

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL  
CUSCO**

**FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROPECUARIA**



**TESIS**

**COMPARATIVO DE RENDIMIENTO Y COMPORTAMIENTO  
FENOLÓGICO DE DIEZ CLONES PROMISORIOS SEGREGANTES DE LA  
VARIEDAD QOMPIS (*Solanum tuberosum sub especie andigena*) BAJO  
CONDICIONES DEL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA**

Presentado por:

**Br. YINA MOLINA CASTRO**

Para optar al título profesional de  
**INGENIERO AGROPECUARIO.**

**ASESOR:**

Dra. Elisabet Céspedes Flórez

**PATROCINADOR:** CENTRO DE  
INVESTIGACIÓN EN CULTIVOS ANDINOS  
(CICA)

**CUSCO-PERÚ**

**2023**

## INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Dra Elisabet Céspedes Flórez, asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: **COMPARATIVO DE RENDIMIENTO Y COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DE DIEZ CLONES PROMISORIOS SEGREGANTES DE LA VARIEDAD QONPIS (*Solanum tuberosum sub especie andigena*), BAJO CONDICIONES DEL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA**

presentado por: YINA MOLINA CASTRO con Nro. de DNI: 46510850, para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO AGROPECUARIO. Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por DOS veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del *Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC* y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 5% de similitud general.

**Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis.**

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera hoja del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 09 de enero de 2024



Firma

Post firma Elisabet Céspedes Flórez

Nro. de DNI 23881755

ORCID del Asesor. 0000-0002-4389-2227

NOMBRE DEL TRABAJO

**COMPARATIVO DE RDTO. Y COMPORTA  
MIENTO FENOLOGICO**

AUTOR

**YINA MOLINA CASTRO**

RECUENTO DE PALABRAS

**28760 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**141763 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**129 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**14.9MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jan 9, 2024 11:12 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jan 9, 2024 11:14 AM GMT-5****● 5% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 5% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Bloques de texto excluidos manualmente



Elisabet Espadas Flores

## **DEDICATORIA**

Con mucho cariño y amor para mis hijos Yannel Sorayda y Letman Rossel. En especial a mis padres Nancy Castro y Luis Molina; quienes siempre me dieron su apoyo incondicional en mi formación profesional.

A mi esposo Frany Líder y a mis hermanos Mercedes, Rodrigo, Nereyda, Omar, Diosdado y Luisa con todo el cariño que les tengo. Estoy agradecido por su apoyo y confianza depositada en mí para culminar mis estudios.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria sede Santo Tomás de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, donde adquirí conocimientos y muchas experiencias.

Al Centro de Investigación en Cultivos Andinos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (CICA – FCA - UNSAAC) por darme la oportunidad de ejecutar el presente trabajo de investigación, brindarme el material genético y las herramientas de trabajo durante la ejecución de la tesis.

A mi asesora Dra. Elisabet Céspedes Flórez, por su permanente aporte con conocimientos, sugerencias y asesoramiento durante la ejecución del presente trabajo.

Al Dr. Aquilino Álvarez Cáceres por su amistad brindada durante la ejecución del trabajo de investigación y sugerencias durante la redacción.

A los estudiantes de la Escuela Profesional de Agronomía, en especial a Evelin, Carmen Rosa y Lizet por su apoyo incondicional, quienes me apoyaron en la siembra del cultivo. A los estudiantes de la Escuela Profesional de Zootecnia por su apoyo en la cosecha y traslado al laboratorio, de los tratamientos a fin de proseguir con los trabajos de evaluación.

## INDICE

<b>I</b>	<b>PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO</b> .....	<b>4</b>
1.1	Planteamiento del problema .....	4
1.2	Formulación del problema objeto de estudio.....	4
<b>II</b>	<b>OBJETIVOS Y JUSTIFICACION</b> .....	<b>5</b>
2.1	Objetivos:.....	5
2.1.1	Objetivo general. ....	5
2.1.2	Objetivos específicos.....	5
2.1.3	Justificación .....	5
<b>III</b>	<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>7</b>
3.1	Hipótesis General.....	7
3.2	Hipótesis específicas.....	7
<b>IV</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>8</b>
4.1	Antecedentes de la investigación.....	8
4.2	Mejoramiento de la papa. ....	9
4.2.1	Ventajas para el mejoramiento genético de la papa .....	9
4.2.2	Finalidades del mejoramiento de la papa. ....	10
4.2.3	Métodos de mejoramiento genético en papa .....	10
4.2.4	Características deseables de los nuevos segregantes.....	14
4.2.5	Variedad híbrida de papa.....	15
4.2.6	Herencia de la calidad y producción. ....	16
4.3	Rendimiento de cultivo de papa .....	16
4.3.1	Rendimiento de tubérculo en la Región Cusco. ....	17
4.3.2	Rendimiento Nacional de papa.....	18
4.3.3	La producción de papa en América Latina. ....	19
4.3.4	La producción mundial de la papa.....	20
4.4	Fenología .....	20
4.4.1	Fase fenológica .....	21
4.4.2	Momentos fenológicos de las fases. ....	21
4.4.3	Fases fenológicas del cultivo de la papa.....	22
4.4.4	Observaciones fenológicas. ....	22
4.4.5	Características básicas de los testigos. ....	23
4.4.6	Requerimientos climáticos del cultivo de papa .....	24

4.5	Origen, domesticación y distribución de la papa.....	25
4.5.1	Origen.....	25
4.5.2	Domesticación.....	26
4.5.3	Distribución geográfica de la papa.....	27
4.6	Clasificación taxonómica.....	27
4.7	Descripción botánica.....	27
4.7.1	Brotos.....	27
4.7.2	Hojas.....	28
4.7.3	Inflorescencia.....	28
4.7.4	Flor.....	28
4.7.5	Fruto.....	29
4.7.6	Semilla.....	29
4.7.7	Raíz.....	29
4.7.8	Tallos.....	30
4.7.9	Estolones.....	30
4.7.10	Tubérculos.....	30
4.8	Manejo del cultivo.....	31
4.8.1	Preparación del suelo para la siembra.....	31
4.8.2	Siembra.....	31
4.8.3	Deshierbo.....	33
4.8.4	Aporque.....	33
4.8.5	Fertilización.....	33
4.8.6	Manejo de la cosecha.....	33
4.8.7	Manejo post cosecha.....	34
<b>V</b>	<b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>36</b>
5.1	Tipo de investigación.....	36
5.2	Ubicación del campo del experimento.....	36
5.2.1	Ubicación política.....	36
5.2.2	Ubicación geográfica.....	36
5.2.3	Ubicación hidrográfica.....	36
5.2.4	Ubicación temporal.....	36
5.2.5	Historia del campo experimental.....	36
5.3	Materiales.....	37

5.3.1	Material genético .....	37
5.3.2	Tratamientos: .....	37
5.3.3	Materiales de campo .....	41
5.4	Metodología .....	42
5.4.1	Diseño experimental .....	42
5.4.2	Características del campo experimental .....	42
5.5	Análisis del suelo .....	50
5.5.1	Muestreo del suelo para el análisis físico-químico y mecánico .....	50
5.5.2	Nivel de fertilización a emplearse .....	51
5.5.3	Cálculo de Fertilizantes .....	51
5.6	Datos meteorológicos .....	53
5.7	Actividades durante el proceso de investigación .....	53
5.7.1	Preparación del terreno .....	53
5.7.2	Replanteo del campo experimental .....	54
5.7.3	Desbrote de tubérculo semilla .....	54
5.7.4	Selección de la semilla .....	55
5.7.5	Aplicación de fertilizantes .....	55
5.7.6	Siembra .....	55
5.7.7	Labores culturales .....	56
5.7.8	Evaluación de plagas y enfermedades .....	57
5.7.9	Cosecha .....	59
5.8	Variables en estudio .....	59
5.8.1	Evaluación de rendimiento de tubérculo .....	60
5.8.2	Evaluaciones fenológicas .....	61
<b>VI</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>66</b>
6.1	Rendimiento de tubérculo total .....	66
6.1.1	Rendimiento de tubérculo por categoría comercial .....	67
6.1.2	Rendimiento promedio de tubérculos por planta .....	74
6.1.3	Número de tubérculos por planta .....	75
6.1.4	Número de tallos por planta .....	77
6.1.5	Altura de planta .....	78
6.2	Fenología .....	80
6.2.1	Comparación de la fase fenológica emergencia de los	

	tratamientos .....	80
62	Comparación de la fase fenología de brotes laterales en los tratamientos .....	81
6.2.3	Comparación de fase fenológica botones florales en los tratamientos .....	82
6.2.4	Comparación de la fase fenológica floración de los tratamientos .....	83
6.2.5	Comparación de la fase fenológica senescencia de los tratamientos .....	84
6.2.6	Fase fenológica de madurez fisiológica .....	84
<b>VII</b>	<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>88</b>
7.1	Rendimiento total de tubérculo.....	88
7.1.1	Rendimiento para categoría extra.....	88
7.1.2	Rendimiento para categoría primera .....	89
7.1.3	Rendimiento para categoría segunda.....	89
7.1.4	Rendimiento para categoría tercera .....	89
7.1.5	Peso de tubérculo por planta.....	90
7.1.6	Número de tubérculos por planta .....	90
7.1.7	Número de tallos por planta .....	91
7.1.8	Altura de planta .....	91
7.2	Comportamiento fenológico .....	92
7.2.1	Emergencia .....	92
7.2.2	Brotos laterales .....	93
7.2.3	Botón floral.....	94
7.2.4	Floración.....	95
7.2.5	Senescencia.....	96
7.2.6	Madurez fisiológica.....	97
<b>VIII</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>98</b>
8.1	Del rendimiento de tubérculo .....	98
8.2	Del comportamiento fenológico .....	99
<b>IX</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>100</b>
<b>X</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>101</b>
<b>XI</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>105</b>

## RESUMEN

El objetivo general del presente trabajo de investigación fue: Evaluar el rendimiento de tubérculo y el comportamiento fenológico de nueve clones promisorios segregantes de la variedad Qonpis (*Solanum tuberosum ssp. andigena*) bajo condiciones del centro agronómico K'ayra del Distrito de San Jerónimo de la Provincia y Región Cusco.

El material genético utilizado para el presente trabajo constó de 9 clones promisorios segregantes de papa de la variedad Qonpis constituidos por los clones: CQS-265, CQS-360, CQS-476, CQS-637, CQS-883, CQS-891, CQS-895, CQS-903, CQS-989 y de la variedad Qonpis como testigo. El CICA – FCA – UNSAAC viene trabajando en la línea del mejoramiento genético de la variedad Qonpis, utilizando la autofecundación como método, producto del cual se obtuvieron más de 5000 clones segregantes y a la fecha quedan 9 clones en estudio, siendo la novena campaña de selección el presente trabajo de investigación.

El presente trabajo se instaló en el potrero de Turpaysiqui del Centro Agronómico K'ayra, durante la campaña agrícola 2019 – 2020, ejecutándose la siembra el 23 de octubre del 2019 y la cosecha se realizó el 14 de marzo del 2020. Se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con diez tratamientos y cuatro repeticiones.

La metodología de evaluación fue de observación directa y medición de las variables en estudio, las evaluaciones del rendimiento de tubérculo fueron realizados en el almacén después de la cosecha, las evaluaciones fenológicas se realizaron oportunamente mediante observación directa en el campo, cada fase fenológica en su debido momento y tomando en cuenta el inicio, plena y final de cada fase.

Para el rendimiento de tubérculo mostraron diferencia significativa con el 99% de confianza, habiendo alcanzado el mayor rendimiento el clon CQS-895 con 38.11 t/h y CQS-891 con 37.06 t/h y el tratamiento que obtuvo el menor rendimiento fue el testigo (variedad Qonpis) con 19.19 t/h.

Para la categoría extra del tubérculo hubo una diferencia significativa hasta el 99% de confianza, el tratamiento de mayor rendimiento para la categoría, fue el clon CQS-895 con 25.25 t/h; para la categoría primera el clon CQS-891 con 12.59 t/h; para la categoría segunda el clon CQS-883 con 8.03 ton y para la categoría tercera el testigo obtuvo mayor rendimiento en esta categoría con 4.23 t/h.

Para el comportamiento fenológico hubo una diferencia significativa para la madurez fisiológica, con una coeficiente de variabilidad de 1.27 % , los tratamientos: CQS-883 y CQS-903 alcanzaron a los 138 días la madurez fisiológica de las plantas; los tratamientos:

CQS-637 y el testigo alcanzaron la madurez fisiológica a los 139 días después de la siembra; el tratamiento CQS-360 alcanzó a los 140 días la madurez fisiológica y los tratamientos: CQS-265 y CQS-476, CQS-891 y CQS-895 y CQS-989 alcanzaron la madurez fisiológica a los 142 días después de la siembra. Los 9 clones presentan un comportamiento fenológico semitardío.

**Palabras claves:** Rendimiento, comportamiento fenológico, tubérculos, clones, variedad Qonpis, *Solanum tuberosum sub especie andigena*.

## INTRODUCCIÓN

La papa constituye un cultivo de gran importancia en la región, el país y el mundo debido a la demanda en el consumo diaria del tubérculo, que en estos últimos años el consumo per cápita anual se incrementó de 76 kg a 92 kg por persona (MINAGRI, 2022), siendo este producto la fuente principal de alimento para millones de personas puesto que es un alimento saludable, económico y aporta en la dieta alimentaria en carbohidratos (18-25 %), proteínas de (2 a 2.5%), así como minerales (Fe 18%, P 21 %, K 46%), vitaminas (48% en Vitamina C) y antioxidantes.

En la región del Cusco y en el Perú se encuentra una gran diversidad de variedades de papas nativas (dulces y amargas) y papas mejoradas o híbridas, las cuales muestran una variabilidad de características fenotípicas y genéticas. Una de las variedades nativas de gran importancia es la variedad Qonpis, sin embargo, esta variedad presenta bajo rendimiento, no genera ganancia a los productores ni satisfacción a los consumidores, es por ello, en la actualidad esta variedad nativa Qonpis se viene produciendo de forma ancestral para el autoconsumo, en comparación con las variedades mejoradas o híbridas que sí presentan alto rendimiento. En la facultad de Agronomía y Zootecnia, el Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA), en su programa de mejoramiento genético viene desarrollando un nuevo método de mejoramiento genético de la papa a partir de la autofecundación de la variedad nativa Qonpis. Desde hace años se viene seleccionando un grupo de clones de alto rendimiento de tubérculo y buena calidad comercial, pues estos clones requieren ser evaluados de forma experimental para conocer su rendimiento de tubérculo y comportamiento fenológico de los nueve clones en estudio.

Por lo que se plantea el presente trabajo de investigación: Comparativo de rendimiento y comportamiento fenológico de nueve clones promisorios segregantes de la variedad Qonpis (*Solanum tuberosum sub especie andigena*) bajo condiciones del centro agronómico k'ayra.

La autora

## **I PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO**

### **1.1 Planteamiento del problema**

En el departamento de Cusco una de las variedades de papas nativas de alto valor comercial viene a ser la variedad Qonpis, debido a la calidad del tubérculo y por otro lado los productores agrarios de la región producen este tubérculo en su mayor cantidad a pesar de su bajo rendimiento la que no genera ganancia a los productores, es por ello, en la actualidad esta variedad nativa Qonpis se viene produciendo de forma ancestral para el autoconsumo; razones por el cual, el Centro de investigación en Cultivos Andinos - CICA de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco, viene trabajando en el mejoramiento genético de la variedad Qonpis, utilizando la autofecundación como método, producto del cual se obtuvieron más de 5000 clones segregantes, de los cuales, para la presente investigación solo quedaron nueve clones segregantes en proceso de selección. Por lo que se desconoce el rendimiento de tubérculo en forma experimental y comportamiento fenológico de los 9 clones segregantes de la variedad Qonpis.

Con el presente trabajo de investigación se contribuirá a conocer el rendimiento de tubérculo y se identificará su comportamiento fenológico de cada uno de los clones, hasta seleccionar una nueva variedad que sea superior a los demás clones en estudio con las investigaciones que continuarán en el proyecto de la Universidad.

### **1.2 Formulación del problema objeto de estudio**

¿Cuál será el rendimiento de tubérculo de los nueve clones promisorios segregantes y del testigo de la variedad Qonpis de papa, cultivadas bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra?

¿Cuál será el comportamiento fenológico de los nueve clones promisorios segregantes y del testigo Qonpis de papa en proceso de selección evaluados bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra?

## II OBJETIVOS Y JUSTIFICACION

### 2.1 Objetivos:

#### 2.1.1 Objetivo general.

Evaluar el rendimiento de tubérculo y el comportamiento fenológico de nueve clones promisorios segregantes de la variedad Qonpis (*Solanum tuberosum ssp. andigena*) bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra del Distrito de San Jerónimo de la Provincia y Región Cusco.

#### 2.1.2 Objetivos específicos

Evaluar el rendimiento de tubérculo de nueve clones promisorios segregantes de Qonpis, utilizando como testigo la variedad Qonpis bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra.

Evaluar el comportamiento fenológico de los nueve clones promisorios segregantes de papa sembradas en condiciones del Centro de Investigación Agronómico K'ayra, utilizando como testigo la variedad Qonpis.

#### 2.1.3 Justificación

La investigación científica constituye el objetivo principal de las Universidades del Perú, en consecuencia, el Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA) – Facultad de Agronomía y Zootecnia, viene trabajando dentro de la línea de mejoramiento genético en papa, un nuevo método de mejoramiento, utilizando la autofecundación, y como consecuencia de ello se obtuvieron más de 5000 clones segregantes de papa producto de las autofecundaciones realizadas en la variedad Qonpis, (durante 8 años se fue seleccionando estos clones) que a la fecha se cuenta con nueve clones promisorios segregantes de la variedad Qonpis, por tal razón debe realizarse la evaluación del rendimiento de tubérculo y el comportamiento fenológico con el uso de un diseño experimental, a fin de discriminar estadísticamente la superioridad que exista entre estos clones promisorios.

Con la información obtenida en el presente trabajo, se podrá obtener posteriormente una variedad superior en rendimiento y tubérculo de alta calidad. Gracias a las investigaciones en mejoramiento genético se han obtenido más de una variedad nueva en nuestra región Cusco y el Perú, con altos rendimientos, precoces, resistentes a plagas y enfermedades,

pero muchas de ellas son de poca aceptación por los consumidores, debido a que son poca apetecible por el paladar de la mayoría de la población consumidora.

Razón por la que estos nueve clones promisorios ya fueron tamizados por sus cualidades culinarias y de palatabilidad de los tubérculos en trabajos de investigación, anteriores a la presente, ahora es necesario conocer el rendimiento del tubérculo y conocer el comportamiento fenológico de estos clones segregantes de la variedad Qonpis.

### **III HIPÓTESIS**

#### **3.1 Hipótesis General**

El rendimiento de tubérculo y el comportamiento fenológico de los nueve clones promisorios segregantes de la variedad Qonpis y la variedad Qonpis como testigo serán similares, sembradas bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra del distrito de San Jerónimo, Provincia y Región Cusco.

#### **3.2 Hipótesis específicas**

HE1: El rendimiento de tubérculo de los nueve clones promisorios segregantes de la variedad Qonpis, serán superiores al testigo (variedad Qonpis) en condiciones del Centro Agronómico K'ayra.

HE2: El comportamiento fenológico de los nueve clones promisorios segregantes de la variedad Qonpis y el testigo (variedad Qonpis) serán similares, sembradas bajo condiciones del Centro de Agronómico K'ayra.

## IV MARCO TEÓRICO

### 4.1 Antecedentes de la investigación.

Ccacya, F. (2020) indica en su trabajo de tesis titulado: “comparativo de rendimiento y comportamiento fenológico de siete clones promisorios segregantes de papa (*Solanum tuberosum sp especie andigena*), bajo condiciones del centro agronómico K’ayra” tuvo como objetivo general compara el rendimiento de tubérculo y comportamiento fenológico de siete clones segregantes promisorios de papa en proceso de selección y el testigo Qonpis en el Centro Agronómico K’ayra del distrito de san Jerónimo de la provincia y región Cusco.

Los clones en evaluación fueron: CQS-265, CQS-476, CQS-619, CQS-637, CQS-886, CQS-989 y CQS-1015 en donde el rendimiento de tubérculo vario de 21.5 t/h para el testigo Qonpis a 36.1 t/h para el clon CQS-476. Para la clasificación de tubérculo por categoría los resultados fueron: para la categoría primera el clon CQS-637 tuvo un rendimiento de 14.3 t/h; para la categoría segunda el clon CQS-265 con 10.4t/h; para la categoría tercera el clon CQS-1015 con 8.6 t/h y para la categoría cuarta el clon CQS-476 con 7.4 t/h tuvo mayor rendimiento

En cuanto a fase fenológica, la madurez fisiológica varió de 155 días después de la siembra en testigo Qonpis a 167 días después de la siembra en el clon CQS-476, en conclusión, los siete clones presentaron el de periodo vegetativo semitardío.

Quispe, F. (2021), en su trabajo de tesis titulada “comparativo de rendimiento y comportamiento fenológico de siete clones promisorios segregantes de qompis (*Solanum tuberosum sp. especie andigena*), bajo condiciones del centro agronómico K’ayra”

Los clones evaluados fueron: CQS-287, CQS-360, CQS-492, CQS-883, CQS-891, CQS-895 y CQS-903. En donde el rendimiento de tubérculo vario de 18.987 t/h en testigo Qonpis a 38.833 t/h en el clon CQS-360.

En cuanto a la clasificación de tubérculos por categoría, para la categoría primera, el clon CQS-891 tuvo un rendimiento de 14.975 t/h; para categoría segunda el clon CQS-360 con 13.727 t/h; para la categoría tercera el clon CQS-903 con 10.153 t/h y para la categoría tercera el clon CQS- 895 con 6.255t/h.

En cuanto a comportamiento fenológico indica que la madurez fisiológica vario de 140 a 170 días después de la siembra, siendo de comportamiento semitardío para los siete clones.

## **4.2 Mejoramiento de la papa.**

Christiansen (1967) indica que el mejoramiento genético en la sierra del Perú viene de 1947 y fue iniciado por el Programa Nacional de papa, haciendo las primeras hibridaciones usando como progenitores, variedades nativas de las zonas de Junín y Valle del Mantaro.

Los primeros cruzamientos fueron simplemente de exploración para estudiar su habilidad combinatoria y luego plantear los cruzamientos con objetivos definidos cada uno de ellos con factores favorables a rendimiento y tolerante a *Phytophthora infestans*, helada, verruga etc.

Montaldo (1984) menciona que el Perú cuenta con un programa amplio de mejoramiento genético en papas, con la colaboración del Centro Internacional de la Papa (CIP), que tiene su sede en Lima.

Manifestando que el mejoramiento genético de la papa debe basarse en dos requisitos fundamentales:

- Poseer una adecuada variabilidad genética que motive la selección.
- Hacer una selección eficiente.

### **4.2.1 Ventajas para el mejoramiento genético de la papa**

Christiansen (1967) indica que la papa se reproduce clonalmente utilizando el tubérculo semilla, la cual cuenta con ciertas ventajas y desventajas.

#### **Ventajas:**

- Un genotipo determinado, por muy heterocigoto que sea se puede reproducir a partir de una yema y el clon que así se obtiene puede cultivarse como variedad constante.
- Los efectos que pudiera producir la heterosis, después de los cruzamientos se conservan mediante la producción vegetativa.

#### **Desventajas:**

- Todas las variedades son altamente heterocigotas, lo que puede traer consigo dificultades en el análisis genético y en el mejoramiento.
- Las plantas reproducidas vegetativamente pueden perder mucho valor cultural, como consecuencia de presentar enfermedades virosas.
- Hay muchas variedades híbridadas que no producen flores, otras que producen

pocas, pero en nuestras variedades nativas la totalidad de ellas producen gran cantidad de flores; también se encuentran algunas variedades híbridas estériles.

#### **4.2.2 Finalidades del mejoramiento de la papa.**

Álvarez y Céspedes (2017) manifiestan que el fin que persigue la mayoría de los mejoradores de plantas de especies de reproducción asexual es aumentar el rendimiento de tubérculos, cormos, rizomas, raíces u otros órganos comestibles. Algunas veces esto se ha podido llevar a cabo no con mejoras específicas, tales como resistencia a plagas y enfermedades, sino mediante la obtención de variedades básicamente más productivas como resultado de una eficiencia fisiológica del clon.

Gabriel (2010) manifiesta que la finalidad del mejoramiento genético de la papa, es generar cultivares de papa que satisfagan la demanda de los agricultores, comerciantes, industriales y consumidores en general y que tengan atributos de precocidad, mayor rendimiento, calidad culinaria y con resistencia a los principales factores bióticos y abióticos que afectan a la papa.

Montaldo (1984) indica que el mejoramiento en papas puede agruparse en rendimiento, calidad y resistencia a plagas y enfermedades. El rendimiento de una nueva variedad de papa debe ser alto con respecto a las variedades en actual cultivo, de lo contrario será muy difícil la introducción en los sistemas agrícolas de los productores de papa. Los progenitores deben ser menos emparentados para obtener un buen rendimiento aprovechando la heterosis. Es difícil definir la calidad, sin embargo, en general está basada en alto contenido de materia seca, que no se deshaga o ennegrezca cuando está cocida.

#### **4.2.3 Métodos de mejoramiento genético en papa**

Mendoza (1987) menciona que los métodos usados en el mejoramiento genético de la papa se incluye la hibridación, se ha comprobado de una manera general, que cuanto más alejados sea el grado de parentesco de los progenitores en estudio, mayor será la variabilidad genética y por lo tanto el vigor será más acentuado que cuando el grado de parentesco es más estrecho, dará lugar a individuos homocigotos, sin embargo es muy común que cuando la divergencia entre los dos progenitores (especies) es demasiado grande, los híbridos resultantes presentan un alto grado de esterilidad y deficiencias, e incluso llegar a una inhabilidad fisiológica para poder sobrevivir.

Montaldo (1984) indica que los métodos de mejoramiento utilizados en papa pueden ser asexuales y sexuales.

#### **4.2.3.1 Métodos asexuales.**

Estrada (2000) señala que mediante la reproducción asexual se obtiene una progenie genéticamente idéntica a su único progenitor. Un grupo de plantas deriva de una sola célula progenitora por división mitótica llamándose clon. La propagación asexual tiene una gran ventaja porque permite obtener fácilmente un genotipo seleccionado y multiplicarlo.

Álvarez y Céspedes (2017) mencionan que considerando que la producción asexual permite la perpetuidad del mismo genotipo, es una gran ventaja para el mejoramiento genético de las papas, sobre los otros tipos de plantas, puesto que puede independientemente del grado de heterocigocidad del genotipo, mantener invariable el fenotipo de las características cualitativas como cuantitativas, en la población de una variedad o de un clon, sin que haya segregación como en las especies de reproducción sexual. Así mismo si se realiza la hibridación en la papa, a partir de F1 se continúan con la selección clonal, a fin de obtener el mejor híbrido recombinante y de alto rendimiento. Montaldo (1984) menciona que la selección clonal en papas no ha demostrado ser un método de mejoramiento efectivo a pesar de que se presenta ocasionalmente algunas alteraciones.

Pacheco (1981) manifiesta que el conjunto de plantas que han sido obtenidas por la propagación vegetativa de una planta madre, constituye un clon. Todas las plantas dentro de un clon son genéticamente idénticas en su comportamiento hereditario y llevan las mismas características que la planta original.

#### **4.2.3.2 Selección clonal**

Álvarez y Céspedes (2017) manifiestan que la selección clonal está fundamentada en el fenotipo de la planta. El progreso de la selección se limita al aislamiento del mejor genotipo existente pudiendo efectuarse en poblaciones formadas por mezclas de clones, poblaciones originadas inicialmente por polinización cruzada entre las plantas, variedades tratadas con agentes mutagénicos, o por mutación genética o somática espontánea.

Corzo (1995) menciona que este método consiste en la selección y marcado de las mejores plantas en un cultivo de papa, en base a su sanidad, buena constitución, vigor y características típicas de cada variedad.

En la cosecha, se hace otra selección de plantas, teniendo en cuenta el rendimiento, forma típica del tubérculo y ausencia de plagas y enfermedades. Los tubérculos de cada planta seleccionada se llaman clones, cada clon se debe almacenar y multiplicar en forma separada para conservar su identidad.

#### **4.2.3.3 Métodos sexuales.**

Mendoza (1987) manifiesta que los métodos usados en el mejoramiento genético de las plantas dependen, tanto del sistema de reproducción de la especie, como de la herencia de los caracteres por mejorar. Basados en la reproducción sexual, la papa se comporta como una especie alógama, constituida por poblaciones muy heterocigotos, donde la endogamia produce una disminución de vigor y otros efectos perjudiciales impidiendo que su productividad sea satisfactoria. Se debe mantener heterocigotos durante el programa de mejora o restaurarse como una etapa final del mismo.

Montaldo (1984) menciona que este método se basa en cruzamientos, selección de líneas auto fecundadas, cruzamientos entre líneas auto fecundadas o hibridaciones inter específicas. Para efectuar el mejoramiento sexual no sólo hay que elegir los padres, sino que es necesario efectuar pruebas de progenies y de habilidad combinatoria.

Alonso (2002) indica que la papa es una planta de fecundación autógena, pero al forzar la fecundación cruzada, estamos provocando que las semillas contenidas en las bayas producidas en las plantas que actúan como hembras tengan ciertas características de las plantas que actúan como machos.

Las bayas producidas son dejadas en los tallos hasta que maduren, momento en que son abiertas para extraer las semillas que contienen. Las semillas obtenidas tendrán ciertos caracteres de los padres, pero la variabilidad genética es tan grande que las plantas producidas por semillas provenientes de la misma baya pueden tener características totalmente diferentes.

Christiansen (1967) menciona que el cruzamiento con especies silvestres e híbridos es importante porque hay caracteres que no se encuentran en las variedades cultivadas.

#### **4.2.3.4 Selección masal**

Álvarez y Céspedes (2017) manifiestan que en la selección masal la variedad mejorada está formada por una mezcla de líneas puras. Una variedad que se crea por una selección masal será más o menos para las características que puedan observarse fácilmente sin embargo las líneas componentes en la variedad pueden diferir en características cuantitativas, como en el rendimiento.

