado las nativas, que tienen más nutrientes pero son poco comercializadas.

Por lo que es necesario determinar la importancia que tienen los cultivos en la alimentación, consumo y sus múltiples usos, estas variedades nativas son un componente importante del agro ecosistema.

De acuerdo a Jallasa, (2007). Se evaluó los siguientes aspectos de importancia de la diversidad genética de la papa nativa (*Solanum spp*).

**Cuadro 10.- Importancia y usos de variedades nativas de papa**

1	Alimenticio	El tubérculo cocido o frío preparado de múltiples formas, como chuño, carapulca, tunta, entre otros.
2	Medicinal	Un efectivo antiespasmódico, hemostático y actúa contra las úlceras gástricas, reumatismo, picadura de insectos, quemaduras y cálculos renales.
3	Cosmético	Sobre la piel se colocan mascarillas del tubérculo para combatir las arrugas.

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

## 8) Forma de consumo (FC).

Los tubérculos de papa tiene diversos usos, así en la alimentación humana el producto se consume fresco o procesado, de acuerdo a la versión de los productores y consumidores.

### 3.1.4.2.2 Variables cuantitativas o agronómicas

En el cuadro 11, muestra y describe el momento de la evaluación de las variables cuantitativas, durante las fases fenológicas del cultivo.

**Cuadro 11.- Momento de evaluación de las variables cuantitativas**

VARIABLES	COD	MOMENTO DE LA EVALUACIÓN	UNID.
Días a la 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 tuberización (días)	DTU	Se toma cuando los estolones aparecen en las plantas de la papa	Días
Días a la madurez o cosecha (días)	DCO	Se observa las plantas entran a la etapa de dehiscencia y que los tubérculos ya no se plan al brote de los dedos.	Días
Número de tubérculos por planta (nº)	NTP	En la cosecha de cada variedad	Nº
Peso de tubérculos en 5 plantas (kg.)	PT	En la cosecha de cada variedad	kg.

**Fuente:** Elaboración en base a datos de evaluación durante el ciclo de cultivo (2022)

Las lecturas de las variables agronómicas se la realizaron una vez identificada las variedades en la parcela, para determinar si existen variaciones en el comportamiento del cultivo.



**Cuadro 12.- Detalle de 6 variables cuantitativas caracterizadas en el cultivo de la papa nativa**

<b>Nº</b>	<b>Variables Cualitativas</b>	<b>Codificación</b>
1	Días a la emergencia	DEM
2	Días a la floración	DFL
3	Días a la tuberización	DTU
4	Días a la madurez o cosecha	DCO
5	Número de tubérculos por planta	NTP
6	Peso de tubérculos en 5 plantas	PS

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

**a) Días a la emergencia (DEM)**

Esta variable fenológica se determinó en forma visual, contando los días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que más del 50% de las plantas han emergido sobre la superficie del suelo.

**b) Días a la floración (DFL)**

El control de la floración se realizó en forma visual contando los días transcurridos desde el momento de la siembra (plantación) hasta el momento en que más del 50% de las plantas han florecido.

**c) Días a la tuberización (DTU)**

Para la variable días a la tuberización se ha realizado el seguimiento permanente, siendo que apenas aparecen los primeros botones florales se ha verificado las puntas de los estolones que comenzaron a ensancharse, dando paso a la formación de los tubérculos.

Según (PROINPA, 1995), la formación de tubérculos o tuberización, es el proceso biológico más importante del que es capaz la planta de la papa. La tuberización se realiza en dos etapas consecutivas.

- **Inducción o inicio:** Ocurre cuando los azúcares se depositan en la forma de almidón; las células se multiplican a lo largo del “gancho”, los estolones dejan crecer. La inducción ocurre en 1 o 2 semanas a nivel de la planta.
- **Tuberización o “llenado”:** Es la etapa de crecimiento del tubérculo; las células se multiplican radialmente (hacia costados del “gancho”) y el tubérculo se expande (crece) por acumulación de agua y sólidos. Ocurre hasta la muerte del follaje.

#### **d) Días a la madurez o cosecha (DCO)**

Se contabilizaron los días transcurridos a partir de la siembra hasta el momento en que se supera el 51% de plantas que presentan amarillamiento. Se puede verificar cuando el follaje de la planta alcanza su máximo desarrollo. La planta está naturalmente madura, cuando la mayor parte de las hojas muestran color amarillento, ha perdido la totalidad de hojas o cuando no muestra follaje verde. La papa está madura cuando al ser presionada con la yema de los dedos no pierde su cáscara y esta podría estar asociada con la final de la floración. Los tubérculos alcanzan la madurez fisiológica a los **75 días en variedades precoces; 90 días para intermedias y 120 días para variedades tardías**, y registrándose el ciclo de 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 día)

Se caracteriza especialmente por la acumulación de carbohidratos (en forma de almidón), con un incremento constante en el tamaño y peso de los tubérculos, bajo condiciones óptimas de humedad. Esta etapa puede durar de 60 a 90 días, lo que depende del clima y sanidad del cultivo, ya que la humedad tiene una relación directa con el tamaño y calidad de los tubérculos

**e) Número de tubérculos por planta (NTP)**

Se ha realizado en el momento de la cosecha, contabilizando el número de tubérculos existentes por plantas, luego registrar en el cuaderno de campo. Para posteriormente se pesó en balanza analítica.

**f) Peso de tubérculos en 5 plantas (PT)**

Se realiza en una balanza cada una de las variedades registrándose los datos obtenidos para su posterior análisis de resultados.

El registro de este dato, se procedió al pesaje de los tubérculos cosechados de 5 plantas, 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.

## **IV. SECCIÓN PROPOSITIVA**

En el siguiente acápite se presenta la información obtenida en la caracterización y evaluación de variedades de papa (*Solanum spp.*), detallado en Anexo 8 (imágenes de papa nativa en sus 52 variedades), obteniendo los datos de 8 variables cualitativas y 6 variables cuantitativas. Los resultados y discusiones de los diferentes análisis estadísticos se describen a continuación:

### **4.1 Resultados y discusión**

#### **4.1.1 Variables cualitativas**

Dentro de las variedades nativas de papa, existe una diversidad morfológica representada en las características de forma y de color de la piel del tubérculo, es así que la papa colectada en las Comunidades de Parina Bella Vista y Jesús de Machaca, mostró diferentes formas con ciertas variaciones, así mismo los tubérculos mostraron variabilidad de colores, mientras que algunos de un solo color y otros combinadas, detallado en Anexo 8.

En el presente análisis son evaluados las 52 variedades, tanto en frecuencia nominal como en frecuencia porcentual conforme a sus características comunes y/o estados de las 8 variables cualitativas evaluadas según las características del cultivo, Cuadro 13.

**Cuadro 13.- Caracteres del tubérculo evaluados en papa según el estado y frecuencia**

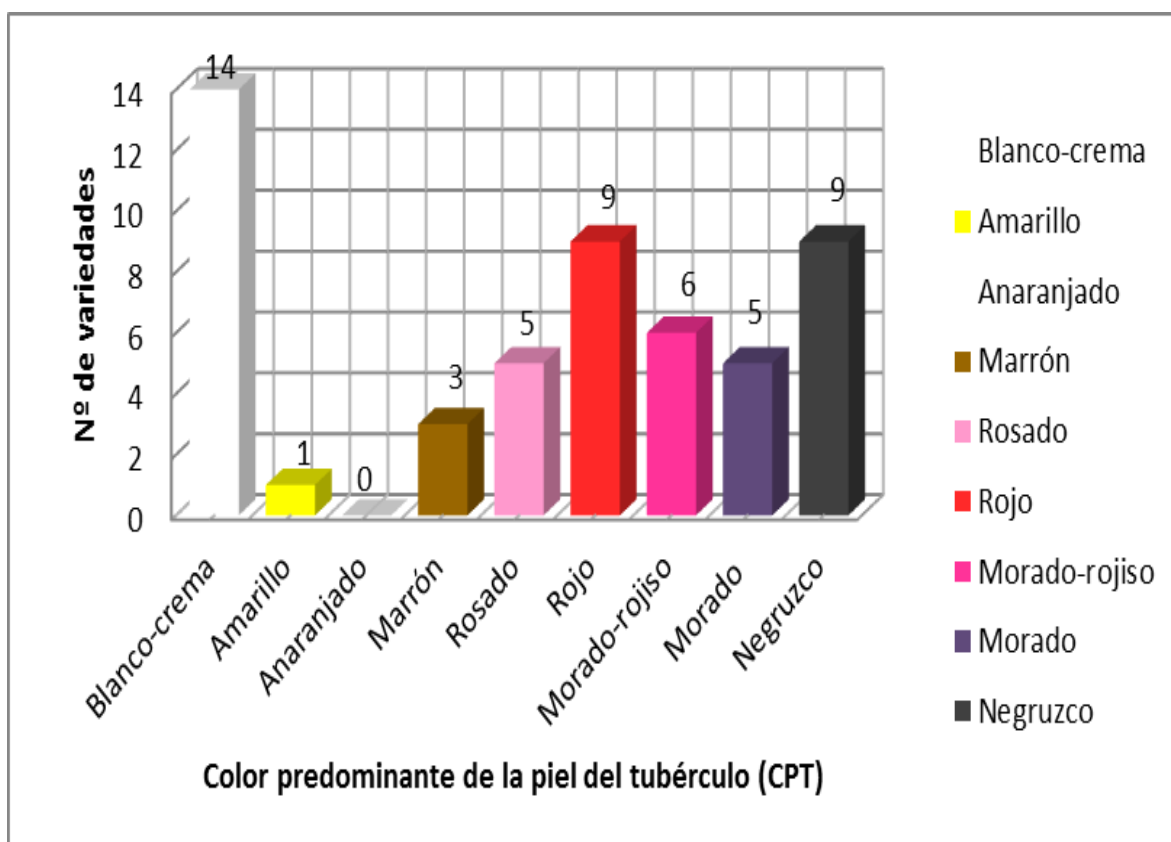
Carácter o variable	Estado y significado	Frecuencia de variedades	Frecuencia %
Color predominante de la piel del tubérculo (CPT)	1. Blanco-crema	14	26,92
	2. Amarillo	1	1,92
	3. Anaranjado	0	0,00
	4. Marrón	3	5,77
	5. Rosado	5	9,62
	6. Rojo	9	17,31
	7. Morado-rojiso	6	11,54
	8. Morado	5	9,62
	9. Negruzco	9	17,31
Color secundario de la piel del tubérculo (CST)	0. Ausente	0	0,00
	1. Blanco-crema	26	50,00
	2. Amarillo	10	19,23
	3. Anaranjado	4	7,69
	4. Marrón	1	1,92
	5. Rosado	4	7,69
	6. Rojo	0	0,00
	7. Morado-rojiso	4	7,69
	8. Morado	3	5,77
9. Morado violeta	0	0,00	
Color predominante de la carne del tubérculo (CCT)	1. Blanco	11	21,15
	2. Crema	26	50,00
	3. Amarillo claro	8	15,38
	4. Amarillo	4	7,69
	5. Amarillo oscuro	3	5,77
	6. Rojo	0	0,00
	7. Morado	0	0,00
	8. Violeta	0	0,00
Color secundario de la carne del tubérculo (CSC)	0. Ausente	12	23,08
	1. Blanco	9	17,31
	2. Crema	23	44,23
	3. Amarillo claro	3	5,77
	4. Amarillo	3	5,77
	5. Amarillo oscuro	1	1,92
	6. Rojo	0	0,00
	7. Morado	1	1,92
8. Violeta	0	0,00	
Forma del tubérculo (FT)	1. Fusiforme	1	1,92
	2. Comprimido	4	7,69
	3. Redondo	11	21,15
	4. Ovalado	1	1,92
	5. Ovovoide	3	5,77
	6. Ovovoide aplanado	1	1,92
	7. Ovovoide clavado	2	3,85
	8. Elíptico	3	5,77
	9. Elíptico aplanado	3	5,77
	10. Elíptico fusiforme	1	1,92
	11. Elíptico digitado	1	1,92
	12. Oblongo	4	7,69
	13. Oblongo aplanado	5	9,62
	14. Oblongo alargado	3	5,77
	15. Alargado	2	3,85
	16. Alargado clavado	5	9,62
	17. Alargado reniforme	1	1,92
	18. Alargado fusiforme	1	1,92
Profundidad de ojos (PO)	1. Sobresaliente	1	1,92
	2. Superficial	20	38,46
	3. Medio o ligeramente prof.	20	38,46
	4. Profundo	10	19,23
	5. Muy profundo	1	1,92

**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados (2022)

#### 4.1.1.1 Color predominante de la piel del tubérculo (CPT)

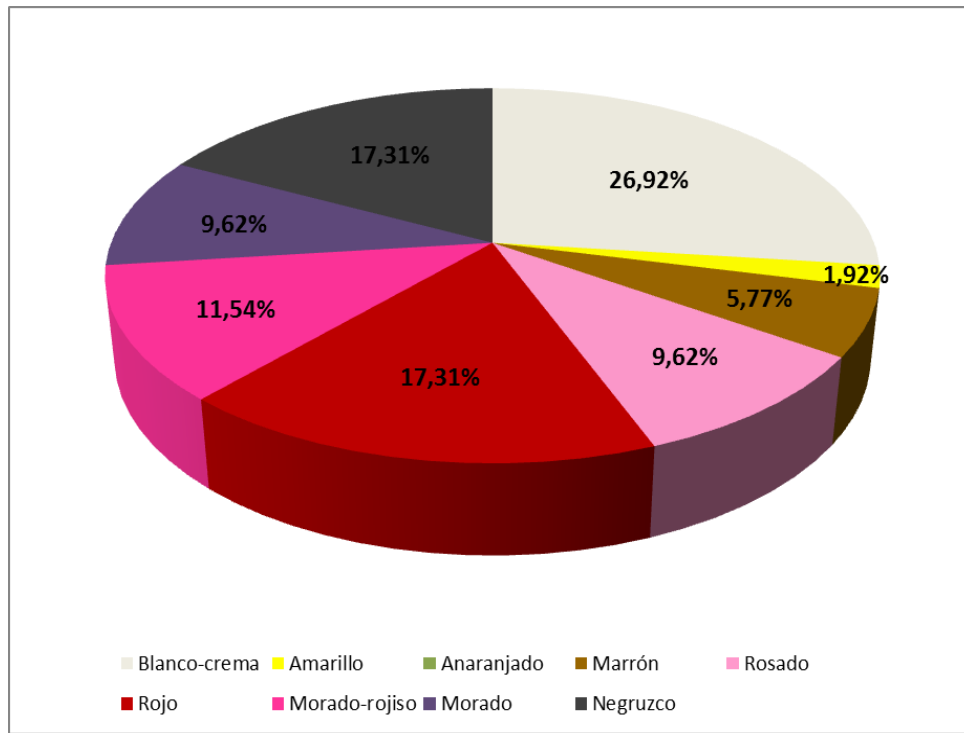
En cuanto a color predominante de la piel del tubérculo (CPT) (Ver Cuadro 13, para identificar los colores), se observa la variabilidad de los tubérculos de papa en la Figura 6 y 7. Es así que el color que sobresale es de 14 variedades que representa a 26,92% del cultivo de papa que tiene un color predominante “Blanco crema”, 9 variedades de 2 frecuencias que representan el 17,31% de color “rojo” y “negruzco”, 6 variedades que representa 11,54% de color “morado rojiso”, 5 variedades de 2 frecuencias que representan el 9,62% de color “rosado” y “morado”, 3 variedades que representa el 5,77% de color “marrón” y la menos frecuente es de color “amarillo” con tan solo 1 variedad.