Camarena, Chura y Blas (2014) Menciona que el método consiste en la selección de un gran número de individuos, con características fenotípicas similares que luego son mezclados para constituir la generación siguiente. Es uno de los más antiguos métodos de mejoramiento. Este método es eficiente en poblaciones heterogéneas, constituidas por mezclas de líneas puras, en especies autóгамas o por individuos heterocigotos en el caso de alógamas. La idea principal de la selección masal es al escoger los mejores fenotipos, se mejora el nivel de la población con la reunión de los fenotipos superiores ya existentes. Gabriel (2010) menciona que este método consiste en identificar individuos fenotípicamente superiores, asumiendo que son reflejo fiel de sus genotipos. Es el método más simple de aplicar y muchas veces produce respuestas más rápidas.

#### **4.2.3.5 Hibridación.**

Romero (1986) dice que las hibridaciones pueden ser intra específicas o inter específicas. Para efectuar el mejoramiento sexual no sólo hay que elegir los padres, sino que es necesario efectuar pruebas de progenies y de habilidad combinatoria. Existe el problema ya señalado de la esterilidad del polen que presenta muchas variedades.

#### **4.2.3.6 Autofecundación.**

Christiansen (1967) manifiesta que la autofecundación para la obtención de nuevas variedades de papa no es recomendable, pero se pueden usar híbridos para autofecundaciones con los que sería posible aumentar la homocigosis de factores deseables y tener de este modo más información sobre el comportamiento genético de los caracteres.

Montaldo (1984) indica que la declinación de vigor en las líneas auto fecundadas debido a la homocigosis es posible recuperarla y aun sobrepasarla por cruzamientos de líneas endocriadas que posean diverso genotipo.

Krantz (1946) dice que el bajo rendimiento de tubérculos al auto fecundar está acompañada por un aumento en la proporción de plantas débiles, las cuales no florecen. Estas plantas que no florecen no tienen ya más valor para el mejoramiento. De ahí que la selección para combinaciones deseables bien podría estar limitada a F1 y F2. Si se desea mayor homocigosis para los caracteres en la nueva combinación de selección podría ser auto fecundado por una generación más. Una práctica más común que auto fecundar para obtener la combinación deseada es el uso de formas menos endocriadas, tales como el cruce entre hermanos y el cruce entre individuos que tienen caracteres similares, pero de diferente origen genético, La autofecundación es también menos empleada que el

cruzamiento, para determinar el comportamiento de mejoramiento de los individuos. Sin embargo, la autofecundación es un método eficiente para obtener nuevas combinaciones de selecciones F1, para aumentar la homocigosis de factores deseados y para obtener información en el comportamiento de selecciones.

#### **4.2.3.7 Segregantes.**

Lovatón (1988) menciona que son combinaciones genéticas (genotipos) nuevas, resultantes de la recombinación de genes en la reproducción sexual de plantas heterocigotas.

Vásquez (1990) menciona que la recombinación génica simplemente se produce como resultado de la producción sexual para crear variabilidad genética. Las progenies híbridas se usan como fuente para la selección de nuevos clones debido a que los clones progenitores son heterocigotos habrá segregación en la generación F1, como resultante una fuente potencial para un nuevo clon.

#### **4.2.3.8 Ventajas y desventajas de la segregación por autofecundación.**

##### **Ventajas:**

- Mayor homocigosis para un carácter deseado.
- Obtención de nuevas combinaciones en selecciones F1.
- Obtención de información en el comportamiento de las selecciones.
- Obtención de genotipos parecidos al clon inicial.
- Mantenimiento relativo de heterosis o vigor híbrido en F1.

##### **Desventajas:**

- Declinación del vigor, debido a la homocigosis en líneas sucesivas de endocría.
- Disminución en rendimiento, cuantas más autofecundaciones se realizan.
- Aparición de plantas débiles sin floración con la consiguiente pérdida de generaciones para mejoramiento.
- Disminución de heterosis para resistencia o tolerancia a enfermedades y plagas.

#### **4.2.4 Características deseables de los nuevos segregantes.**

Christiansen (1967) menciona que en el Perú desde hace siglos existen variedades que se cultivan y que son de buena calidad, pero estas variedades son susceptibles a enfermedades, una de ellas muy importante es la racha (*Phytophthora infestans*).

CIP (1989) el Centro Internacional de la Papa afirma que se deben combinar cualidades de resistencia a las plagas y enfermedades, características del tubérculo y calidad de

procesamiento. El material escogido para los progenitores evaluados y escogidos por sus efectos favorables sobre la habilidad combinatoria de caracteres poli génicos en el Perú y Brasil se seleccionó por el CIP clones precoces de rendimiento alto, resistencia al tizón temprano (rancho), alto contenido de materia seca, excelentes cualidades de procesamiento (hojuelas y papas fritas), resistencia al PLRV (Potato Leaf Roll Virus), inmunidad al PVY (Potato Virus yellow).

Montaldo (1984) menciona que es necesario tener una clara evaluación económica del daño que causan las plagas y las enfermedades y así poder determinar resistencia hacia qué plagas y qué enfermedades deberá trabajarse. Este objetivo debe, en lo posible, estar confinado a una o dos enfermedades para lograr algún resultado positivo.

Alonso (2002) manifiesta que el interés de los primeros seleccionadores se centró principalmente en el rendimiento y resistencia a enfermedades. Todos los mejoradores tienen por presente la resistencia al hongo (*Phytophthora infestans*), en aquella época se consiguió combatir esta enfermedad realizando hibridaciones o cruzamientos intraespecíficos.

Señala también que se debe buscar nuevas fuentes de resistencia a plagas y enfermedades y otras características deseadas, en los programas de obtención de nuevas variedades se ha introducido otras muchas especies, tanto cultivadas como silvestres, que se están empleando para aumentar la base genética. Sin embargo, como aún no se tiene la variedad ideal, persiste la necesidad de obtener nuevas variedades. Como se sabe, los agentes patógenos evolucionan para adaptarse a la resistencia de una planta, a veces conseguida de muchos años de selección. La lucha contra las plagas es continua para intentar dar a las nuevas variedades una resistencia mayor.

#### **4.2.5 Variedad híbrida de papa.**

Montaldo (1984) dice que la variedad híbrida se conocen también como variedades mejoradas, se identifican por ser una variedad de alto capacidad productiva que la mayoría de las variedades nativas. En 1952 se crearon en el Perú las dos primeras variedades modernas: Renacimiento y Mantaro.

**Tabla 1***Variedades híbridas de uso actual en el Perú*

Características de las Variedades	Variedades Híbridas
Mayor área de siembra	Tomasa Condemayta, Yungay, Perricholi, Canchan INÍA
Mayor uso regional	Norte: Liberteña, Amapola, Molinera Centro: Yungay, Perricholi, Tomasa Condemayta Sur: CICA, Andina, Chaska
Tolerantes o Resistentes a Ranchar	Perricholi, Amarilis.
Resistente al nematodo quiste	María Huanca, Canchan, INÍA
Resistente a virus X e Y	Muru, Costanera, Desértica
Tolerantes a mosca minadora	Tomasa Condemayta, María Tambeña
Resistente a suelos salinos	Tacna, Costanera
Aptitud para procesamiento (para industria)	Capiro, Tacna, Desértica, María Bonita, María Reiche, primavera, Costanera, Única María Bonita INÍA, Desértica, San Juan INÍA, Única San Antonio Abad, Amarilis, María Tambeña, Primavera Chagllina, María Reiche, UNALM Guisi.

Fuente: Eguzquiza 2000

Según CIP (2012) citado por MINAM (2018) menciona que la variedad mejorada Yungay es la de mayor siembra (22% del área total de la papa comercial), seguida por la variedad canchan (11%), amarilis (10%), única (4%) y serenita (1%) en el Perú. los departamentos de Arequipa, lima y Cajamarca las zonas de mayor prevalencia de papa comercial, con más de 80% de la superficie sembrada de papa a nivel regional.

#### **4.2.6 Herencia de la calidad y producción.**

Montalvo (1984) menciona que la mayoría de los caracteres de las papas se heredan en forma cuantitativa y existe muy poca información sobre su forma de herencia.

Christiansen (1967) manifiesta acerca de la herencia de ciertas cualidades, las variedades tempranas se caracterizan por ser precoces en crecimiento del tubérculo.

El cruzamiento de dos variedades precoces, da alto porcentaje de clones precoces, de estolones cortos. El porcentaje, sin embargo, puede variar mucho; también en el caso de cruzamiento entre variedades precoces y variedades tardías. Las tardías cruzadas entre sí, dan muy pocas plantas precoces, siendo elevado el porcentaje de estolones muy largos.

#### **4.3 Rendimiento de cultivo de papa**

Poehlman y Allen (2003) dicen que el rendimiento de tubérculos está determinado por el

número de órganos que se producen por planta y por el peso de cada uno. El número de tubérculos por planta va de tres a diez.

Al seleccionar un mejor rendimiento de tubérculos es necesario considerar la respuesta de plantas al fotoperiodo. El crecimiento vegetativo es favorecido por los días largos y la temperatura moderada, el crecimiento de los estolones es favorecido por los días largos y calurosos, en tanto el rendimiento es favorecido por los días largos que estimula el crecimiento vegetativo seguido de días cortos que activan la tuberización. La cantidad de follaje influye sobre el rendimiento. La reacción del fotoperiodo es heredable e interviene un gran número de genes.

Rousselle (1996) manifiesta que el rendimiento resulta de la duración del engrosamiento de los tubérculos y del engrosamiento diario que depende de la medida en que el volumen del follaje y la alimentación hídrica estén en su punto óptimo, de la intensidad luminosa y de la temperatura. Rendimientos máximos implican un nivel alto de producción diaria durante un periodo prolongado, plantar la variedad adecuada, usar semillas sanas en buenas condiciones fisiológicas y poner especial atención a la humedad del suelo, fertilización y control de plagas.

#### **4.3.1 Rendimiento de tubérculo en la Región Cusco.**

DRAC (s.f) menciona que el rendimiento a nivel provincial, es variable dependiendo de la diversidad de suelo, pisos ecológicos y tecnología que influyen determinadamente, se puede indicar las provincias con rendimiento debido a la tecnología empleada en papa son: Canchis con 19.734 Kg/ha y Urubamba con 14.712 Kg/ha, mientras cusco presenta un rendimiento bajo de 9.066 Kg/ha.

**Tabla 2**

##### *Rendimiento de papa en Cusco*

Provincia de cusco	Rendimiento kg/ha
Anta	9627
Calca	7271
Canas	3554
Chumbivilcas	3617
Cusco	9066
Espinar	3500
La convención	8267
Paruro	6553
Quispicanchis	8895
Urubamba	14712
Canchis	19735

Fuente: DRAC SF.

### **4.3.2 Rendimiento Nacional de papa**

MINAG (2012) la producción de papa en los últimos 8 años ha venido creciendo a una tasa promedio de 3.1%, el mismo que se viene sustentando por la mayor área cosechada dado que los rendimientos promedios aún continúan bajos en ciertas zonas productoras del país.

De acuerdo a la producción a nivel regional, la producción en el año 2011 fue de 40.67 toneladas, con un incremento del 6.9% con respecto a la producción del año 2010; destacando en este incremento las regiones de Huancavelica (59.9 %), Pasco (56.5 %), Cusco (22.7 %) y Huánuco (21.0 %). Teniendo en cuenta que estas regiones son zonas alto andinas, se percibe que el incremento es en el grupo de papas nativas por su mejora en la demanda.

El rendimiento promedio nacional de papa en el año 2011 fue de 13,720 kg/ha, siendo un 4.3 % superior que el rendimiento promedio del año 2010. Son dos las regiones con mayor rendimiento promedio en el año 2011, Arequipa (32,765 kg/ha) y Lima (23,903 kg/ha); Junín, Pasco, La Libertad y Huánuco mantienen rendimientos superiores al promedio nacional.

Puno es el departamento con mayor producción mantiene rendimientos de 11,262 kg/ha, por debajo del promedio nacional.

MINAGRI (2017) menciona que la producción nacional en 2017 fue de 4 776 294 toneladas. Siendo Puno la región de mayor producción con 742 924 toneladas, con participación de 15.6%; seguido de Huánuco con 668 370 toneladas (14.0%), la Libertad con 466 632 toneladas (9.8%), Apurímac con 411 958 toneladas (8.6%) y Cusco con 388 467 toneladas (8.1%), estas cinco regiones concentran el 56.0% de la producción nacional.

**Tabla 3**

Rendimiento de tubérculo promedio por departamento

Departamentos	Rendimiento en tonelada
Arequipa	33,5
Ica	32,4
Lima	22,7
La Libertad	18,7
Apurímac	17,6
Pasco	16,8
Tacna	16,6
Junín	16,4
Amazona	15,1
Ayacucho	14,8
Huánuco	13,5
Moquegua	12,3
Cusco	12,3
Cajamarca	11,9
Puno	11,6
Ancash	10,6
Huancavelica	10,4
Lambayeque	6,6

Fuente: Fuente: MINAGRI - DGESEP 2017

**4.3.3 La producción de papa en América Latina.**

FAO (2008) indica que el Perú también es el principal productor de papa de América Latina con una cosecha récord en 2011 de casi 5.4 millones de toneladas. Se ha estimado el consumo anual en alrededor de 80 kilogramos por persona. La producción de papa está principalmente en manos de los pequeños campesinos a una altura de entre 2500 y 4500 m.s.n.m, en los Andes centrales, mientras que una superficie más reducida en los valles costeros se destina a la producción de regadío comercial.

**Tabla 4**

Principales países productores de papa en América Latina

Países	Cantidad (tonelada)	Superficie (hectárea)	Rendimiento (t/ha)
Perú	3 388 147	269 441	12,6
Brasil	3 375 054	142 327	23,7
Argentina	1 950 000	68 000	28,7
Colombia	1 900 000	110 000	17,3
México	1 750 797	64 709	27,1
Chile	831 054	54 528	15,2
Bolivia	755 000	135 600	5,6
Ecuador	456 661	52 000	6,8
Guatemala	300 000	11 000	27,3
Uruguay	1 18 362	7 925	14,9
Paraguay	1 300	200	6,5

Fuente: FAOSTAT 2007

#### 4.3.4 La producción mundial de la papa.

FAO (2017) Indica que la producción de la papa en el mundo llegó a 381.7 millones de toneladas en el año 2014, con la mayor producción de papa en los países de China Continental, India Federación Rusa, Ucrania y Estados Unidos que aportan más de la mitad de la producción mundial. Mientras que los países andinos en conjunto no superan los 10 millones de toneladas debido a que mantienen la agricultura tradicional.

**Tabla 5**

*20 principales países productoras de papa*

Países	Cosechas (ha)	Producción (tn)	Rendimiento (kg/ha)
China, continental	5 645 000	95 515 000	16 920
India	2 024 000	46 395 000	22 922
Federación de Rusia	2 101 461	31 501 354	14 990
Ucrania	1 342 800	23 693 350	17 645
EE UU	425 370	20 056 500	47 151
Alemania	244 800	11 607 300	47 415
Bangladesh	461 710	8 950 000	19 384
Francia	168 519	8 085 184	47 978
Polonia	276 927	7 689 180	27 766
Países bajos	155 502	7 100 258	45 660
Belarús	307 943	6 279 715	20 392
Reino Unido	141 000	5 911 000	41 922
Irán	158 958	4 717 266	29 676
Perú	318 380	4 704 987	14 778
Argelia	156 176	4 673 516	29 925
Egipto	172 005	4 611 065	26 808
Canadá	138 942	4 589 200	33 030
Bélgica	81 121	4 380 556	54 000
Turquía	128 392	4 166 000	32 448
Brasil	132 058	3 689 836	27 941
otros países	4 517 266	73 365 875	16 241

Fuente: FAO-FAOSTAT 2014

#### 4.4 Fenología

Canchi y Morales (2009) dicen que son los diferentes cambios externos que se producen en el desarrollo de los cultivos se definen como fases o estados fenológicos, los cuales se encuentran fuertemente influenciados por aspectos climáticos, hídricos y edáficos. El conocimiento del comienzo y fin de estas fases permite definir las regularidades en el crecimiento de las plantas en relación con su medio ambiente.

SENAMHI (2011) menciona que la fenología es la rama de la Agrometeorología que trata del estudio de la influencia del medio ambiente físico sobre los seres vivos. Dicho estudio se realiza a través de las observaciones de los fenómenos o manifestaciones de las fases

biológicas resultantes de la interacción entre los requerimientos climáticos de la planta y las condiciones de tiempo y clima reinantes en su hábitat. En tal sentido, en las observaciones agrometeorológicas se realizan las observaciones de la planta y de su medio ambiente físico en forma conjunta. Estas observaciones son importantes porque permiten determinar:

- Los requerimientos bioclimáticos de los cultivos
- Calendarios agrícolas
- Zonificaciones agroclimáticas
- Herramientas para una planificación de la actividad agrícola.

#### **4.4.1 Fase fenológica**

Ladrón de Guevara (2005) se refiere a los rasgos o cambios morfológicos clínicos que experimentan las plantas en función de la influencia ambiental, entre estos la aparición, transformación o desaparición rápida de los órganos vegetales.

La fecha de aparición de las fases debe atribuirse a dos condiciones esenciales:

- Las características intrínsecas de la especie (o variedad considerada)
- Las condiciones ambientales, principalmente el clima o el tiempo.

SENAMHI (2011) define que una fase fenológica viene a ser el periodo durante el cual aparecen, se transforman o desaparecen los órganos de las plantas. También puede entenderse como el tiempo de una manifestación biológica. La mayoría de estas fases son visibles en casi todas las plantas.

#### **4.4.2 Momentos fenológicos de las fases.**

Ladrón de Guevara (2005) Menciona que se denomina momentos, al espacio de tiempo que requieren los vegetales para alcanzar la evolución de sus distintas fases vegetativas. En cada fase se determina cinco momentos:

**Primeros Órganos.** Presencia de primeros órganos visibles (flores, hojas, frutos maduros, hojas amarillas, caída de hojas), que se presentan aisladamente antes del comienzo definido de la fase respectiva.

**Comienzo de fase.** Presencia de fenómeno en varios lugares de la planta o del cultivo, que se suceden con otros sin interrupción y en aumento, determinando así su comienzo.

**Plenitud de la fase.** Momento en que se produce el fenómeno con la mayor intensidad.

**Fin de fase.** Últimos órganos en actividad sin interrumpir la continuidad del proceso respectivo.

**Últimos órganos.** Aparición de órganos aislados, cumpliendo su proceso respectivo,

después de concluir el proceso definido de la fase.

#### **4.4.3 Fases fenológicas del cultivo de la papa**

Ladrón de Guevara (2005) cita las siguientes fases fenológicas de la papa.

- Emergencia. - Se considera cuando se aprecia el ápice del talluelo fuera de la corteza del suelo, desde la siembra hasta la emergencia de 26 días.
- Elongación del tallo principal. - Se produce a los 37 días, las plantas muestran alargamiento del tallo principal.
- Ramificación. - Se determina a los 50 días, después de la siembra y se establecen las ramas por plantas.
- Pre floración. - Aparición de los botones florales, la aparición de las primeras flores 68 días hasta los 84 días.
- Fructificación. - Se manifiesta a los 98 días de la siembra, con la presencia de bayas.
- Senescencia. - Desarrollo de la parte aérea de la planta, se manifiesta a los 117 días después de la siembra.
- Madurez. - Se caracteriza por el amarillamiento de los folíolos, 131 días de la siembra, incremento de los órganos subterráneos, tubérculos, y estolones.
- Madurez fisiológica. - Se caracteriza por el amarillamiento total de las plantas, declinación de las hojas, ramas, y consistencia de los tubérculos, 148 días después de la siembra.
- Madurez comercial. - Los tubérculos alcanzan su máxima madurez 166 a 188 días después de la siembra.

#### **4.4.4 Observaciones fenológicas.**

SENAMHI (2011) menciona que consiste en encontrar el número de plantas que ha alcanzado una determinada fase en una fecha exacta, o sea que, el observador debe decidirse por un día y no por un periodo en el que a su criterio ocurrió la fase fenológica. Es recomendable no recargar al observador en la toma de muchos datos agronómicos y de prácticas culturales.

##### **4.4.4.1 Tipos de observación fenológicas**

###### **Categoría I**

- Puede realizarse en cultivos en conducción y son los siguientes:
- Fecha de siembra (obtener información cuando se sembró)

- Duración de la etapa de siembra al 10 % de cobertura del terreno
- Duración de la etapa de siembra al 80% de cobertura de terreno
- Duración de la etapa de siembra al 100% de cobertura del terreno
- Duración de etapa de siembra al inicio de fase de maduración

### **Categoría II**

En esta categoría se observará o determinará el número de días necesarios para el inicio de la manifestación de la fase de:

- Emergencia
- Floración
- Fructificación
- Maduración

### **Categoría III**

En esta categoría se realizará la observación del ritmo de crecimiento del sistema radicular de la planta de un cultivo. Se evaluará la profundidad media de 80% del sistema radicular al momento de alcanzar:

- El 10% de cobertura del terreno
- El 80% de cobertura del terreno
- El 100% de cobertura del terreno
- El inicio de la fase de maduración

Ladrón de Guevara (2005) dice que estas observaciones deben realizarse tres veces por semana, algunas fases como la floración, tienen una duración muy corta en este caso las observaciones deben llevarse a cabo todos los días durante la semana que antecede a la fecha en que espera que ocurra la fase mencionada, con respecto a la hora de observación, esta debe realizarse a continuación de la observación meteorológica correspondiente.

#### **4.4.5 Características básicas de los testigos.**

CIP (1994) menciona que la papa Qonpis es una variedad nativa que tiene origen en los andes de la Sierra Sur del Perú y esta codificada en CIP (Centro Internacional de la papa), con el N° 700921 y pertenece a la especie *Solanum tuberosum ssp. andígena* Var. Qonpis ( $2n = 4x = 48$ ).

Cahuana, R. y Arcos, J. (2002) Menciona las características generales de la variedad compis, afirman que es una “variedad nativa de excelente calidad”

#### **4.4.5.1 Características botánicas**

- Tamaño : Mediano a alto
- Tallos : 2 a 5 por planta, de color verde
- Hojas : Tamaño mediano, de color verde
- Flores : Blanca, de abundante floración
- Tipo tuberización : Semiprofundo y semidisperso
- Periodo vegetativo : 155 a 160 días
- Rendimiento : Hasta 30 t/ha

#### **4.4.5.2 Características del tubérculo**

- Forma : Redondeada
- Tamaño : Medianos a grandes
- Ojos : Profundos
- Color de piel : Rosado
- Color de carne : Blanca
- Calidad culinaria : Muy buena
- Conservación : Muy buena
- Usos : Excelente para sancochado, horneado, puré y otros

#### **4.4.5.3 Comportamiento a plagas y enfermedades**

Susceptible a rancha, roña, verruga, nematodos, pudrición seca y enfermedades virósicas.

- Tolerante a carbón de la papa
- Cierta tolerancia a manchas foliares
- Cierta tolerancia a trips

#### **4.4.5.4 Comportamiento a factores climáticos**

- Cierta tolerancia a heladas, sequías y granizadas

#### **4.4.6 Requerimientos climáticos del cultivo de papa**

##### **4.4.6.1 Temperatura**

INTAGRI (2017) menciona que, para el cultivo de papa, la mayor limitante son las temperaturas, si son inferiores a 10 °C y superiores a 30 °C afectan irreversiblemente el desarrollo del cultivo, mientras que la temperatura óptica para una mejor producción va de 17 °C a 23 °C.

MINAGRI (s.f) manifiesta que los valores óptimos de temperatura en la emergencia están

entre los 17 °C a 25 °C, en el crecimiento vegetativo esta entre 15 °C a 25 °C y la tuberización está directamente relacionado con la translocación y llenado de fotosintatos en los tubérculos, siendo los valores óptimos de 14 °C a 20 °C.

#### 4.4.6.2 Humedad relativa

MINAGRI (s.f) menciona que la humedad relativa superior al 80 % genera condiciones óptimas para la aparición de enfermedades foliares como la racha, alternaría, entre otros. Molina, Mairena y Aguilar (2004) dicen que el rango óptimo de humedad del suelo es cuando éste se mantiene en un 60 a 80 % de capacidad de campo, principalmente en la etapa de formación de tubérculos.

#### 4.4.6.3 Precipitación pluvial

MINAGRI (s.f) menciona que la precipitación pluvial óptima requerida por el cultivo de papa es de 400 mm a 1200 mm.

Román y Hurtado (2002) señalan que la precipitación o cantidad óptima de agua requerida es de 600 mm, distribuida en todo su ciclo vegetativo; las mayores demandas se dan en las etapas de germinación y crecimiento de los tubérculos.

**Tabla 6**

*Requerimiento climático del cultivo de la papa*

Periodo Fenológico	Crecimiento Vegetativo						Crecimiento reproductivos		Maduración	
	Brotamiento	Emergencia (1)	Brotos laterales (2)	Boton Floral (3)	Floracion (4)	Maduración de bayas (5)	Senescencia			
Parte aérea	Formación de raíces y tallos		Desarrollo y crecimiento de raíces		Emisión y crecimiento de estolones		crecimiento y llenado de estolones		Maduración de tuberculos	
Parte radicular	Formación de raíces y tallos		Desarrollo y crecimiento de raíces		Emisión y crecimiento de estolones		crecimiento y llenado de estolones		Maduración de tuberculos	
Ocurrencia de la fase (dds) <sup>1</sup>										
* Variedad Precoz	15 - 20		25 - 35		60 - 70		80 - 95		100 - 120	
* Variedad semitardía	20 - 25		35 - 45		75 - 90		100 - 120		130 - 160	
* Variedad tardía	25 - 30		45 - 55		95 - 105		135 - 150		180 - 200	
Temperatura Óptima	17°C a 25°C		17°C a 25°C		15°C a 25°C		15°C a 25°C		14°C a 20°C	
Temperatura Crítica	< 5°C a 30°C >		< 5°C a 30°C >		< 6°C a 30°C >		< 6°C a 30°C >		< 5°C a 28°C >	
Humedad óptima	60% - 80%		60% - 80%		60% - 80%		60% - 80%		60% - 80%	
Déficit hídrico	Sensible		Sensible		Sensible		Sensible		Tolerante	

Fuente: SENAMHI-DA citado por MINAGRI (s.f)

## 4.5 Origen, domesticación y distribución de la papa

### 4.5.1 Origen

Cahuana y Arcos (2002) manifiestan que la papa es originaria de la región andina de América del Sur, más específicamente entre el Cusco y el Lago Titicaca, donde se

encuentra una gran diversidad genética de especies cultivadas y silvestres. Dentro de este germoplasma de especies cultivadas, se tiene más de 6,214 variedades de papas nativas dulces y amargas.

Montaldo (1984) menciona que la papa es originaria de América, por lo que es posible encontrarla en la gran parte del territorio donde la mayoría de los campesinos han tenido algún contacto con ella. Aunque la historia de la papa puede trazarse en el centro de origen del lago Titicaca entre Perú-Bolivia y en el norte del Perú diez siglos atrás. La adaptabilidad de la papa a diversas condiciones de clima, fotoperiodo, suelos entre otros y de producir desde los 80 o 90 días en adelante, han hecho que se haya estudiado, en especial fuera de América y que hoy aparezca junto al trigo y maíz con muchos antecedentes bibliográficos.

Douglas (1992) menciona el cultivo de la papa se inicia en los andes, en el área del lago Titicaca cerca de la frontera actual entre Perú y Bolivia. Una vez domesticada, el cultivo de la papa se expandió por toda la región andina, y al momento de la conquista española (principios del siglo XVI) se cultivaban cientos de variedades en las regiones altas de lo que actualmente son Bolivia, Perú, Chile, Colombia y Ecuador.

Christiansen (1967) manifiesta que, dentro del Continente Americano, el Perú representa una de las regiones agrícolas más antiguas y sobre el origen de la papa hasta el momento se habla en el mundo entero que el Perú es el país que dio al mundo este alimento.

#### **4.5.2 Domesticación**

Egúsquiza (2000) manifiesta que hace 10,000 u 8,000 años, cuando se inició la agricultura, en la “chacra primitiva” se sembró diferentes especies de papas silvestres que se cruzaban entre ellas. A través de los años, el agricultor seleccionó híbridos que producían tubérculos más grandes, menos amargos y mejor adaptados a las diferentes condiciones de suelo y climas de los Andes Peruanos.

Tapia (1993) manifiesta que generaciones de agricultores mejoraron la papa a partir de una Papa que producía escasamente un puñado de tubérculos muy pequeños hasta lograr variedades como la “Q'onpis” o “Imilla” que llegan a rendir un kilogramo por planta, seleccionaban aquellas que destacaban por su sabor o por el corto tiempo requerido para la maduración o por la resistencia a plagas y enfermedades.

También, los antiguos agricultores encontraron que algunas especies de papas podrían resistir condiciones ecológicas adversas, como bajas temperaturas propias en las zonas altas sobre los 3900 hasta los 4200 msnm, pero suelos con buena materia orgánica. Ahora

ya que se sabe que esta resistencia a heladas está ligada a las características celulares de los tejidos de la papa amarga (*Solanum jusepczukii*) - ¿Cómo lo descubrieron ellos? - Fue a través de muchas experiencias de cultivar diferentes variedades de papas y de escoger aquellas de resistencia a heladas.

#### **4.5.3 Distribución geográfica de la papa**

Tapia (1993) menciona que la papa está ampliamente adaptada a alturas, entre el nivel del mar hasta los 4200 msnm, por lo que su área de cultivo incluye desde la costa hasta la vertiente oriental de los andes.

#### **4.6 Clasificación taxonómica**

Clasificación sistemática según Cronquist, citado por vara, 2015 Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Magnolipsida

Sub-Clase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

Especie: *Solanum Tuberosum*

Sub Especie: *Andigena*

Nombre común: papa

#### **4.7 Descripción botánica**

##### **4.7.1 Brotes**

Egúsqüiza (2000) menciona que el brote de la papa es un tallo que se origina en el “ojo” del tubérculo. El tamaño y apariencia del brote varía según las condiciones en las que se ha almacenado el tubérculo. Cuando se siembra el tubérculo los brotes aceleran su crecimiento y al salir a la superficie del suelo se convierten en tallos. No es deseable la presencia de brotes cuando el tubérculo se comercializa para consumo. Es deseable la presencia de brotes cuando el tubérculo se comercializa para semilla.

Huamán (1986) indica que los brotes crecen de las yemas que se encuentran en los ojos del tubérculo. El color del brote es una característica varietal importante. Los brotes pueden ser blancos, parcialmente coloreados en la base o en el ápice. O casi totalmente coloreados. Los brotes blancos, cuando se exponen a la luz, se tornan verdes.