**Figura 6.- Frecuencia color predominante de la piel del tubérculo**



**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados (2022)

**Figura 7.- Diagrama de frecuencia porcentual color predominante de la piel del tubérculo**



**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados (2022)

La clasificación de papas nativas (*Solanum spp*), según color predominante de la piel del tubérculo (CPT) y las variedades clasificados podemos observar en el siguiente Cuadro 14 y en la Figura 8:

**Cuadro 14.- Clasificación de color predominante se la piel del tubérculo**

Nº	CPT	Variedades de papas
1	Blanco crema	Janq'u ajawiri, Qutu sisu, Aqa sisu, Saylu sisu, Janku q'aisa, khucchijipilla, K'auna luk'i, Sayt'u luk'i, Muruq luk'i, Ch'uqipitu, Jnaq'u surimana, Jank'u saphi, Jank'u imilla y Jank'u pala.
2	Amarillo	Q'illu puya
4	Marrón	Moroco q'uyllu puya, Qaqa pala y Qami
5	Rosado	Mulunkhu, Waych'a, Wila q'aisalli, Sani runa y Jank'u yurima
6	Rojo	Wila q'aisa, Wila pinku, Wila suriku, Waka laxra, Qulla wila imilla, Pureja, Wila allqa imilla, Wila p'itikaña y Isla qheni.
7	Morado rojiso	Laram qutu sisu, Surimana, Kiswara, Churi puya, Wila pala y Chuluku
8	Morado	Morado ajawiri, Laram sisu, Laram q'aisa, Ch'iyar paqu imilla y Monda qaqa sani
9	Negrusco	Laram luk'i, Luk'i negra, Ch'iyar surimana, Ch'iyar tuwana, Ch'iyar imilla, Allka ch'iyar imilla, K'usillo, Q'uyllu y Qaqa lluk'u

**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados (2022)

**Figura 8.- Diversidad morfológica y de colores de papa nativa**

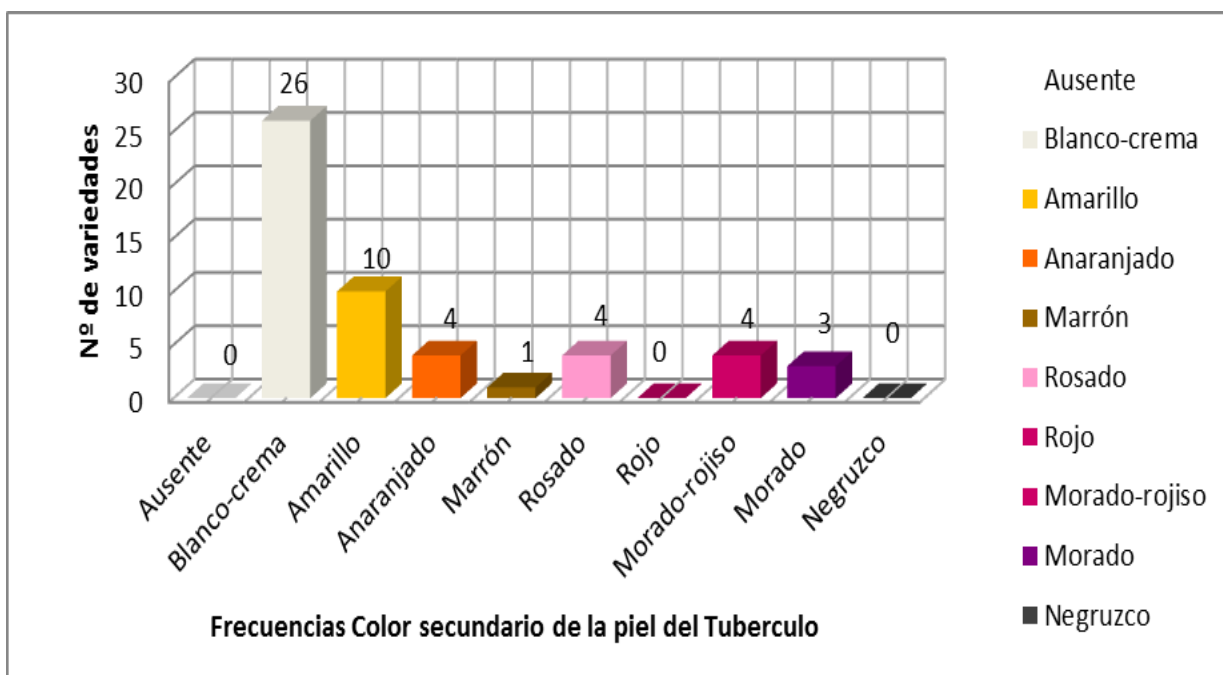




#### 4.1.1.2 Color secundario de la piel del tubérculo

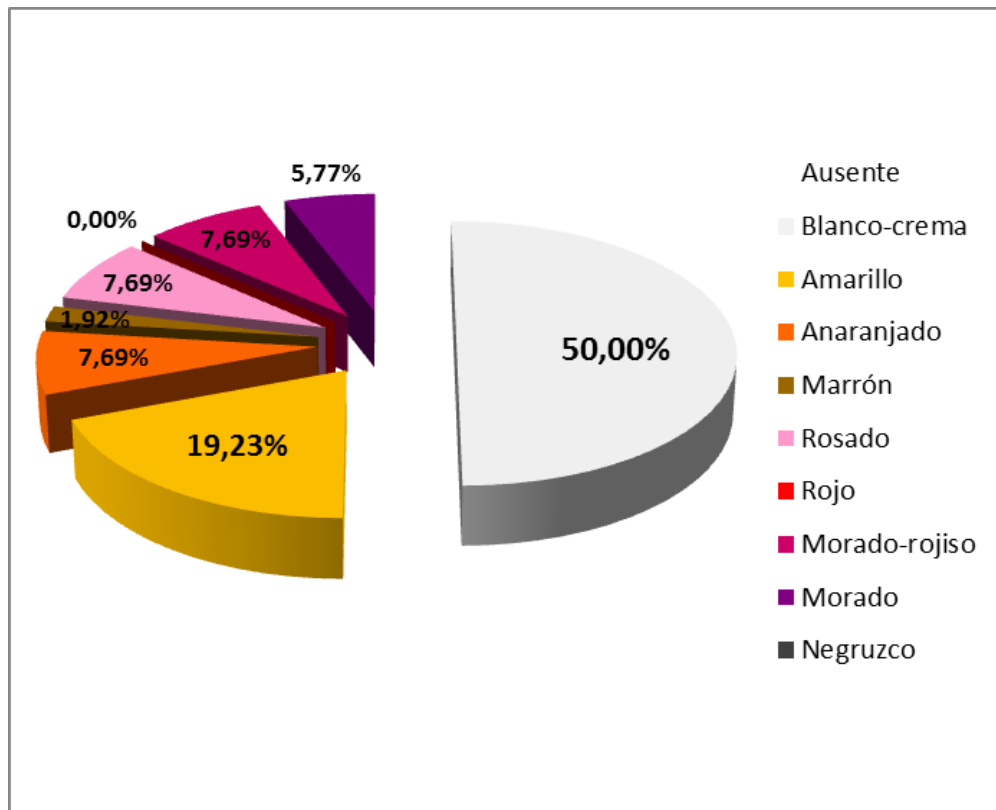
En cuanto a color secundario de la piel del tubérculo (CST) (Ver Cuadro 13, para identificar los colores), se observa la variabilidad de color secundario de los tubérculos de papa en la Figura 9 y 10. En la cual, el color que predomina es de 26 variedades que representa a 50,00% del cultivo de papa que tiene un color secundario de la piel de “Blanco crema”, 10 variedades que representan el 19,23% de color “amarillo”, 4 variedades de 3 frecuencias que representa 7,69% cada uno de color “anaranjado”, “rosado” y “morado rojizo”; 3 variedades que representan el 5,77% de color “morado” y la menos frecuente es de color “marrón” con tan solo 1 variedad”.

**Figura 9.- Frecuencia color secundario de la piel del tubérculo**



**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados (2022)

**Figura 10.- Diagrama de frecuencia porcentual color secundario de la piel del tubérculo**



**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados

Los valores correspondiente a color secundario de la piel del tubérculo (CST) se muestran en el (Anexo 8) y Figura 11 en donde se observa la variabilidad de colores secundarios de la piel del tubérculo, registrando que los tubérculos Janq'u ajawiri, Qutu sisu, Aqa sisu, Saylu sisu, Laram q'aisa, Wila q'aisa, Janku q'aisa, khucchijipilla, Wila pinku, K'auna luk'i, Sayt'u luk'i, Muruq luk'i, Ch'uqipitu, Jnaq'u surimana, Surimana, Ch'iyar surimana, Kiswara, Waka laxra, Ch'iyar tuwana, Qulla wila imilla, Jank'u saphi, Ch'iyar paqu imilla, Qami, Jank'u imilla, Pureja y Q'uyllu presentaron similar color de blanco crema; los tubérculos Waych'a, Wila q'aisalli, Q'illu puya, Ch'iyar imilla, Moroco q'uyllu puya, Qaqa pala, Monda qaqa sani, Wila allqa imilla, Jank'u pala e Isla qheni presentan el color amarillo; los tubérculos Wila pala, Wila p'itikaña, Sani runa y Jank'u yurima presentan color anaranjado; la variedad k'usillo

presenta el color marrón; Laram sisu, Mulunkhu, Wila suriku y Churi puya presentan color similar de rosado; Morado ajawiri, Laram qutu sisu, Allka ch'iyar imilla y Wila Chuluku de color morado rojiso; y, los tubérculos Laram luk'i, Luk'i negra, y Qaqa lluk'u de color morado.

**Figura 11.- Diversidad de color secundario de la piel del tubérculo**

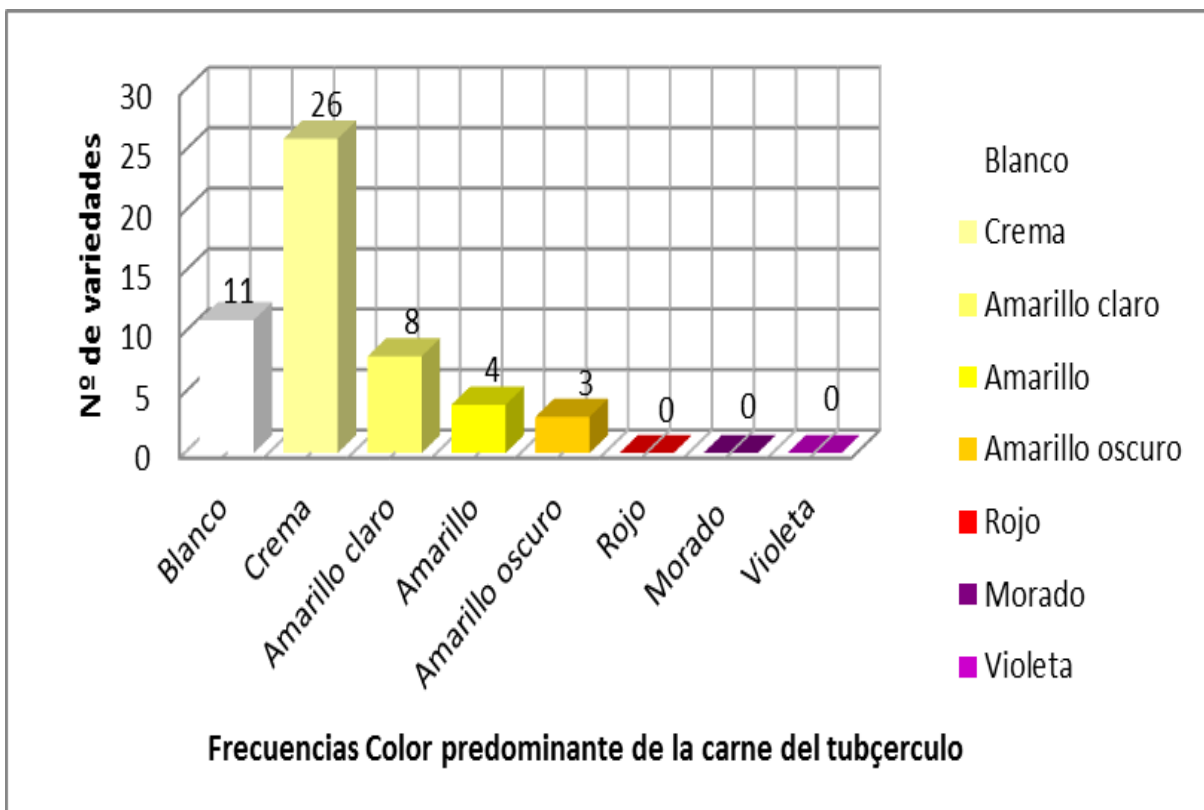


#### **4.1.1.3 Color predominante de la carne del tubérculo (CCT)**

Con relación a color predominante de la carne del tubérculo (CCT) (Ver Cuadro 13, para identificar los colores), según la Figura 12 y 13, se visualiza la variabilidad existente en la papa al color de la carne de los tubérculos, teniendo una variación de acuerdo a la variedad que muestran coloración que varía desde color blanco, crema, amarillo clero, amarillo y amarillo oscuro, en algunos casos con anillos vasculares amarillos o morados, siendo de mayor predominancia con 26 variedades que representa a 50,00% manifestaron que el color de la pulpa del tubérculo fue de color “crema”, 11 variedades que representa 21,15% presentan el color “blanco”, 8 variedades que representa el 15,38% de color “amarillo claro”, 4 variedades que representa el 7,69% de color “amarillo” y en menor cantidad como se detalla en el cuadro con 3 variedades que representa el 5,77% de color “amarillo oscuro”. De la misma manera se observa en la Figura 11, tomando en cuenta la coloración primaria

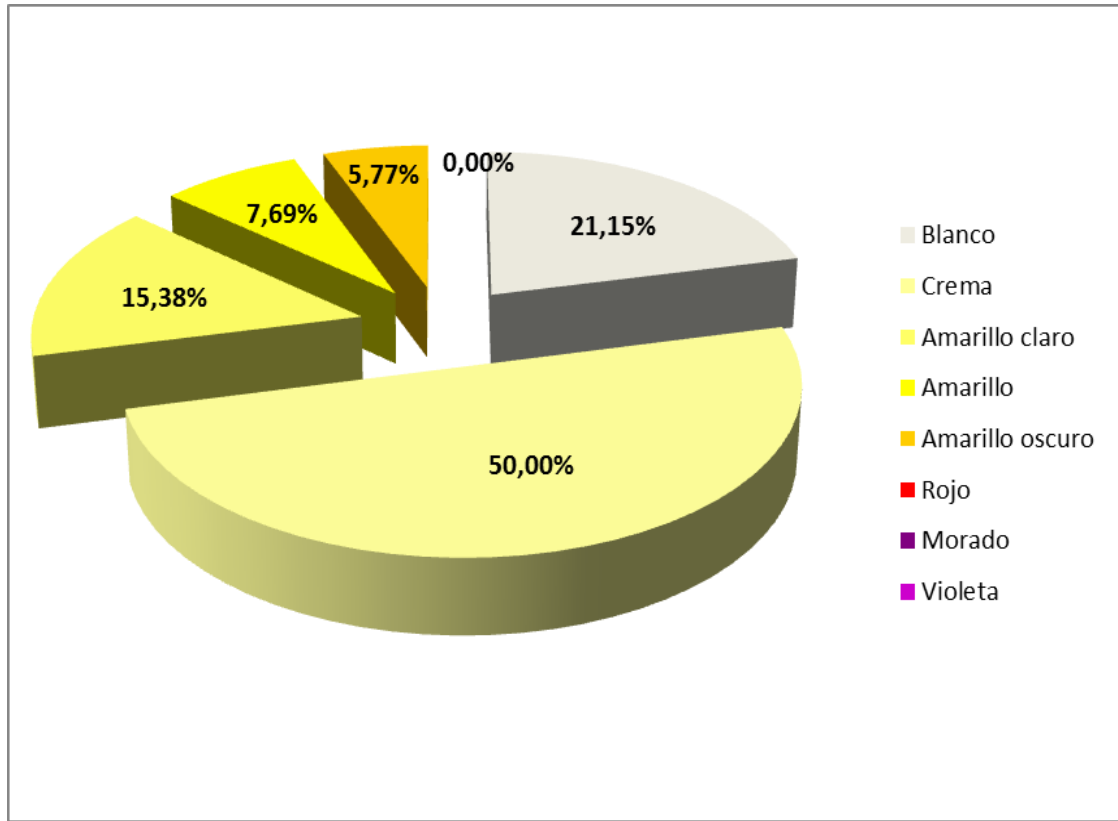
siendo mayor área que ocupa y no así el color secundario donde se observó algunos variedades manchas muy pequeñas que pasan desapercibidos cuando se utilizó la tabla de colores propuesto por (IPGRI)

**Figura 12.- Frecuencia color predominante de la carne del tubérculo**



**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados (2022)

**Figura 13.- Diagrama de frecuencia porcentual color predominante de la carne del tubérculo**



**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados (2022)

Los datos correspondientes al color predominante de la carne del tubérculo de la papa nativa se observa en el Anexo 8 y la Cuadro 15, lo que se detalla de acuerdo a las variedades y tubérculos:

**Cuadro 15.- Clasificación de color predominante de la carne del tubérculo**

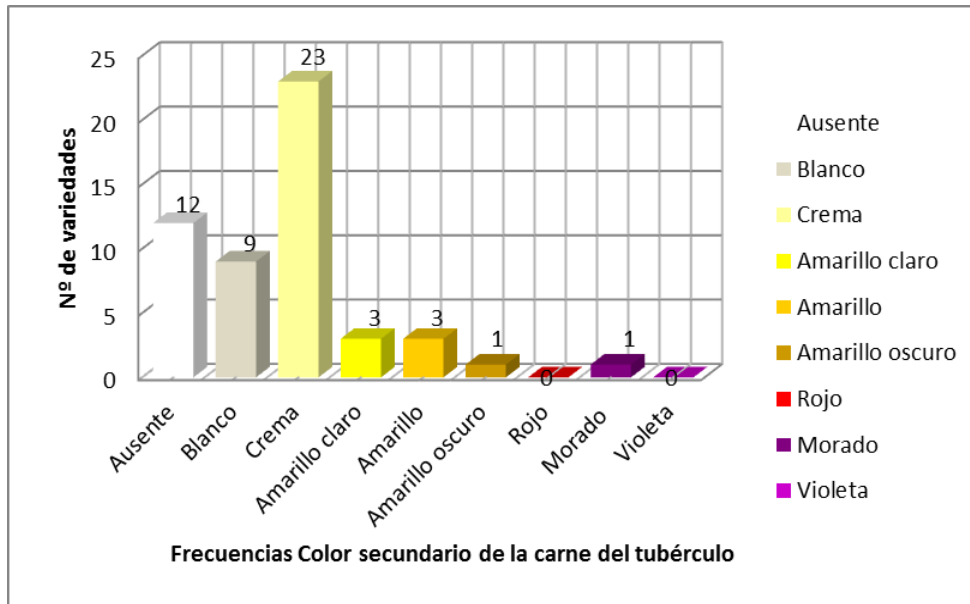
Nº	CPT	Variedades de papas
1	Blanco	Laram q'aisa, Wila q'aisa, Janku q'aisa, khucchijipilla, K'auna luk'i, Sayt'u luk'i, Laram luk'i, Mulunkhu, Muruq luk'i, Ch'uqipitu y Qami.
2	Crema	Janq'u ajawiri, Morado ajawiri, Laram qutu sisu, Laram sisu, Wila pinku, Surimana, Waych'a, Wila suriku, Kiswara, Waka laxra, Ch'iyar tuwana, Qulla wila imilla, Ch'iyar imilla, Moroco q'uyllu puya, Jank'u saphi, Ch'iyar paqu imilla, Allka ch'iyar imilla, Jank'u imilla, Pureja, Wila allqa imilla, K'usillo, Wila p'itikaña, Q'uyllu, Sani runa, Chuluku, Isla qheni.
3	Amarillo claro	Qutu sisu, Aqa sisu, Saylu sisu, Janq'u surimana, Ch'iyar surimana, Wila q'aisalli, Q'illu puya y Jank'u pala
4	Amarillo	Churi puya, Qaqa pala, Monda qaqa sani y Wila pala
5	Amarillo oscuro	Luk'i negra, Jank'u yurima y Qaqa lluk'u

**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados (2022)

#### 4.1.1.4 Color secundario de la carne del tubérculo (CSC)

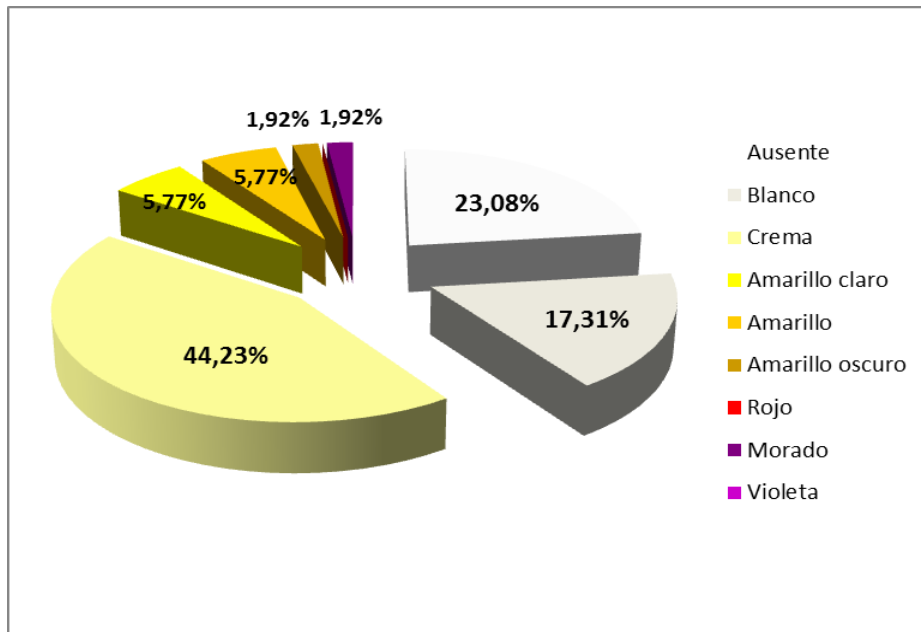
Referente a color secundario de la carne del tubérculo (CSC) (Ver Cuadro 13, para identificar los colores), se evidencia la poca variabilidad de color secundario de la carne de los tubérculos de papa mostrada en la Figura 14 y 15, que la predominancia es de 23 variedades que representa a 44,23% del cultivo de papa que tiene un color secundario de la carne de “crema”, 12 variedades que representan el 23,08% sin color “ausente”, 9 variedades que representa 17,31% de color “blanco”; 3 variedades de dos frecuencias que representan cada uno el 5,77% de color “amarillo claro” y “amarillo”, y la menos frecuente es de color “amarillo oscuro” y “morado” con tan solo 1 variedad”.

**Figura 14.- Frecuencia color secundario de la carne del tubérculo**



**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados (2022)

**Figura 15.- Diagrama de frecuencia porcentual color secundario de la carne del tubérculo**

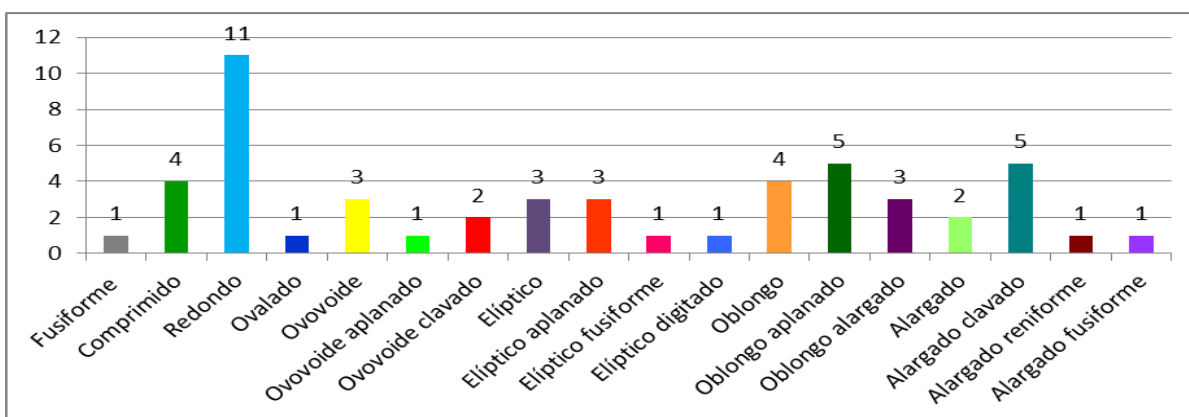


**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados (2022)

#### 4.1.1.5 Forma del tubérculo (FT)

Las papas nativas presentan diversidad de formas del tubérculo, es así que de acuerdo a evaluaciones realizadas de las diferentes especies que se utilizaron se muestran en las Figuras 16 y 17 (Clasificación detallada en Anexo 4). La clasificación de la papa según la forma del tubérculo en mayor cantidad se ha encontrado con 11 variedades que representa a 21,15% de forma “redonda” entre los más relevantes podemos mencionar a las variedades (waych’a, qulla wila imilla, ch’iyar imilla, murucu q’uyllu puya, jank’u saphi, monda qaqa sani, qami, allka ch’iyar imilla, jank’u imilla, pureja e isla qheni); de la misma manera con 5 variedades que representa el 9,62% de forma “oblongo alargado” y “alargado clavado”, con 4 variedades que representa el 7,69% de forma “comprimido” y “oblongo”; 3 variedades que representa el 5,77% de forma “ovovoide”, de forma “elíptico”, de forma “elíptico aplanado” y de forma “oblongo alargado”; 2 variedades que representa el 3,85% de forma “obovoide clavado” y de forma “alargado”; 1 variedad que representa el 1,92% de forma “fusiforme”, de forma “ovalado”, de forma “ovovoide aplanado”, de forma “elíptico fusiforme”, de forma “elíptico digitado”, de forma “alargado reniforme” y de forma “alargado fusiforme” respectivamente y entre los menos relevantes se tiene a Janq’u surimana, q’illu puya, surimana, wila suriku, ch’iyar surimana, wila q’aisalli y kiswara.

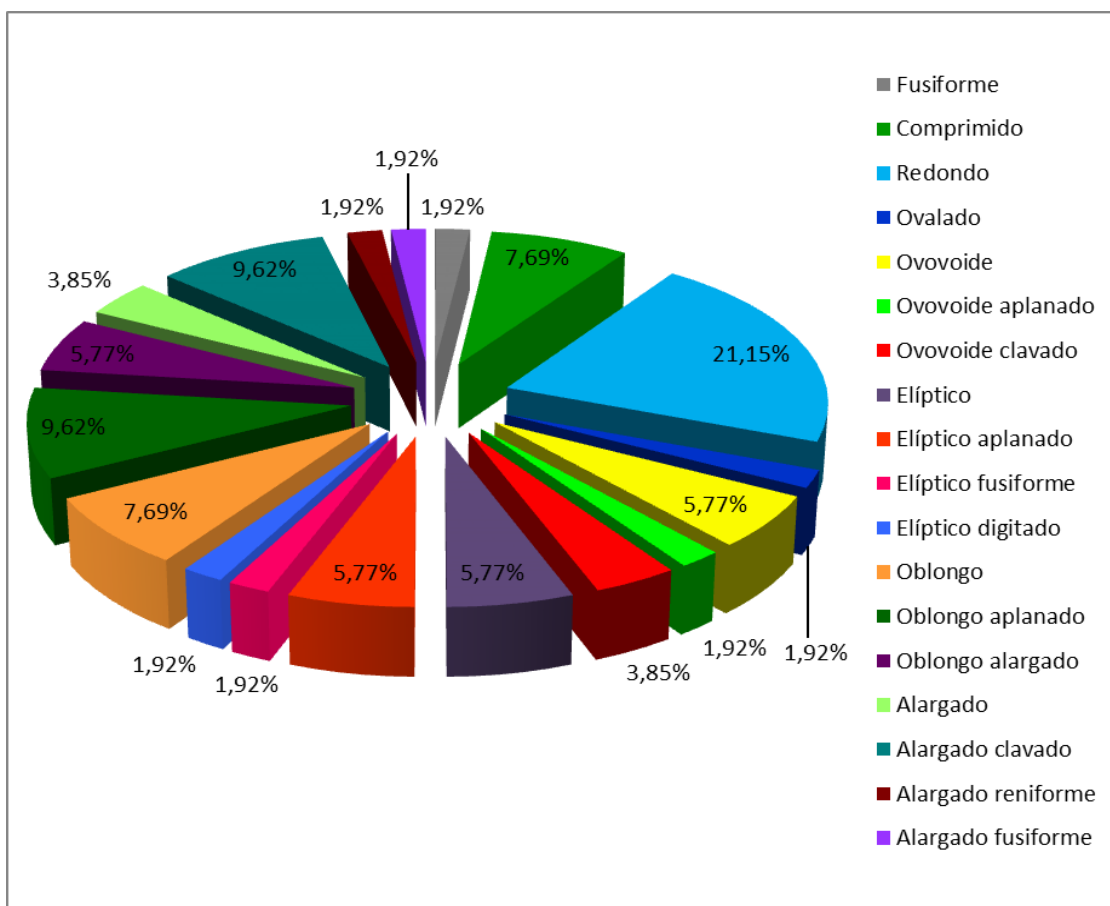
**Figura 16.- Frecuencia de forma del tubérculo**



**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados (2022)



**Figura 17.- Diagrama de frecuencia porcentual forma del tubérculo**

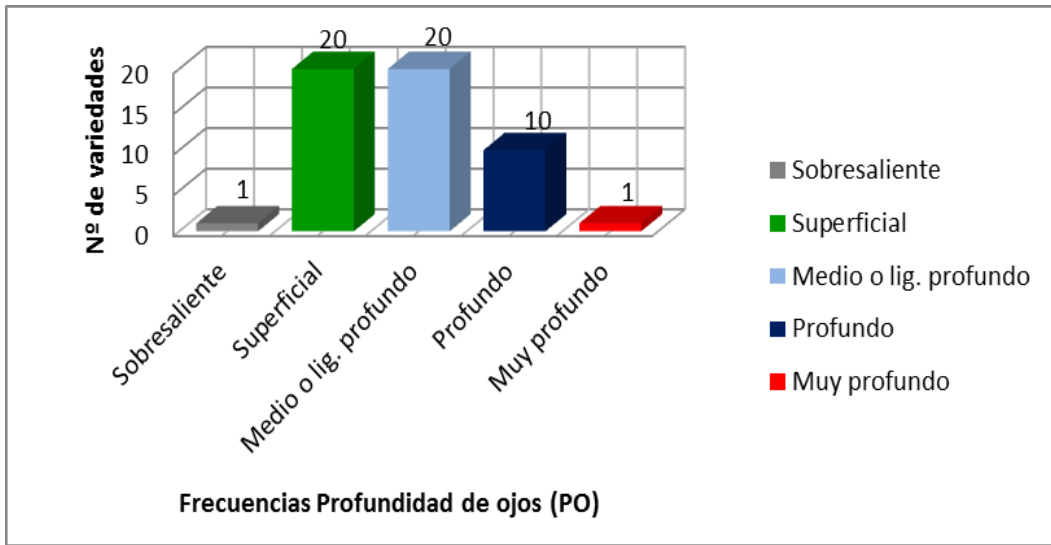


**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados (2022)

#### 4.1.1.6 Profundidad de ojos (PO)

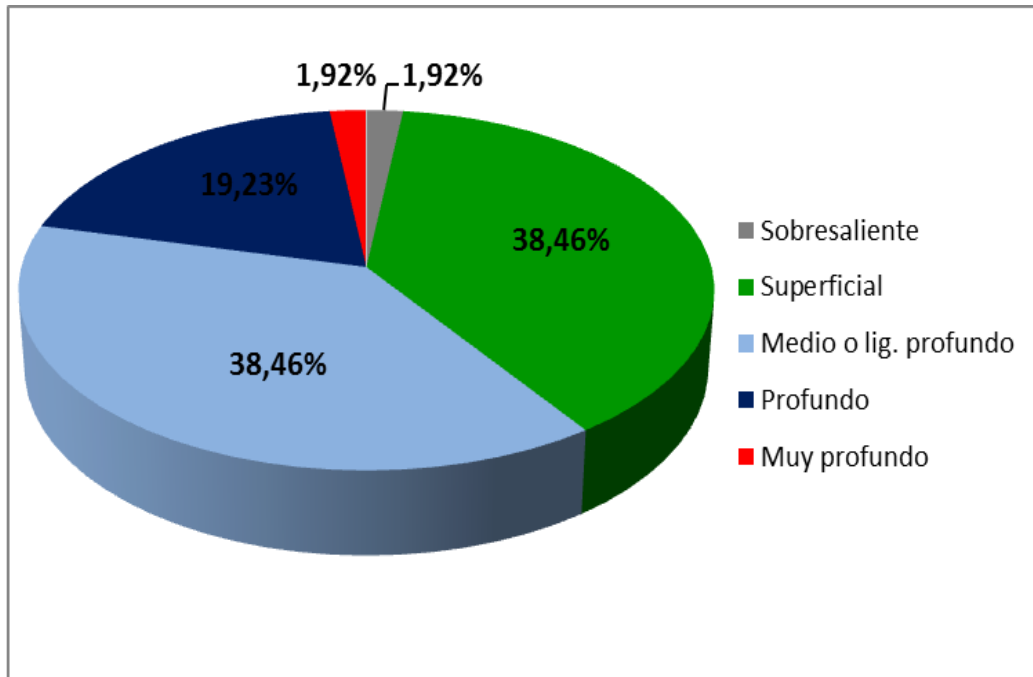
Según García y Cadima (2003), mencionan que los agricultores diferencian las variedades en cada cultivo también por características de los ojos, ya sea por el color o la profundidad de ojos. Como se muestra en el Cuadro 13, y las Figuras 18 y 19, donde varían de un estado sobresaliente a muy profundo (Clasificación detallada en Anexo 4), en el cual se muestra que la mayor frecuencia se presenta en papa con 20 variedades que representa el 38,46% “superficial”, de la misma manera con 20 variedades que representa el 38,46% “medio o ligeramente profundo”, 10 variedades que representa el 19,23% “profundo” y finalmente 1 variedad de 2 frecuencias cada uno que representa el 1,92% con ojos “sobresaliente” y “muy profundo”.