#### **4.7.2 Hojas**

Arribillaga (2013) Menciona que las hojas, normalmente son compuestas, esto quiere decir, que tienen un pecíolo con varios folíolos laterales y uno terminal.

Egúsquiza (2000) dice que la hoja de la papa son estructuras que sirve para captar y transformar la energía lumínica (luz solar) en energía alimenticia (azúcares y almidones). Huamán (1986) menciona que las hojas están distribuidas en espiral sobre el tallo, normalmente, las hojas son compuestas, es decir, tienen un raquis central y varios folíolos. Cada raquis puede llevar varios pares de folíolos laterales primarios y un folíolo Terminal. La parte del raquis debajo del par inferior de folíolos primarios se llama pecíolo. Cada folíolo puede estar unido directamente, sin pecíolo, y en este caso se llama folíolo sésil. La secuencia regular de estos folíolos primarios puede estar interceptada por la presencia de folíolos secundarios pequeños. En la base de cada pecíolo se encuentran dos hojuelas laterales llamadas pseudo estipulas. La forma y tamaño de éstas, así como el ángulo de inserción del pecíolo en el tallo, son caracteres varietales distintivos muy útiles.

#### **4.7.3 Inflorescencia**

Egúsquiza (2000) menciona que las flores se presentan en grupos que conforman la inflorescencia cuyos elementos se muestran a continuación: cáliz, corola, columna de anteras, estigma, botón floral, pedicelo superior e inferior y pedúnculo floral.

Huamán (1986). Menciona que la inflorescencia nace en el extremo terminal del tallo y el número de flores en cada una puede ir desde 1 hasta 30, siendo lo más usual entre 7 a 15. El número de inflorescencias por planta y el número de flores por inflorescencia están altamente influenciadas por el cultivar. Aproximadamente en el momento en que la primera flor está expandida, un nuevo tallo desarrolla en la axila de la hoja proximal, el cual producirá una segunda inflorescencia.

#### **4.7.4 Flor**

Huamán (1986). Manifiesta que las flores tienen de 3 a 4 cm de diámetro, con 5 pétalos unidos por sus bordes que le dan a la corola la forma de una estrella. Las 5 anteras se hallan unidas formando un tubo alrededor del pistilo y presentan una longitud de 5 a 7 mm. El estigma generalmente es excerta más allá del anillo de anteras. La corola puede ser de color blanco o una mezcla más o menos compleja de azul, borra vino y púrpura dependiendo del tipo y cantidad de antocianinas presentes.

Egúsquiza (2000) menciona que la flor es la estructura aérea que cumple funciones de reproducción sexual. Desde el punto de vista agrícola, las características de la flor tienen importancia para la diferenciación y reconocimiento de variedades. Los elementos de las flores son: cáliz, corola, columna de anteras, estigma, botón floral, pedicelo superior, pedicelo inferior, flor, pedúnculo floral. Cada flor se presenta al final de las ramificaciones del pedúnculo floral (pedicelos). El pedicelo está dividido en dos partes por un codo denominado articulación de pedicelos o codo de abscisión.

#### **4.7.5 Fruto**

Arribillaga (2013), dice que el fruto corresponde a una baya (el tomatillo), que contiene desde ninguna hasta más de trescientas semillas. Su importancia radica en su utilización en mejoramiento genético para obtención de nuevas variedades.

Hooker (1980) manifiesta que las bayas maduras son de forma redonda a oval (de 1-3 cm o más de diámetro), de color verde a verde amarillento o castaño rojizo a violeta. Tiene dos lóculos, con 200 a 300 semillas, pero debido a factores de esterilidad puede formarse frutos sin semilla.

#### **4.7.6 Semilla**

Egúsquiza (2000) manifiesta que la deriva del nombre latino “Seminilla”, plural de “seminis”, y se dice semilla sexual o semilla botánica (baya), porque también se llama semilla asexual al tubérculo, por ser órgano de reproducción. La semilla procede del rudimento seminal que experimenta profundas transformaciones, después de fecundado el ovulo que allí contiene la semilla de papa se encuentra dentro del fruto (baya), que es indispensable en el mejoramiento genético.

#### **4.7.7 Raíz**

Egúsquiza (2000) menciona que la raíz de la papa es la estructura subterránea responsable de la absorción de agua. Se origina en los nudos de los tallos subterráneos y en conjunto forma un sistema fibroso. Comparativamente con otras plantas cultivadas, las raíces del cultivo de papa son menor profundidad, más débiles y se encuentran en las capas superficiales.

Huamán (1986) menciona que las plantas de papa pueden desarrollarse a partir de una semilla o un tubérculo. Cuando crecen a partir de una semilla, forman una delicada raíz axomorfa con ramificaciones laterales. Cuando crecen de tubérculos, forman raíces adventicias primero en la base de cada brote y luego encima de los nudos en la parte

subterránea de cada tallo. Ocasionalmente se forman raíces también en los estolones. En comparación con otros cultivos, la papa tiene un sistema radicular débil. El tipo de sistema radicular varía de delicado a superficial a fibroso y profundo.

#### **4.7.8 Tallos**

Huamán (1986) menciona que el sistema de tallos de la papa consta de tallos, estolones y tubérculos. Las plantas provenientes de semilla botánica tienen un solo tallo principal mientras que las provenientes de tubérculos semilla pueden producir varios tallos, los tallos laterales son ramas de los tallos principales. A menudo, en las márgenes angulares se forman alas o costillas. Las alas pueden ser rectas, onduladas o dentadas.

#### **4.7.9 Estolones**

Cuesta (2006) menciona que el estolón es el que da origen a los tubérculos que son los tallos carnosos. El tejido vascular de los tallos y estolones toma inicialmente la forma de haces bicolaterales, con grupo de células floemáticas de pared delgada en la parte externa de la xilema y hacia el centro en la parte interna de la xilema.

Egúsquiza (2000) menciona que el estolón es un tallo subterráneo que se origina en la yema del tallo subterráneo. El extremo del estolón tiene la forma de gancho. Es un tallo especializado en el transporte de las sustancias de azúcares producidas en las hojas y que se almacenarán en el tubérculo en forma de almidón. El número y longitud de los estolones depende de la variedad, del número de tallos subterráneos y de las condiciones que afectan el crecimiento de la planta.

Huamán (1986) indica que morfológicamente, los estolones de la papa son tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo a partir de yemas de la parte subterránea de los tallos. La longitud de los estolones es uno de los caracteres varietales importantes. Los estolones largos son comunes en las papas silvestres, y el mejoramiento de la papa tiene como una de las metas obtener estolones cortos.

#### **4.7.10 Tubérculos**

Cuesta (2006) dice que la formación del tubérculo es consecuencia de la proliferación del tejido de reserva que estimula el aumento de células hasta un factor de 64 veces; el tubérculo es el tallo subterráneo especializado para el almacenamiento de los excedentes de energía (almidón).

Huamán (1986) menciona que los tubérculos son tallos modificados que constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de papa. Un tubérculo

tiene dos extremos: el basal o extremo ligado al estolón, que se llama talón y el extremo opuesto, que se llama extremo apical o distal. En la mayoría de las variedades comerciales, la forma del tubérculo varía entre redonda, ovalada y oblonga. Además de estas formas, algunos cultivares primitivos producen tubérculos de diversas formas irregulares.

Egúsqüiza (2000) menciona que los tubérculos (tallos carnosos) se originan en el extremo del estolón, tiene yemas y ojos

## **4.8 Manejo del cultivo**

### **4.8.1 Preparación del suelo para la siembra**

Egúsqüiza (2000) menciona que la preparación del terreno debe hacer con anticipación posible a la siembra, esto ayuda a descomponer los residuos de la cosecha anterior e inducir la germinación anticipada de las malezas, para su buen control al momento de la siembra.

El sistema radicular de la papa es relativamente débil y corto, por ello necesita un suelo bien mullido y sin terrones preferiblemente; un suelo profundo mayor de 30 cm, es ideal para cultivar papa.

Cabrera (2009) menciona que la preparación del terreno debe ser lo más profunda y bien mullida posible. El rendimiento de la papa dependerá mucho de las condiciones de preparación.

Andrade (1991) menciona que la preparación de terreno varía de acuerdo a la clase del terreno, topografía y cultivo anterior, además de facilidades de implementos agrícolas utilizadas en la labranza. Requiere de una adecuada preparación que se consigue con el arado profundo (25 - 30 cm) y con la suficiente anticipación para incorporar rastrojo o barbecho al suelo para su respectiva descomposición.

### **4.8.2 Siembra**

Andrade (1991) manifiesta que la siembra se realiza por surcos, colocando el “tubérculo - semilla” al fondo del surco, a la distancia previamente establecida, conviene evitar el contacto directo entre el tubérculo y el fertilizante químico para evitar se quemé los brotes (capa de tierra de espesor aproximado de 10 cm).

Cabrera (2009) menciona que antes de la siembra se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- El terreno esté bien preparado.

- La semilla sea la adecuada (con varios brotes o brotamiento múltiple). Contar con el equipo necesario: Arado, surcador, palas, lampillas y azadones,
- Contar con la suficiente mano de obra.
- Para las labores de siembra, abonamiento y tapado se considera 12 jornales para una hectárea.
- El fertilizante debe encontrarse en las cantidades recomendadas.

#### **4.8.2.1 Preparación de la semilla**

Andrade (1991) menciona que el tubérculo a utilizarse para semilla debe tener brotes. Es aconsejable usar tubérculos con muchos brotes cortos y vigorosos. El peso óptimo de cada tubérculo-semilla es de 60 gr y debe estar libre plagas y de organismos que causen enfermedades.

#### **4.8.2.2 Época de siembra**

Egúsqiza (2000) dice que las épocas de siembra varían según la zona agroecológica y el sistema de cultivo. Las siembras tempranas denominadas maway se efectúan entre mayo y junio, con riego inicial de instalación. Las siembras grandes en secano se realizan entre septiembre y principios de noviembre, de acuerdo a las lluvias.

Muro (2012) manifiesta que las mayores épocas de siembra se realizan durante los meses de agosto a diciembre, en las regiones con mayor porcentaje en superficie de siembra.

#### **4.8.2.3 Profundidad de siembra**

Andrade (1991) dice que la profundidad está relacionada con la época de siembra, humedad del suelo y tamaño de semillas. Cuando se cubre sólo superficialmente, la fluctuación de la temperatura, alrededor de la semilla, será mayor. La siembra superficial se recomienda cuando hay mucha humedad. La semilla profunda a menudo retarda la emergencia y se recomienda en épocas secas, pudiendo considerarse como profundidad adecuada la que varíe entre 5 y 15 cm.

Egusquiza (2000) menciona que la profundidad de siembra se refiere a la longitud que debe existir entre el borde superior de la semilla sembrada (enterrada) con la parte exterior del suelo.

#### **4.8.2.4 Densidad de siembra**

Egúsqiza (2000) menciona que la densidad de siembra o distanciamiento de siembra de tubérculos de semilla de papa es la longitud de separación entre los surcos (distancia entre surcos) y en entre semillas (distancia dentro de surcos).

### **4.8.3 Deshierbo**

Andrade (1991) menciona que esta labor se realiza entre 30 y 45 días, después de la siembra, con el propósito de eliminar las malezas que establecen competencia con el cultivo. Estas labores para eliminar las malas hierbas deben hacerse solamente con la menor frecuencia posible y sólo a la profundidad necesaria.

### **4.8.4 Aporque**

Andrade (1991) manifiesta que se acostumbra realizar dos aporques durante el ciclo del cultivo, el primero llamado medio aporque se lo realiza a los 60 a 80 días y el segundo aporque propiamente dicho a los 90 días o inicio de la floración. Los objetivos de estas labores son dar mayor sostén a la planta y favorecer la formación de tubérculos, dentro del suelo, para lo cual se incorpora una capa de suelo, a fin de cubrir estolones en forma adecuada, ayudando de esta manera a crear un ambiente propicio para la tuberización.

Christiansen (1967) dice que el aporque, significa poner una capa de tierra suave más gruesa encima de la tierra que cubre las raíces, cubriendo hasta una altura de 2 a 4 cm, sobre el cuello de la planta asegurando de esta manera buenas condiciones para el desarrollo normal de los estolones que luego se ve en rendimiento por la formación de tallos subterráneos.

Egúsquiza (2000) menciona que el aporque es el traslado de tierra al cuello de las plantas de Papa. En muchos lugares de la sierra se denomina segundo cultivo. El aporque eleva la altura de los camellones, profundiza el surco de riego y aísla las raíces, estolones y tubérculos de las plagas que proceden del exterior.

### **4.8.5 Fertilización**

Christiansen (1967) indica que la papa requiere de una fertilización bien equilibrada, aunque cada zona presenta una condición especial, Para lograr una buena y eficiente fertilización es imperativo hacer un análisis de suelo y estudiar las opciones que presenta el mercado de fertilizantes.

### **4.8.6 Manejo de la cosecha**

Egúsquiza (2000) manifiesta que la época de cosecha, escarbe o hallay, se establece dentro de un periodo que puede ser anterior o posterior a la madurez natural de la planta. Los tubérculos están naturalmente maduros cuando no “son pelones” (cuando no se pela o desprende la cascara o piel a una ligera presión con la yema de los dedos).

Sánchez (2003) indica que la época de cosecha es la madurez comercial de los tubérculos, cuando el follaje esta amarillento y secándose, y cuando la cascara de la Papa no se pela

fácilmente al friccionar con el dedo pulgar.

La labor de cosecha puede realizarse en forma manual por medio de tracción animal o en forma mecanizada (cavadora de molinete, de cadena sin fin, etc.).

#### **4.8.7 Manejo post cosecha**

##### **4.8.7.1 Selección**

Cahuana (2011) indica que la selección consiste en separar todos los tubérculos que presenten problemas fitosanitarios, magulladuras, heridas, daños por cortes, daños por la acción de insectos, pudriciones y otros, de los tubérculos sanos y apropiados que se ajusten a las características típicas de la variedad de papas en procesamiento.

Las papas deben estar maduras, sanas, atractivas y de buena presentación y tener buena presentación, separadas de las papas agusanadas y podridas, inmaduras, partidas y las que son de otras variedades, papas con verrugas, deformes y sin ojos, etc.

##### **4.8.7.2 Clasificación**

Cahuana (2011) indica que la clasificación consiste en separar los tubérculos- semilla, papas destinadas al consumo humano y transformación, en diferentes categorías de acuerdo al peso.

**Tabla 7**

*Clasificación de tubérculos de papa por su peso para consumo o procesamiento*

Categoría	Peso del tubérculo	Destino
Extra	>121 gr.	Mercado
Primera	De 91 a 120 gr.	Mercado
Segunda	De 61 a 90 gr.	Consumo y procesamiento
Tercera	De 31 a 60 gr.	Consumo y procesamiento
Cuarta	< 30 gr.	Transformación

Fuente: Cahuana 2011

##### **4.8.7.3 Almacenamiento**

Egúsquiza (2000) manifiesta que el almacenamiento es muy importante tanto en la producción de papa para consumo, industria y semilla, aunque las condiciones varían para cada una de los destinos. El objetivo de almacenar papa que se utilizarán como semilla es conservar su vigor y la tendencia a producir brotes fuertes y sanos.

Las técnicas de conservación tienen por objeto reducir al máximo las pérdidas debido a la respiración, a la transpiración y a la brotación.

En papas para consumo es necesario mantener las cualidades organolépticas y de

contenido nutritivo adecuado para la alimentación humana, así limitar pérdidas de peso y evitar el desarrollo de enfermedades, en ambos casos es importante controlar la temperatura, la humedad relativa del aire y la ventilación para minimizar las pérdidas durante la conservación.

Franco (2002) considera que el tubérculo semilla generará una nueva planta, es de mucha importancia que dicho tubérculo llegue a la siembra en las mejores condiciones de sanidad y vigor, a fin de que la futura planta pueda maximizar su rendimiento. De ahí, la importancia de un buen sistema de almacenamiento de semilla de Papa, aún más teniendo en consideración que este tubérculo es sumamente perecible.

## V DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1 Tipo de investigación.

El presente trabajo es de tipo descriptivo y experimental, debido a las variables en estudio.

### 5.2 Ubicación del campo del experimento.

El trabajo de investigación se realizó en Potrero de Turpaysiqui del Centro de Investigación Agronómico de K'ayra de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, durante la campaña agrícola 2019 – 2020.

#### 5.2.1 Ubicación política

Región: Cusco

Departamento: Cusco

Provincia: Cusco

Distrito: San Jerónimo

Lugar: Centro Agronómico K'ayra

#### 5.2.2 Ubicación geográfica

Altitud: 3 219 m s.n.m.

Latitud: 13°33'24" sur

Longitud: 71°52'30" Oeste

#### 5.2.3 Ubicación hidrográfica

Cuenca: Vilcanota

Sub cuenca: Watanay

Micro cuenca: Wanakauri

#### 5.2.4 Ubicación temporal

El trabajo de investigación se instaló el día 23 de octubre del año 2019, iniciándose con la siembra, y se concluyó con el escarbe de los tubérculos el día 14 de marzo del año 2020.

#### 5.2.5 Historia del campo experimental

Los cultivos que fueron instalados en las 3 campañas anteriores se muestran en el siguiente cuadro:

**Tabla 8***Historial del campo experimental*

Campana agrícola	Cultivo
2016 – 2017	Cultivo de kiwicha ( <i>Amaranthus caudatus</i> )
2017 – 2018	Cultivo de Maíz ( <i>Zea mays</i> )
2018 – 2019	Cultivo de Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> )
2019 – 2020	Presente investigación

Fuente: Autoría propia

**5.3 Materiales****5.3.1 Material genético**

El material genético utilizado para este trabajo de investigación se encuentra en el noveno ciclo de reproducción clonal, fue proporcionado por el CICA (Centro de Investigación en Cultivos Andinos) de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco,

El material genético estuvo constituido por nueve clones promisorios segregantes obtenidos a partir de la semilla botánica obtenida por autofecundación de la variedad Qonpis. En el siguiente cuadro se muestra la clave de los nueve clones más la variedad Qonpis – testigo.

**Tabla 9***Clave de identificación de los tratamientos en estudio*

Numeración	Clave	Tratamiento
1	A	CQS_265
2	B	CQS_360
3	C	CQS_476
4	D	CQS_637
5	E	CQS_883
6	F	CQS_891
7	G	CQS_895
8	H	CQS_903
9	I	CQS_989
10	J	Variedad Qonpis (testigo)

CQS = Clon Qonpis Selección

**5.3.2 Tratamientos:**

Los tratamientos constan de nueve clones promisorios y la variedad Qonpis (testigo), En las fotografías se observan cada clon en plena floración y el tubérculo como producto.

**Figura 1:** Tratamiento 01 CQS-265.



**Figura 2:** Tratamiento 02 CQS - 360



**Figura 3:** Tratamiento 03 CQS - 476



**Figura 4:** Tratamiento 04 CQS - 637



**Figura 5:** Tratamiento 05 CQS - 883



**Figura 6:** Tratamiento 06 CQS - 891



**Figura 7:** Tratamiento 07 CQS - 895



**Figura 8:** Tratamiento 08 CQS - 903



**Figura 9:** Tratamiento 09 CQS - 989



**Figura 10:** Variedad Qonpis (testigo)



### 5.3.3 Materiales de campo

Durante la ejecución del trabajo de investigación, se utilizó diferentes herramientas, instrumentos de medición y equipos:

#### **Materiales del campo:**

- Estacas
- Cordel
- Diatomita (qontay)
- Libreta de campo
- Etiquetas
- Plumón indeleble
- Tijera
- Picos
- Lampas

#### **Instrumentos de medición:**

- Wincha de 50 metros
- Balanza de precisión de 5 kg
- Dinamómetro de precisión

#### **Equipos:**

- Computadora
- Impresora
- GPS
- Cámara fotográfica

## 5.4 Metodología

### 5.4.1 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el diseño de bloques completos al azar (DBCA), con diez tratamientos y cuatro repeticiones, la distribución de los tratamientos en cada bloque fue al azar, utilizándose para el efecto el método de la balota.

### 5.4.2 Características del campo experimental

#### Dimensiones del campo experimental

Largo del campo:	45m
Ancho del campo:	27m
Área total:	1215m <sup>2</sup>
Área útil total:	1080 m <sup>2</sup>
Área neta total:	583.2 m <sup>2</sup>

#### Dimensiones del bloque

Número de bloques:	4
Largo del bloque:	45m
Ancho del bloque:	6m
Área del bloque:	270 m <sup>2</sup>
Número de calles:	3
Dimensiones de calle entre bloque:	1m

#### Dimensiones de las parcelas

Número total de parcelas:	40
Número de parcelas por bloque:	10
Largo de las parcelas:	4.5m
Ancho de las parcelas:	6m
Área de cada parcela:	27m <sup>2</sup>
Área neta por parcela:	14.58m <sup>2</sup>

#### Dimensiones de los surcos

Longitud del surco:	6m
Distanciamiento entre surcos:	0.90m
Número de surcos por parcela:	5
Número de surcos por bloque:	50
Número total de surcos:	200

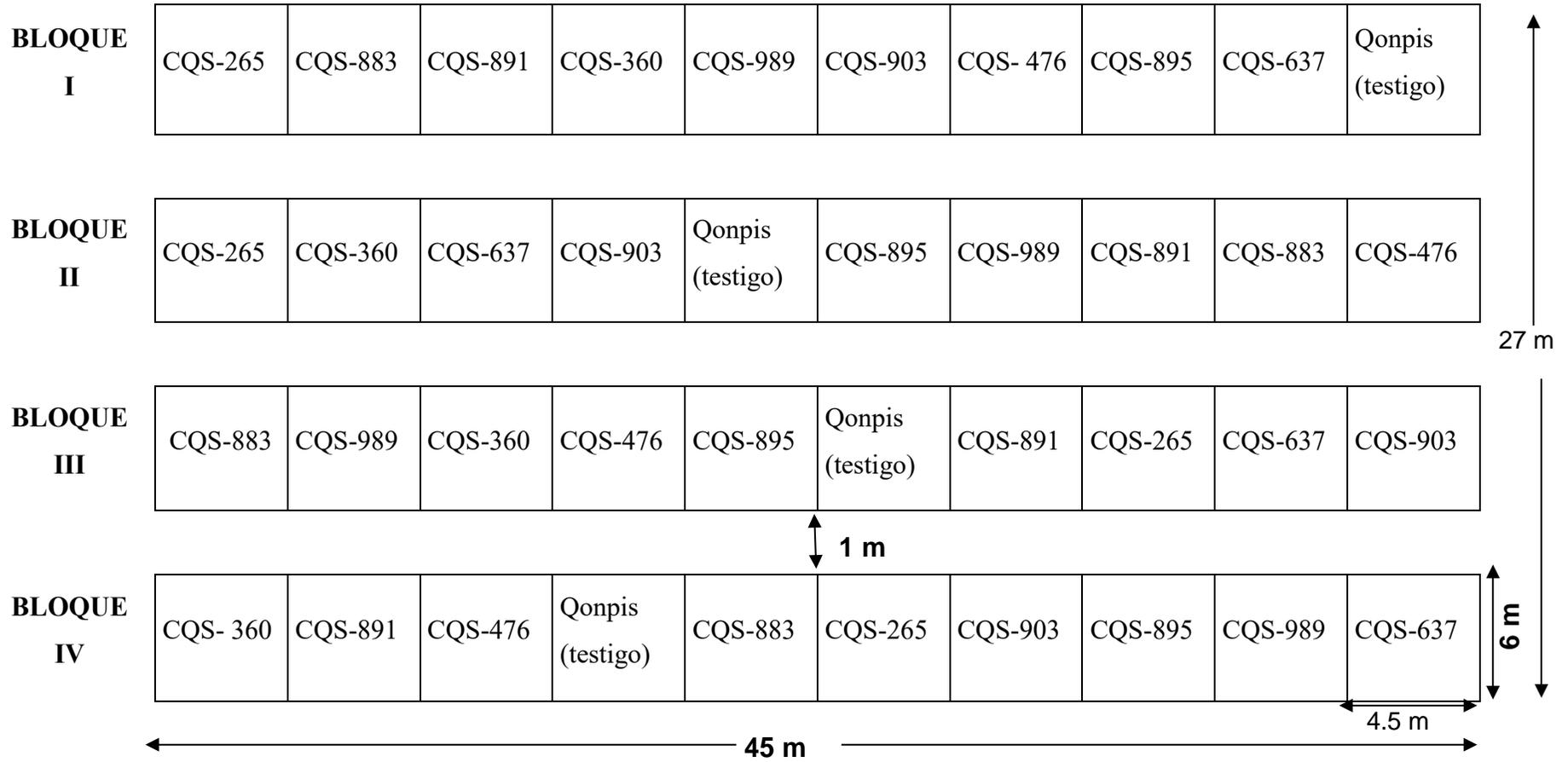
**Tratamientos en estudio**

Número de tratamientos:	10
Número de repeticiones:	4

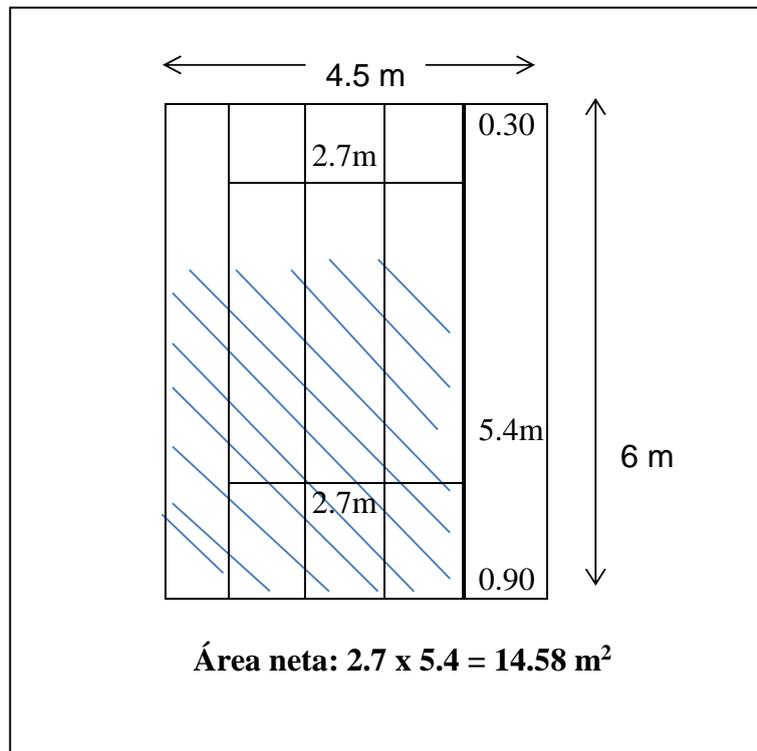
**Cantidad de tubérculos semilla**

Número de tubérculos por golpe:	1
Número de tubérculos por surco:	20
Número de tubérculos por parcela:	100
Número de tubérculos por bloque:	1000
Peso promedio de tubérculos:	40-60 gr
Número de tubérculos por clon:	400
Total, de tubérculos utilizados:	4000

### Croquis del campo experimental



## Características de una parcela



### 5.5 Análisis del suelo

#### 5.5.1 Muestreo del suelo para el análisis físico-químico y mecánico

El análisis de suelo del campo experimental se hizo con la finalidad de conocer la fertilidad y textura del suelo, para obtener las muestras del suelo se utilizó el método zig-zag obteniendo en total 6 muestras de 1 kilogramo cada una, luego se mezcló de forma homogénea y finalmente se obtuvo una muestra representativa, la muestra se tomó a 30 cm de profundidad, para finalmente remitir al laboratorio del Centro de Investigación en Suelos y Abonos (CISA), de la Facultad de Agronomía y Zootecnia, para su respectivo análisis, cuyos resultados se muestran en la tabla 10.

**Tabla 10***Análisis fisicoquímico y mecánico del suelo*

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	
pH	7,9	Alcalino	
C.E. mmhos/cm	0,48	Salino	
M.O. (%)	1,43	Bajo	
N total (%)	0,07	Bajo	
P2O5 ppm	31,8	Bajo	
K2O ppm	262	Medio	
ARCILLA %	LIMO %	ARENA %	CLASE TEXTURAL
47	28	25	Franco

Fuente: Centro de Investigación en Suelos y Abonos (CISA) FAZ – UNSAAC

### 5.5.2 Nivel de fertilización a emplearse

El nivel de fertilización utilizado para el experimento fue de 160-120-80 de NPK, utilizando Urea (46 %), fosfato diamónico (18% - 46% -0%) y Cloruro de potasio (60%), considerando el análisis del suelo y la tabla de recomendación para el cultivo de papa, según Vitorino (1989).

**Tabla 11***Nivel de fertilización recomendado para cultivo de papa*

Nivel de fertilización	N (Kg/ha)	P2O5 (Kg/ha)	K2O(Kg/ha)
Bajo	80-100	20-60	20-60
Medio	120-160	80-120	80-120
Alto	160-180	160-200	160-200

Fuente: Vitorino, B. (1989) citado por el autor

### 5.5.3 Cálculo de Fertilizantes

Para utilizar la cantidad adecuado de fertilizante en el presente experimento se calculó utilizando la regla de tres, como se muestra a continuación:

Nivel de fertilización: 160 – 120 – 80 de NPK

#### Fosfato diamonico:

100 kg FDA.....46% P

X.....120 P

$$X = 260.87 \text{ Kg FDA}$$

260.87 Kg FDA (18 %) = 46.96 Kg N

**Nuevo nivel:**

$$\text{Nitrógeno: } 160 - 46.96 = 113.04$$

$$113.04 - 120 - 80$$

**Urea:**

$$100 \text{ kg Urea} \dots\dots\dots 46\% \text{ N}$$

$$X \dots\dots\dots 113.04 \% \text{ N}$$

$$X = \frac{100 \text{ kg Urea (113.04 N)}}{46 \text{ N}} = 246.74 \text{ Kg de Urea}$$

**Cloruro de potasio:**

$$100\text{kg KCl} \dots\dots\dots 60 \% \text{ K}$$

$$X \dots\dots\dots 80\% \text{K}$$

$$X = \frac{100 \text{ kg K Cl (80 K)}}{60 \text{ K}} = 133.33 \text{ Kg de cloruro de potasio}$$

**Tabla 12***Cantidad de fertilizantes a utilizarse nivel 160 – 120 – 80 de N-P-K*

<b>Cantidad</b>	<b>Urea</b>	<b>Fosfato diamónico</b>	<b>Cloruro de potasio</b>	<b>Total, Kg.</b>
Kg/ha	246.74	260.87	133.33	640.94
Kg/experimento	26.65	28.17	14.40	69.22
Kg/parcela	670 gr.	700 gr.	360 gr.	1.73
Kg/golpe	6.7 gr.	7 gr.	3.6 gr.	0.0173 ó 17.3 gr.