**Figura 18.- Frecuencia de profundidad de ojos del tubérculo**



Fuente: Elaboración propia en base a resultados (2022)

**Figura 19.- Frecuencia porcentual de profundidad de ojos del tubérculo**



Fuente: Elaboración propia en base a resultados (2022)

#### **4.1.1.7 Importancia de la diversidad de la papa nativa (I)**

De acuerdo a la investigación realizada en el presente estudio se determina que la importancia y el uso principal de la papa nativa son, indudablemente, la alimentación familiar y este caso de acuerdo a la Figura 20, se muestra el 63%. Las familias y principalmente las mujeres conocen las características de cada una de las variedades, las usan apropiadamente en la cocina.

Las variedades harinosas son utilizados en diversos procesos: hervido, horneado, asado, frito, secado y secado congelado. Las variedades amargas se utilizan para el proceso de secado – congelado, resultando en la obtención de diferentes tipos de chuño.

El 33% de las familias considera su importancia y usos de los tubérculos de papa nativa (*Solanum spp*) como alimenticio y medicinal.

Así mismo de acuerdo a la versión de los productores los tubérculos de la papa nativa (*Solanum spp*) y hojas, son utilizados para usos medicinales siendo es este caso el 4%.

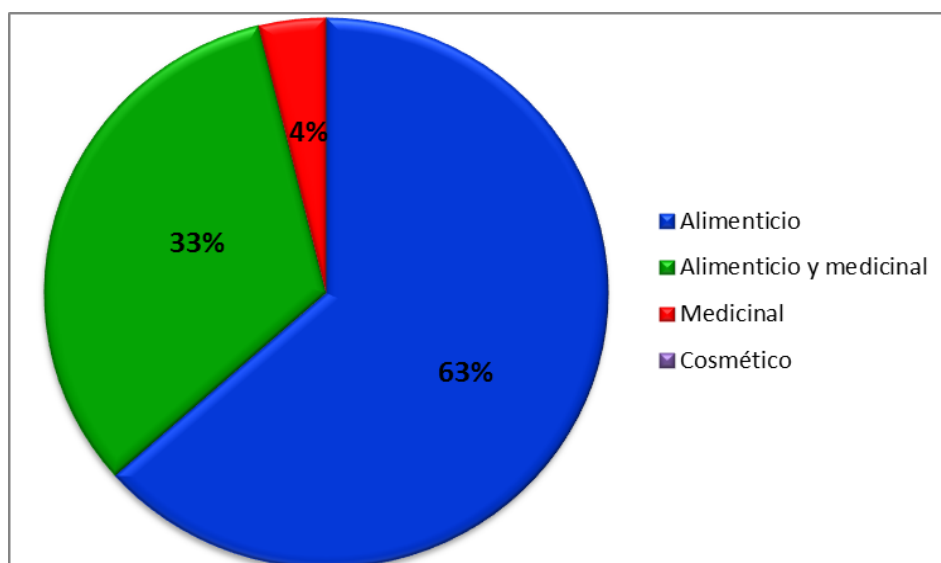
Hoy en día, en la región Andina de Bolivia aún existe una amplia diversidad de cultivares nativos concentrados en microcentros de biodiversidad, mantenidos por familias campesinas conservacionistas. Algunos de estos microcentros están localizados en la zona de Colomi ubicada en la provincia Chapare de Cochabamba (Terrazas & Valdivia 1998, García & Cadima 2003), en Llallagua, en el Norte de Potosí (Terrazas et al. 2008), y en el altiplano del Norte de La Paz (Iriarte et al. 2009).

A propósito (Fundación PROINPA, 2015) La papa es uno de los alimentos más importantes en Bolivia, por ser la base de la dieta alimentaria de la población boliviana, en promedio en el área urbana cada habitante consume 80 kilos de papa al año y en el área rural 140 kilos de papa al año por persona, pues provee más del 60 por ciento de calorías diarias; además es una fuente importante de antioxidantes,

flavonoides, nutrientes y proteínas, esenciales no solo como aporte de energía, sino también para la reparación de tejidos, oxigenación del organismo y favorable funcionamiento del sistema inmunológico.

Según (Burgos et al. 2007, Mallea 2010, Ordinola & Fonceca 2012), La papa (*Solanum spp.*) tiene una gran importancia alimenticia y es de gran utilidad en el mejoramiento genético, además de ser el cultivo que produce una gran cantidad de alimento nutricional por unidad de tiempo, agua, área y en climas muy adversos que cualquier otro cultivo mayor; hasta un 85% de la planta es comestible comparado con el de 50% de los cereales, convirtiéndola en una fuente muy importante para la alimentación.

**Figura 20.- Importancia y uso del tubérculo de la papa**



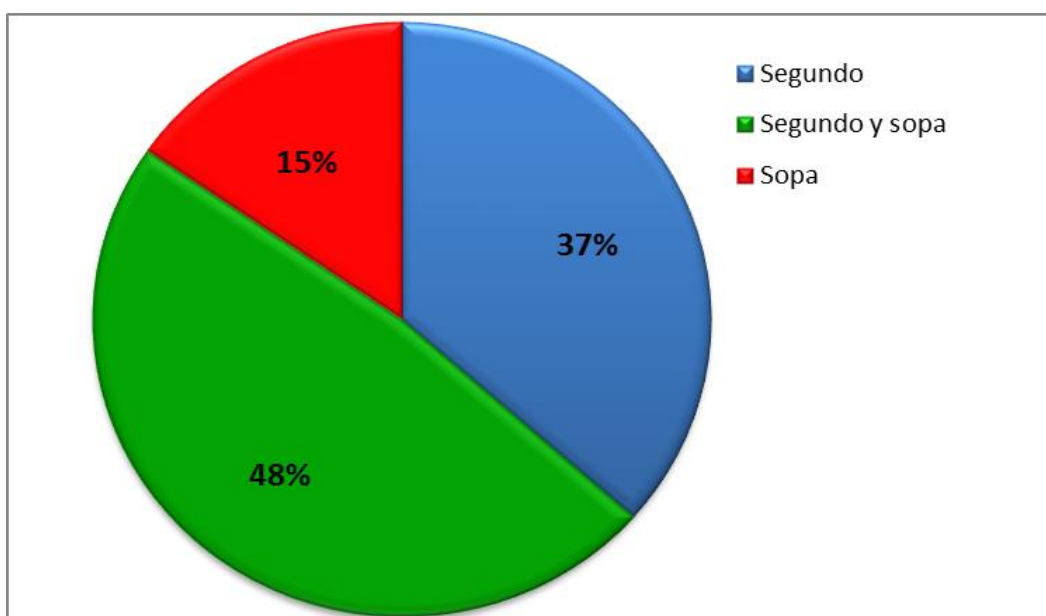
**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados (2022)

#### **4.1.1.8 Forma de consumo (FC)**

En el análisis de la forma de consumo (FC) del tubérculo, se observa en la Figura 21, la forma de identificación de las familias según sus conocimientos locales para la preparación de papa, como ser en “segundo”, “sopa y segundo” y “sopa”, los resultados muestran que la principal forma de identificación de las familias es la

preparación en forma de “sopa y segundo” de las cuales 25 variedades de papas nativas que representa el 48% la utilizan y son destinadas en diferentes usos por sus características; así también 19 variedades que representa el 37% en forma de “segundo” la utilizan para la preparación de almuerzo, en forma de merienda, watia, waja, etc. Y finalmente para el tipo de preparación en forma de “sopa” se identificó 8 variedades de papa que representa el 15%.

**Figura 21.- Forma de consumo del tubérculo de la papa**



**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados (2022)

Según Zeballos, H.; Balderrama F.; Condori B. y Blajos J. (2009), En la gastronomía la papa se utiliza para preparar guisos, sopas, ensaladas, purés y papas fritas. Hay una gran industria de las frituras y elaboración de vodka, una bebida alcohólica que requiere de grandes cantidades de almidón. La papa es un tubérculo comestible que crece bajo la tierra.

La (Fundación PROINPA, 2015), indica que en Bolivia la papa es el único producto que va de dos formas en un solo plato: como papa fresca y como chuño. Casi todos los platos criollos llevan este producto.

Los usos alimenticios fresca, congelada, deshidratada; las papas frescas se pueden hornear, sancochar o freír y se usan en una asombrosa gama de recetas: purés, buñuelos, albóndigas, *twice-baked potatoes* (un afamado plato americano), sopas, ensaladas y papas al gratén, por mencionar tan solo unas cuantas. Pero el consumo mundial de papa como alimento está pasando de las papas frescas a las de valor añadido o procesadas como productos alimenticios, CIP (Centro Internacional de la Papa), 2008,

#### 4.1.2 Variables cuantitativas

En el análisis de la variabilidad de la papa, encontramos 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 fase del desarrollo, Cuadro 16.

**Cuadro 16.- Parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión para 6 variables cuantitativas (n = 52)**

<b>Variables cuantitativas</b>	<b>Código</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>	<b>DS<sup>1</sup></b>	<b>CV<sup>2</sup> (%)</b>
Días a la emergencia (días)	<b>DEM</b>	<b>30</b>	<b>44</b>	<b>35,21</b>	<b>4,18</b>	<b>11,87</b>
Días a la tuberización (días)	<b>DTU</b>	<b>50</b>	<b>85</b>	<b>66,75</b>	<b>7,84</b>	<b>11,75</b>
Días a la floración (días)	<b>DFL</b>	<b>67</b>	<b>95</b>	<b>76,02</b>	<b>7,06</b>	<b>9,28</b>
Días a la madurez cosecha (días)	<b>DCO</b>	<b>145</b>	<b>180</b>	<b>172,02</b>	<b>8,59</b>	<b>4,00</b>
Número de tubérculos por planta (n <sup>o</sup> )	<b>NTP</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>19,69</b>	<b>3,63</b>	<b>18,45</b>
Peso total tubérculo/5 plantas (kg)	<b>PT</b>	<b>6,8</b>	<b>15,6</b>	<b>8,70</b>	<b>2,35</b>	<b>24,48</b>

- **DS<sup>1</sup> = Desviación estándar**
- **CV<sup>2</sup> = Coeficiente de variación**

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

La variable días a la emergencia muestra un rango de variación de 30 a 44 días después de la siembra. El Cuadro 16, muestra un promedio de 35,21 días, desde la

siembra hasta la emergencia, con un coeficiente de variación de 11,87% 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. Los rangos de emergencia fueron condicionados a factores ambientales como temperatura y humedad del suelo.

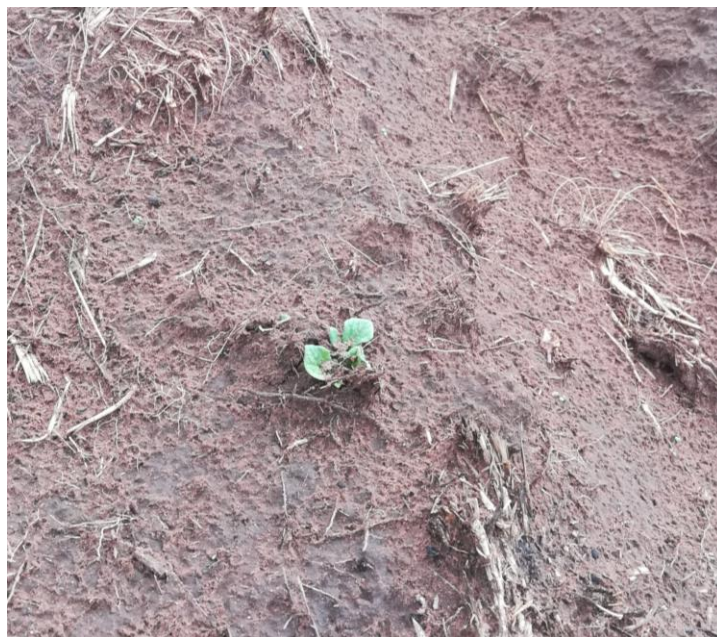
Los días transcurridos desde la siembra, hasta cuando se produjo la emergencia de las plantas existe una variación, siendo que los variedades **Mulunkhu, Muruq luk'i (redondo), Ch'uqipitu, Waca laxra, Churi puya, Q'illu puya, Qulla wila imilla, Ch'iyar imilla, Ch'iyar paqu imilla, Allka ch'iyar imilla, K'usillu, Q'uyllu, Wila Chuluku yurima, Jank'u yurima, Qaqa lluk'u, Pureja, Jank'u imilla**, emergieron a los 30 a 32 días posterior a la siembra, lo que nos indica que son variedades precoces; que podrían presentar alta susceptibilidad a las condiciones adversas del clima (Granizo y heladas).

Así mismo las variedades **Jank'u ajawiri, Ajawiri morado, Qutu sisu, Laram quru sisu, Aqa sisu, Saylu sisu, Laram sisu, Khucchijiphilla, K'auna luki, Sayt'u luki, Luk'i negra, Jank'u surimana, Surimana**, son variedades de emergencia tardía a los 40, 42 y 44 días y son tolerantes a factores adversos.

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

Según PROINPA (2007), menciona que la emergencia de las variedades de papas ocurre a los 30 a 45 días después de la siembra donde está influenciado por la humedad y temperatura del suelo.

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



**Figura 22.- Días a la emergencia del tubérculo de la papa**

La emergencia depende de la humedad y temperatura del suelo, durante esta fase la plántula sobrevive de las reservas contenidas en el tubérculo madre (Resquejo, 1999). La emergencia de la papa inicia a los 30-35 días después de la siembra, alcanzando el 100% a los 40-45 días (Canqui y Morales, 2009).

#### **4.1.2.2 Días a la tuberización (DTU)**

La variable días a la tuberización (DTU) muestra un rango de variación de 50 a 85 días después de la siembra. El Cuadro 16, muestra un promedio de 66,75 días, desde la siembra hasta la estolonización o tuberización, con un coeficiente de variación de 11,75% siendo este valor aceptable, debido a que se encuentra dentro del rango establecido así pudiendo señalar que los datos son confiables. Ya que de 0 a 30 CV es confiable en condiciones de campo abierto.

De acuerdo a estudio realizado se observa que la variedad **Saylu sisu (50 días)**, es la variedad que ha tenido una tuberización más temprano seguido de **Qutu sisu (56 días)**, **Laram qutu sisu (56 días)**. Y las siguientes variedades **Wila q'aisa (80 días)**, **Janku q'aisa (80 días)**, **Ch'uqipitu (82 días)**, **Allka ch'iyar imilla (82 días)**, **Jank'u**



**imilla (82 días) y Laram q'aisa (85 días)**, son las variedades que han tuberizado de manera tardía posterior a la siembra.

En este estado la planta se encuentra en su máximo desarrollo vegetativo (mayor Índice de área foliar) y se produce la translocación 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).

Según PROINPA (2007), menciona, que durante este estado fenológico, comienza una rápida expansión foliar, gracias al desarrollo y crecimiento de hojas, brotes principales y laterales de la planta de papa. Por lo tanto en este periodo es importante que el cultivo no sufra deficiencias hídricas o nutricionales que limiten la expansión foliar; en general, en condiciones potenciales la máxima cobertura total del cultivo (donde cerca de 90% de las plantas se rozan en las entre hileras) se alcanza entre 70 a 80 días desde la emergencia del cultivo a la tuberización.

De la misma manera Xu *et al.*, (1998) indica que este proceso de tuberización que se origina a partir de los estolones comprende una serie de etapas de desarrollo que involucran el cese de crecimiento en el ápice, el engrosamiento de los estolones por crecimiento radial subapical y la inducción divisiones celulares longitudinales y más tarde divisiones orientadas al azar. La tuberización y el crecimiento del tubérculo en la planta de papa dependen de varios factores del medio ambiente, siendo los más importantes la longitud del día y la temperatura.

El inicio de la tuberización puede ser retardada bajo condiciones de campo por algunas prácticas agronómicas, como por ejemplo una alta fertilización nitrogenada. Existen dos teorías que tratan de explicar el inicio de la tuberización:

**La teoría nutritiva sostiene**, que las condiciones que incrementan la concentración de compuestos fotosintéticos en los extremos del estolón promueven la formación de tubérculos. La iniciación de tubérculos parece estar acompañada por un incremento en la tasa de fotosíntesis.