Fuente: Autoría propia

## 5.6 Datos meteorológicos

La información meteorológica fue obtenida del centro meteorológica K`ayra con código 120607, de los meses de octubre, noviembre, diciembre del año 2019 y de los meses de enero, febrero y marzo del año 2020.

En la tabla 13, se muestra los datos meteorológicos promedios mensuales de la Temperatura Máxima (°C), Temperatura Mínima (°C), Precipitación (mm) y Humedad Relativa (%).

**Tabla 13***Promedio mensual de datos meteorológico*

<b>Mes – año</b>	<b>T° máxima (°c)</b>	<b>T° Mínima (°c)</b>	<b>Precipitación (mm/día)</b>	<b>Humedad relativa (%)</b>
Octubre 2019	21.73	5.83	2,66	72,64
Noviembre 2019	20.94	7.50	3.72	74,42
Diciembre 2019	20.47	7.95	4.59	74,04
Enero 2020	20.20	6.86	4,28	76,14
Febrero 2020	19.89	7.98	5.29	79.81
Marzo 2020	21.08	7.95	4.83	73,65

Fuente: Estación Meteorológica de Centro Agronómico K`ayra

## 5.7 Actividades durante el proceso de investigación

### 5.7.1 Preparación del terreno

Se realizó un riego por machado días antes del arado, con la finalidad de facilitar la roturación del terreno, posteriormente se procedió a roturar el terreno empleando un tractor agrícola equipado por arado de disco, rastra y finalmente se realizó el surcado con un distanciamiento de 0.90 m entre surco y una profundidad de 30 cm.

**Figura 11:** Surcado del terreno con tractor agrícola



### **5.7.2 Replanteo del campo experimental**

Esta actividad fue realizada el 22 de octubre del 2019, un día antes de la siembra. Se procedió con trazado de las parcelas, bloques y calles, según el croquis del experimento, los materiales de ayuda para el replanteo fueron la diatomita (c'ontay), cordel, estacas y wincha de 50 metros.

**Figura 12:** Replanteo del terreno



### **5.7.3 Desbrote de tubérculo semilla**

Esta actividad se realizó un mes antes de la siembra, quitando todos los brotes del tubérculo.

#### **5.7.4 Selección de la semilla**

Días antes de la siembra se seleccionó las semillas en la que se escogió 100 tubérculos para cada parcela; y en total 400 tubérculos por bloque. En la selección se separó las semillas cada uno con su respectivo clave, para la selección se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

- Condiciones sanitarias, para ello se seleccionaron tubérculos libres de plagas y enfermedades.
- Identidad genética, los tubérculos de los clones son homogéneas sin mezcla con otros clones
- Uniformidad en el tamaño de tubérculos semilla que se usó fue de 40 – 60 gramos de peso.

#### **Cantidad de semilla utilizada en la siembra**

- Surco 20 tubérculos
- Parcela 100 tubérculos
- Bloque 1000 tubérculos

#### **5.7.5 Aplicación de fertilizantes**

En el momento de la siembra se aplicó los fertilizantes colocando al fondo del surco entre cada tubérculo, se aplicó el 50% de nitrógeno en la siembra y el 50% del restante en el segundo aporque, en cambio el fosforo y potasio se aplicó el 100% en la siembra.

La cantidad de fertilizante fue aplicado de acuerdo al cálculo, en una cantidad de 17 gramos de NPK entre golpe de cada tubérculo al momento de la siembra.

#### **5.7.6 Siembra**

La siembra se realizó el 23 de octubre del año 2019 en forma manual, donde se colocaron el tubérculo a una distancia de 0.30m entre golpe, para esto se utilizó un palo de 30cm como referencia.

Para esta actividad los tubérculos fueron distribuidos de acuerdo a su clave en cada parcela correspondiente, luego se comenzó a colocar en forma manual a un distanciamiento de 0.30 metros entre tubérculo, posteriormente se procedió a colocar los fertilizantes entre golpe y golpe de cada tubérculo para finalmente proceder con el tapado del surco con suficiente cantidad de tierra.

**Figura 13:** Siembra de tubérculo-semilla en cada surco.



### 5.7.7 Labores culturales

De acuerdo a los requerimientos del manejo se realizó las siguientes labores culturales:

#### 5.7.7.1 Riego

Esta labor no fue necesaria ya que las precipitaciones pluviales fueron propicias durante todo el periodo de desarrollo del cultivo de papa.

#### 5.7.7.2 Deshierbo

Esta labor se realizó en dos oportunidades utilizando herramientas como pico y lampa, con la finalidad de mantener limpio el campo experimental, evitar la competencia en nutrientes y disminuir la presencia de plagas y enfermedades.

Las principales malezas que se registraron en el campo experimental fueron las siguientes:

**Tabla 14**

*Principales malezas registradas en el campo experimental*

Nombre vulgar	Nombre científico	Familia
Nabo	Brassica Campestris	Brassicaceae
Huallpa Huallpa	Tropaeolum Perigrinum	Tropaeolaceae
Kihuyo	Penicetum Clandestinum	Poaceae
Quinoa Silvestre	Chenopodiuen Album	Chenopodiaceae
Trébol Carretilla	Medicago Hispida	Fabaceae
Llaque	Rumex Cuneifolius	Poligonaceae
Diente de león	Taraxacum Officinalis	Asteraceae

Fuente: autoría propia

### 5.7.7.3 Aporque

Esta actividad consiste en acumular tierra a la base del tallo de la planta para favorecer la tuberización y controlar las malezas. Se realizaron en dos aporques durante la campaña agrícola; el primer aporque se realizó a los 42 días después de la siembra cuando las plantas alcanzaron una altura de 0.25 a 0.30 m, y el segundo aporque se realizó después de 2 semanas del primer aporque (a los 56 días).

**Figura 14:** Primer aporque



## 5.7.8 Evaluación de plagas y enfermedades

### 5.7.8.1 Plagas

Durante el desarrollo del trabajo de la investigación se ha observado daños de piqui piqui o pulguilla saltadora (*Epitrix Spp*), ocasionando agujeros en forma redonda en las hojas y yemas terminales, también se observó daños ocasionados en menor porcentaje de diabrotica (*Diabrotica Sp.*) durante los primeros días del ciclo vegetativo del cultivo (emergencia e inicio de ramificación).

La evaluación fue realizada en todo el campo experimental donde todas las plantas presentaban daños leves en sus folíolos.

Debido a que el daño fue significativo se aplicó un insecticida con principio activo Clorpirifos con una dosis de 20 ml por mochila de 15 litros y se repitió después de 2 semanas (se fumigó el 25 de noviembre)

**Figura 15:** Daños causados por *Diabrotica* Sp



### 5.7.8.2 Enfermedades

Las enfermedades que se observaron en el campo experimental fueron:

El virus de enrollamiento (PRLV), amarillamiento y el mosaico los cuales afectaron en forma leve en dos clones, CQS-476 y CQS-989. También se observó la presencia de tizón tardío o ranchara (*Phithophtora infestans*), ocasionando manchas marrones en los folíolos y tallos.

La evaluación para esta enfermedad fue en todo el campo experimental donde se observó en 3 plantas con daños muy leves, en cada planta de observo 2 a 3 folíolos con esta enfermedad.

El daño ocasionado no fue significativo, pero debido a que esta enfermedad pueda propagarse en menor tiempo y arrasar con todo el cultivo se aplicó un fungicida con principio activo Cymoxanil al 8% y Mancozcb al 64%, con una dosis de 25gr. para una mochila de 15 litros. Esta actividad se realizó el 10 de diciembre del 2019.

**Figura 16:** Presencia de *Phithophtora infestans*



### 5.7.9 Cosecha

Esta actividad se realizó el 14 de marzo de 2020 a los 144 días después de la siembra, una vez concluido el ciclo vegetativo de la papa, para facilitar esta actividad se cortó el follaje seco un día antes de la cosecha.

Los tubérculos cosechados de cada parcela fueron trasladados al almacén en sacos con sus respectivos claves, el pesado de los tubérculos de acuerdo a su categoría y peso por parcela se realizó en los días posteriores en el almacén.

**Figura 17:** Cosecha de tubérculos por parcela



### 5.8 Variables en estudio.

**Tabla 15**

Variables en estudio

<b>Variables independientes</b>	<b>Variables dependientes</b>	<b>Indicadores</b>
Nueve clones y testigo (variedad Qonpis)	Rendimiento de tubérculo	Kg/planta Kg/parcela
	Fases fenológicas	Emergencia Ramificación Prefloración Floración Senescencia Madurez fisiológica

## **5.8.1 Evaluación de rendimiento de tubérculo**

### **5.8.1.1 Rendimiento de tubérculos**

Para determinar el rendimiento por parcela de cada clon se realizó la cosecha de los 3 surcos centrales y se dejó una mata al inicio y final de cada surco para evitar el efecto borde, el área neta cosechada fue de 14.58 m<sup>2</sup> con un total de 54 plantas por parcela neta. Los resultados obtenidos fueron en kilogramos por parcela, para el análisis estadístico los datos fueron transformados a t/ha.

### **5.8.1.2 Rendimiento de tubérculo por categoría**

La selección y clasificación de los tubérculos por categorías se realizó una vez traslado al depósito los tubérculos de cada parcela neta identificados con sus respectivas claves, para la clasificación se agruparon los tubérculos en las categorías pre-establecidas, de acuerdo a la clasificación propuesta por Cahuana (2011), luego de clasificar y pesar los tubérculos se eliminó aquellos que tenían daños mecánicos, tubérculos con larva de gorgojo y los que tenían pudriciones.

Cahuana (2011) clasifica los tubérculos de papa en base al peso en:

Extra (mayores a 121 gr.)

Primera (de 91 a 120 gr)

Segunda (de 60 a 90 gr)

Tercera (de 31 a 60 gr).

### **5.8.1.3 Evaluaciones agronómicas**

Estas evaluaciones se realizaron antes y después de la cosecha, dentro del área neta de cada parcela (14.58m<sup>2</sup>) para cada tratamiento, para lo cual se evaluaron en 10 plantas por parcela y 40 plantas por cada clon.

#### **Peso de tubérculo por planta**

Al momento de la cosecha se embolsó la producción individual de 10 plantas por parcela y de 40 plantas por cada clon, los tubérculos de cada planta se embolsaron cada uno con su respectivo clave, el pesado se realizó en el almacén utilizando una balanza de precisión de 5kg.

**Figura 18:** Peso de tubérculo por planta



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

Se procedió a contar el número de tubérculos de cada planta, en total 10 plantas por parcela, esta actividad se realizó en el almacén.

### **Altura de planta hasta la floración**

Se procedió a medir con una wincha la altura de la planta desde el nivel del suelo hasta el ápice del tallo principal, a los 80 días de la siembra.

### **Número de tallos por planta**

Consiste en contar el número de tallos por planta, se realizó cuando las plantas se encontraban en plena senescencia.

## **5.8.2 Evaluaciones fenológicas**

La evaluación de la fenología consistió en el conteo de los días transcurridos de una fase a la otra fase, se consideró de la siguiente manera:

SENAMHI (2011) las observaciones fenológicas son llevados a cabo en 40 plantas seleccionadas durante todo el ciclo vital del cultivo. Por tal motivo, después de la emergencia de aproximadamente 50% de las plantas, se elegirán en el terreno 4 puntos de observación (A, B, C y D). En cada punto de observación se eligen 10 plantas, las que deben ser identificadas.

### **5.8.2.1 Cálculo de porcentaje de la fase fenológica observada:**

**Inicio:** una fase fenológica manifiesta su etapa “inicio” cuando al sumar las plantas de cada punto de observación se obtiene un valor entre 4 a 19 plantas ( $10\% \leq \text{inicio} < 50\%$ ).

**Plena:** una fase fenológica manifiesta su etapa de “plenitud” cuando al sumar las plantas de cada punto de observación se obtiene un valor de 20 a 29 plantas ( $50\% \leq \text{inicio} < 75\%$ ).

**Final:** una fase fenológica manifiesta su etapa de “fin” cuando al sumar las plantas de

cada punto de observación se obtiene un valor de 30 a 40 plantas (fin  $\geq 75\%$ ).

**Tabla 16**

*Cálculo de porcentaje de la fase observada en cultivos anuales*

Inicio de fase		Plena fase		Fase final	
Número de plantas	% de plantas	Número de plantas	% de plantas	Número de plantas	% de plantas
4	10 %	20	50 %	30	75 %
5	12,5 %	21	52,5 %	31	77,5 %
6	15 %	22	55 %	32	80 %
7	17,5 %	23	57,5 %	33	82,5 %
8	20 %	24	60 %	34	85 %
9	22,5 %	25	62,5 %	35	87,5 %
10	25 %	26	65 %	36	90 %
11	27,5 %	27	67,5 %	37	92,5 %
12	30 %	28	70 %	38	95 %
13	32,5 %	29	72 %	39	97,5 %
14	35 %			40	100 %
15	37,5 %				
16	40 %				
17	42,5 %				
18	45 %				
19	47,5 %				

Fuente: SENAMHI 2011

Siguientes fases:

- Emergencia
- Brotes laterales
- Botón floral
- Floración
- Senescencia se considerando inicio y plena
- Madurez fisiológica se consideró la fase final.

### **Emergencia**

Se evaluó cuando el ápice del talluelo de la planta se observa sobre la superficie del suelo.

**Figura 19:** Inicio de emergencia



### **Brotos laterales**

La evaluación de esta fase se realizó por observación directa en cada parcela y en las 10 plantas inicialmente etiquetadas, en esta fase las plantas mostraron la formación de brotes laterales. Se consideró inicio de fase cuando 25 % de las plantas etiquetadas de cada parcela mostraron la presencia de brotes laterales, plena fase cuando el 50 % de las plantas mostraron la presencia de brotes laterales y fase final cuando más de 75 % de las plantas presentaron brotes laterales.

**Figura 20:** Presencia de brotes laterales



### **Formación de botón floral**

Se consideró esta fase cuando se observó la presencia de los primeros botones florales en las plantas etiquetadas por parcela, esta fase comenzó a observarse después del segundo aporque, las evaluaciones se realizaron en las 10 plantas de los 3 surcos centrales etiquetados en la fase de emergencia.

**Figura 21:** Presencia de los botones florales



## Floración

Las evaluaciones consideradas fueron: inicio (cuando las primeras plantas abrieron sus flores), plena (cuando el 50% de las plantas abrieron sus flores) y final (cuando más de 75 % de las plantas abrieron sus flores).

**Figura 22:** Inicio de la floración



## Formación de bayas

Esta fase no pudo ser observado en los 9 clones segregantes, debido a que algunos clones eran estériles y otros auto incompatibles, razón por la que no formaron las bayas, a excepción del testigo, que fue el único tratamiento que formo bayas.

**Figura 23:** Diferencia entre la flor auto incompatible y estéril.



## Senescencia

Esta fase se consideró, cuando al momento en que la parte aérea de las plantas comenzaron a amarillarse y luego tornarse al color grisáceo pardusco, debido a la pérdida

gradual de turgencia de las hojas y tallos aéreos de la planta, comienza a reducir de volumen; en esta fase se consideró inicio y plena; la fase final se consideró madurez fisiológica.

**Figura 24:** Inicio de senescencia



### **Madurez fisiológica**

Esta fase se consideró cuando la planta presento un amarillamiento bien definido después secarse toda la planta, se evaluó la fase final cuando más del 75% de las plantas se secaron.

**Figura 25:** Madurez fisiológica del cultivo de papa



## VI RESULTADOS

### 6.1 Rendimiento de tubérculo total

**Tabla 17**

*Rendimiento de tubérculos por parcela neta (14.58 m<sup>2</sup>) en Kg*

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
COS- 265	43,334	46,142	45,331	41,312	176,119	44,030
CQS-360	45,337	46,096	48,731	41,442	181,606	45,402
CQS- 476	28,310	34,401	30,301	31,462	124,474	31,119
CQS-637	39,430	43,791	45,462	41,029	169,712	42,428
CQS-883	46,031	41,354	44,083	43,148	174,616	43,654
CQS-891	57,762	54,722	50,163	53,511	216,158	54,040
CQS- 895	55,341	56,413	56,154	54,371	222,279	55,570
CQS-903	49,363	42,222	46,101	40,128	177,814	44,454
CQS-989	38,326	36,469	37,718	40,385	152,898	38,225
Qonpis (tgo)	30,771	28,848	26,173	26,133	111,925	27,981
<b>Total</b>	<b>434,005</b>	<b>430,458</b>	<b>430,217</b>	<b>412,921</b>	<b>1707,601</b>	<b>42,690</b>

**Tabla 18**

*Rendimiento de tubérculos transformado a t/ha*

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
COS- 265	29,72	31,65	31,09	28,33	120,80	30,20
CQS-360	31,10	31,62	33,42	28,42	124,56	31,14
CQS- 476	19,42	23,59	20,78	21,58	85,37	21,34
CQS-637	27,04	30,03	31,18	28,14	116,40	29,10
CQS-883	31,57	28,36	30,24	29,59	119,76	29,94
CQS-891	39,62	37,53	34,41	36,70	148,26	37,06
CQS- 895	37,96	38,69	38,51	37,29	152,45	38,11
CQS-903	33,86	28,96	31,62	27,52	121,96	30,49
CQS-989	26,29	25,01	25,87	27,70	104,87	26,22
Qonpis (tgo)	21,10	19,79	17,95	17,92	76,77	19,19
<b>Total</b>	<b>297,67</b>	<b>295,24</b>	<b>295,07</b>	<b>283,21</b>	<b>1171,19</b>	<b>29,28</b>

**Tabla 19**

*ANVA para rendimiento tubérculo t/ha*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloques	3	12,72	4,24	1,41	2,96	4,60	ns	ns
Tratamiento	9	1276,18	141,80	47,80	2,25	3,15	*	*
Error	27	81,47	3,02					
Total	39	1370,37						

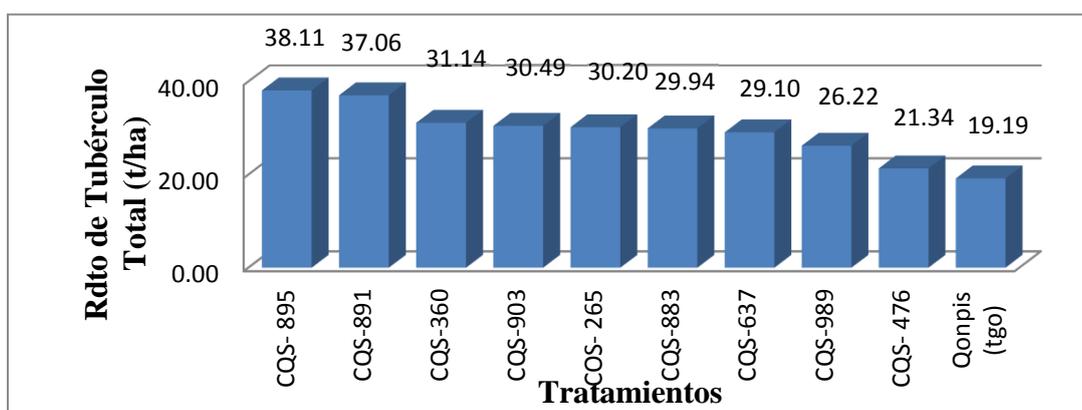
C.V.=5.93 %

**Tabla 20***Prueba de Tukey para rendimiento de tubérculo en t/ha*

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio	ALS(T)	
			0,05	0,01
I	CQS- 895	= 38,11	a	a
II	CQS-891	= 37,06	a	a
III	CQS-360	= 31,14	b	b
IV	CQS-903	= 30,49	b	b
V	COS- 265	= 30,20	b c	b
VI	CQS-883	= 29,94	b c	b
VII	CQS-637	= 29,10	b c	b
VIII	CQS-989	= 26,22	c	b c
IX	CQS- 476	= 21,34	d	c d
X	Qonpis (tgo)	=19,19	d	d

ALS (T) (0,05) = 4.22

ALS(T) (0,01) =5.06

**Figura 26:** Histograma para rendimiento total de tubérculo por hectárea t/ha.

### 6.1.1 Rendimiento de tubérculo por categoría comercial

#### 6.1.1.1 Categoría Extra

**Tabla 21***Rendimiento parcelario de tubérculos categoría extra en kg (14.58 m<sup>2</sup>)*

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
COS- 265	22,100	21,687	23,119	19,417	86,323	21,581
CQS-360	20,402	17,977	21,929	13,261	73,569	18,392
CQS- 476	6,794	7,224	6,060	8,809	28,888	7,222
CQS-637	12,223	14,013	16,366	14,360	56,963	14,241
CQS-883	13,349	13,233	11,021	10,787	48,390	12,098
CQS-891	30,036	26,814	25,082	26,220	108,152	27,038
CQS- 895	33,205	36,668	39,308	38,060	147,241	36,810
CQS-903	13,822	12,667	9,220	8,026	43,734	10,934
CQS-989	9,198	7,294	6,789	10,096	33,378	8,344
Qonpis (tgo)	3,385	5,193	4,711	2,875	16,163	4,041

<b>Total</b>	<b>164,514</b>	<b>162,770</b>	<b>163,605</b>	<b>151,911</b>	<b>642,800</b>	<b>16,070</b>
--------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	---------------

**Tabla 22**

*Rendimiento de tubérculos categoría extra en t/ha*

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
COS- 265	15,16	14,87	15,86	13,32	59,21	14,80
CQS-360	13,99	12,33	15,04	9,10	50,46	12,61
CQS- 476	4,66	4,95	4,16	6,04	19,81	4,95
CQS-637	8,38	9,61	11,23	9,85	39,07	9,77
CQS-883	9,16	9,08	7,56	7,40	33,19	8,30
CQS-891	20,60	18,39	17,20	17,98	74,18	18,54
CQS- 895	22,77	25,15	26,96	26,10	100,99	25,25
CQS-903	9,48	8,69	6,32	5,50	30,00	7,50
CQS-989	6,31	5,00	4,66	6,92	22,89	5,72
Qonpis (tgo)	2,32	3,56	3,23	1,97	11,09	2,77
<b>Total</b>	<b>112,84</b>	<b>111,64</b>	<b>112,21</b>	<b>104,19</b>	<b>440,88</b>	<b>11,02</b>

**Tabla 23**

*ANVA para rendimiento tubérculo categoría extra*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	3	4,93	1,64	0,75	2,96	4,60	ns
Tratamiento	9	1720,42	191,16	86,82	2,25	3,15	*
Error	27	59,44	2,20				
Total	39	1784,39					

C.V.=13,45%

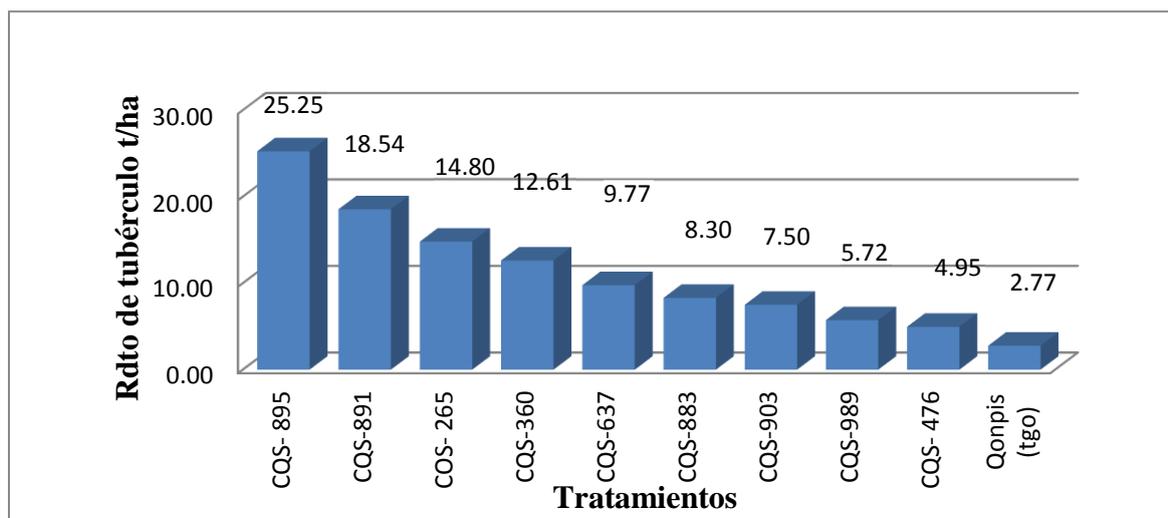
**Tabla 24**

*Prueba de Tukey para rendimiento de tubérculos categoría extra*

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio	ALS (T)			
			0,05		0,01	
I	CQS- 895	=25,25	a		a	
II	CQS-891	=18,54	b		b	
III	COS- 265	=14,80	c		b	c
IV	CQS-360	=12,61	c	d	c	d
V	CQS-637	=9,77		d	e	d
VI	CQS-883	=8,30			e	e
VII	CQS-903	=7,50			e	f
VIII	CQS-989	=5,72			f	e
IX	CQS- 476	=4,95			f	f
X	Qonpis (tgo)	=2,77			g	g

ALS (T) (0,05) =3.61 ALS (T) (0,01) = 4.32

**Figura 27:** Histograma para rendimiento de tubérculo categoría extra



### 6.1.1.2 Categoría Primera

**Tabla 25**

*Rendimiento de tubérculos categoría primera en kg (14.58 m<sup>2</sup>)*

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
COS- 265	11,267	13,843	11,786	12,394	49,289	12,322
CQS-360	15,415	15,212	17,543	16,577	64,746	16,187
CQS- 476	11,607	13,072	13,332	7,551	45,563	11,391
CQS-637	15,378	16,641	15,457	13,950	61,425	15,356
CQS-883	18,873	17,782	13,225	12,944	62,824	15,706
CQS-891	18,484	19,153	17,055	18,729	73,421	18,355
CQS- 895	18,816	14,103	11,231	10,874	55,024	13,756
CQS-903	20,732	14,778	18,440	16,051	70,002	17,500
CQS-989	15,330	18,235	11,315	14,135	59,015	14,754
Qonpis (tgo)	12,308	9,808	8,899	10,453	41,469	10,367
<b>Total</b>	<b>158,210</b>	<b>152,626</b>	<b>138,284</b>	<b>133,658</b>	<b>582,778</b>	<b>14,569</b>

**Tabla 26**

*Rendimiento de tubérculos categoría primera en t/ha*

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
COS- 265	7,73	9,49	8,08	8,50	33,81	8,45
CQS-360	10,57	10,43	12,03	11,37	44,41	11,10
CQS- 476	7,96	8,97	9,14	5,18	31,25	7,81
CQS-637	10,55	11,41	10,60	9,57	42,13	10,53
CQS-883	12,94	12,20	9,07	8,88	43,09	10,77
CQS-891	12,68	13,14	11,70	12,85	50,36	12,59
CQS- 895	12,91	9,67	7,70	7,46	37,74	9,43
CQS-903	14,22	10,14	12,65	11,01	48,01	12,00
CQS-989	10,51	12,51	7,76	9,69	40,48	10,12
Qonpis (tgo)	8,44	6,73	6,10	7,17	28,44	7,11
<b>Total</b>	<b>108,51</b>	<b>104,68</b>	<b>94,85</b>	<b>91,67</b>	<b>399,71</b>	<b>9,99</b>

**Tabla 27***ANVA para rendimiento de tubérculo categoría primera*

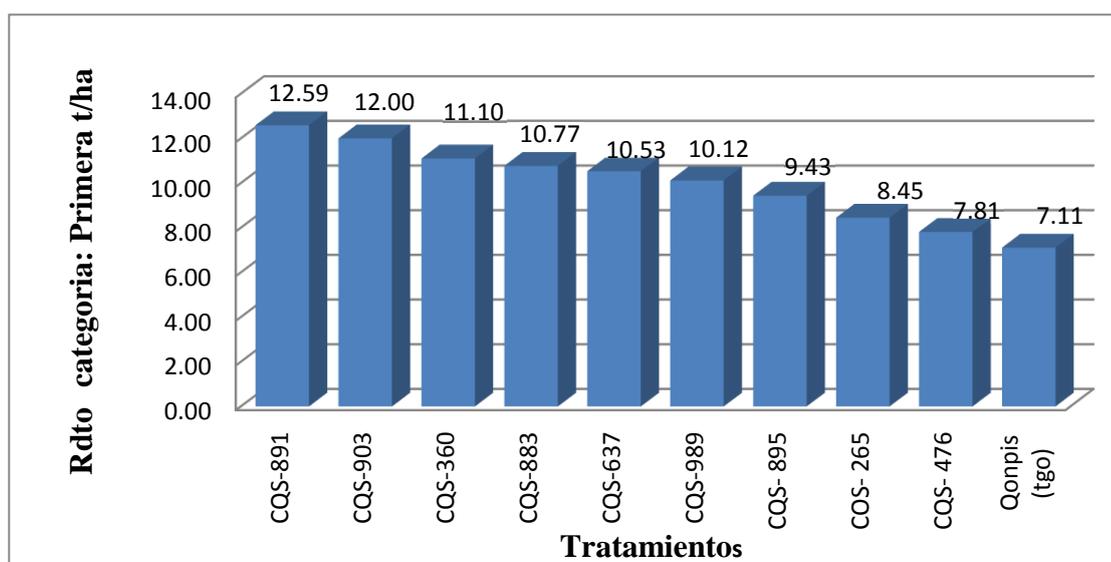
F de V	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.	
					0,05	0,01		
Bloques	3	19,03	6,34	3,18	2,96	4,60	*	ns
Tratamiento	9	114,81	12,76	6,39	2,25	3,15	*	*
Error	27	53,90	2,00					
Total	39	187,75						

C.V.=14.14 %

**Tabla 28***Prueba de Tukey para rendimiento categoría primera*

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	ALS(T)	
			0,05	0,01
I	CQS-891	=12,59	a	a
II	CQS-903	=12,00	a	a b
III	CQS-360	=11,10	a b	a b c
IV	CQS-883	=10,77	a b	a b c
V	CQS-637	=10,53	a b c	a b c
VI	CQS-989	=10,12	a b c	a b c
VII	CQS- 895	=9,43	a b c	a b c
VIII	COS- 265	=8,45	b c	b c
IX	CQS- 476	=7,81	b c	c
X	Qonpis (tgo)	=7,11	c	c