**La teoría hormonal** sostiene que hay relación de diferentes fitohormonas con la tuberización.



**Figura 23.- Días a la tuberización del tubérculo de la papa**

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

En el cuadro 16, podemos evidenciar que el rango de variación esta entre 67 a 95 días para las variedades con menor y mayor número de días a la floración respectivamente, con una media de 76,02 días y un coeficiente de variación de 9,28%. El valor demuestra que existe variabilidad entre las variedades debido a sus características genéticas de cada especie dentro de una población, acompañado por la humedad que existe en el suelo, calidad de semilla, manejo, piso ecológico y factor climático.

En el presente estudio realizado se observa que las variedades **Mulunkhu (67 días)**, **Muruq luk'i (67 días)**, **Jank'u pala (68 días)**, **Wila pala (68 días)**, son las variedades que han iniciado la floración temprana. Y las siguientes variedades **Wila q'aisa (90 días)**, **Janku q'aisa (90 días)**, **Allka ch'iyar imilla (90 días)** y **Jank'u imilla (90 días)**, son las variedades que han iniciado la floración de manera tardía.

De acuerdo a la opinión de los agricultores y observada durante el desarrollo de ciclo, la papa amarga florece tres veces, una para formar raíces y hojas, otra para

formar estolones y la última para producir tubérculos aunque la diferencia en las tres fases de floración no es muy marcada (Tapia y Saravia, 1997).

Al respecto 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 Canahua (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.

Según 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, siendo esta a los 67 días en las variedades precoces y de 95 días en las variedades tardías.



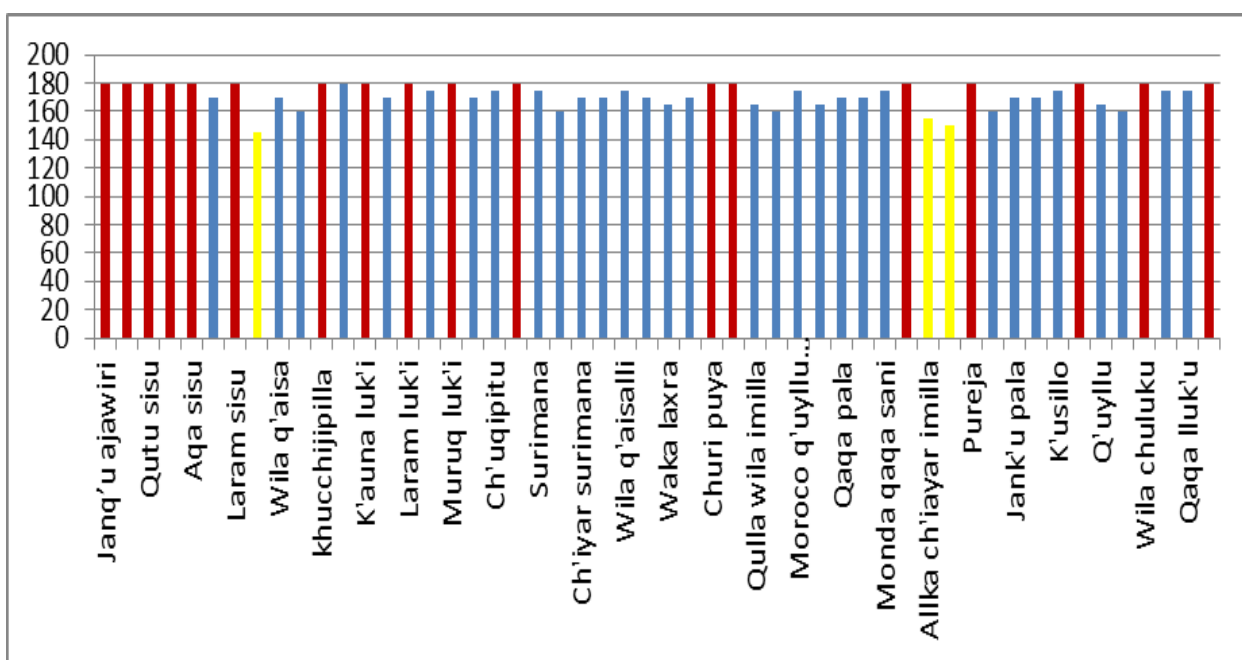
**Figura 24.- Días a la floración de la papa y variedad de color de las flores**

#### **4.1.2.4 Días a la madurez y cosecha (DCO)**

La variable días a la madurez alcanzó un rango de variación de 145 a 180 días para las variedades que en menor y mayor número de días alcanzaron la madurez

fisiológica, con una media de 172,02 días y con un coeficiente de variación de 4,99% que refleja la poca variabilidad de las variedades en días a la madurez y la alta confiabilidad en los resultados que se presentan.

De acuerdo a estudio realizado se observa que las variedades **Laram q'aisa (145 días)**, **Jank'u imilla (150 días)** y **Allka ch'iayar imilla (155 días)**, son las variedades que maduraron más temprano. Y las siguientes **Jank'u ajawiri**, **Ajawiri morado**, **Qutu sisu**, **Saylu sisu**, **Laram qutu sisu**, **Aqa sisu**, **Laram sisu**, **Khucchijipilla**, **Wila pinku**, **K'auna luki**, **Sayt'u luki**, **Laram luki**, **Muruq luk'i**, **Churi puya**, **Q'illu puya**, **Qami**, **Phureja**, **Wila p'itikaña**, **Wila chuluku e Isla qheni**, son las variedades que han madurado de manera tardía a los 180 días posterior a la siembra.



**Figura 25.- Diferencia de las variedades, días a la madurez fisiológica**

A propósito Canahua (1991), señala 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.

Según, Cauthin et al. (2012), menciona que en zonas bajas templadas y calurosas el ciclo vegetativo de la papa es de aproximadamente 90 días, mientras que en zonas altas y frías oscila entre 120 y 150 días dependiendo de la variedad cultivada.

En el análisis existen variedades que alcanzaron la madurez fisiológica dentro de 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.

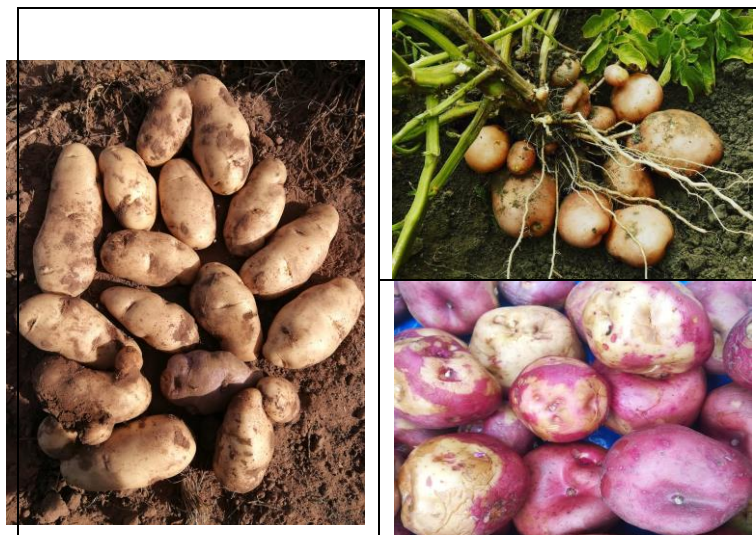


**Figura 26.- Días a la madurez fisiológica de la papa y cosecha**

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

En el cuadro 16, se verifica un rango de variación que oscila de 14 a 28 tubérculos por planta, para variedades que desarrollan menor y mayor número de tubérculos, respectivamente, una media de 19,69 tubérculos por planta y un coeficiente de variación de 23,41%, lo que significa que existe poca variabilidad en cuanto al número de tubérculos de las diferentes variedades de papas nativas.

Al respecto la CIP, (2013), indica que las plantas de papa no producen siempre la misma cantidad de tubérculos ni su tamaño es siempre igual. El número de papas que dará cada planta depende de cada variedad, el ambiente donde se cultiva, las labores culturales del agricultor, la calidad de la semilla, condiciones del clima y la procedencia de los tubérculos semillas.



**Figura 27.- Número de tubérculos de la papa por planta a la cosecha**

#### **4.1.2.6 Peso total de tubérculos (Rendimiento)**

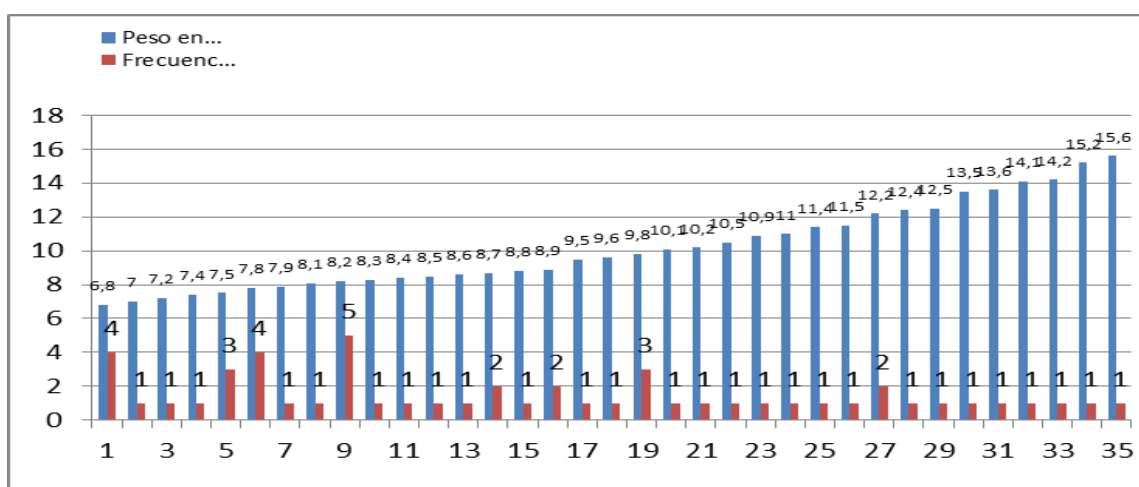
Cabe referirse a los rendimientos alcanzados por esta muestra de variedades y cultivares, para ello es necesario recordar que este dato no contribuye una referencia categórica para cualquiera de las variedades en cultivo masivo obteniendo rendimientos diversos.

En 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 5 plantas por cada variedad. En el momento de la cosecha se expresaron en Kg/0.35 m<sup>2</sup> (Kg/planta), lo que posteriormente se transforma en TM/ha.

En el Cuadro 16, se observa una media de 8,70 kg por 5 matas de papa, por cada variedad. Un rango de variación que oscila entre 6,8 a 15,6 kg por 5 plantas, por variedad con menor y mayor peso de tubérculos respectivamente, y un coeficiente de variación de 24,48%, lo que significa una baja variación en cuanto al rendimiento de las variedades por presentar características genéticas diferentes en cada especie.

El peso total de 5 plantas de las diferentes variedades se muestra en el Anexo 8 y en la Figura 28 se muestra cuatro variedades con un rendimiento menor de 6,8 Kg/5

plantas, pertenecientes a las papas nativas de Jank'u q'aisa, Jank'u surimana, Churi puya y Qaqa lluk'u. Siendo en su mayoría de rendimiento media y los de mayor rendimiento son 8 variedades que se detalla a continuación: K'auna luk'i con 12,4 kg/ 5 plantas, Isla qheni con 12,5 kg/ 5 plantas, Ch'iyar imilla con 13,5 kg/ 5 plantas, Jank'u pala con 13,6 kg/ 5 plantas, Jank'u imilla con 14,1 kg/ 5 plantas, Wila pala con 14,2 kg/ 5 plantas, Waycha con un rendimiento de 15,2 kg/ 5 plantas y este estudio la variedad Qulla Wila Imilla con 15,6 kg/ 5 plantas.



**Figura 28.- Rendimiento en kg. de tubérculos de la papa por cinco plantas a la cosecha**

El factor genético de las semillas con alto potencial de producción, contribuye a la obtención de altos rendimientos. Indica que la brecha de rendimiento se debe a la calidad de la semilla incidencia de tizón tardío (*Phytophthora infestans*), gorgojo de los Andes (*Premnotrypes spp.*), polilla (*Phthorimaea operculella*) y manejo de suelo, Devaux (2010). Así mismo Salinas (2002), señala que las diferencias de los rendimientos entre variedades de papa se deben a las características propias de cada una de ellas.

Según Faostat. (2017), señala los rendimientos de papa en los países productores. En USA 46,444 kg/ha, Alemania 43,999 kg/ha, Israel 35,429 kg/ha, Japón 30,789

kg/ha, Argentina 29,255 kg/ha, Chile 23,793 kg/ha, Brasil 18,399 kg/ha y **5,457** kg/ha en Bolivia.

#### **4.1.3 Evaluación del efecto de cambio climático en la producción**

Actualmente la diversidad de papas nativas en las comunidades alto-andinas y en específico de la Provincia Ingavi Comunidades de Parina Bella Vista y Jesús de Machaca, corre el riesgo de reducirse ante la cada vez mayor presencia de factores climáticos adversos. El Cambio Climático afecta significativamente a la producción de papa, ya que el clima y principalmente la temporada de lluvias a variado.

Frente a esto, los esquemas ancestrales de recuperación de la biodiversidad pueden no resultar demasiado efectivos, pues los agricultores manifiestan últimamente que la recuperación se produce solo con algunas variedades de papa, mientras el resto desaparece después de las heladas.

Los efectos de las plagas pueden tener una vinculación directa con el cambio climático.

#### **Heladas y granizos**

En la etapa en que se realizó la investigación no se presentaron heladas fuertes, ya que si bien se presentaron fueron en el momento de la siembra-emergencia, de manera que no afectó al cultivo, en cambio los granizos si se presentaron pero se evitó a que dañe al cultivo por el método de humear el ambiente.

##### **4.1.3.1 Análisis de la extensión de variedades de papa nativa en las Comunidades de estudio**

Para los pobladores de las Comunidades de Parina Bella Vista y Jesús de Machaca, la conservación de la biodiversidad cultivada, en particular de la papa, significa sencillamente la siembra y cosecha permanente de las “variedades” que manejan en sus sistemas de producción. En este sentido que a través de la investigación se



identifica el manejo y distribución que los agricultores realizan con sus variedades de papa.

Las variedades de **Saylu sisu, Qutu sisu, Aqa sisu, Mulunku, K'auna luki, Sayt'u luki, Waycha, Ch'iyar imilla, Qaqa pala, Q'uyllu, Jank'u pala, Wila pala** son conservadas por un número mayor de familias y sembradas en grandes superficies. De la misma manera se ha identificado las variedades que ocupan superficies medianas y que son sembradas por pocas familias se identifican a; **Muruq luk'i, Luk'i negra, Ch'uqi pitu, Waka laxra, Qami, Allka Ch'iyar imilla, Jank'u imilla, Wila p'itikaña, Wila Allka imilla, Isla qheni**; así también se ha identificado a las variedades que son conservadas por muchas familias sin embargo la superficie sembrada es pequeña e incluso en muchos casos se entremezclan con las otras variedades, entre estas se encuentran: **Jank'u ajawiri, Khucchijiphilla, Ajawiri morado, Laram sisu, Wila pinku, Laram q'aysa, Qutu sisu morado, Wila q'aisa, Jank'u q'aysa, Laram luki, Jank'u surimana, Surimana, Kiswara, Qulla wila imilla, Ch'iyar paqu imilla, Monda qaqa sani, Ch'iyar surimana, Ch'iyar tuwana, Moroco q'uyllu puya, Wila suriku, Churi puya, Jank'u saphi, Wila q'aysalla, Q'illu puya, Phureja, Qaqa lluk'u, Sani runa, Wila chuluku, K'usillu y Jank'u yurima.**

Lo preocupante es la concentración de un número mayor de variedades que son conservadas por pocas familias y la superficie sembrada también es pequeña y que muchas veces son mezcladas con variedades en mayor proporción; por la afectación de factores del Cambio Climático. Por lo que este dato nos indica que un número grande de variedades de papas nativas se encuentran en peligro de erosión.

Al respecto Huaman (2002), menciona que los cultivares tradicionales de la papa están cada vez más aislados en pequeños parcelas en los micro-centros de diversidad genética, y su producción es generalmente restringida al consumo familiar.