ALS (T) (0,05) = 3.44 ALS (T) (0,01) = 4.12

**Figura 28:** Histograma para rendimiento de tubérculo categoría primera.

### 6.1.1.3 Categoría segunda

**Tabla 29**

*Rendimiento de tubérculos categoría segunda en kg (14.58 m<sup>2</sup>)*

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
COS- 265	6,933	7,844	7,253	7,023	29,054	7,263
CQS-360	7,254	9,219	7,310	9,532	33,314	8,329
CQS- 476	5,945	8,256	7,575	12,270	34,047	8,512
CQS-637	7,492	10,072	9,092	8,616	35,272	8,818
CQS-883	9,667	5,790	15,870	15,533	46,859	11,715
CQS-891	6,354	6,567	6,521	7,492	26,933	6,733
CQS- 895	2,214	5,077	4,492	4,350	16,133	4,033
CQS-903	8,885	9,289	14,291	12,440	44,905	11,226
CQS-989	10,731	7,294	15,842	10,096	43,963	10,991
Qonpis (tgo)	7,385	8,366	7,590	6,272	29,613	7,403
<b>Total</b>	<b>72,860</b>	<b>77,773</b>	<b>95,837</b>	<b>93,623</b>	<b>340,093</b>	<b>8,502</b>

**Tabla 30**

*Rendimiento de tubérculos categoría segunda en t/ha*

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
COS- 265	4,76	5,38	4,97	4,82	19,93	4,98
CQS-360	4,98	6,32	5,01	6,54	22,85	5,71
CQS- 476	4,08	5,66	5,20	8,42	23,35	5,84
CQS-637	5,14	6,91	6,24	5,91	24,19	6,05
CQS-883	6,63	3,97	10,88	10,65	32,14	8,03
CQS-891	4,36	4,50	4,47	5,14	18,47	4,62
CQS- 895	1,52	3,48	3,08	2,98	11,07	2,77
CQS-903	6,09	6,37	9,80	8,53	30,80	7,70
CQS-989	7,36	5,00	10,87	6,92	30,15	7,54
Qonpis (tgo)	5,07	5,74	5,21	4,30	20,31	5,08
<b>Total</b>	<b>49,97</b>	<b>53,34</b>	<b>65,73</b>	<b>64,21</b>	<b>233,26</b>	<b>5,83</b>

**Tabla 31**

*ANVA para rendimiento de tubérculo categoría segunda*

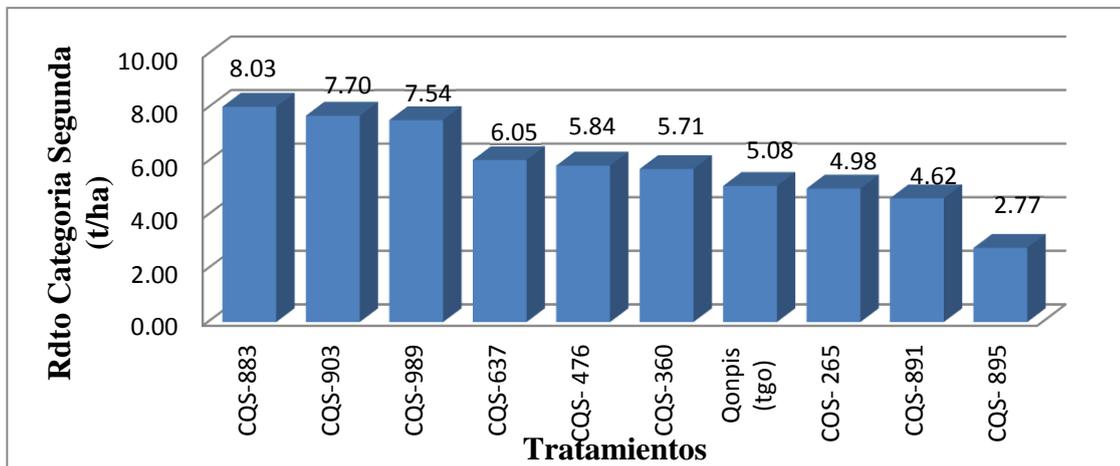
F de V	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloques	3	18,39	6,13	2,75	2,96	4,60	ns	ns
Tratamiento	9	93,85	10,43	4,76	2,25	3,15	*	*
Error	27	60,24	2,23					
Total	39	172,47						

C.V.=25.61%

**Tabla 32***Prueba de Tukey para rendimiento categoría segunda*

Orden de merito	tratamientos	Promedio	ALS(T)	
			0,05	0,01
I	CQS-883	8,03	a	a
II	CQS-903	7,70	a b	a
III	CQS-989	7,54	a b	a
IV	CQS-637	6,05	a b	a b
V	CQS- 476	5,84	a b	a b
VI	CQS-360	5,71	a b	a b
VII	Qonpis (tgo)	5,08	a b	a b
VIII	COS- 265	4,98	a b	a b
IX	CQS-891	4,62	a b	a b
X	CQS- 895	2,77	b	b

ALS (T) (0,05) = 3.63      ALS (T) (0,01) = 4.35

**Figura 29:** Histograma para rendimiento de tubérculo categoría segunda.

#### 6.1.1.4 Categoría Tercera

**Tabla 33***Rendimiento de tubérculos categoría tercera en kg (14.58 m<sup>2</sup>)*

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
COS- 265	3,033	2,769	3,173	2,479	11,454	2,863
CQS-360	2,267	3,688	1,949	2,072	9,976	2,494
CQS- 476	3,963	5,848	3,333	2,832	15,976	3,994
CQS-637	4,337	3,065	4,546	4,103	16,052	4,013
CQS-883	4,143	4,549	3,967	3,883	16,543	4,136
CQS-891	2,888	2,189	1,505	1,070	7,652	1,913
CQS- 895	1,107	0,564	1,123	1,087	3,881	0,970
CQS-903	5,924	5,489	4,149	3,612	19,173	4,793
CQS-989	3,066	3,647	3,772	6,058	16,543	4,136
Qonpis (tgo)	7,693	5,481	4,973	6,533	24,680	6,170
<b>Total</b>	<b>38,421</b>	<b>37,289</b>	<b>32,491</b>	<b>33,729</b>	<b>141,929</b>	<b>3,548</b>

**Tabla 34***Rendimiento de tubérculos categoría tercera en t/ha*

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
COS- 265	2,08	1,90	2,18	1,70	7,86	1,96
CQS-360	1,55	2,53	1,34	1,42	6,84	1,71
CQS- 476	2,72	4,01	2,29	1,94	10,96	2,74
CQS-637	2,97	2,10	3,12	2,81	11,01	2,75
CQS-883	2,84	3,12	2,72	2,66	11,35	2,84
CQS-891	1,98	1,50	1,03	0,73	5,25	1,31
CQS- 895	0,76	0,39	0,77	0,75	2,66	0,67
CQS-903	4,06	3,76	2,85	2,48	13,15	3,29
CQS-989	2,10	2,50	2,59	4,15	11,35	2,84
Qonpis (tgo)	5,28	3,76	3,41	4,48	16,93	4,23
<b>Total</b>	<b>26,35</b>	<b>25,58</b>	<b>22,28</b>	<b>23,13</b>	<b>97,35</b>	<b>2,43</b>

**Tabla 35***ANVA para rendimiento de tubérculo categoría tercera*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloques	3	1,12	0,37	0,98	2,96	4,60	ns	ns
Tratamiento	9	38,42	4,27	11,20	2,25	3,14	*	*
Error	27	10,30	0,38					
Total	39	49,84						

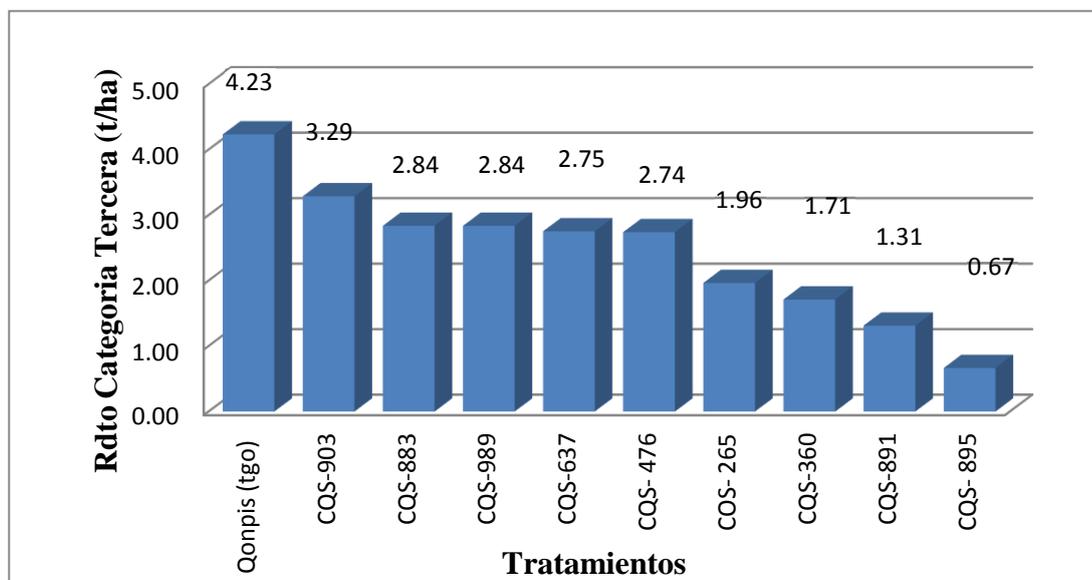
C.V.=25,38 %

**Tabla 36***Prueba de Tukey para rendimiento categoría tercera*

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio	ALS(T)							
			0,05		0,01					
I	Qonpis (tgo)	4,23	a		a					
II	CQS-903	3,29	a	b	a	b				
III	CQS-883	2,84	a	b	c	a	b	c		
IV	CQS-989	2,84	a	b	c	a	b	c		
V	CQS-637	2,75	a	b	c	d	a	b	c	
VI	CQS- 476	2,74	a	b	c	d	a	b	c	
VII	COS- 265	1,96		b	c	d	e	b	c	d
VIII	CQS-360	1,71			c	d	e	b	c	d
IX	CQS-891	1,31				d	e		c	d
X	CQS- 895	0,67					e			d

ALS (T) (0,05) = 1.50      ALS (T) (0,01) = 1.80

**Figura 30:** Histograma para rendimiento de tubérculo categoría tercera.



### 6.1.2 Rendimiento promedio de tubérculos por planta

**Tabla 37**

*Rendimiento promedio de tubérculos por planta*

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
COS- 265	1,15	1,22	1,49	1,27	5,13	1,28
CQS-360	1,33	1,47	1,26	1,42	5,49	1,37
CQS- 476	1,08	0,92	0,99	0,98	3,96	0,99
CQS-637	1,08	1,42	1,03	1,01	4,54	1,13
CQS-883	0,90	1,03	1,06	1,06	4,05	1,01
CQS-891	1,68	1,77	1,44	1,29	6,18	1,55
CQS- 895	1,55	1,46	1,50	1,43	5,93	1,48
CQS-903	1,54	1,17	1,41	1,20	5,31	1,33
CQS-989	0,99	1,29	0,90	1,07	4,24	1,06
Qonpis (tgo)	1,04	0,90	1,00	0,86	3,81	0,95
Total	12,33	12,64	12,08	11,59	<b>48,64</b>	<b>1,22</b>

**Tabla 38**

*ANVA para rendimiento de tubérculos por planta*

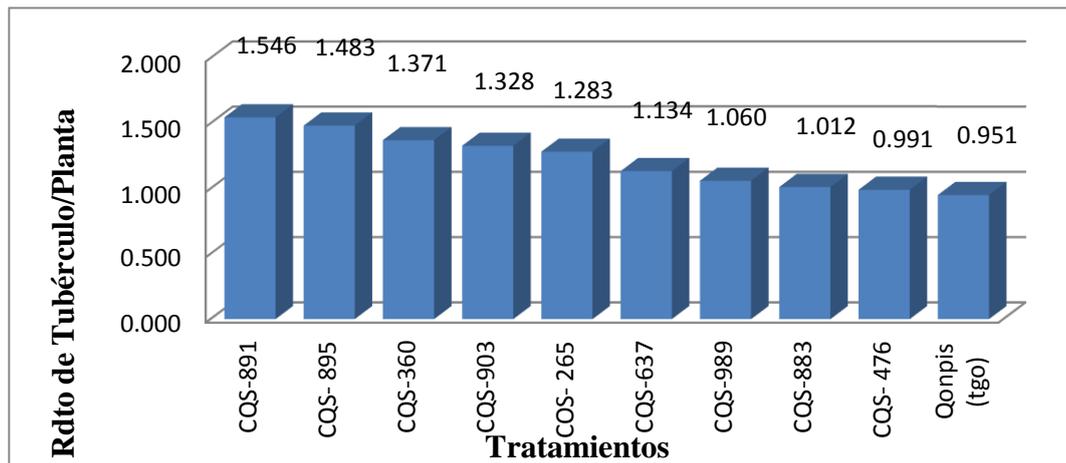
F de V	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.	Sig.
					0.05	0.01		
Bloques	3	0,06	0,02	1,03	2,96	4,60	ns	ns
Tratamiento	9	1,66	0,18	9,48	2,25	3,15	*	*
Error	27	0,52	0,02					
Total	39	2,24						

C.V.=11,59 %

**Tabla 39***Prueba de Tukey para rendimiento de tubérculo por planta*

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio	ALS(T)				
			0,05		0,01		
I	CQS-891	1,546	a		a		
II	CQS- 895	1,483	a		a b		
III	CQS-360	1,371	a	b	a b c		
IV	CQS-903	1,328	a	b	c	a b c d	
V	COS- 265	1,283	a	b	c	d	a b c d
VI	CQS-637	1,134	b		c	d	b c d
VII	CQS-989	1,060	b		c	d	c d
VIII	CQS-883	1,012	c		d		c d
IX	CQS- 476	0,991	c		d		c d
X	Qonpis (tgo)	0,951	d				d

ALS (T) (0,05) = 0.33904      ALS (T) (0,01) = 0.40618

**Figura 31:** Histograma para rendimiento de tubérculo por planta.

### 6.1.3 Número de tubérculos por planta

**Tabla 40***Promedio de tubérculos por planta*

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
COS- 265	12,2	12,3	15,4	12,9	52,8	13,2
CQS-360	14,7	13,8	18,5	14,0	61,0	15,3
CQS- 476	9,5	10,8	12,8	11,3	44,4	11,1
CQS-637	10,0	10,6	10,4	12,2	43,2	10,8
CQS-883	11,0	9,8	9,9	12,4	43,1	10,8
CQS-891	14,2	13,1	14,7	13,3	55,3	13,8
CQS- 895	14,3	12,3	15,9	15,1	57,6	14,4
CQS-903	15,5	10,3	13,6	14,2	53,6	13,4
CQS-989	10,4	10,7	13,5	9,9	44,5	11,1
Qonpis (tgo)	12,1	12,5	13,6	11,9	50,1	12,5
<b>Total</b>	<b>123,9</b>	<b>116,2</b>	<b>138,3</b>	<b>127,2</b>	<b>505,6</b>	<b>12,6</b>

**Tabla 41***ANVA para promedio de tubérculo por planta*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.	Sig.
					0,05	0,01		
Bloques	3	25,25	8,42	5,42	2,96	4,60	*	*
Tratamiento	9	95,00	10,56	6,76	2,25	3,15	*	*
Error	27	41,95	1,55					
Total	39	162,20						

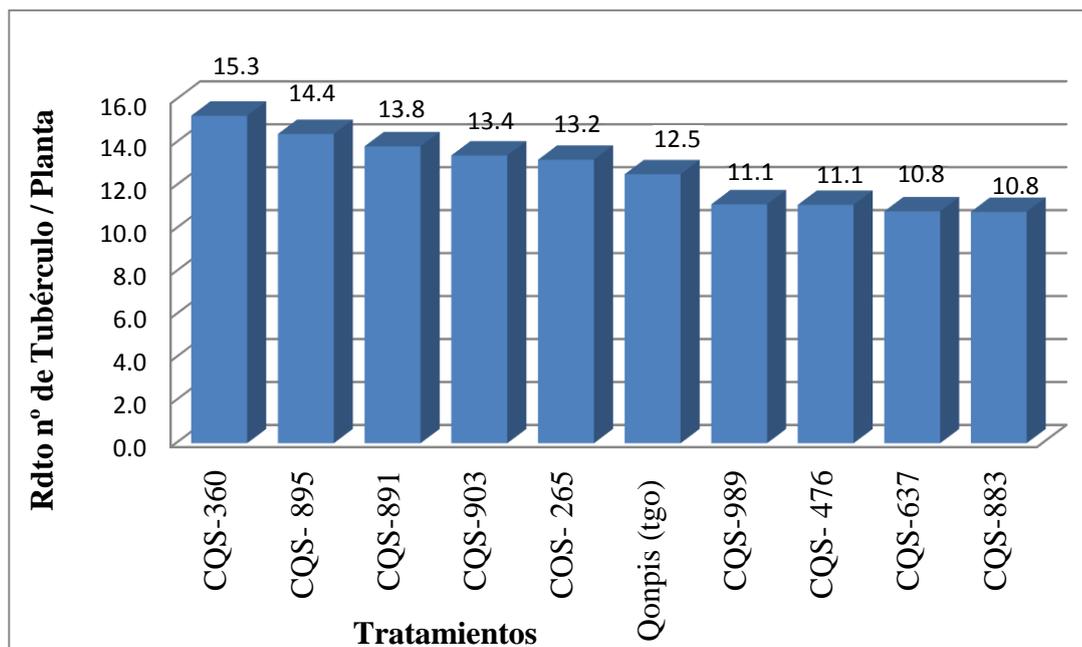
C.V.=9,88 %

**Tabla 42***Prueba de Tukey para número de tubérculos por planta*

Orden de mérito	tratamientos	Promedio	ALS(T)	
			0,05	0,01
I	CQS-360	15,3	a	a
II	CQS- 895	14,4	a b	a
III	CQS-891	13,8	a b	a b
IV	CQS-903	13,4	a b	a b c
V	COS- 265	13,2	a b	a b c
VI	Qonpis (tgo)	12,5	a b	a b c
VII	CQS-989	11,1	b	b c
VIII	CQS- 476	11,1	b	b c
IX	CQS-637	10,8	b	b c
X	CQS-883	10,8	b	c

ALS (T) (0,05) = 3.03157

ALS (T) (0,01) = 3.63195

**Figura 32:** Histograma para número de tubérculos por planta

#### 6.1.4 Número de tallos por planta

**Tabla 43**

*Promedio de numero de tallos por planta*

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
COS- 265	5,6	3,5	4,7	4,6	18,4	4,6
CQS-360	5,6	3,9	6,4	3,7	19,6	4,9
CQS- 476	4,9	4,5	4,4	4,3	18,1	4,5
CQS-637	3,6	5,0	4,0	4,4	17,0	4,3
CQS-883	5,2	4,5	4,2	4,0	17,9	4,5
CQS-891	6,5	4,6	4,8	3,8	19,7	4,9
CQS- 895	4,5	4,0	4,8	4,8	18,1	4,5
CQS-903	5,0	4,9	3,8	5,4	19,1	4,8
CQS-989	3,7	3,6	4,1	3,7	15,1	3,8
Qonpis (tgo)	4,4	4,2	4,7	3,5	16,8	4,2
<b>Total</b>	<b>49,0</b>	<b>42,7</b>	<b>45,9</b>	<b>42,2</b>	<b>179,8</b>	<b>4,5</b>

**Tabla 44**

*ANVA para número de tallos por planta*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.	Sig.
					0.05	0.01		
Bloques	3	2,99	1,00	2,05	2,96	4,60	ns	ns
Tratamiento	9	4,42	0,49	1,01	2,25	3,15	ns	ns
Error	27	13,14	0,49					
Total	39	20,56						

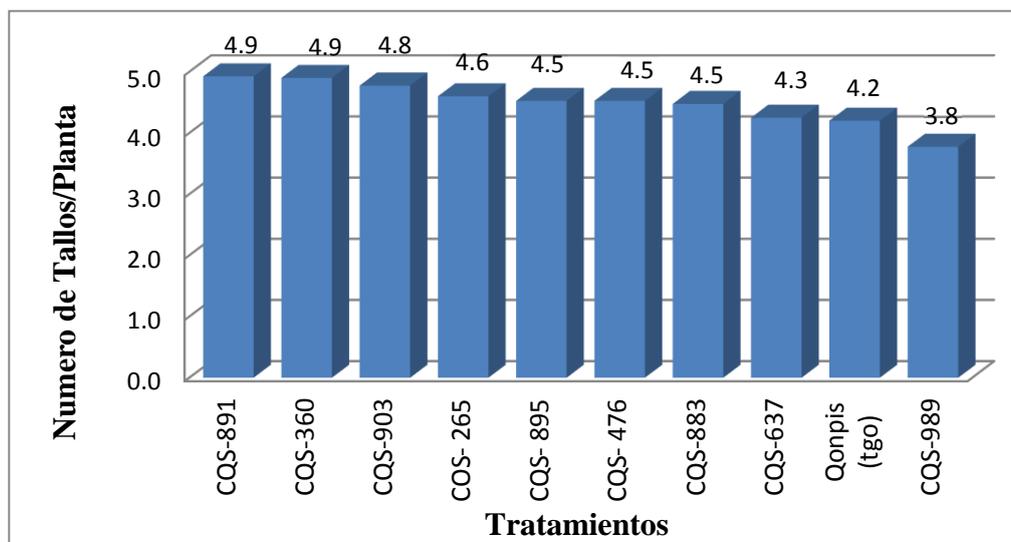
C.V.=15,6

**Tabla 45**

*Número de tallos por planta*

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio
I	CQS-891	4,9
II	CQS-360	4,9
III	CQS-903	4,8
IV	COS- 265	4,6
V	CQS- 895	4,5
VI	CQS- 476	4,5
VII	CQS-883	4,5
VIII	CQS-637	4,3
IX	Qonpis (tgo)	4,2
X	CQS-989	3,8

**Figura 33:** Histograma para número de tallos por planta.



### 6.1.5 Altura de planta

**Tabla 46**

*Altura de planta (promedio de 10 plantas)*

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
COS- 265	84,8	80,8	87,0	79,8	332,4	83,1
CQS-360	80,4	78,3	76,8	79,6	315,1	78,8
CQS- 476	81,0	85,5	81,9	83,5	331,9	83,0
CQS-637	67,6	62,4	69,0	69,4	268,4	67,1
CQS-883	67,3	73,6	64,5	66,3	271,7	67,9
CQS-891	102,1	101,6	102,8	94,3	400,8	100,2
CQS- 895	103,1	100,9	99,0	103,3	406,3	101,6
CQS-903	82,3	83,7	90,0	90,2	346,2	86,6
CQS-989	77,1	72,7	86,3	82,3	318,4	79,6
Qonpis (tgo)	82,3	77,2	78,1	78,5	316,1	79,0
Total	828,0	816,7	835,4	827,2	3307,3	82,7

**Tabla 47**

*ANVA para altura de planta*

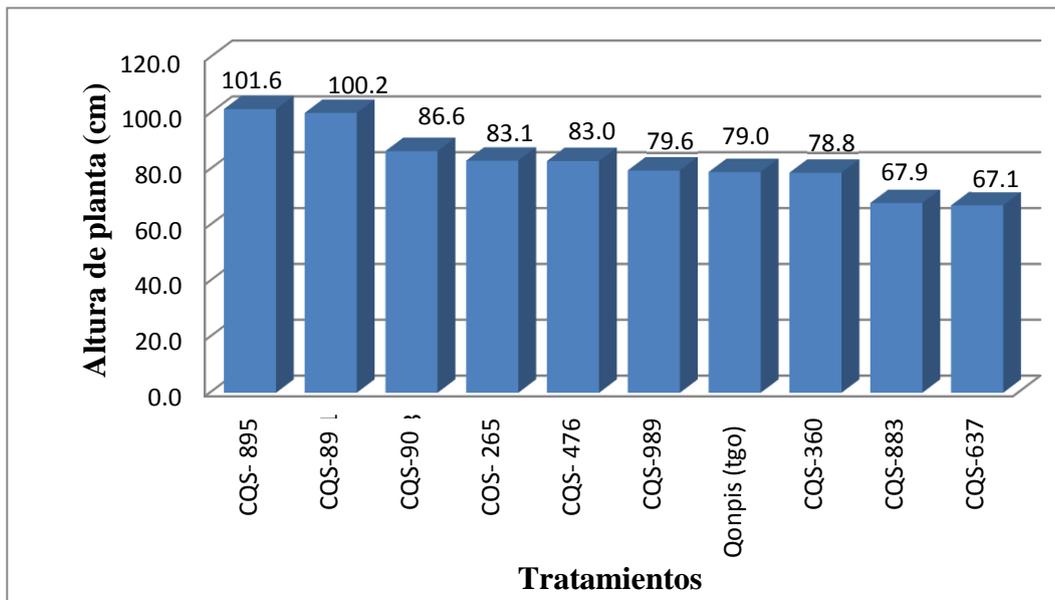
F de V	GL	SC	CM	FC	FT		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloques	3	17,76	5,92	0,46	2,96	4,60	ns	ns
Tratamiento	9	4711,01	523,45	40,84	2,25	3,15	*	*
Error	27	346,05	12,82					
Total	39	5074,82						

C.V.=4,33%

**Tabla 48***Prueba de Tukey para altura de planta(cm)*

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio	ALS (T)	
			0,05	0,01
I	CQS- 895	101,6	a	a
II	CQS-891	100,2	a	a
III	CQS-903	86,6	b	b
IV	COS- 265	83,1	b	b
V	CQS- 476	83,0	b	b
VI	CQS-989	79,6	b	b
VII	Qonpis (tgo)	79,0	b	b
VIII	CQS-360	78,8	b	b
IX	CQS-883	67,9	c	c
X	CQS-637	67,1	c	c

ALS (T) (0,05) = 8.70746      ALS (T) (0,01) = 10.46192

**Figura 34:** Histograma para altura de planta (cm)

## 6.2 Fenología

**Tabla 49**

*Comportamiento fenológico de los tratamientos en las 3 fases (promedio de 40 plantas)*

Fases Fenología		Tratamientos									
		<b>CQS- 265</b>	<b>CQS- 360</b>	<b>CQS- 476</b>	<b>CQS- 637</b>	<b>CQS- 883</b>	<b>CQS-891</b>	<b>CQS- 895</b>	<b>CQS-903</b>	<b>CQS-989</b>	<b>Qonpis (Testigo)</b>
<b>Emergencia</b>	Inicio	22	21	21	22	22	21	21	21	22	20
	Pleno	24	23	24	23	23	24	23	23	23	22
	Final	26	26	27	25	26	28	27	26	28	26
	<b>promedio</b>	<b>24,0</b>	<b>23,3</b>	<b>24,0</b>	<b>23,3</b>	<b>23,7</b>	<b>24,3</b>	<b>23,7</b>	<b>23,3</b>	<b>24,3</b>	<b>22,7</b>
<b>Ramificación</b>	Inicio	42	43	43	42	41	43	40	41	43	41
	Pleno	47	48	48	45	44	47	46	45	46	46
	Final	53	52	55	50	51	52	53	51	53	50
	<b>Promedio</b>	<b>47,3</b>	<b>47,7</b>	<b>48,7</b>	<b>45,7</b>	<b>45,3</b>	<b>47,3</b>	<b>46,3</b>	<b>45,7</b>	<b>47,3</b>	<b>45,7</b>
<b>Botón Floral</b>	Inicio	61	60	61	60	58	63	63	58	60	59
	Pleno	66	64	65	64	63	65	65	64	64	63
	Final	69	68	69	65	68	66	66	65	68	64
	<b>Promedio</b>	<b>65,3</b>	<b>64,0</b>	<b>65,0</b>	<b>63,0</b>	<b>63,0</b>	<b>64,7</b>	<b>64,7</b>	<b>62,3</b>	<b>64,0</b>	<b>62,0</b>
<b>Floración</b>	Inicio	72	70	71	68	70	67	67	66	71	66
	Pleno	78	73	78	72	73	76	76	74	75	73
	Final	88	89	89	86	83	89	89	86	90	87
	<b>Promedio</b>	<b>79,3</b>	<b>77,3</b>	<b>79,3</b>	<b>75,3</b>	<b>75,3</b>	<b>77,3</b>	<b>77,3</b>	<b>75,3</b>	<b>78,7</b>	<b>75,3</b>
<b>Senescencia</b>	Inicio	130	125	129	118	121	128	127	119	132	120
	Pleno	136	134	135	129	130	135	134	130	136	130
	<b>Promedio</b>	<b>133,0</b>	<b>129,5</b>	<b>132,0</b>	<b>123,5</b>	<b>125,5</b>	<b>131,5</b>	<b>130,5</b>	<b>124,5</b>	<b>134,0</b>	<b>125,0</b>
<b>Madurez Fisiológica</b>	<b>Final</b>	<b>142,0</b>	<b>140,0</b>	<b>142,0</b>	<b>139,0</b>	<b>138,0</b>	<b>142,0</b>	<b>142,0</b>	<b>138,0</b>	<b>142,0</b>	<b>139,0</b>

## 6.2.1 Comparación de la fase fenológica emergencia de los tratamientos

Figura 35: Histograma de inicio de fase de emergencia

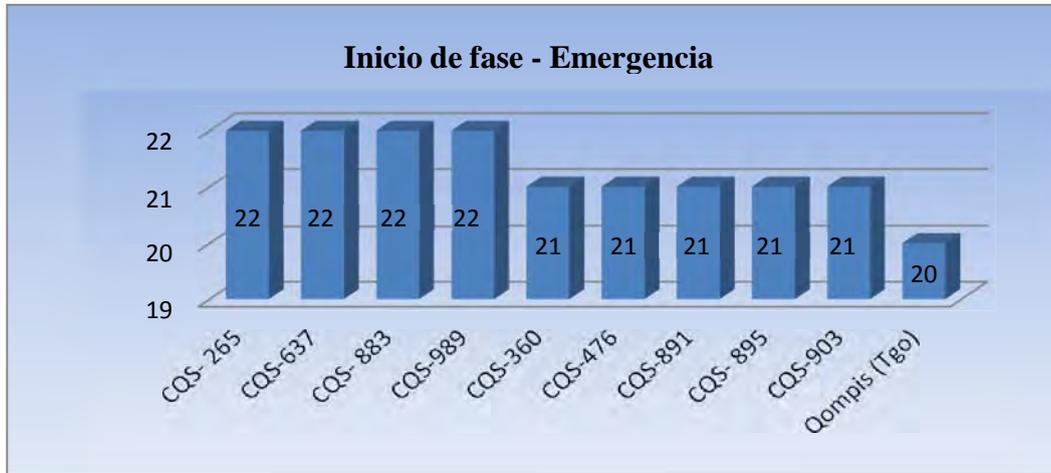


Figura 36: Histograma de plena fase de emergencia

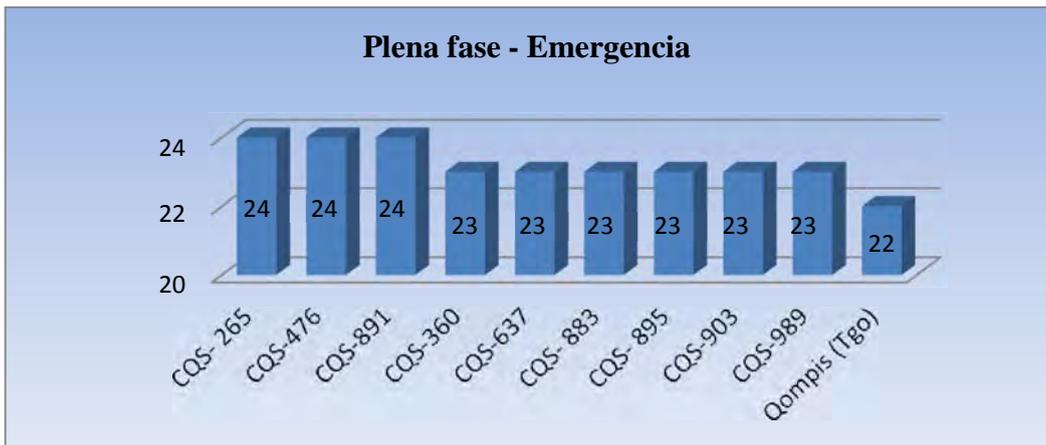
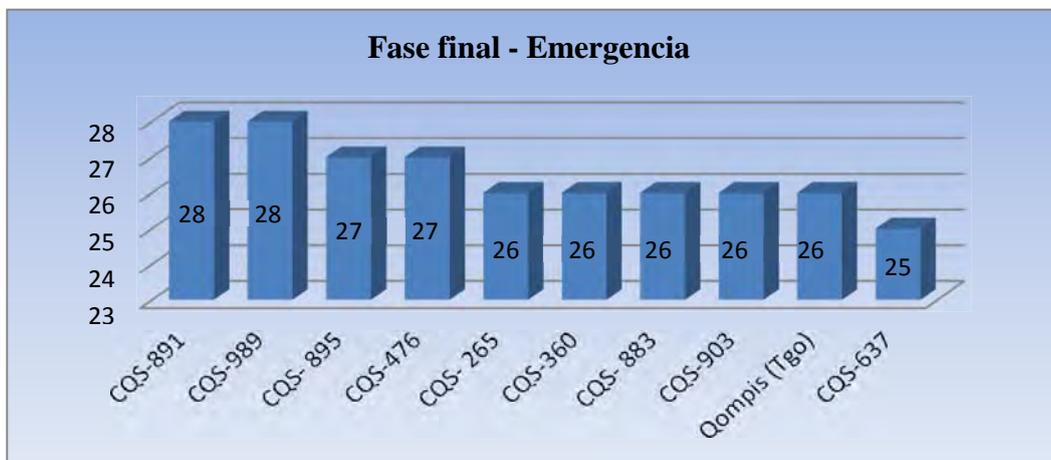


Figura 37: Histograma de fase final de emergencia

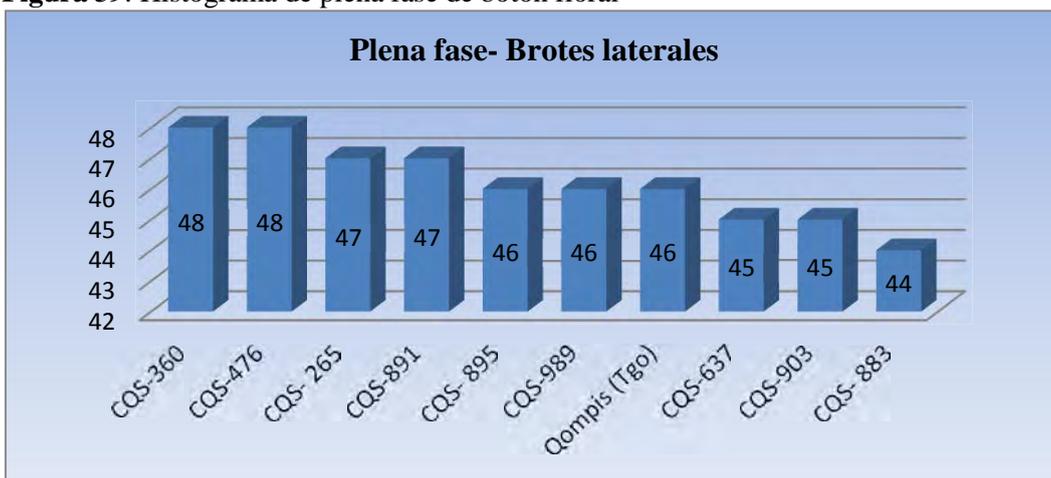


**62 Comparación de la fase fenología de brotes laterales en los tratamientos**

**Figura 38:** Histograma de inicio de fase de botón floral



**Figura 39:** Histograma de plena fase de botón floral

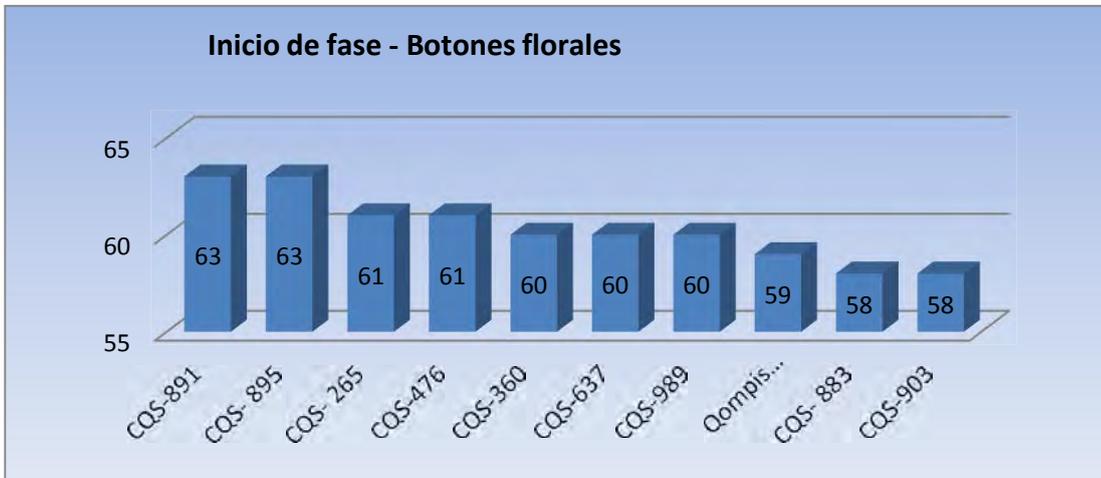


**Figura 40:** Histograma de fase final de brotes laterales

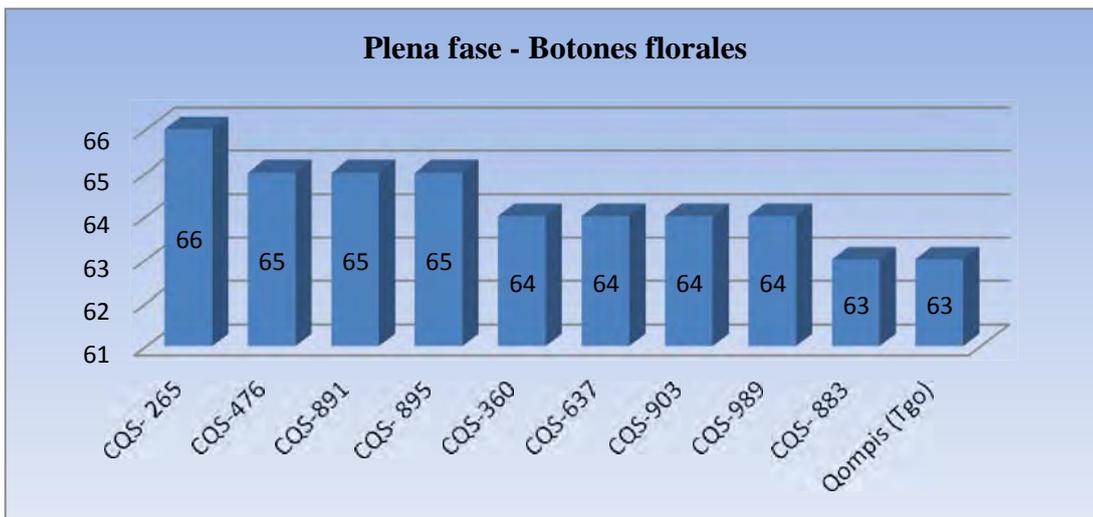


### 6.2.3 Comparación de fase fenológica botones florales en los tratamientos

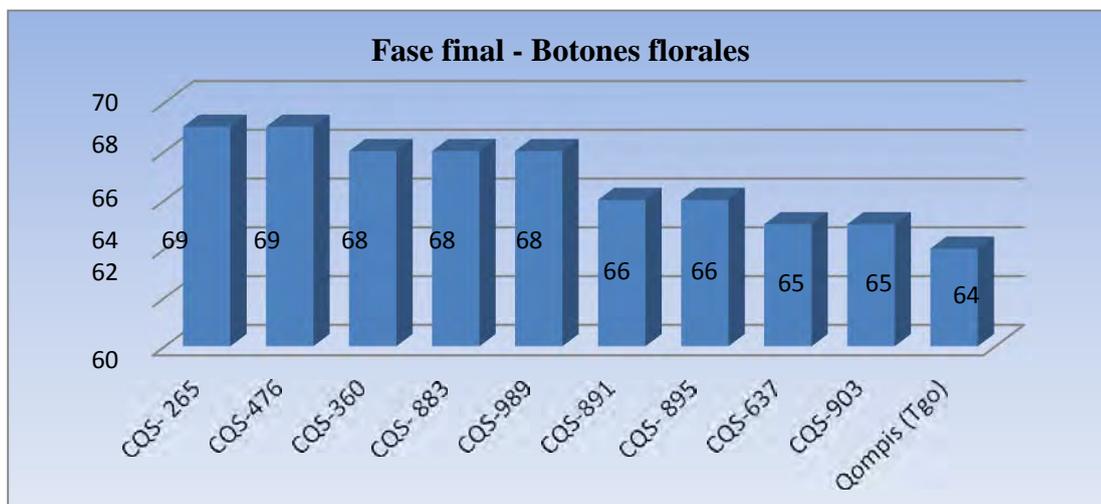
**Figura 41:** Histograma de inicio de fase botón floral



**Figura 42:** Histograma de plena fase de botón floral

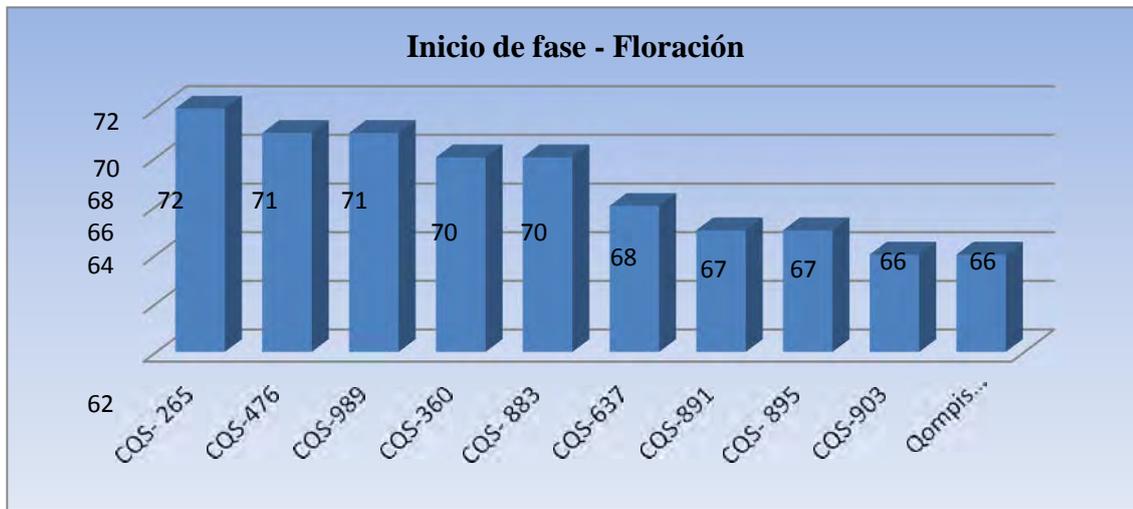


**Figura 42:** Histograma de fase final de botón floral

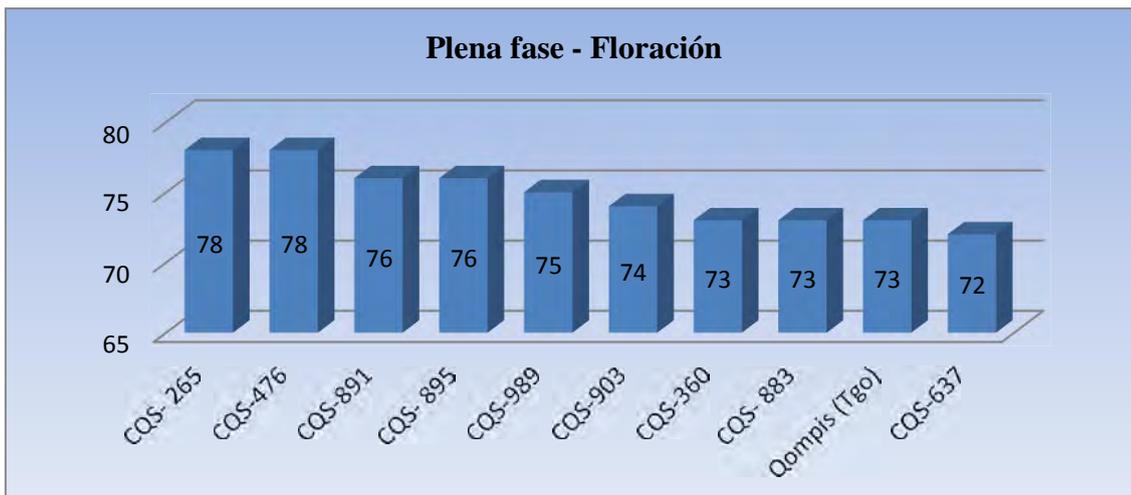


## 6.2.4 Comparación de la fase fenológica floración de los tratamientos

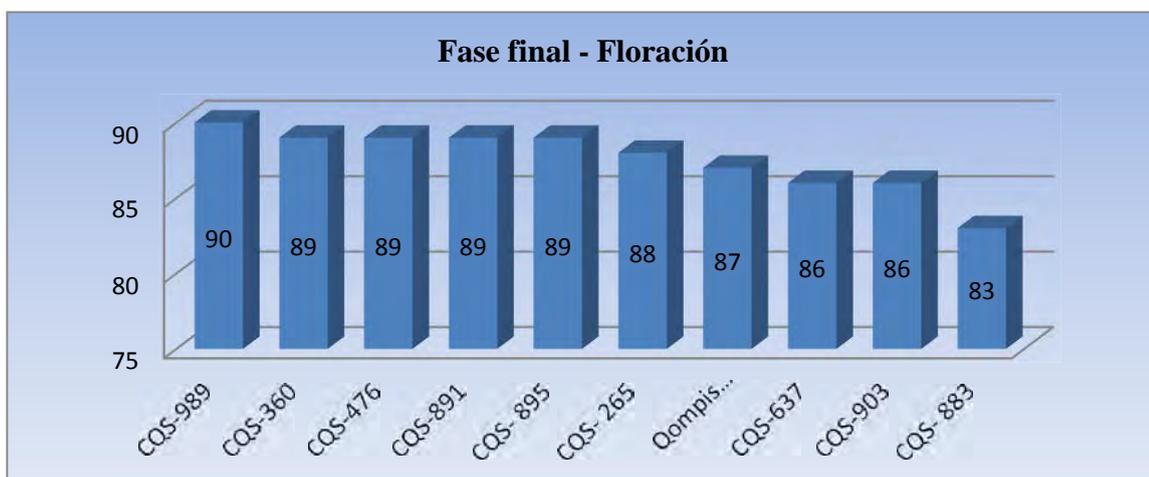
**Figura 44:** Histograma de inicio de fase floración



**Figura 45:** Histograma de plena fase de floración



**Figura 46:** Histograma fase final de floración



### 6.2.5 Comparación de la fase fenológica senescencia de los tratamientos

Figura 47: Histograma inicio de fase senescencia

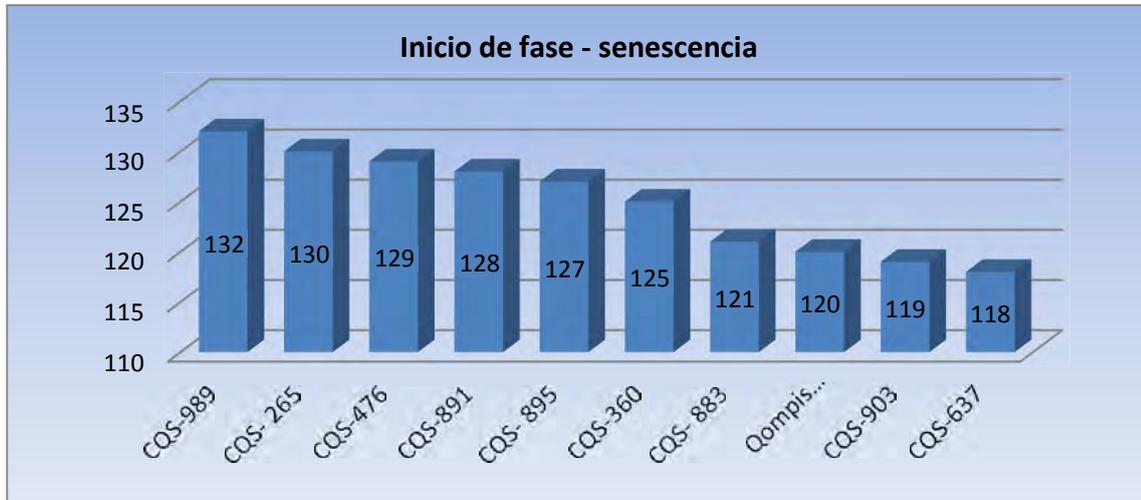
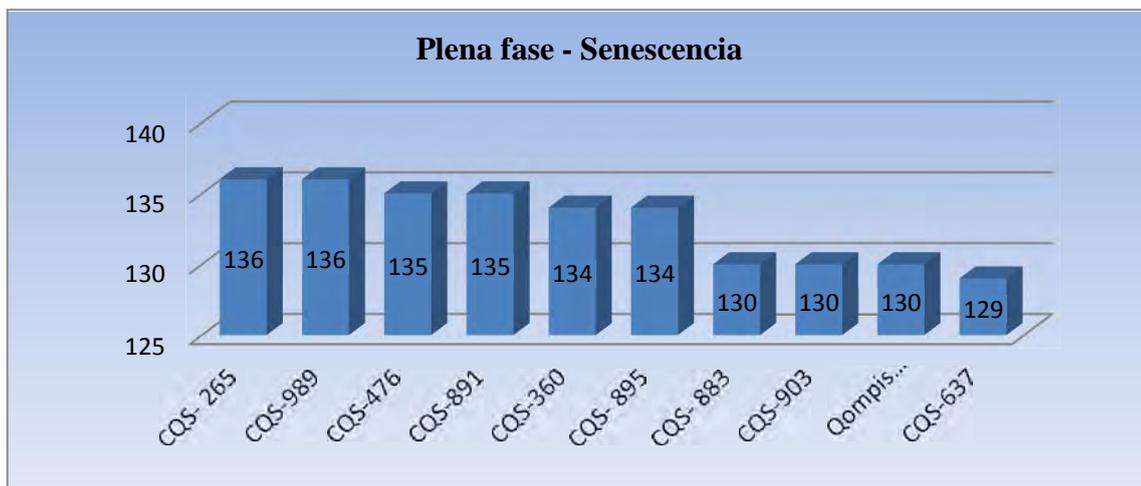
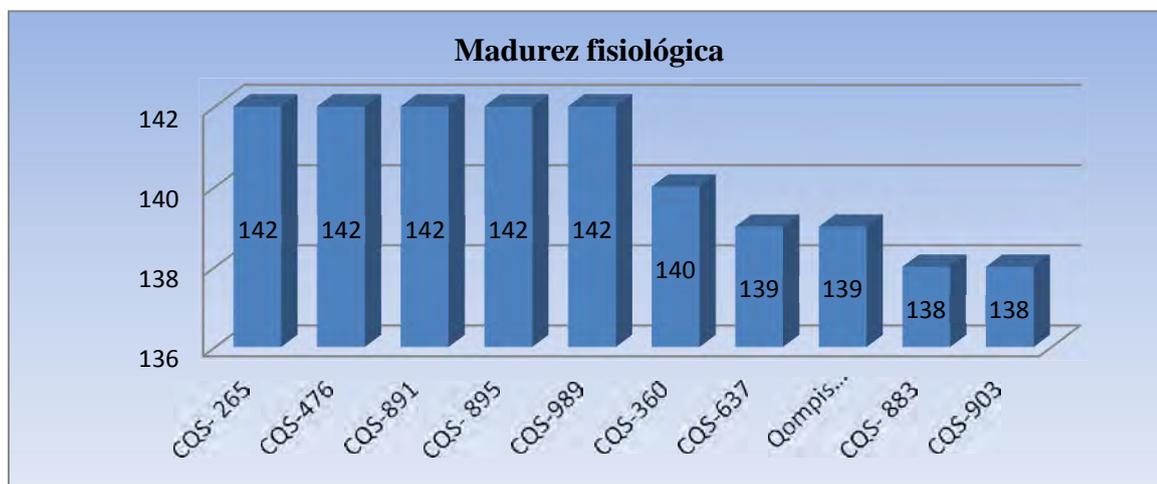


Figura 48: Histograma de final de fase senescencia



### 6.2.6 Fase fenológica de madurez fisiológica

Figura 49: Histograma de fase madurez fisiológica



**Tabla 50**

*Observaciones meteorológicas de T°, HR y P.P. desde la siembra hasta la madurez fisiológica, promedio de 40 plantas.*

Tratamientos	Fases Fenológicas	Emergencia	Brotos laterales	Botón Floral	Floración	Senescencia	Madurez Fisiológica.
duración en días		<b>24</b>	<b>47</b>	<b>65</b>	<b>79</b>	<b>133</b>	<b>142</b>
CQS-265	T° Max. (°C)	21,12	21,2	20,2	20,9	20,0	21,5
	T° Min. (°C)	7,1	7,4	7,9	8,0	8,0	7,8
	HR (%)	74,9	73,4	73,8	74,9	77,9	72,6
	P.P. (mm)	89,9	175.8	249.1	354.1	547.8	581.5
duración en días		<b>23</b>	<b>48</b>	<b>64</b>	<b>77</b>	<b>130</b>	<b>140</b>
CQS-360	T° Max. (°C)	21,23	21,1	20,1	20,8	20,0	21,4
	T° Min. (°C)	7,0	7,5	7,9	8,1	8,0	7,9
	HR (%)	74,7	73,7	73,8	75,2	77,9	73,2
	P.P. (mm)	87,1	175.8	239.3	335.3	541.6	581.5
duración en días		<b>24</b>	<b>49</b>	<b>65</b>	<b>79</b>	<b>132</b>	<b>142</b>
CQS-476	T° Max. (°C)	21,12	21,3	20,0	20,9	20,0	21,5
	T° Min. (°C)	7,1	9,0	7,9	8,0	8,0	7,8
	HR (%)	74,9	73,1	74,3	74,9	77,9	70,0
	P.P. (mm)	89,9	176	249.1	354.1	546.9	581.5
duración en días		<b>23</b>	<b>46</b>	<b>63</b>	<b>75</b>	<b>124</b>	<b>139</b>
CQS-637	T° Max. (°C)	21,2	21,2	20,2	20,7	19,8	21,6
	T° Min. (°C)	7,0	7,5	7,7	8,8	7,6	9,3
	HR (%)	74,7	73,4	74,1	74,8	77,0	76,4
	P.P. (mm)	87,1	175.8	236.7	335.3	528.3	557.1
duración en días		<b>24</b>	<b>45</b>	<b>63</b>	<b>75</b>	<b>126</b>	<b>138</b>
CQS-883	T° Max. (°C)	21,1	21,4	20,1	20,7	19,9	21,5
	T° Min. (°C)	7,1	7,4	7,7	8,8	7,6	9,3
	HR (%)	74,9	73,2	74,4	75,4	77,6	76,3
	P.P. (mm)	89,9	170.1	236.7	335.3	529.8	548.3
duración en días		<b>24</b>	<b>47</b>	<b>65</b>	<b>77</b>	<b>132</b>	<b>142</b>
CQS-891	T° Max. (°C)	21,1	21,2	20,2	20,8	20,1	21,7
	T° Min. (°C)	7,1	7,4	7,9	8,0	7,9	7,8
	HR (%)	74,9	73,4	73,8	75,4	77,9	72,6
	P.P. (mm)	89,9	175.8	249.1	335.3	546.9	581.5
duración en días		<b>24</b>	<b>46</b>	<b>65</b>	<b>77</b>	<b>131</b>	<b>142</b>
CQS-895	T° Max. (°C)	21,1	21,3	20,2	20,8	20,0	21,6
	T° Min. (°C)	7,1	7,4	7,9	8,0	7,5	8,2
	HR (%)	74,9	73,1	74,1	75,4	77,9	73,2

	<b>P.P. (mm)</b>	89,9	175.8	249.1	335.3	541.6	581.5
duración en días		<b>23</b>	<b>46</b>	<b>62</b>	<b>75</b>	<b>125</b>	<b>138</b>
<b>CQS-903</b>	<b>T° Max. (°C)</b>	21,2	21,3	20,2	20,7	19,8	21,6
	<b>T° Min. (°C)</b>	7,0	7,5	7,7	8,8	7,6	9,3
	<b>HR (%)</b>	74,7	73,4	74,1	74,8	77,8	76,4
	<b>P.P. (mm)</b>	89,9	175.8	234.9	335.3	528.8	548.3
duración en días		<b>24</b>	<b>47</b>	<b>64</b>	<b>79</b>	<b>134</b>	<b>142</b>
<b>CQS-989</b>	<b>T° Max. (°C)</b>	21,1	21,2	20,2	20,8	20,1	51,5
	<b>T° Min. (°C)</b>	7,1	7,4	7,9	8,1	8,0	7,8
	<b>HR (%)</b>	74,9	73,4	73,9	75,2	77,7	72,9
	<b>P.P. (mm)</b>	89,9	175.8	239.3	354.1	547.8	581.5
duración en días		<b>23</b>	<b>46</b>	<b>62</b>	<b>75</b>	<b>125</b>	<b>139</b>
<b>Qonpis (Testigo)</b>	<b>T° Max. (°C)</b>	21,2	21,2	20,2	20,7	19,8	21,6
	<b>T° Min. (°C)</b>	7,0	7,5	7,7	8,8	7,6	9,3
	<b>HR (%)</b>	74,7	73,4	74,1	74,8	77,8	76,4
	<b>P.P. (mm)</b>	89,9	175.8	234.9	335.3	528.8	557.1

**Tabla 51***Medidas de tendencia central y dispersión, promedio de 40 plantas*

<b>Tratamientos</b>	<b>Emergencia</b>	<b>Brotos laterales</b>	<b>Botón Floral</b>	<b>Floración</b>	<b>Senescencia</b>	<b>Madurez fisiológica</b>	
<b>CQS- 265</b>	24,0	47,0	65,1	78,5	133	142,0	
<b>CQS-360</b>	23,4	47,7	64,1	76,8	129.5	140,0	
<b>CQS-476</b>	24,0	48,8	65,0	78,8	132	142,0	
<b>CQS-637</b>	23,3	45,7	63,1	74,5	123.5	139,0	
<b>CQS- 883</b>	23,8	45,3	63,1	75,1	125.5	138,0	
<b>CQS-891</b>	24,1	47,3	64,6	76,6	131.5	142,0	
<b>CQS- 895</b>	23,5	46,4	64,6	76,9	130.5	142,0	
<b>CQS-903</b>	23,2	45,6	63,1	74,6	124.5	138,0	
<b>CQS-989</b>	24,1	47,3	64,1	76,8	134	142,0	
<b>Qonpis (Testigo)</b>	22,8	45,6	62,9	74,5	125	139,0	
<b>Promedio</b>	<b>23,61</b>	<b>46,68</b>	<b>63,96</b>	<b>76,31</b>	<b>128.9</b>	<b>140,40</b>	
<b>varianza</b>	0,20	1,32	0,73	2,53	15.27	3,16	
<b>desviación estándar</b>	0,45	1,15	0,85	1,59	3.91	1,78	
<b>Medidas de tendencia central y dispersión</b>	<b>coeficiente de variación %</b>	1,91	2,46	1,33	2,08	3.03	1,27
	<b>L.S</b>	24	49	65	79	124	142
	<b>L.I</b>	23	45	63	75	134	138
	<b>RANGO</b>	1	4	2	4	10	4

## VII DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 7.1 Rendimiento total de tubérculo

En la tabla 18. El rendimiento de tubérculo total en promedio fue de 29.28 t/h, siendo superior al rendimiento obtenido por la región Cusco en el año 2017 de 12.3 t/h. Según MINAGRI (2017). En el presente trabajo el rendimiento de tubérculo vario entre 19.19 a 38.11 t/h, siendo el testigo (Qonpis) con menor rendimiento y el CQS-895 con mayor rendimiento de tubérculo. Sin embargo, Ccacya (2020) encontró rendimientos que varían entre 21.3 a 36.1 t/h en su tesis en 7 clones promisorios segregantes de papa variedad Qonpis, siendo estas cifras similares al presente trabajo de investigación.

Sobre el Análisis de Varianza para rendimiento total de tubérculo, no existe diferencia significativa para bloques, indicando la homogeneidad; mientras que en los tratamientos hay diferencia significativa hasta el 99% de confianza, indicando que hay diferencia significativa entre los tratamientos; con un coeficiente de variabilidad de 5.93% indica que los datos obtenidos son confiables (ver tabla 19).