#### 4.1.3.2 Identificación de variedades perdidas en las Comunidades de estudio

No obstante a la situación de las anteriores variedades identificamos 7 variedades de papas nativas que sufrieron de erosión genética, los cuales han sido dejados de ser usadas por los productores, los cuales se mencionan a continuación:

- Wila kheni
- Ch'iyar saya
- Janq'u sani – *Solanum tuberosum subsp. Andigena*
- Sani negra (Imilla)
- Laram ch'uqipitu – *Solanum x Juzepczukii*
- Jank'u pitikalla - *Solanum stenotomum*
- Luki lloqalla

Es pertinente indicar que la anterior lista de variedades presentadas fue una identificación según el criterio y conocimiento de los agricultores, indicando que estas variedades eran cultivadas en estas comunidades, por lo que actualmente no forman parte de sus cultivares.

## V. CONCLUSIONES

Basados en los resultados de la investigación realizada permite concluir lo siguiente:

En las Comunidades de Parina Bella Vista y Jesús de Machaca, se identificaron variabilidad fenotípica de 52 variedades, las cuales fueron caracterizadas sobre las 8 variables cualitativas y 6 variables cuantitativas (Anexo 4 y Anexo 7) de papas nativas (*Solanum spp*), existentes en el lugar y están conservadas a nivel de las familias, que constituyen una garantía de seguridad alimentaria, siendo que existe también una gran cantidad de variedades en riesgo de desaparecer.

El análisis realizado permitió identificar las variables en el cultivo de papas nativas (*Solanum spp*), como ser: color predominante de la piel del tubérculo (CPT), color secundario de la piel del tubérculo (CST), color predominante de la carne del tubérculo (CCT), color secundario de la carne del tubérculo (CSC), forma general de los tubérculos (FT), profundidad de los ojos (PO), Importancia y usos de la diversidad genética de la papa nativa (I) y forma de consumo (FC).

Con relación a la caracterización agro morfológica, las papas nativas (*Solanum spp*), varían en cuanto al color de la piel de los tubérculos y de color de la pulpa. Con respecto (CPT) el color sobresaliente es de 14 variedades que representa a 26,92% del cultivo de papa que tiene un color predominante “Blanco crema”, 9 variedades de 2 frecuencias que representan el 17,31% de color “rojo” y “negruzco”, 6 variedades que representa 11,54% de color “morado rojiso”, 5 variedades de 2 frecuencias que representan el 9,62% de color “rosado” y “morado”, 3 variedades que representa el 5,77% de color “marrón” y la menos frecuente es de color “amarillo” con tan solo 1 variedad.

Así mismo, con referencia al color predominante a la carne del tubérculo (CCT), 26 variedades que representa a 50,00% manifestaron que el color de la pulpa del tubérculo fue de color “crema”, 11 variedades que representa 21,15% presentan el color “blanco”, 8 variedades que representa el 15,38% de color “amarillo claro”,

4 variedades que representa el 7,69% de color “amarillo” y en menor cantidad como se detalla en el cuadro con 3 variedades que representa el 5,77% de color “amarillo oscuro”.

El color secundario de la carne del tubérculo (CSC), 23 variedades que representa a 44,23% del cultivo de papa que tiene un color secundario de la carne de “crema”, 12 variedades que representan el 23,08% sin color “ausente”, 9 variedades que representa 17,31% de color “blanco”; 3 variedades de dos frecuencias que representan cada uno el 5,77% de color “amarillo claro” y “amarillo”, y la menos frecuente es de color “amarillo oscuro” y “morado” con tan solo 1 variedad”.

La variabilidad de la forma y la profundidad de los ojos de los tubérculos de una especie a otro varían entre las diferentes variedades, estas características son importantes de la decisión de los consumidores ya que puede influir claramente en la pérdida de la pulpa en el momento del pelado. En cuanto a la forma del tubérculo (FT), 11 variedades que representa a 21,15% de forma “redonda”, 5 variedades que representa el 9,62% de forma “oblongo alargado” y “alargado clavado”, con 4 variedades que representa el 7,69% de forma “comprimido” y “oblongo”; 3 variedades que representa el 5,77% de forma “ovovoide”, de forma “elíptico”, de forma “elíptico aplanado” y de forma “oblongo alargado”; 2 variedades que representa el 3,85% de forma “obovoide clavado” y de forma “alargado”; 1 variedad que representa el 1,92% de forma “fusiforme”, de forma “ovalado”, de forma “ovovoide aplanado”, de forma “elíptico fusiforme”, de forma “elíptico digitado”, de forma “alargado reniforme” y de forma “alargado fusiforme” respectivamente.

La Profundidad de los ojos (PO), muestra que la mayor frecuencia se presenta con 20 variedades que representa el 38,46% “superficial”, de la misma manera con 20 variedades que representa el 38,46% “medio o ligeramente profundo”, 10 variedades que representa el 19,23% “profundo” y finalmente 1 variedad de 2

frecuencias cada uno que representa el 1,92% con ojos “sobresaliente” y “muy profundo”.

Con referencia de la importancia y uso que tiene los cultivos en la alimentación y sus usos múltiples usos, estas variedades nativas son un componente importante del agro-ecosistema; además juega un rol socio cultural importante entre los productores, conservando la diversidad en variedades de papas nativas (*Solanum spp*) para el autoconsumo. La importancia de la diversidad de la papa nativa (I) indudablemente es la alimentación familiar con el 63%; Las variedades harinosas son utilizados en diversos procesos: hervido, horneado, asado, frito, secado y secado congelado. Las variedades amargas se utilizan para el proceso de secado – congelado, resultando en la obtención de diferentes tipos de chuño. El 33% de las familias considera su importancia y usos de los tubérculos de papa nativa (*Solanum spp*) como alimenticio y medicinal. Y, así mismo de acuerdo a la versión de los productores los tubérculos de la papa nativa (*Solanum spp*) y hojas, son utilizados para usos medicinales siendo es este caso el 4%.

El altiplano boliviano es donde reside la mayor diversidad genética, siendo la papa uno de los alimentos más importantes en cualquier mesa. Su versatilidad permite preparar numerosos y deliciosos platos. Siendo que la forma de consumo (FC) de las diferentes especies muestran como resultado, que la principal forma de identificación de las familias es la preparación en forma de “sopa y segundo” de las cuales 25 variedades de papas nativas que representa el 48% la utilizan y son destinadas en diferentes usos por sus características; así también 19 variedades que representa el 37% en forma de “segundo” la utilizan para la preparación de almuerzo, en forma de merienda, watia, waja, etc. Y finalmente para el tipo de preparación en forma de “sopa” se identificó 8 variedades de papa que representa el 15%.

Las variables cuantitativas nos muestran que en días a la emergencia (DEM) presenta un rango de variación de 30 a 44 días después de la siembra. Teniendo un promedio de 35,21 días, desde la siembra hasta la emergencia, con un

coeficiente de variación de 11,87% siendo este valor aceptable, debido a la poca dispersión que tuvo respecto a datos que mencionan algunos autores, encontrando variedades precoces y tardías.

Se observó la variable días a la tuberización (DTU), un rango de variación de 50 a 85 días después de la siembra con un promedio de 66,75 días, desde la siembra hasta la estolonización o tuberización, con un coeficiente de variación de 11,75%.

Con la evaluación días a la floración (DFL) podemos evidenciar que el rango de variación esta entre 67 a 95 días para las variedades con menor y mayor número de días a la floración respectivamente, con una media de 76,02 días y un coeficiente de variación de 9,28%.

Las diferentes variedades dentro de cada especie tienen un ciclo vegetativo que va desde los 145 a 180 días de madurez fisiológica o cosecha (DCO) observándose variedades de ciclo corto y largo.

De igual manera con relación a número de tubérculos por planta (NTP) existió una variación que oscila de 14 a 28 tubérculos por planta, para variedades que desarrollan menor y mayor número de tubérculos, respectivamente.

En relación al rendimiento dentro de las 52 variedades evaluadas mencionaremos las mejores variedades; dentro del cual se destacaron Qulla Wila Imilla 25,75 (TM/ha), Wila pala 24,55 (TM/ha), Waycha 21,78 (TM/ha), Jank'u imilla 19,15 (TM/ha), Jank'u pala 18,02 (TM/ha), Ch'iyar imilla 17,34 (TM/ha), Isla qheni 16,30 (TM/ha) y K'auna luk'i 14,58 (TM/ha); y las variedades de menor rendimiento son Jank'u q'aisa, Jank'u surimana, Churi puya y Qaqa lluk'u de 11,40 (TM/ha).

La producción de papa nativa enfrenta factores adversos como la disponibilidad y cantidad de semilla de variedades nativas que tienen rendimientos menores, sumada a la presencia de plagas y enfermedades, helada, granizada y sequía,

que provocan la disminución de la producción de papa nativa, con riesgo de desaparecer.

En la presente investigación y el año agrícola no se ha tenido la afectación de fenómenos naturales siendo un año normal. Sin embargo el impacto del cambio climático afecta a todos y principalmente a los agricultores, repercute en la falta de agua para cultivos, cambios en las condiciones para la producción de alimentos y el aumento de fenómenos naturales, teniendo como consecuencias económicas y sociales.

Además se ha identificado 7 variedades de papas nativas que sufrieron de erosión genética o desaparición por la presencia de cambio climático, los cuales han sido dejado de ser usadas por los productores, Wila kheni, Ch'iyar saya, Janq'u sani – *Solanum tuberosum* subsp. *Andigena*, Sani negra (Imilla), Laram ch'uqipitu – *Solanum x Juzepczukii*, Jank'u pitikalla - *Solanum stenotomum* y Luki lloqalla.

## VI. RECOMENDACIONES

Continuar con las investigaciones, trabajos de caracterización, de valor nutritivo del germoplasma para su uso diversificado en la alimentación y evaluación en las Comunidades del Municipio de Jesús de Machaca, para descubrir más variedades nativas, ya que algunos han desaparecido por los factores ambientales y la poca atención.

Con la finalidad de evitar la pérdida o la extinción de muchas variedades nativas se recomienda, promover investigaciones en coordinación con diferentes instituciones del rubro, ya sean estas gubernamentales y no-gubernamentales; aprovechando las cualidades de estas variedades locales que son la base para el mejoramiento del material genético y que las papas nativas constituyen una riqueza de diversidad que es importante mantenerlas.

Fortalecer a través de las instituciones la participación directa de los agricultores para favorecer la conservación *in situ* de los cultivos andinos en sus propias parcelas o aynoqas.

Dada que se tiene bajo rendimiento de la papa nativa, recomendamos para mejorar la producción y productividad de las diferentes variedades de papa (*Solanum spp*), utilizar buenas labores culturales y la aplicación de abonos orgánicos.

Siendo que existe el efecto del cambio climático se recomienda buscar o identificar alternativas tecnológicas que puedan ayudar a reducir los impactos del cambio climático en el futuro; realizando estudios específicos de investigación referidas con la adaptación al cambio climático y aminorar la pérdida de la biodiversidad de las papas nativas. Así mismo es necesario investigar la presencia de nuevas plagas y principalmente la proliferación del gorgojo de los andes en las zonas altoandinas, el daño potencial que sufren las papas nativas, el uso y la validación de diversas prácticas de manejo integrado de plagas.



## VII. BIBLIOGRAFÍA

Baena M. y Jaramillo S., 2003 Conservación *ex situ* de la diversidad vegetal en áreas protegidas y en fincas. Ed. IPGRI. Cali, Roma Italia. P. 14, 52, 63.

Baena, M.; Jaramillo, S. 2000. Conservación *ex situ* de los recursos fitogenéticos. Ed. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Cali, Colombia. p. 7 - 68.

Ballejos, J. 2010. Promoción e Investigación de Productos Andinos, PROINPA. La Paz, Bolivia 71 p.

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.

BOULANGER J. 2005. Como afectara el Cambio Climático a Latinoamérica. (Disponible en [www.ecoportel.net/content/view/full/54754](http://www.ecoportel.net/content/view/full/54754). Consultado el: 10 de agosto de 2021)

Burgos G, Amoros W, Morote M, Stangoulis J, Bonierbale M. 2007. Iron and zinc concentration of native Andean potato cultivars from a human nutrition perspective. J. Sci. Fd. Agric. 87:668-675.

Cadima X., F. Terrazas Y W. Rojas, 2009. Módulo 2: Estrategias de Manejo y Conservación *ex situ e in situ* de recursos genéticos vegetales. En: Cursos sobre "Recursos Fitogenéticos, Riqueza Estratégica para el Desarrollo del País". COSUDE - DANINA, Bioersivity International, INIAF, Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 30 p.

Cadima X.; Leigue.; Zeballos J. 2009. "Recursos Fitogenéticos, Riqueza Estratégica para el Desarrollo del País" – Módulo I. Cochabamba. Bolivia. Pp 7 - 8.

Cadima, X. Terrazas F, Gandarillas A., 2009. Los sistemas de conservación de recursos genéticos de Tubérculos y Raíces Andinas: La experiencia de PROINPA. Revista de Agricultora, Bolivia 2009; 43(60): 31-36.

Cadima, X., Durán, G., Zeballos, J., 2007. Desarrollo de una colección núcleo de la colección de papa cultivada (*Solanum ssp*) del banco de germoplasma de raíces y tubérculos andinos de Bolivia, PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 93 p.

Cahuana, R. y Arcos J. 1993. Programa Internacional de Waru waru, variedades de papa más importante en Puno y lineamiento para su caracterización, 1º edición producción CIMA, Puno Perú.

Canahua, A. 1991. Agroecología de las papas amargas en Puno. Perú – Bolivia. La Paz. 68 p.

Canahua, R. y Arcos J. 1993. Programa Internacional Waru waru, variedades de papa más importante en Puno y lineamiento para su caracterización, 1º Edición producción CIMA, Puno Perú.

Cauthin, M.; Durán, M.T. y Vega, L. 2012. Compendio Agropecuario Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT). Observatorio Agroambiental y Productivo. La Paz – Bolivia. 488 p.

Checa, C. O., Burgos F. A. y L. Pérez 1998. Releza VI, Sexta Reunión de Leguminosas de Grano de Zona Andina. Caracterización Fenotípica de 133 accesiones de haba (*Vicia faba* L.) en el centro de investigaciones Obonuco Municipal de Pastos. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Pp. 40-41.

CIP (Centro Internacional de la Papa), 1997. La papa en cifras. Información clave y análisis para 30 importantes países productoras de papa. Compencio, Lima, Perú. 8 p.

CIP (Centro Internacional de la Papa), 2008, Boletín Informativo, disponible en: [www.potato2008.org](http://www.potato2008.org)

CIP (Centro Internacional de la Papa). 2006. Procedimientos para pruebas de evaluaciones estándar de clones avanzados de papa. Guía para Cooperadores Internacionales. Eds. M. Bonierbale, S. de Haan, A. Forbes, C. Bastos, Trads. T. Ames, Mc Lauchlanz. Lima PE. S. e. 151 p.

Coca, M. 2012. Una mirada al cultivo de la papa en Bolivia. Resumen, Departamento de fitotecnia y producción vegetal. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 19 p.

Coca, M.M. 2011. El cultivo de la papa en el oriente boliviano docente. Departamento de Fitotecnia y Producción Vegetal. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias "Dr. Martín Cárdenas". Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. Email: [cocamorante.mario@gmail.com](mailto:cocamorante.mario@gmail.com) Cochabamba, septiembre de 2011 p7. [http://www.cebem.org/cmsfiles/articulos/El\\_cultivo\\_de\\_la\\_papa\\_en\\_el\\_oriente\\_bolivia\\_no.pdf](http://www.cebem.org/cmsfiles/articulos/El_cultivo_de_la_papa_en_el_oriente_bolivia_no.pdf)

Cortes. M.R. y Hurtado, G. 2002. Guía técnica cultivo de la papa. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal CENPA. Ciudad Arce, el Salvador Disponible en, <http://es.scribd.com/doc/20572799/Cultivo-de-la-Papa-en-El-Salvador>

Devaux, A. 2010. La Papa: el sector papa en la región andina. XXIV Congreso ALAP. Cuzco, Perú. CIP.

Duran, J. 1989. Agroecología y desarrollo rural. Ed. SEMTA. La Paz, Bolivia. p. 14.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación), 1993. La Diversidad de la Naturaleza un Patrimonio Valioso, 3 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2008. Año Internacional de la papa - Tesoro enterrado. (En línea). Consultado 10 julio 2022. Disponible en [www.fao.org](http://www.fao.org)

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2008. La papa y los recursos hídricos. Roma – Italia. (En línea). Consultado el 20 de oct de 2021. Disponible en <http://www.potato2008.org/pdf/IYP-10es>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). s.f. Agronomía de Cultivos Andinos. Capítulo IV. (En línea). Consultado 15 de mayo 2022. Disponible. [www.fao.org/docrep/010/ai185s04.pdf](http://www.fao.org/docrep/010/ai185s04.pdf)

Faostat, 2017. Statistical programme of work. Disponible en: [www.fao.org/faostat/#data/QC](http://www.fao.org/faostat/#data/QC). Consultado 14 de septiembre 2021.