Sobre la prueba de Tukey aplicada para rendimiento total de tubérculo en t/h, indica que al 99% y 95% de significancia, los tratamientos: CQS- 895 con 38.11 t/h y CQS- 891 con 37.06 t/h presentan mayor rendimiento y superan estadísticamente a los tratamientos: CQS - 360 con 31.14 t/h, CQS - 903 con 30.49 t/h, CQS - 265 con 30.20 t/h, CQS - 883 con 29.94 t/h, CQS - 637 con 29.10 t/h, CQS - 989 con 26.22 t/h, CQS - 476 con 21.34t/h y Qonpis (testigo) con 19.19 t/h (ver tabla 20).

#### 7.1.1 Rendimiento para categoría extra

En la tabla 22 se observa el rendimiento de tubérculo para la categoría extra de 11.02 t/h en promedio general.

Sobre el Análisis de Varianza para rendimiento de tubérculo categoría extra, no existe diferencia significativa para bloques, indicando la homogeneidad; mientras que en los tratamientos haya diferencia significativa hasta el 99% de confianza, indicando que hay diferencia significativa entre los tratamientos; con un coeficiente de variabilidad de 13.45 % indica que los datos obtenidos son confiables (ver tabla 23).

Sobre la prueba de Tukey aplicada para rendimiento de tubérculo categoría extra en t/h, indica que al 95 y 99 % de significancia, el tratamiento: CQS-895 con 25.25 t/h presenta mayor rendimiento y supera estadísticamente a los tratamientos: CQS – 891 con 18.54 t/h, COS – 265 con 14.80 t/h, CQS -360 con 12.61 t/h, CQS – 637 con 9.77 t/h, CQS –

883 con 8.30 t/h, CQS – 903 con 7.50, CQS – 989 con 5.72 t/h, CQS – 476 con 4.95 t/h y Qonpis (testigo) con 2.77 t/ha (ver tabla 24).

### **7.1.2 Rendimiento para categoría primera**

En la tabla 26: sobre el rendimiento de tubérculo categoría primera se tiene un promedio general de 9.99 t/h.

Sobre el Análisis de Varianza para rendimiento de tubérculo categoría primera, nos indica que al 95 % de confianza existe diferencia significativa para bloques, indicando la homogeneidad; mientras que en los tratamientos haya diferencia significativa al 99% de confianza, indicando que hay diferencia significativa entre los tratamientos; con un coeficiente de variabilidad de 14.14 % indica que los datos obtenidos son confiables (ver tabla 27).

Sobre la prueba de Tukey aplicada para rendimiento de tubérculo categoría primera en t/ha indica que al 95% y 99% de significancia, los tratamientos: CQS-891 con 12.59 t/h, CQS-903 con 12.00 t/h, CQS-360 con 11.10 t/h, CQS-883 con 10.77 t/h, CQS-637 con 10.53 t/h, CQS-989 con 10.12 t/h, CQS- 895 con 9.43t/h presentan mayor rendimiento y superan estadísticamente a los tratamientos: CQS-265 con 8.45 t/h, CQS-476 con 7.81 t/h y Qonpis (testigo) con 7.11 t/h (ver tabla 28).

### **7.1.3 Rendimiento para categoría segunda**

En la tabla 30: sobre el rendimiento de tubérculo categoría segunda se tiene un promedio general de 5.83 t/h.

Sobre el Análisis de Varianza para rendimiento de tubérculo categoría segunda, no existe diferencia significativa para bloques, indicando la homogeneidad; mientras que en los tratamientos haya diferencia significativa al 95 y 91% indicando que hay diferencia significativa entre los tratamientos; con un coeficiente de variabilidad de 25.61 %, lo que indica que los datos obtenidos son confiables (ver tabla 31).

Sobre la prueba de Tukey aplicada para rendimiento de tubérculo categoría segunda en t/ha indica que al 95% y 99% de significancia, los tratamientos: CQS-883 con 8.03 t/h, CQS-903 con 7.70 t/h, CQS-989 con 7.54 t/h, CQS-637 con 6.05 t/h, CQS- 476 con 5.84 t/h, CQS-360 con 5.71 t/h, Qonpis (testigo) con 5.08 t/h, COS- 265 con 4.98 t/h, CQS- 891 con 4.62 t/h presentan mayor rendimiento y superan estadísticamente al tratamiento COS- 895 con 2.77 t/h (ver tabla 32).

### **7.1.4 Rendimiento para categoría tercera**

En la tabla 34: sobre el rendimiento de tubérculo categoría tercera se tiene un promedio

general de 2.43 t/h.

Sobre el Análisis de Varianza para rendimiento de tubérculo categoría tercera, no existe diferencia significativa al nivel de 5 y 1% tanto para bloques y tratamientos, indicando la homogeneidad; con un coeficiente de variabilidad de 25.38 % lo que indica que los datos obtenidos son confiables (ver tabla 35).

Sobre la prueba de Tukey aplicada para rendimiento de tubérculo categoría tercera en t/ha indica que al 95% y 99% de significancia, los tratamientos: Qonpis (testigo) con 4.23 t/h, CQS-903 con 3.29 t/h, CQS-883 con 2.84 t/h, CQS-989 con 2.84 t/h, CQS-637 con 2.75 t/h, CQS- 476 con 2.74 t/ha presentan mayor rendimiento y superan estadísticamente a los tratamientos COS- 265 con 1.96 t/h, CQS-360 con 1.71 t/h, CQS-891 con 1.31 t/h y CQS- 895 con 0.67 t/h. (ver tabla 36).

### **7.1.5 Peso de tubérculo por planta**

En la tabla 37: sobre el rendimiento de tubérculo por planta (10 plantas por tratamiento) se tiene un promedio general de 1.22 kg.

Sobre el Análisis de Varianza para rendimiento de tubérculo por planta, no existe diferencia significativa para bloques, indicando la homogeneidad; mientras que en los tratamientos haya diferencia significativa hasta el 99% de confianza, indicando que hay diferencia significativa entre los tratamientos; con un coeficiente de variabilidad de 11.59 %, lo que indica que los datos obtenidos son confiables (ver tabla 38).

Sobre la prueba de Tukey, indica que al 95 y 99% de confianza hay diferencia significativa entre los tratamientos, los tratamientos: CQS-891 con 1.546 Kg/planta, CQS-895 con 1.483 Kg/planta, CQS-360 con 1.371 Kg/planta, CQS-903 con 1.328 Kg/planta y CQS-265 con 1.283 Kg/planta, son estadísticamente iguales entre sí y superiores en rendimiento a los tratamientos: CQS-637 con 1.134, CQS-989 con 1.060 Kg/planta, CQS- 883 con 1.012 Kg/planta, CQS-476 con 0.991 Kg/planta y Qonpis (testigo) con 0.951 Kg/planta (ver tabla 39).

### **7.1.6 Número de tubérculos por planta**

En la tabla 40: sobre el número de tubérculo por planta varían entre 11 a 14 tubérculos, con un promedio general de 12.6 tubérculos/planta, según Poehlman y Allen (2003) mencionan que esto varían entre 3 a 10 tubérculos, estos datos son similares al trabajo de investigación.

Sobre el Análisis de Varianza para número de tubérculos por planta, existe diferencia significativa hasta al 95 % y al 99% de confianza para bloques; mientras que en los

tratamientos haya diferencia significativa hasta el 99% de confianza, indicando que hay diferencia significativa entre los tratamientos; con un coeficiente de variabilidad de 9.88 %, lo que indica que los datos obtenidos son confiables (ver tabla 41).

Sobre la prueba de Tukey aplicada para número de tubérculos por planta, indica que al 99 %, los tratamientos: CQS-360 con 15.3, CQS-895 con 14.4, CQS-891 con 13.8, CQS-903 con 13.4, CQS-265 con 13.2 y Qonpis (testigo) con 12.5, son estadísticamente iguales entre sí y superiores en número de tubérculos a los tratamientos: CQS-989 con 11.1, CQS-476 con 11.1, CQS-637 con 10.8 y CQS-883 con 10.8; mientras que a un nivel de 95% ocurre de la misma forma (ver tabla 42).

#### **7.1.7 Número de tallos por planta**

En la tabla 43: sobre el número de tallos por planta se tiene un promedio general de 4.5 número de tallos/planta.

Sobre el Análisis de Varianza para número de tallos por planta, no hay significación al nivel de 0.05 y 0.01 tanto para bloques y tratamientos, lo que indicando que no existe diferencia significativa en el número de tallos entre los tratamientos; con un coeficiente de variabilidad de 15.6 % lo que indica que los datos obtenidos son confiables (ver tabla 44).

El ordenamiento para número de tallos por planta obtuvo mayor número de tallos el tratamiento CQS-891 con un promedio de 4.9 tallos por planta y el tratamiento con menor número de tallos fue el tratamiento CQS-989 con un promedio de 3.8 tallos por planta (ver tabla 45).

#### **7.1.8 Altura de planta**

En la tabla 46: sobre la altura de planta obtenido el resultado en plena floración se tiene un promedio general de 82.7 cm.

Sobre el Análisis de Varianza para la altura de planta en plena floración, no existe diferencia significativa para bloques, indicando la homogeneidad; mientras que en los tratamientos haya diferencia significativa al 99% de confianza, indicando que hay diferencia significativa entre los tratamientos; con un coeficiente de variabilidad de 4.33 %, lo que indica que los datos obtenidos son confiables (ver tabla 47).

Sobre la prueba de Tukey aplicada para altura de planta, indica que a un nivel de 0.05 de significancia, los tratamientos: CQS-895 con 101.6 y CQS-891 con 100.2 son estadísticamente iguales entre sí y superiores en rendimiento a los tratamientos: CQS-903 con 86.6, CQS-265 con 83.1, CQS-476 con 83.0, CQS-989 con 79.6, Qonpis (testigo) con

79.0, CQS-360 con 78.8, CQS- 883 con 67.9 y CQS-637 con 67.1; mientras que a un nivel de 0.01 de significancia los tratamientos siguen el mismo comportamiento que el nivel de 0.05 de significancia (ver tabla 48).

## **7.2 Comportamiento fenológico**

La evaluación de la fenología se realizó en 10 plantas por parcela haciendo un total de 40 plantas por cada tratamiento, debido a las cuatro repeticiones. La evaluación de la fenología consistió en el conteo de los días transcurridos de una fase a la otra fase, considerando Inicio, plena y la fase final. Obteniendo un promedio para la fase correspondiente al final. Los datos meteorológicos fueron obtenidos de la Estación Meteorológica De Centro Agronómico K`ayra, los siguientes datos: temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa y precipitación pluvial.

### **7.2.1 Emergencia**

En la tabla 49 se observa el comportamiento fenológico en las 3 etapas: inicio, plena y fin de emergencia para los nueve clones y la variedad Qonpis (testigo). Haciendo un análisis del tabla 49 y los figuras 35, 36 y 37; la fase de emergencia inicio entre 20 a 22 días después de la siembra, el tratamiento (testigo) alcanzó esta fase en 20 días, los clones CQS-360, CQS-891, CQS-895 y CQS-903 alcanzaron esta fase a los 21 días; la plena emergencia inicio entre 22 a 24 días después de la siembra, el tratamiento testigo alcanzó esta fase en 22 días, los clones CQS-260, CQS-476 y CQS-891 llegaron a esta fase a los 24 días; la fase final de la emergencia inicio entre 25 a 28 días empezando a los 25 días con el clon CQS-637 días, llegando hasta 28 días con los clones CQS- 891 y CQS- 989, con un coeficiente de variabilidad del 1.91%.

En la tabla 50 se muestra las condiciones meteorológicas y el promedio de cada fase fenológica para cada tratamiento, los clones CQS-360, CQS-637, CQS-903 y la variedad Qonpis (testigo) alcanzaron a los 23 días en promedio la emergencia, contando con los datos climáticos para esta fase con una temperatura máxima 21.23°C y una temperatura mínima 7.0°C, con un promedio 14.12°C; humedad relativa promedio de 74.7% y precipitación pluvial acumulada de 87.1 mm. En el mismo cuadro se muestra la emergencia para los tratamientos: CQS-265, CQS-476, CQS-883, CQS-981, CQS-895 y CQS-989 que alcanzaron a los 24 días en promedio, contando con los datos climáticos para esta fase con una temperatura máxima 21,12 °C y una temperatura mínima 7,1°C, con un promedio 14.11°C; humedad relativa promedio de 74.9% y precipitación pluvial

acumulada de 89.9 mm para esta fase.

Ladrón de Guevara (2005) menciona que la emergencia ocurre a los 26 días después de la siembra, este dato es similares al presente trabajo donde la emergencia se presentó a los 23 y 24 días en promedio para todos los tratamientos.

En la tabla 6, se muestran los datos climatológicos óptimos para el cultivo de papa para todas las fases fenológicas según SENAMHI citado por MINAGRI (sf), mencionan la temperatura óptima para las fases es de 15°C a 25°C, temperatura crítica de  $< 5^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C} \geq$  y humedad relativa de 60 a 80%. Para este trabajo los datos climatológicos fueron: temperatura de 7.11°C a 21.23°C siendo óptimo, durante esta fase no se presentó temperaturas críticas, la humedad relativa para la fase fenológica emergencia fue de 74.7 a 74.9% siendo muy óptimo.

### **7.2.2 Brotes laterales**

La fase fenológica de brotes laterales inicio entre 41 a 43 días después de la siembra, empezando la fase con los clones CQS-883, CQS-903 y testigo a los 41 días, los clones CQS-360, CQS-476, CQS-891 y CQS-989 alcanzaron esta fase a los 43 días; la plena fase de brotes laterales inicio entre 44 a 48 días, el clon CQS-883 alcanzo esta fase en 44 días, los clones CQS-360 y CQS-476 alcanzaron esta fase a los 48 días, la fase final de brotes laterales en el clon CQS-637 y el testigo fue de 50 días hasta 55 días después de la siembra en el clon CQS- 476 y el testigo (tabla 49 y figuras 38,39 y 40), con un coeficiente de variabilidad de 2.46%.

El clon CQS-883 alcanzó esta fase a los 45 días en promedio, contando con los datos climáticos para esta fase con una temperatura máxima 21.1°C y una temperatura mínima 7.1°C, con un promedio 14.1°C, humedad relativa promedio de 74.9% y precipitación pluvial acumulada de 170.1 mm. (ver tabla 50).

Los clones: CQS-637, CQS-895, CQS-903 y el testigo alcanzaron esta fase a los 46 días en promedio, contándose con las variaciones climáticas para esta fase con una temperatura máxima 21,2 °C y una temperatura mínima 7,5 °C, con un promedio 14.35°C; humedad relativa promedio de 73.4% y precipitación pluvial acumulada de 175.8 mm. (ver tabla 50).

Los clones: CQS-265, CQS-891, CQS-989 alcanzaron esta fase a los 47 días en promedio, contándose con las variaciones climáticas para esta fase con una temperatura máxima 21,2 °C y una temperatura mínima 7,4 °C, con un promedio 14.3°C; humedad relativa promedio de 73.4% y precipitación pluvial acumulada de 175.8 mm. (ver tabla 50).

El clon CQS-360 alcanzó esta fase a los 48 días en promedio, contándose con las variaciones climáticas para esta fase con una temperatura máxima 21,1 °C y una temperatura mínima 7,5 °C, con un promedio 14.3°C; humedad relativa promedio de 73.7% y precipitación pluvial acumulada de 175.8 mm (ver tabla 50).

El clon CQS-476, alcanzó esta fase a los 49 días en promedio, contándose con las variaciones climáticas para esta fase con una temperatura máxima 21,3 °C y una temperatura mínima 9.0 °C, con un promedio 15.15 °C; humedad relativa promedio de 73.1% y precipitación pluvial acumulada de 176 mm. (ver tabla 50).

Ladrón de Guevara (2005) menciona que la ramificación en el cultivo de papa ocurre a los 50 días después de la siembra, en el presente trabajo esta fase alcanzo entre 45 a 49 días en promedio, siendo similares los datos.

### **7.2.3 Botón floral**

La fase fenológica de botón floral inicio entre 58 a 63 días después de la siembra, el clon CQS- 883 alcanzó esta fase a los 58 días y el clon CQS-891 alcanzó a los 63 días; la plena fase de botón floral inicio entre 63 a 66 días después de la siembra, el testigo alcanzando esta fase a los 63 días y el clon CQS-265 alcanzo esta fase a los 66 días; la fase final de botón floral fue entre 64 a 69 días después de la siembra (ver tabla 49 y las figuras 41, 42 y 43).

El clon CQS-903 y el testigo alcanzaron esta fase a los 62 días en promedio, contando con los datos climáticos de temperatura máxima 20.2°C, una temperatura mínima 7.7°C, con un promedio de 13.95°C; humedad relativa promedio de 74.1% y precipitación pluvial acumulada de 234.9 mm. (ver tabla 50). con un coeficiente de variabilidad de 1.33%.

Los clones CQS-637 y CQS-883, alcanzaron esta fase a los 63 días en promedio, contándose con las variaciones climáticas para esta fase con una temperatura máxima 20.2°C, una temperatura mínima 7.7°C, con un promedio 13.95°C; humedad relativa promedio de 74.4% y precipitación pluvial acumulada de 236.7 mm durante la fase. (ver tabla 50).

Los clones CQS-360 y CQS-989 alcanzaron a los 64 días en promedio esta fase, contándose con las variaciones climáticas para esta fase con una temperatura máxima 20.2°C, una temperatura mínima 7.9°C, con un promedio 14.05°C; humedad relativa promedio de 73.9%; precipitación pluvial acumulada de 239.3 mm. (ver tabla 50).

Los clones CQS-265, CQS-476, CQS-891 y CQS-895 alcanzaron a los 65 en promedio

la fase fenológica de botón floral, contándose con las variaciones climáticas para esta fase con una temperatura máxima 20.2°C, una temperatura mínima 7.9°C, con un promedio de temperatura 14.05°C; humedad relativa promedio de 74.3% y precipitación pluvial acumulada durante de 249.1 mm durante la fase. (Ver tabla 50).

Ladrón de Guevara (2005) la fase pre floración- aparición de los botones florales ocurre a los 68 días, en presente trabajo esta fase alcanzo a 64 días promedio para todos los tratamientos.

#### **7.2.4 Floración**

La floración inicio entre 66 a 72 días después de la siembra, el testigo y el clon CQS-903 alcanzaron esta fase a los 66 días y el clon CQS-265 a los 72 días; la plena fase de la floración fue entre 72 a 78 días después de la siembra, el clon CQS-637 alcanzó esta fase a los 72 días y los clones CQS-265 y CQS-476 alcanzaron esta fase a los 78 días; la fase final de floración fue entre 83 a 90 días después de la siembra con los clones CQS-883 y CQS-989 respectivamente (Ver tabla 49 y las figuras 44, 45 y 46), con un coeficiente de variabilidad de 2.08%.

Los clones CQS-637, CQS-883, CQS-903 y el testigo alcanzaron esta fase a los 75 días en promedio, contándose con las variaciones climáticas para esta fase con una temperatura máxima 20.7°C, una temperatura mínima 8.8°C, con un promedio 14.75 °C; humedad relativa promedio de 74.8%; precipitación pluvial acumulada de 335.3 mm. (ver tabla 50).

Los clones CQS-360, CQS-891, CQS-892 y CQS-989 alcanzaron a los 77 días en promedio, contándose con las variaciones climáticas para esta fase con una temperatura máxima 20.8°C, una temperatura mínima 8.1°C, con un promedio 14.45°C; humedad relativa promedio de 75.2%; y precipitación pluvial acumulada de 335.3 mm. (ver tabla 50).

Los clones CQS-265 y CQS-476 alcanzaron a los 79 días en promedio, contándose con las variaciones climáticas para esta fase con una temperatura máxima 20.9°C, y una temperatura mínima 8.0°C, con un promedio 14.45°C; humedad relativa promedio de 74.9% y precipitación pluvial acumulada durante de 354.1 mm durante la fase. (Ver tabla 50).

Según Ladrón de Guevara (2005) la fase floración ocurre a los 84 días, en presente trabajo esta fase alcanzo a 76 días en promedio para todos los tratamientos, datos similares al presente trabajo.

### 7.2.5 Senescencia

La fase de senescencia inicio entre 118 y 132 días después de la siembra, el CQS-637 alcanzó el inicio de esta fase a los 118 días y el clon CQS-989 alcanzó esta fase a los 132 días; la plena fase de la senescencia fue entre 129 a 136 días después de la siembra, el clon CQS-637 alcanzó esta fase a los 129 días y los clones CQS-265 y CQS-989 alcanzaron esta fase a los 136 días; Para la fase senescencia se evaluó el inicio y plena (Ver tabla 49 y las figuras 47 y 48), con un coeficiente de variabilidad de 3.03%.

En la tabla 50 se muestra el promedio de días y datos climáticos para cada fase fenológica de los nueve clones y el testigo. El clon CQS-265 alcanzó a los 133 días en promedio, contándose con las variaciones climáticas para esta fase con una temperatura máxima 20.0°C, y una temperatura mínima 8.0.1°C, con un promedio 114.0°C; humedad relativa promedio de 77.9%; precipitación pluvial acumulada de 547.8 mm durante la fase.

Los clones CQS-891 y CQS-476 alcanzaron esta fase a los 132 días en promedio, contándose con las variaciones climáticas para esta fase con una temperatura máxima 20.0°C, una temperatura mínima 8.0°C, con un promedio 14.0°C; humedad relativa promedio de 77.9% y precipitación pluvial acumulada de 546.9 mm durante la fase. (ver tabla 50).

El clon CQS-895 alcanzo a los 131 días en promedio, contándose con las variaciones climáticas para esta fase con una temperatura máxima 20.0°C, una temperatura mínima 7.5°C, con un promedio 13.75°C; humedad relativa promedio de 77.9%; precipitación pluvial acumulada durante de 541.6 mm. (ver tabla 50).

El clon CQS-360 alcanzó esta fase a los 130 días en promedio, contándose con las variaciones climáticas para esta fase con temperatura máxima 20.0°C, una temperatura mínima 8.0°C, con un promedio 14.0°C; humedad relativa promedio de 77.9%; precipitación pluvial acumulada de 541.6 mm. (ver tabla 50).

El clon CQS-989 alcanzó la fase senescencia a los 134 días en promedio, contando con las variaciones climáticas para esta fase con temperatura máxima 20.1°C, una temperatura mínima 8.0°C, con un promedio 14.05°C; humedad relativa promedio de 77.7%; precipitación pluvial acumulada de 547.8 mm. (ver tabla 50).

El clon CQS-637 alcanzó la fase senescencia a los 124 días en promedio, contando con las variaciones climáticas para esta fase con temperatura máxima 19.8°C, una temperatura mínima 7.6°C, con un promedio 13.7°C; humedad relativa promedio de 77.0%; precipitación pluvial acumulada de 528.3 mm. (ver tabla 50).

El clon CQS-883 alcanzó la fase senescencia a los 126 días en promedio, contando con

las variaciones climáticas para esta fase con temperatura máxima 19.9°C, una temperatura mínima 7.6°C, con un promedio 13.75°C; humedad relativa promedio de 77.6%; precipitación pluvial acumulada de 529.8 mm. (ver tabla 50).

El clon CQS-903 y el testigo alcanzaron la fase senescencia a los 125 días en promedio, contando con las variaciones climáticas para esta fase con temperatura máxima 19.8°C, una temperatura mínima 7.6°C, con un promedio 27.4°C; humedad relativa promedio de 77.8%; precipitación pluvial acumulada de 528.8 mm. (ver tabla 50).

Según ladrón de Guevara (2005) esta fase ocurre a los 117 días, en el presente trabajo de investigación esta fase ocurre a los 128.9 días en promedio.

### **7.2.6 Madurez fisiológica**

La madurez fisiológica varió entre 138 a 142 días después de la siembra, con un coeficiente de variabilidad de 1.27%; los clones CQS-883 y CQS-903 alcanzaron la madurez fisiológica a los 138 días, contando con las variaciones climáticas para esta fase con temperatura máxima 21.6°C, temperatura mínima 9.3°C, temperatura promedio de 15.46°C; humedad relativa promedio 76.4% y precipitación pluvial acumulada de 548.3 mm. El clon CQS-637 y el testigo alcanzaron esta fase a los 139 días después de la siembra, contando con los datos climáticos para esta fase con temperatura máxima 21.6°C, temperatura mínima 9.3°C, temperatura promedio 15.45°C; humedad relativa promedio 76.4% y la precipitación pluvial acumulado en esta fase fue de 557.1 mm. El clon CQS-360 alcanzó la madurez fisiológica a los 140 días después de la siembra, contando las variaciones climáticas para la fase con una temperatura máxima 21.4°C, una temperatura mínima 7.9°C, con un promedio 14.8 °C; humedad relativa promedio de 73.2%; precipitación pluvial acumulada de 581.5 mm.

Los clones CQS-265, CQS-476, CQS-891, CQS-895 y CQS-989 alcanzaron esta fase a los 142 días después de la siembra, contando con las variaciones climáticas para esta fase con temperatura máxima 21.5°C, una temperatura mínima 7.8°C, con un promedio 14.65°C; humedad relativa promedio de 70.0 % y precipitación pluvial acumulada de 581.5 mm. (Ver tabla 49 y 50 y la figura 49).

Según la información de Ladrón de Guevara (2005) la fase de madurez fisiológica ocurre a los 148 días, sin embargo, en el presente trabajo esta fase ocurre a los 139 días en promedio para todos los tratamientos, los datos son similares.

## VIII CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación y según su análisis estadístico se llega a las siguientes conclusiones:

### 8.1 Del rendimiento de tubérculo

Para el rendimiento de tubérculo transformado a t/ha existe una diferencia significativa hasta el 99% de confianza, con coeficiente de variabilidad de 5.93%, donde el tratamiento con mayor rendimiento fue CQS-895 con 38.11 t/ha superior en rendimiento a los otros tratamientos y a la variedad Qonpis como testigo con 19.19 t/ha.

Para el rendimiento de tubérculo categoría extra existe una diferencia estadística hasta el 99% de confianza, con un coeficiente de variabilidad de 13.45 %, donde el tratamiento con mayor rendimiento en esta categoría fue CQS-895 con 25.25 t/ha superior a los otros tratamientos y a la variedad Qonpis (testigo) que tuvo un rendimiento de 2.77 t/ha. Para la categoría primera hay una diferencia estadística en rendimiento hasta el 99 % de confianza, con un coeficiente de variabilidad de 14.14 %, el tratamiento con mayor rendimiento corresponde al CQS-891 con 12.59 t/ha siendo superior en rendimiento a la variedad Qonpis (testigo) con 7.11 t/ha. Para la categoría segunda hay diferencia estadística hasta el 99% de confianza, con un coeficiente de variabilidad de 25.61 %, el tratamiento con mayor rendimiento en esta categoría es el CQS – 883 con 8.03 t/h y el tratamiento con menor rendimiento fue el CQS – 895 con 2.77 t/ha. Para la categoría tercera existe una diferencia estadística hasta el 99% de confianza, con un coeficiente de variabilidad de 25.38 %, donde el tratamiento con mayor rendimiento en esta categoría fue Qonpis (testigo) con 4.23 t/h y el tratamiento con menor rendimiento fue CQS – 895 con 0.67 t/ha.

Para el rendimiento de tubérculo por planta existe una diferencia significativa al 99% de confianza, con un coeficiente de variabilidad de 11.59%, el tratamiento con mayor peso de tubérculos por planta corresponde a CQS-891 con 1.546 kg/planta, la variedad Qonpis (testigo) con 0.951 kg/planta tuvo un rendimiento inferior a los demás tratamientos.

Hubo una variación en lo que respecta al número de tubérculos por planta, con una diferencia significativa al 99% de confianza, con un coeficiente de variabilidad de 9.88%, el tratamiento con mayor número de tubérculos por planta fue el clon CQS-360 con 15 tubérculos/planta y el CQS-883 con 11 tubérculos/plantas cifra inferior al clon con mayor número de tubérculos.

Para el número de tallos por planta no existe una diferencia significativa, los tratamientos CQS-891, CQS-360, CQS-903, CQS-265, CQS-895, 476 y CQS-883 obtuvieron 5 tallos en promedio mientras que los tratamientos CQS-637, CQS-989 y Qonpis (testigo) registraron 4 tallos por planta en promedio.

Para la altura de la planta existe una diferencia significativa, la altura de la planta varía desde 101.6 cm el tratamiento CQS-895 hasta 67.1cm en el tratamiento CQS-637, la altura que alcanzó la variedad Qonpis (testigo) fue de 79 cm.

## **8.2 Del comportamiento fenológico**

En cuanto a la fenología para los 10 tratamientos existe una diferencia significativa en el comportamiento fenológico, para la fase de emergencia de las plantas el rango va de 23 a 24 días con una diferencia de 1 días; para la fase de ramificación o brotes laterales el rango varía de 45 a 49 días, con una diferencia de 4 días; para la fase de prefloración o botón floral el rango varía desde 63 a 65 días, con una diferencia de 2 días; para la fase de floración de las plantas el rango va de 75 a 79 días, con una diferencia de 4 días, para la fase de senescencia el rango va de 124 a 134 días, con una diferencia de 10 días; para la fase madurez fisiológica el rango va de 138 a 142 días, con una diferencia de 4 días. Finalmente se concluye que y los tratamientos: CQS-883 y CQS-903 son los que presentaron el ciclo vegetativo más corto, alcanzando la madurez fisiológica a los 138 días después de la siembra.

## IX RECOMENDACIONES

- Los clones que obtuvieron mayor rendimiento fueron: CQS-895, CQS-891, CQS-360, CQS-903 y CQS-265, los cuales deben seguir siendo motivo de investigación hasta determinar un clon de alto rendimiento superior a todos los demás clones.
- Evaluar la resistencia a plagas y enfermedades (*Phytophthora infestans*) de los clones en estudio, en diferentes pisos ecológicos de la región Cusco, ya que esta enfermedad puede ocasionar pérdidas muy considerables en el rendimiento de tubérculo.
- Realizar trabajos de investigación sobre los daños ocasionadas por plagas como polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*) y gorgojo de los andes (*Premnotrypes latithorax*), en el almacén donde ocurre mayor daño al tubérculo, ocasionando pérdidas considerables.