Fernández, J.E. 2011. Costos de producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el valle y cofre de perote. Universidad Veracruzana Facultad de Ciencias Agrícolas. México. 45 p.

Franco, T. e Hidalgo, R. 2002. Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Ed. IPGRI. Roma, Italia. p. 11, 14 - 16, 22, 33, 37.

Fundación PROINPA, 2002. Una herencia de Bolivia para el mundo. PROINPA. Cochabamba - Bolivia. Pp. 4.

Gabriel, J. Pereira, R. y Gandarillas, A. 2011. Catálogo de Nuevas Variedades de Papa en Bolivia: La Papa un Cultivo Milenario de los Andes. Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA). Cochabamba-Bolivia. 52 p

García W. y Cadima X., 2003. Manejo sostenible de la agrobiodiversidad de tubérculos andinos: Síntesis de investigaciones y experiencias en Bolivia. Ed. PROINPA. Cochabamba, Bolivia. p. 4 - 7, 52 - 53, 55.

Hawkes, J. G., 2012. The potato evolution biodiversity and genetic resources. Belhaven Press. London UK. 259 p.

Huamán, Z. 1986. Conservación de recursos genéticos de la papa en el CIP. Circular. Boletín 14 N° 2 Lima, Perú. Pp. 1-5.

Huamán, Z., 2008 Centro de conservación de la biodiversidad agrícola de Tenerife (CCBTA). Descriptor morfológico de la papa.

Huanco, S. 1992. Potencial de la 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.

INE, (Instituto Nacional de Estadística), 2015. Superficies, Rendimientos y Producción del Cultivo de Papa. La Paz, Bolivia. pp 4-15.

INE, Instituto Nacional de Estadística. 2015. Base de datos del Censo Agropecuario 2013. Bolivia.

INIAP, (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal) (2 de febrero 2006) Bolivia requiere 36 mil toneladas de papa. [www.Eldiario.net/Noticias.pag4](http://www.Eldiario.net/Noticias.pag4).

IPCC, 2007. Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (Directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 Pags.

Iriarte, V.; Condori, B.; Parapo, D. y Acuña, D. 2009. Catálogo Entobotánico de Papas Nativas del Altiplano Norte de La Paz - Bolivia. Fundación PROINPA. La Paz - Bolivia. 142 p.

La Nueva Constitución Política del Estado, puesto en vigencia en febrero 2009, Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia.

LA PATRIA. 2013 Editorial LA PATRIA Ltda. Oruro, Bolivia publicación día lunes 21 de Octubre de 2013

Layme, F. 2009. Breve Diccionario Bilingüe. La Paz: Universidad Católica Boliviana “San Pablo”.

Ley N° 144. Ley de 25 de noviembre de 2011. Ley de Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria, Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia.

Mallea I. 2010. Situación actual y prioridades básicas de la seguridad alimentaria nutricional en Bolivia. *CienciAgro2* (1): 237-252.

Mamani, J. E. 2011. Estudio del manejo de la diversidad de papa conservada *in situ* en el microcentro Cariquina Grande, circundante al Lago Titicaca, Bolivia. Tesis de Posgrado para obtener el Grado de Maestría en “Conservación y Manejo de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología Vegetal Aplicada”. U.M.S.S. Cochabamba, Bolivia.

MDRyT / Viceministerio de Desarrollo Rural y Agropecuario, 2012. Compendio Agropecuario del Estado Plurinacional de Bolivia. Editorial GRECO srl. Correo electrónico: [mdrytbolivia@gmail.com](mailto:mdrytbolivia@gmail.com). La Paz - Bolivia. pp 41 - 51.

MDRyT. 2008. Lanzamiento del Año Internacional de la Papa en Bolivia. (MEMORIA). La Paz, Bolivia. p. 76.

MINISTERIO DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y PLANIFICACION (MDSP). 2002. Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio y Variabilidad Climática de los Sistemas Alimentarios en zona Semiáridas de Montana. La Paz, Bolivia. Pag. 35-47 (Disponible en <http://www.unfccc.int/resource/doc/natc/boladd4.pdf>. Consultado el: 15 de agosto de 2005).

Ochoa, C.M. 2001. La Papas de Sudamérica: Bolivia. “Travaux” de l Institut Francais de Etudes Andinas (ISSN 0768-428X). Primera Edición Traducida al Español. Agosto, Tomo 127, 407 pp.

Ordinola M., Fonceca C. 2012. Papas nativas: Aportes para la seguridad alimentaria, nutrición y generación de ingresos en zonas altas del Perú. Páginas 3 en XXV Congreso de la ALAP, Uberlandia-MG, Brasil.

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.

Panadés, E. 2008. Lanzamiento del Año Internacional de la Papa en Bolivia. Edit. M. Vargas, R. Villarpando y J. Chávez MDRAyMA (Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente). La Paz - Bolivia. 59 p.

Plan Territorial de Desarrollo Integral (PTDI), del Gobierno Autónomo Municipal de Jesús de Machaca 2016 - 2021.

PROINPA (Fundación para la Promoción Investigación de Productos Andinos). Papas bolivianos, Catálogo de cien plantas nativas documento co-publicado por el proyecto papas nativas (CIP-COSUDE), Ejecutado a nivel de Bolivia, Ecuador y Perú.

PROINPA (Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos). 1990. Selección y difusión de cultivares de papa. Cochabamba - Bolivia. 33 p.

PROINPA (Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos). 1998. Informe del compendio del programa de investigaciones de papa. Cochabamba - Bolivia.

PROINPA (Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos). 2009. Informe Compendio de la Conservación de la Riqueza Genética de los Cultivos Andinos. Cochabamba - Bolivia. 12 p.

PROINPA (Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos). 2002. Folleto de evaluaciones participativas. Cochabamba, Bolivia Pp. 1 - 8.

PROINPA (Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos). 2009. "Manejo conservación y uso sostenible de los recursos genéticos de granos altoandinos, en el marco de SINARGEAA", La Paz, Bolivia, p. 60 - 65.

Fundación PROINPA-Cooperación Italiana. 2009. Catalogo etnobotánico de papas nativas del Altiplano Norte de La Paz-Bolivia. Proyecto Escoma 2534/RC/BOL. Cooperación Italiana y Programa de la cooperación técnica Alemana.

Fundación PROINPA. 2015. Informe Compendio 2011-2014. Cochabamba, Bolivia. 142 p.

Resquejo, M. 1999. Botánica On line. Nutrición mineral de las plantas (En línea). Venezuela. Consultado 11 de abril de 2022. Disponible en: <http://www.abocol.com/articuloespecial/htm>.

Ripa, M. y G, Mérida. 2002. Diseño e implementación de la estrategia nacional de conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Ed. PRESENCIA. La Paz, Bolivia. p. 8, 10, 14.

Rojas, B. 2003. Caracterización de clones promisorios de papa (*Solanum tuberosum subespecie andigenum*) por su potencial para la producción de almidones nativos. Trabajo de grado. Bogotá D.C. CO. Universidad de La Salle. 125 p.

Tapia, M. y Fries, A. 2007. Guía de Campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE: Lima Perú. Ed. Cadmo Rosell. 209 p.

Tapia, N. 2012. Agroecología y agricultura campesina sostenible en Los bolivianos en el caso del Ayllu Majasaya Mujilli, Cochabamba, Bolivia. 373 p.

Ugarte, M.; Zeballos, J.; Cadima, X. 2007. Catálogo de Cultivos andinos bolivianos. Ed. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. p. 7.



Xu X, AA M van Lammeren, E Vermeer, D Vreugdenhil (1998) The Role of gibberellin, abscisic acid, and sucrose in the regulation of potato tuber formation in vitro. *Plant Physiology* 117 (2): 575-584

Zeballos, H.; Balderrama F.; Condori B. y Blajos J. 2009. Economía de la papa en Bolivia (1998-2007). Ed. Live graphics. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 129 p.

# **ANEXOS**

**ANEXO 1 GUIA PARA LAS CARACTERIZACIONES MORFOLÓGICAS BÁSICAS EN COLECCIONES DE PAPAS NATIVAS. René Gómez, M. Sc. Centro Internacional de la Papa**

**TABLA DE COLORES DE LA PIEL DEL TUBÉRCULO**

COLOR PREDOMINANTE	COLOR SECUNDARIO
1. Blanco – crema	0. Ausente
2. Amarillo	1. Blanco – crema
3. Anaranjado	2. Amarillo
4. Marrón	3. Anaranjado
5. Rosado	4. Marrón
6. Rojo	5. Rosado
7. Rojo – morado	6. Rojo
8. Morado	7. Rojo – morado
9. Negruzco	8. Morado
	9. Negruzco

Color Básico del Tubérculo		Intensidad del Color		
		1	2	3
Blanco-crema	1	155D*	159D	159C
Amarillo	2	1B	7C	9A
Anaranjado	3	14B	21B	24B
Marrón	4	161B	163B	165B
Rosado	5	69B	75B	67D
Rojo	6	45C	46B	53A
Morado rojizo	7	N57A	61A	72A
Morado	8	N78A	77A	79C
Morado violeta	9	N88B	N89B	N92C

**Figura A. Colores de la piel del Tubérculo**

TABLA DE COLORES DE LA CARNE DEL TUBÉRCULO

COLOR PREDOMINANTE	COLOR SECUNDARIO
1. Blanco	0. Ausente
2. Crema	1. Blanco
3. Amarillo claro	2. Crema
4. Amarillo	3. Amarillo claro
5. Amarillo intenso	4. Amarillo
6. Rojo	5. Amarillo intenso
7. Morado	6. Rojo
8. Violeta	7. Morado
	8. Violeta

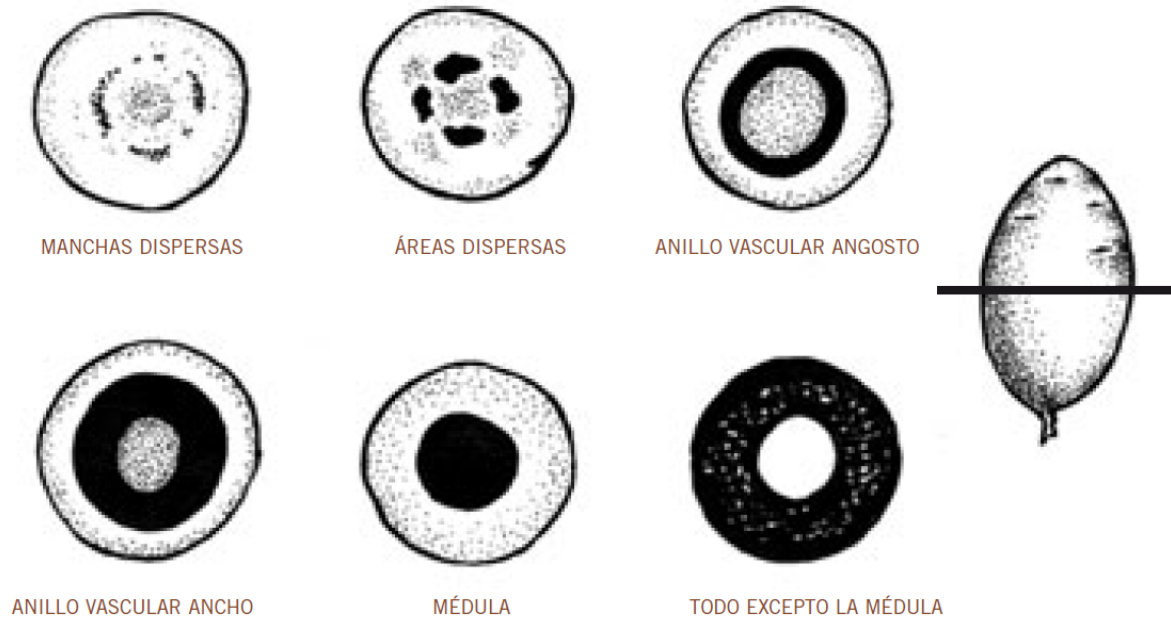


Figura B. Distribución del color secundario de los tubérculos

TABLA DE LA FORMA DEL TUBÉRCULO Y PROFUNDIDAD DE OJOS

FORMA GENERAL	VARIANTE DE FORMA	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	

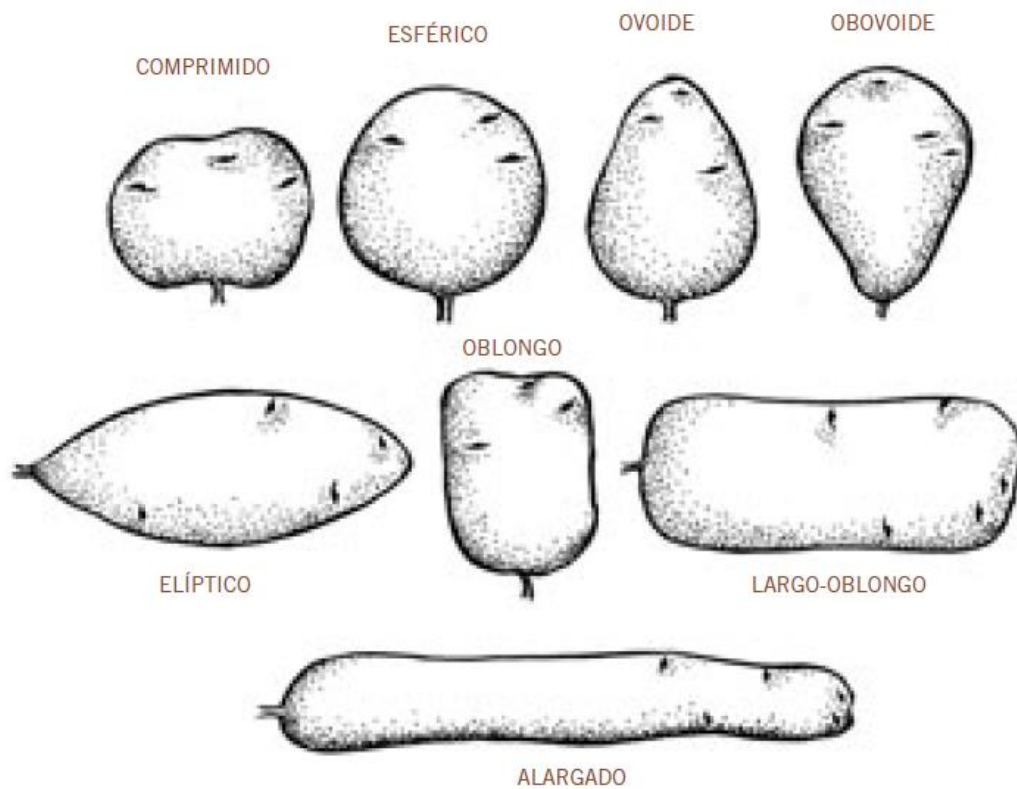
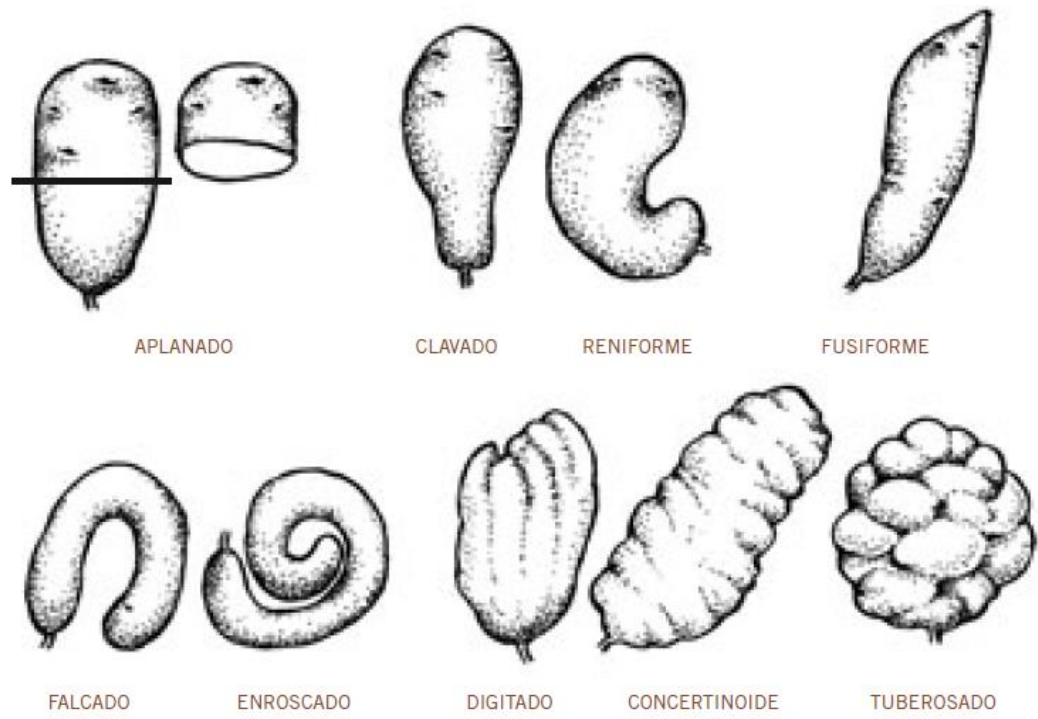


Figura C. Forma general del tubérculo



**Figura D.** Formas secundarias o inusuales en Tubérculos.

## ANEXO 2 FOTOGRAFÍAS



Foto 1. Acopio de las papas nativas antes de la cosecha



Foto 2. Acopio de las papas nativas después de la cosecha



Foto 3. Recolección de las papas nativas y verificación de días a la madurez



Foto 4. Recolección de las papas nativas





Foto 5. Evaluación de las papas nativas, días a la floración



Foto 6. Clasificación y embolsado de las papas nativas

### ANEXO 3 ENCUESTA

#### ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE PAPAS NATIVAS (*Solanum spp*) EN DOS COMUNIDADES DEL MUNICIPIO JESUS DE MACHACA

Comunidad a la que pertenece..... Fecha:.....

Por favor lea atentamente y marque con una (X):

1. ¿Con que frecuencia consume la papa?

( ) Todos los días    ( ) 3 días por semana    ( ) 2 días por semana    ( ) 1 día por semana

2. ¿En qué meses consume más papa?

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC

3. ¿Conoce cuáles son las papas nativas que se cultivan en el Municipio de Jesús de Machaca?

SI ( )

NO ( )

4. Si la respuesta es sí, cuales conoce:

Nro.	NOMBRE	COMO LA CONSUME
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

5. ¿Le gustaría encontrar en el mercado papas de diferentes formas, colores y sabores?

SI ( )

NO ( )

¿Cómo cuáles?.....  
.....

¿Usted conoce la importancia de la diversidad genética de la papa nativa?

#### Anexo 4 Clasificación de papa según la Forma y Profundidad de ojos

Variedad local	Forma del tubérculo	Profundidad de ojos
Janq'u ajawiri, Morado ajawiri	Elíptico	Profundo
Qutu sisu, Laram qutu sisu, Aqa sisu, Saylu sisu	Alargado, clavado	Superficial
Laram sisu	Alargado, clavado	Medio o ligeramente profundo
Laram q'aisa	Ovovoide, clavado	Superficial
Wila q'aisa	Elíptico, aplanado	Medio o ligeramente profundo
Janku q'aisa	Ovovoide, clavado	Medio o ligeramente profundo
Khucchijipilla	Oblongo alargado	Medio o ligeramente profundo
Wila pinku	Alargado	Medio o ligeramente profundo
K'auna luk'i, Sayt'u luk'i, Laram luk'i	Ovovoide	Superficial
Mulunkhu, Wila pala, Jank'u pala	Oblongo, aplanado	Superficial
Muruq luk'i, Ch'uqipitu	Oblongo	Medio o ligeramente profundo
Luk'i negra, Qaqa lluk'u	Oblongo, aplanado	Medio o ligeramente profundo
Janq'u surimara	Fusiforme	Superficial
Surimana	Ovovoide, aplanado	Superficial
Waych'a	Redondo	Profundo
Ch'iyar surimana	Elíptico, digitado	Superficial
Wila suriku	Elíptico fusiforme	Superficial
Wila q'aisalli	Alargado, reniforme	Superficial
Kiswara	Alargado, fusiforme	Medio o ligeramente profundo
Waka laxra	Elíptico, aplanado	Superficial
Ch'iyar tuwana	Comprimido	Profundo
Churi puya	Elíptico	Superficial
Q'illu puya	Ovalado	Medio o ligeramente profundo
Qulla wila imilla, Ch'iyar imilla, Moroco q'uyllu puya	Redondo	Profundo
Jank'u saphi, Isla qheni	Redondo	Medio o ligeramente profundo
Qaqa pala	Comprimido	Sobresaliente
Ch'iyar paqu imilla	Comprimido	Profundo
Monda qaqa sani, Qami, Jank'u imilla	Redondo	Medio o ligeramente profundo
Allka ch'iyar imilla, Pureja	Redondo	Profundo
Wila allqa imilla	Comprimido	Medio o ligeramente profundo
K'usillo	Alargado	Superficial
Wila p'itikaña	Oblongo	Medio o ligeramente profundo
Q'uyllu	Oblongo, aplanado	Medio o ligeramente profundo
Sani runa	Elíptico, aplanado	Medio o ligeramente profundo
Wila chuluku/Yurima	Oblongo alargado	Muy profundo
Jank'u yurima	Oblongo alargado	Superficial

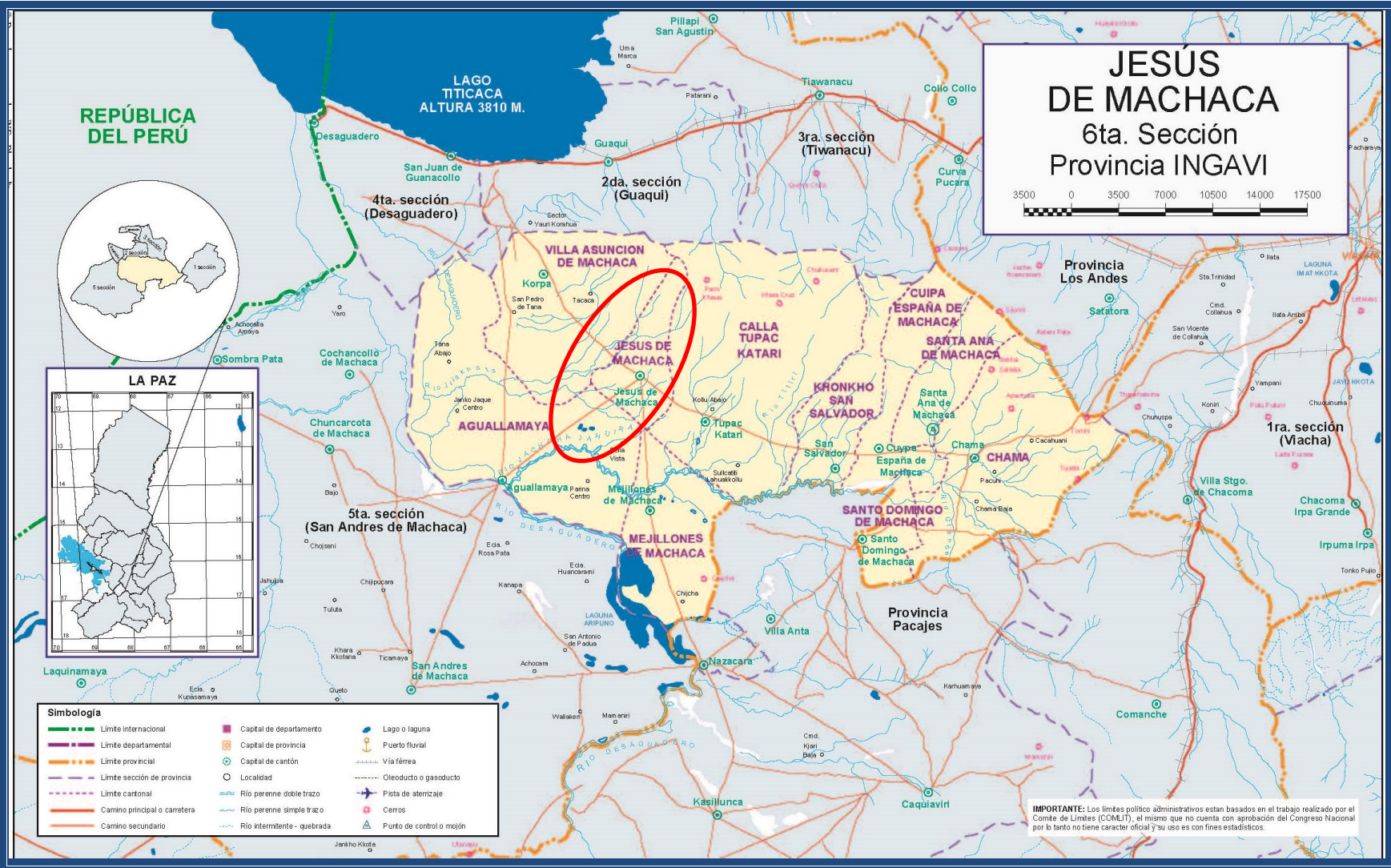
ANEXO 5 CLASIFICACIÓN DE PAPAS NATIVAS DE ACUERDO A VARIDADES



<p>Surimana</p> 	<p>Kiswara</p> 	<p>Qulla wila imilla</p> 	<p>Chiyar pagu imilla</p> 
<p>Waycha</p> 	<p>Waka laxra</p> 	<p>Chiyar imilla</p> 	<p>Monda qaga sani</p> 
<p>Chiyar surimana</p> 	<p>Chiyar tuwana</p> 	<p>Moroco g'uyllu puya</p> 	<p>Qami</p> 
<p>Wila suriku</p> 	<p>Churi puya</p> 	<p>Jank'u saphi</p> 	<p>Allka chiar imilla</p> 
<p>Wila g'aysalla</p> 	<p>Q'illu puya</p> 	<p>Qaga pala</p> 	<p>Jank'u imilla</p> 



# ANEXO 6 MAPA DE UBICACIÓN DEL MUNICIPIO JESÚS DE MACHACA







## ANEXO 8 PLANILLAS DE TABULACIÓN DE DATOS

CORRESPONDIENTE A 8 VARIABLES CUALITATIVAS Y 6 VARIABLES CUANTITATIVAS DE LAS 52 VARIEDADES

1. Análisis y caracterización de la diversidad de papas nativas (*Solanum* spp)

Color predominante de la piel del Tubérculo	CPT	Días a la emergencia	DEM
Color secundario de la piel del Tubérculo	CST	Días a la floración	DFL
Color predominante de la carne del tubérculo	CCT	Días a la tuberización	DTU
Color secundario de la carne del tubérculo	CSCT	Días a la cosecha	DCO
Forma general de los tubérculos	FT	Número de tubérculos por planta	NTP
Profundidad de los ojos	PO	Peso de tubérculos en 5 plantas	PT
Importancia y uso de la diversidad genética de la papa nativa	I		
Forma de consumo	FC		

Nº	Variedad Local	VARIABLES CUALITATIVAS								VARIABLES CUANTITATIVAS					
		CPT	CST	CCT	CSCT	FT	PO	I	FC	DEM	DFL	DTU	DCO	NTP	PT
1	Janq'u ajawiri	1	1	2	1	5	7	1	1	44	81	70	180	25	10,9
2	Morado ajawiri	8	7	2	2	5	7	1	1	44	71	58	180	16	9,8
3	Qutu sisu (Sisu agrupado)	1	1	3	0	8,2	3	2	1	40	70	56	180	22	8,2
4	Laram qutu sisu (Sisu agrupado morado)	7	7	2	2	8,2	3	1	1	40	70	56	180	14	8,8
5	Aqa sisu (Sisu desparramado)	1	1	3	0	8,2	3	1	1	40	75	65	180	18	7,9
6	Saylu sisu (Sisu alargado)	1	1	3	0	8,2	3	1	1	40	68	50	170	16	7,5
7	Laram sisu (Sisu morado)	8	5	2	2	8,2	5	2	1	40	70	62	180	15	8,2
8	Laram q'aisa (Morado)	8	1	1	0	4,2	3	2	3	37	95	85	145	21	7,5
9	Wila q'aisa (Rojo)	6	1	1	0	5,1	5	2	2	38	90	80	170	19	8,4
10	Janku q'aisa (Blanco)	1	1	1	0	4,2	5	2	2	38	90	80	160	15	6,8

11	Pinku o khucchijipilla (Similar a tripa de cerdo)	1	1	1	0	7	5	2	3	40	70	62	180	22	7,5
12	Wila pinku (Rojo)	6	1	2	0	8	5	2	2	38	75	64	180	16	8,1
13	K'auna luk'i (Forma de huevos)	1	1	1	1	4	3	3	2	40	75	65	180	26	12,4
14	Sayt'u luk'i (Alargado)	1	1	1	1	4	3	3	2	42	75	65	170	21	9,6
15	Laram luk'i (Morado)	9	8	1	1	4	3	2	2	36	70	60	180	22	8,6
16	Mulunkhu	5	5	1	0	6,1	3	1	3	30	67	57	175	21	8,2
17	Muruq luk'i (Redondo)	1	1	1	0	6	5	2	2	30	67	57	180	22	11
18	Luk'i negra	9	8	5	7	6,1	5	2	2	40	75	66	170	22	10,2
19	Ch'uiqipitu	1	1	1	0	6	5	2	2	30	81	82	175	23	8,7
20	Janq'u surimara	1	1	3	0	0,4	3	1	2	40	75	65	180	16	6,8
21	Surimana	7	1	2	1	4,1	3	1	2	40	78	68	175	26	7,4
22	Waych'a	5	2	2	1	2	7	2	2	35	70	60	160	18	15,2
23	Ch'iyar surimana	9	1	3	1	5,7	3	2	2	36	70	62	170	28	9,8
24	Wila suriku	6	5	2	2	5,4	3	1	1	36	70	64	170	20	7,8
25	Wila q'aisalli	5	2	3	3	8,3	3	1	3	35	75	68	175	23	8,3
26	Kiswara	7	1	2	2	8,4	5	1	2	35	75	68	170	16	7,2
27	Waka laxra	6	1	2	1	5,1	3	2	2	30	84	75	165	17	9,5
28	Ch'iyar tuwana	9	1	2	2	1	7	1	1	35	74	64	170	18	7,8
29	Churi puya	7	5	4	2	5	3	2	1	30	80	72	180	16	6,8
30	Q'illu puya	2	2	3	4	3	5	2	1	30	80	72	180	18	7
31	Qulla wila imilla	6	1	2	2	2	7	1	2	30	71	62	165	22	15,6
32	Ch'iyar imilla	9	2	2	2	2	7	1	2	30	80	70	160	28	13,5
33	Moroco q'uyllu puya	4	2	2	2	2	7	1	3	35	70	60	175	20	8,2
34	Jank'u saphi	1	1	2	2	2	5	2	2	37	85	75	165	16	7,8
35	Qaqa pala	4	2	4	4	1	1	1	3	35	68	58	170	23	10,5
36	Ch'iyar paqu imilla	8	1	2	2	1	7	1	2	30	82	72	170	26	11,4

37	Monda qaqa sani	8	2	4	3	2	5	1	2	35	80	73	175	18	8,9
38	Qami	4	1	1	2	2	5	1	1	35	75	68	180	20	8,2
39	Allka ch'iyar imilla	9	7	2	2	2	7	1	2	30	90	82	155	18	10,1
40	Jank'u imilla	1	1	2	1	2	5	1	2	32	90	82	150	20	14,1
41	Pureja	6	1	2	2	2	7	1	2	32	75	68	180	16	11,5
42	Wila allqa imilla	6	2	2	2	1	5	1	2	35	85	72	160	15	12,2
43	Jank'u pala	1	2	3	3	6,1	3	1	3	35	68	60	170	20	13,6
44	Wila pala	7	3	4	4	6	3	1	3	36	68	60	170	22	14,2
45	K'usillo	9	4	2	2	8	3	1	1	30	80	72	175	23	9,8
46	Wila p'itikaña	6	3	2	2	6	5	1	1	35	70	62	180	19	8,9
47	Q'uyllu	9	1	2	2	6,1	5	1	1	30	70	62	165	20	12,2
48	Sani runa	5	3	2	2	5,1	5	1	2	35	75	65	160	18	7,8
49	Wila chuluku/Yurima	7	7	2	2	7	9	1	1	30	70	62	180	16	8,7
50	Jank'u yurima	5	3	5	2	7	3	1	1	30	75	65	175	16	8,5
51	Qaqa lluk'u	9	8	5	5	6,1	5	1	1	30	75	65	175	14	6,8
52	Isla qheni	6	2	2	2	2	5	1	1	35	85	78	180	22	12,5