## X BIBLIOGRAFIA

- Álvarez, A. y Céspedes, E. (2017). *Fitomejoramiento General*. Copia impresa. Facultad de ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Antonio Abad. Cusco, Perú.
- Alonso, F. (2002). *El cultivo de la Patata* (2ª ed.). Madrid: Mundi Prensa.
- Andrade, H. (1991). *Requerimientos cualitativos para la industrialización de la Papa*. Revista(INIAP). Quito, Ecuador.
- Arribillaga, D. (2013). *Antecedentes técnicos para el cultivo de papa (solanun tuberosun L.) en la región de Aysen*. Boletín INIA N°272. Autor. Coyhaique, Chile (p. 8).
- Cabrera, H. (2009). *Manual técnico de producción de semilla básica de papa*. INIA. CIP. REDLATIN PAPA. Cajamarca, Perú. (p12-16).
- Ccacya, F. (2020). *Comparativo de rendimiento y comportamiento fenológico de siete clones de promisorio segregantes de papa (Solanun tuberosum) bajo condiciones agronómicas de k`ayra*. Tesis pregrado. UNSAAC. Cusco Perú.
- Cahuana, R. (2011). *Manual técnico de manejo, selección y clasificación de papas nativas*. Puno, Perú.
- Cahuana, R y Arcos, J. (2002). *Variedades nativas y mejoradas de papa en puno*. Estación experimental agraria Illpa-Puno. Serie libro n° 01-2002. Lima, Perú.120 p.
- Camarena, F., Chura, J. Y Blas, R. (2014). *Mejoramiento genético y biotecnología de plantas*.Universidad Nacional Agraria La Molina. UNALM / AGROBANCO. Lima, Perú. 286p.
- Canchi, F. y Morales, E. (2009). *Conocimiento local en el cultivo de papa*. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia (p24).
- Centro Internacional de la Papa (CIP). (1989). *Informe Anual del Centro Internacional de la Papa*. Impreso en Lima, Perú.
- Christiansen, J. (1967). *Cultivo de Papa en el Perú* (1ª ed.). Lima, Perú.
- Corzo, P. (1995). *Manejo Integrado del Cultivo de la Papa*. Bogotá: Produmedios.
- Cosio, P. (2006). *Variabilidad de papas nativas en seis comunidades de Calca y Urubamba*. Arariwa. impresion. danny's.graff. Cusco, Perú.
- Cuesta, X. (2006). *Papas nativas ecuatorianas en proceso de extinción*. Revista Agromag. Ministerio de agricultura y Ganadería. 30-31 pg.
- Dirección Regional de Agricultura Cusco - DRAC (2008). *Plan estratégico de desarrollo*

- del sector agrario de la región cusco 2009 – 2021*. Perú. Cusco. Recuperado de: [https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/conocenos/transparencia/planes\\_estrategicos\\_regionales/cusco.pdf](https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/conocenos/transparencia/planes_estrategicos_regionales/cusco.pdf)
- Douglas, H. (1992). *La Papa*. Publicación del Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima-Perú.
- Dueñas, E. (1992). *Campesinos y Papas, A Propósito De La Variabilidad Y Erosión Genética En Las Comunidades Campesinas Del Cusco*. Sepia, Perú.
- Estrada, N. (2000). *La biodiversidad en el mejoramiento genético de la Papa*. PROINPA-CID-CIP.
- Egúsqüiza, R. (2000). *La Papa, Producción, Transformación y Comercialización*. La Molina. Lima, Perú.
- Franco, J. (2002). *El cultivo de la Papa en Guatemala* (1ª ed.). Guatemala.
- Gabriel, J. (2010). Documento Marco: *Estrategias y Perspectivas del Mejoramiento Genético de la Papa (Solanum tuberosum L.)*. Cochabamba, Bolivia
- Hooker, J. (1980). *Compendio de Enfermedad de la Papa*. Traducción al español por Teresa Ames de Icochea. Centro Internacional de la papa. Lima, Perú.
- Huamán, Z. (1986). *Botánica sistemática y morfología de la papa*. Boletín de información técnica n° 06. Centro internacional de la papa (CIP). Lima, Perú.
- Idexcan (2018). *Papa, milenario producto andino*. Instituto de investigación y desarrollo comercio exterior de la cámara de comercio de Lima. Lima, Perú. Recuperado de: <https://www.camara lima.org.pe/wp-content/uploads/2020/06/Papa-milenario-producto-andino-1.pdf>
- Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura - INTAGRI (2017). *Requerimiento de clima y suelo para el cultivo de la papa*. Serie hortalizas. N° 10. Artículos técnicos de INTAGRI. México. 3p. recuperado de: <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/requerimientos-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-la-papa>
- Krantz, A. (1946). *Potato Breeding Methods III*. A suggested procedure for Potato breeding. University of Minnesota. Tech. Bulletin.
- Ladrón de Guevara, O. (2005). *Introducción a la climatología y fenología agrícola* (editorial universitaria). UNSAAC - FAZ – Cusco, Perú.
- Lovatón, G. (1988). *Segregación genética de las papas del grupo Qompis (S. tuberosum ssp. Andigena) con fines de propagación por semilla*. (Tesis para título profesional). Universidad Nacional de San Antonio Abad. Cusco, Perú.

- Mendoza, R. (1987). *Mejoramiento genético de la papa*. UNSAA – Arequipa, Perú.
- Ministerio de Agricultura (2012). *La Papa*. Principales Aspectos de la cadena agroproductiva (1ª ed.) Lima, Perú.
- Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI (2017). Características de la Producción Nacional y de la Comercialización en Lima Metropolitana. Boletín elaborado por Dirección General de Políticas Agrarias. Lima-Perú.
- Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI (2015). *Requerimientos agroclimáticos del cultivo de papa. Ficha técnica n° 01*. Recuperado de: <http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/ficha01-papa.pdf>.
- Ministerio del Ambiente - MINAM (2018). “identificación de las alternativas a los cultivares comerciales de papa con eventos OVM presentes en el mercado a partir de los recursos genéticos nativos y naturalizados – ley 29811”. Informe final. Lima. Perú. Recuperado de: [https://bioseguridad.minam.gob.pe/wpcontent/uploads/2019/09/AlternativasOVM\\_papa\\_final.pdf](https://bioseguridad.minam.gob.pe/wpcontent/uploads/2019/09/AlternativasOVM_papa_final.pdf)
- Montaldo, A. (1984). *Cultivo y Mejoramiento de la Papa*. San José, Costa Rica: Matilde de la Cruz.
- Molina, J.D; Mairena, B. y Aguilar, L. (2004). Manejo Integrado Plagas en el cultivo de la papa. INTA. Guía 1º edición. Managua. Recuperado de: <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10M722.pdf>
- Muro, J. (2012). *La Papa principales aspectos de la cadena agroproductiva*. Centro de Documentación Agraria. CENDOC. Lima, Perú.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación FAO (2008). *Organización para el Año Internacional de la papa*. La papa en el mundo. [http://www.fao.org/potato-2008/es/mundo/america\\_latina.html](http://www.fao.org/potato-2008/es/mundo/america_latina.html).
- Pacheco, P. (1981). *Determinación de densidad, materia seca y almidones en 97 clones*. (Tesis para título profesional). Universidad Nacional de San Antonio Abad. Cusco, Perú.
- Pérez, C. (2011). *Fisiología vegetal nutricional Orgánica e inorgánica de las plantas*. UNSAAC – Cusco, Perú.
- Poehlman, J Y Allen, D. (2003). *Mejoramiento genético de las cosechas* (2ª ed.). México: Limusa S.A.
- Román, M. y Hurtado, G. (2002). Cultivo de papa. Guía técnica. Centro Nacional De Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). El Salvador. Recuperado de: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Papa.pdf>

- Romero, Ll. (1986). *Evaluación preliminar en híbridos de papa de segunda generación clonal, procedente de la URSS*. (Tesis para título profesional). Universidad Nacional de San Antonio Abad. Cusco, Perú.
- Rousselle, P. (1996). *La patata*. Editorial Aedos S.A
- Sánchez, R. (2003). *Cultivo y comercialización de la Papa*. Lima, Perú: Ripalme.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI (2011). *Manual de observaciones fenológicas*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Lima, Perú.
- Tapia, M. (1993). *Agrobiodiversidad en los andes*. Lima, Perú: Friedrich Ebert Stiftungl.
- Terranova (1995). *Producción agrícola*. Terranova Editores, Ltda. Santa Fe de Bogotá, Colombia. 341 –346pp.
- Vara, C. A. (2015). *Comparativo de rendimiento y fenología cinco clones promisorios de papa (solanum andigenum ssp andigena) bajo condiciones de la comunidad de Simataucca, distrito de chinchero, provincia de urubamba, departamento cusco*. (Tesis de pregrado). Universidad nacional san Antonio abab del cusco, Perú.
- Vásquez, V. (1990). *Mejoramiento Genético de la Papa*. Lima, Perú: Amaru. Recuperado de: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v18n1/a07v18n1.pdf>

## XI ANEXOS

### ANEXO I. fotografías registradas durante la conducción del trabajo de investigación.

**Fotografía 1:** Distribución de tubérculos a 30 cm en surco



**Fotografía 2:** Aplicación de insecticida



**Fotografía 3:** Etiquetado de plantas para la evaluación



**Fotografía 4:** Evaluación de la fenología



**Fotografía 5:** Cosecha de tubérculos



**Fotografía 6:** Peso de tubérculo por planta



**Fotografía 5:** Fases fenológicas del cultivo de papa

<b>Fases fenológicas</b>					
					
<b>Emergencia</b>	<b>Ramificación</b>	<b>Prefloración</b>	<b>Floración</b>	<b>Senescencia</b>	<b>Madurez Fisiológica</b>

**ANEXO II: DATOS REGISTRADOS DURANTE LA CONDUCCION DEL EXPERIMENTO**

**Tabla 1**

*Rendimiento de tubérculo por categoría*

		<b>TRATAMIENTO</b>									
<b>Bloque</b>	<b>Categoría</b>	<b>COS-</b>	<b>CQS-</b>	<b>QONPIS</b>							
		<b>265</b>	<b>360</b>	<b>476</b>	<b>637</b>	<b>883</b>	<b>891</b>	<b>895</b>	<b>903</b>	<b>989</b>	
<b>I</b>	Extra	14,974	18,975	7,397	16,553	9,315	15,332	21,256	12,928	11,054	6,199
	Primera	26,135	22,578	11,463	16,650	17,692	17,647	20,375	10,124	6,121	10,099
	Segunda	14,213	13,034	8,265	9,514	12,830	22,467	9,477	25,392	8,439	15,596
	Tercera	8,927	11,755	9,199	4,835	13,673	10,315	13,532	10,196	13,925	18,566
	<b>Suma</b>	<b>64,249</b>	<b>66,342</b>	<b>36,324</b>	<b>47,552</b>	<b>53,510</b>	<b>65,761</b>	<b>64,640</b>	<b>58,640</b>	<b>39,539</b>	<b>50,460</b>
<b>II</b>	Extra	20,304	17,11	6,003	12,055	17,652	11,039	24,816	16,371	7,806	9,159
	Primera	13,542	13,977	9,601	11,096	13,739	14,855	25,686	13,687	15,001	11,059
	Segunda	14,127	15,275	8,24	15,511	8,421	19,905	10,596	10,726	8,103	18,101
	Tercera	10,719	9,78	8,061	12,341	16,319	9,54	6,856	11,961	10,316	9,579
	<b>Suma</b>	<b>58,692</b>	<b>56,142</b>	<b>31,905</b>	<b>51,003</b>	<b>56,131</b>	<b>55,339</b>	<b>67,954</b>	<b>52,745</b>	<b>41,226</b>	<b>47,898</b>
<b>III</b>	Extra	19,287	18,652	7,348	9,735	10,788	15,108	17,63	17,192	12,67	9,269
	Primera	15,429	23,722	12,634	12,428	10,633	16,072	27,961	20,922	17,82	11,589
	Segunda	9,072	16,523	8,715	17,725	17,76	15,144	8,655	13,461	10,94	10,681
	Tercera	13,357	6,337	14,408	10,363	6,958	11,036	18,329	9,731	13,06	9,134
	<b>Suma</b>	<b>57,145</b>	<b>65,234</b>	<b>43,105</b>	<b>50,251</b>	<b>46,139</b>	<b>57,36</b>	<b>72,575</b>	<b>61,306</b>	<b>54,49</b>	<b>40,673</b>
<b>IV</b>	Extra	16,058	20,226	13,686	9,163	11,179	21,395	21,926	18,268	11,109	5,626
	Primera	20,191	19,381	9,368	10,27	16,956	26,546	18,53	22,358	12,262	10,079
	Segunda	17,171	9,738	10,367	15,033	9,585	13,698	9,369	8,179	7,479	15,039
	Tercera	8,455	8,113	18,095	13,096	8,126	6,849	7,191	10,089	6,636	17,92
	<b>Suma</b>	<b>61,875</b>	<b>57,458</b>	<b>51,516</b>	<b>47,562</b>	<b>45,846</b>	<b>68,488</b>	<b>57,016</b>	<b>58,894</b>	<b>37,486</b>	<b>48,664</b>

**Tabla 2**  
*Rendimiento de tubérculo por planta (10 plantas)*

Bloques	n <sup>o</sup> de plantas	Tratamientos									
		COS-265	CQS-360	CQS-476	CQS-637	CQS-883	CQS-891	CQS-895	CQS-903	CQS-989	QONPIS
<b>I</b>	<b>1</b>	1,480	1,701	1,310	0,865	0,913	2,210	2,034	2,080	1,300	1,000
	<b>2</b>	0,849	1,302	1,016	1,005	0,990	2,130	0,581	1,630	0,860	0,935
	<b>3</b>	0,776	1,305	0,898	0,880	0,560	1,442	1,885	1,272	1,073	0,669
	<b>4</b>	0,749	1,070	0,972	1,425	0,705	1,842	0,865	1,134	0,750	0,760
	<b>5</b>	0,818	0,851	1,204	1,210	0,763	2,050	1,921	1,552	0,952	1,822
	<b>6</b>	1,868	1,976	1,102	0,918	1,043	1,920	1,963	1,718	0,682	1,700
	<b>7</b>	1,596	1,305	0,780	0,519	0,971	2,449	2,127	2,093	1,760	0,563
	<b>8</b>	1,142	1,051	0,911	1,725	0,594	0,443	2,052	1,762	0,398	1,251
	<b>9</b>	0,340	1,260	0,700	1,010	1,110	1,453	0,959	1,136	0,835	0,831
	<b>10</b>	1,908	1,507	1,931	1,205	1,302	0,883	1,072	1,003	1,250	0,900
	<b>promedio</b>	<b>1,153</b>	<b>1,333</b>	<b>1,082</b>	<b>1,076</b>	<b>0,895</b>	<b>1,682</b>	<b>1,546</b>	<b>1,538</b>	<b>0,986</b>	<b>1,043</b>
<b>II</b>	<b>1</b>	0,630	0,941	1,119	1,400	1,095	2,300	1,135	1,450	1,600	0,757
	<b>2</b>	0,395	2,500	0,923	0,590	1,282	2,320	1,059	1,162	1,700	0,887
	<b>3</b>	2,302	1,270	0,502	1,200	0,827	1,805	1,562	1,550	1,620	0,562
	<b>4</b>	0,612	0,930	0,937	1,720	1,127	1,630	0,970	1,530	1,820	1,214
	<b>5</b>	1,613	2,012	0,889	2,000	0,847	1,990	1,927	1,490	0,185	0,852
	<b>6</b>	1,410	0,789	1,205	1,500	1,074	0,792	1,458	1,235	0,322	1,445
	<b>7</b>	1,373	1,630	1,173	1,713	0,624	1,340	1,395	0,505	0,819	0,931
	<b>8</b>	0,988	1,840	0,989	1,450	0,739	2,030	1,604	1,132	0,412	0,660
	<b>9</b>	1,110	1,122	0,473	1,037	0,987	1,614	1,686	0,656	1,900	1,062
	<b>10</b>	1,745	1,675	0,947	1,576	1,740	1,872	1,761	1,003	2,500	0,637
	<b>promedio</b>	<b>1,218</b>	<b>1,471</b>	<b>0,916</b>	<b>1,419</b>	<b>1,034</b>	<b>1,769</b>	<b>1,456</b>	<b>1,171</b>	<b>1,288</b>	<b>0,901</b>
<b>III</b>	<b>1</b>	1,571	2,123	1,932	0,875	1,500	1,371	1,384	1,061	0,665	0,700
	<b>2</b>	2,308	1,852	1,011	1,181	1,017	2,610	0,655	1,174	0,419	0,617
	<b>3</b>	1,605	0,990	0,904	1,230	0,722	1,629	1,381	1,671	0,619	1,841
	<b>4</b>	2,091	1,133	0,744	1,140	1,661	1,340	2,275	2,083	1,100	0,737
	<b>5</b>	1,651	1,273	1,097	1,160	0,910	1,766	1,741	1,619	1,200	1,420
	<b>6</b>	1,007	0,888	1,109	0,490	0,688	1,300	1,792	1,442	0,883	0,173
	<b>7</b>	1,299	0,741	0,896	1,520	1,232	1,720	0,738	1,160	1,541	1,300
	<b>8</b>	0,382	1,463	0,850	0,700	0,561	0,950	2,121	1,232	0,629	1,143
	<b>9</b>	1,235	1,322	0,714	1,202	1,369	0,953	1,458	1,620	1,500	1,423
	<b>10</b>	1,742	0,812	0,637	0,851	0,915	0,778	1,460	1,018	0,413	0,688

	<b>promedio</b>	<b>1,489</b>	<b>1,260</b>	<b>0,989</b>	<b>1,035</b>	<b>1,058</b>	<b>1,442</b>	<b>1,501</b>	<b>1,408</b>	<b>0,897</b>	<b>1,004</b>
<b>IV</b>	<b>1</b>	0,763	1,535	1,175	0,472	1,170	0,921	0,354	0,632	0,440	1,414
	<b>2</b>	1,460	1,473	0,954	1,522	1,310	1,472	2,018	0,956	1,613	0,961
	<b>3</b>	1,385	1,000	1,074	1,191	0,863	1,733	1,757	1,461	0,821	1,161
	<b>4</b>	1,389	1,129	1,002	0,852	0,949	1,616	1,893	2,000	1,317	1,091
	<b>5</b>	1,830	1,358	0,760	0,893	1,800	0,833	1,733	1,820	1,400	0,716
	<b>6</b>	1,000	1,146	1,910	1,136	0,695	0,536	1,314	1,240	0,709	0,178
	<b>7</b>	1,544	2,206	1,140	1,346	0,753	1,914	1,010	1,140	0,396	0,712
	<b>8</b>	0,743	1,343	0,800	1,103	0,853	0,842	1,404	0,580	0,330	0,730
	<b>9</b>	1,146	1,121	0,958	0,483	0,951	0,845	0,702	1,100	1,900	0,906
	<b>10</b>	1,472	1,908	0,000	1,081	1,273	2,200	2,100	1,030	1,780	0,702
	<b>promedio</b>	<b>1,273</b>	<b>1,422</b>	<b>0,977</b>	<b>1,008</b>	<b>1,062</b>	<b>1,291</b>	<b>1,429</b>	<b>1,196</b>	<b>1,071</b>	<b>0,857</b>

**Tabla 3**  
*Altura de plantas*

<b>Bloque</b>	<b>Númerode Plantas</b>	<b>Tratamientos</b>									<b>Qonpis (tgo)</b>
		<b>COS-265</b>	<b>CQS-360</b>	<b>CQS-476</b>	<b>CQS-637</b>	<b>CQS-883</b>	<b>CQS-891</b>	<b>CQS-895</b>	<b>CQS-903</b>	<b>CQS-989</b>	
<b>I</b>	1	90	88	80	70	70	101	98	87	78	82
	2	74	88	75	62	62	98	102	79	70	88
	3	82	85	84	63	70	109	108	73	76	82
	4	94	90	88	60	74	108	100	80	85	79
	5	80	75	80	68	73	105	110	89	74	76
	6	80	71	78	70	70	99	105	88	79	84
	7	87	73	82	70	50	100	100	79	86	83
	8	91	80	80	72	72	102	99	83	79	88
	9	92	72	77	60	70	101	107	86	70	79
	10	78	82	86	81	62	98	102	79	74	82
	<b>Promedio</b>	<b>84,8</b>	<b>80,4</b>	<b>81</b>	<b>67,6</b>	<b>67,3</b>	<b>102,1</b>	<b>103,1</b>	<b>82,3</b>	<b>77,1</b>	<b>82,3</b>
<b>II</b>	1	76	79	85	60	75	108	107	92	78	80
	2	76	80	86	63	81	101	96	70	70	77
	3	79	72	85	64	77	110	104	81	70	75
	4	90	84	87	61	70	97	102	90	72	76
	5	67	71	85	63	72	99	100	83	76	80
	6	78	72	86	62	76	100	99	75	71	71

7	81	80	83	60	69	98	96	78	70	75
8	82	79	85	63	75	102	98	91	74	81
9	90	84	87	65	68	100	105	90	76	78
10	89	82	86	63	73	101	102	87	70	79
<b>Promedio</b>	<b>80,8</b>	<b>78,3</b>	<b>85,5</b>	<b>62,4</b>	<b>73,6</b>	<b>101,6</b>	<b>100,9</b>	<b>83,7</b>	<b>72,7</b>	<b>77,2</b>

**III**

---

1	85	77	86	69	62	111	93	93	87	80
2	93	74	79	71	67	101	95	89	88	90
3	77	80	88	75	60	102	100	90	91	72
4	97	75	77	71	61	95	102	98	83	88
5	82	73	83	65	63	99	103	80	91	83
6	91	75	81	70	64	100	99	92	93	76
7	75	81	78	66	70	105	100	90	89	80
8	93	79	85	74	71	110	98	91	86	72
9	94	74	79	65	63	98	96	97	76	71
10	83	80	83	64	64	107	104	80	79	69
<b>Promedio</b>	<b>87</b>	<b>76,8</b>	<b>81,9</b>	<b>69</b>	<b>64,5</b>	<b>102,8</b>	<b>99</b>	<b>90</b>	<b>86,3</b>	<b>78,1</b>

**IV**

---

1	76	80	80	69	60	94	109	95	82	81
2	80	83	84	72	72	88	90	98	80	80
3	76	78	97	75	70	98	101	92	82	79
4	83	79	83	68	60	97	109	102	90	75
5	81	75	83	74	64	87	112	99	81	82
6	75	78	91	69	71	87	105	100	78	80
7	80	84	84	70	62	101	99	80	79	82
8	79	89	78	66	71	99	100	83	84	74
9	76	80	72	64	68	103	103	74	83	72
10	92	70	83	67	65	89	105	79	84	80
<b>Promedio</b>	<b>79,8</b>	<b>79,6</b>	<b>83,5</b>	<b>69,4</b>	<b>66,3</b>	<b>94,3</b>	<b>103,3</b>	<b>90,2</b>	<b>82,3</b>	<b>78,5</b>

---

**Tabla 4**

*Número de tallos por planta*

Bloque	Número de Plantas	Tratamientos									
		COS-265	CQS-360	CQS-476	CQS-637	CQS-883	CQS-891	CQS-895	CQS-903	CQS-989	Qonpis (tgo)
<b>I</b>	1	5	7	6	3	6	7	5	4	2	5
	2	5	6	5	5	6	7	6	4	3	4
	3	6	3	5	4	5	6	4	6	5	4
	4	6	6	5	4	6	6	4	6	5	6
	5	6	6	3	4	4	7	3	4	3	3
	6	5	7	6	3	4	6	6	6	2	6
	7	6	6	5	3	5	7	4	7	5	3
	8	5	6	3	2	5	6	3	4	4	3
	9	6	5	5	5	5	7	5	5	3	6
	10	6	4	6	3	6	6	5	4	5	4
		<b>Promedio</b>	<b>5,6</b>	<b>5,6</b>	<b>4,9</b>	<b>3,6</b>	<b>5,2</b>	<b>6,5</b>	<b>4,5</b>	<b>5</b>	<b>3,7</b>
<b>II</b>	1	3	7	4	5	6	4	5	4	3	4
	2	3	3	5	4	5	3	4	5	3	4
	3	4	3	5	4	3	4	6	5	3	5
	4	5	4	4	4	4	6	2	3	4	4
	5	3	4	4	6	2	4	4	4	3	3
	6	4	4	5	5	4	4	4	6	6	6
	7	3	4	4	6	4	6	5	7	5	3
	8	3	3	5	7	6	4	3	6	3	4
	9	4	3	3	5	6	5	4	5	4	5
	10	3	4	6	4	5	6	3	4	2	4
		<b>Promedio</b>	<b>3,5</b>	<b>3,9</b>	<b>4,5</b>	<b>5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,6</b>	<b>4</b>	<b>4,9</b>	<b>3,6</b>
<b>III</b>	1	5	8	5	3	5	6	7	6	4	5
	2	4	5	3	4	3	3	5	4	4	5
	3	4	7	4	5	4	4	7	3	5	4
	4	3	8	4	5	4	3	3	3	5	6
	5	6	6	6	6	5	7	4	5	6	5
	6	6	7	3	3	4	4	3	2	3	4
	7	6	5	4	4	6	5	6	4	4	5
	8	5	6	5	4	3	6	3	3	3	4
	9	3	5	5	3	4	5	4	3	4	4
	10	5	7	5	3	4	5	6	5	3	5
		<b>Promedio</b>	<b>4,7</b>	<b>6,4</b>	<b>4,4</b>	<b>4</b>	<b>4,2</b>	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>	<b>3,8</b>	<b>4,1</b>
<b>IV</b>	1	5	4	4	4	5	3	3	5	5	4
	2	5	3	6	3	6	6	4	6	3	3
	3	6	2	3	5	2	6	4	6	4	3
	4	3	4	5	5	3	2	6	5	5	4
	5	4	4	4	5	3	3	3	3	2	3
	6	5	4	5	4	4	3	5	7	3	4
	7	5	5	5	4	5	3	4	6	5	4
	8	3	3	4	4	4	4	7	5	5	4
	9	4	4	2	6	3	5	7	6	3	3
	10	6	4	5	4	5	3	5	5	2	3
		<b>Promedio</b>	<b>4,6</b>	<b>3,7</b>	<b>4,3</b>	<b>4,4</b>	<b>4</b>	<b>3,8</b>	<b>4,8</b>	<b>5,4</b>	<b>3,7</b>

### ANEXOS III: REGISTRO METEOROLÓGICO

Condición meteorológica durante la campaña 2019 -2020

Mes de octubre del 2019

Día/mes/año	Temperatura (°C)			Humedad Relativa	Precipitación diaria (mm)
	T° Máxima	T° Mínima	Promedio		
01/10/2019	18,4	6,4	12,4	78,0	0,1
02/10/2019	17,8	8,4	13,1	81,8	0,3
03/10/2019	21,2	7,2	14,2	69,0	0,0
04/10/2019	20,8	3,5	12,15	69,7	0,0
05/10/2019	18,5	4,4	11,45	75,6	1,9
06/10/2019	19,4	8,1	13,75	77,1	0,2
07/10/2019	24,2	6	15,1	65,5	0,0
08/10/2019	23,2	3,2	23,2	67,6	0,0
09/10/2019	22,2	5	13,6	64,3	0,0
10/10/2019	24,8	1	12,9	67,1	0,0
11/10/2019	23,6	2,9	13,25	73,8	0,0
12/10/2019	21,8	4,8	13,3	74,1	0,0
13/10/2019	17,8	7	12,4	69,9	5,5
14/10/2019	20,2	5,5	12,85	75,1	0,0
15/10/2019	21	5	13	72,0	0,0
16/10/2019	21,6	9	15,3	74,0	6,0
17/10/2019	19,5	7,7	13,6	83,5	34,3
18/10/2019	18	6	12	78,0	9,0
19/10/2019	23,8	8,3	16,05	72,5	11,8
20/10/2019	24,2	4	14,1	66,1	0,0
21/10/2019	22	4,5	13,25	74,6	0,0
22/10/2019	23,8	5	14,4	74,6	1,6
23/10/2019	23,4	7,4	15,4	79,3	0,0
24/10/2019	23,8	6,2	15	74,3	0,0
25/10/2019	22,8	6,8	14,8	68,6	0,0
26/10/2019	22,5	8	8	67,4	11,7
27/10/2019	22	5,8	13,9	67,6	0,0
28/10/2019	22,4	5,5	13,95	71,1	0,0

29/10/2019	23	6,8	14,9	75,6	0,0
30/10/2019	23,4	3,7	13,55	75,0	0,0
31/10/2019	23,2	5	14,1	69,1	0,0
<b>Promedio</b>	<b>21,727</b>	<b>5,830</b>	<b>13,837</b>	<b>72,642</b>	<b>2,658</b>
<b>Valor Máximo</b>	<b>24,8</b>	<b>9</b>	<b>23,2</b>	<b>83,5</b>	<b>34,3</b>
<b>Valor Mínimo</b>	<b>17,8</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>64,3</b>	<b>0</b>
<b>Desviación Estándar</b>	<b>2,135</b>	<b>1,832</b>	<b>2,289</b>	<b>4,837</b>	<b>6,800</b>
<b>C.V%</b>	<b>0,098</b>	<b>0,314</b>	<b>0,165</b>	<b>0,067</b>	<b>2,558</b>

Mes de noviembre del 2019

Día/mes/año	Temperatura (°C)			Humedad Relativa	Precipitación diaria (mm)
	T° Máxima	T° Mínima	Promedio		
01/11/2019	17,4	8,6	13	72,4	3,8
02/11/2019	23,8	4,7	14,25	68,0	0,0
03/11/2019	21,2	4,8	13	76,7	5,5
04/11/2019	21,8	7,4	14,6	72,8	10,2
05/11/2019	21	8,5	14,75	80,5	10,3
06/11/2019	20,5	7,2	13,85	74,7	6,7
07/11/2019	18,6	9,6	14,1	83,1	0,0
08/11/2019	17,6	9,8	13,7	72,1	0,7
09/11/2019	21,8	7,5	14,65	70,7	1,0
10/11/2019	21,6	9	15,3	70,2	25,6
11/11/2019	15,7	6,5	11,1	88,7	1,4
12/11/2019	18,8	8,6	13,7	82,9	1,1
13/11/2019	21,8	5,6	13,7	82,3	2,0
14/11/2019	23,6	7,6	15,6	78,8	7,1
15/11/2019	18,8	9,5	14,15	80,8	2,8
16/11/2019	21,2	8,6	14,9	77,3	0,0
17/11/2019	18,4	8,6	13,5	84,3	11,0
18/11/2019	19,5	7,5	13,5	80,5	1,1
19/11/2019	21,6	7	14,3	66,5	0,6

20/11/2019	22	9	15,5	67,3	5,4
21/11/2019	22,8	8	15,4	67,3	4,2
22/11/2019	21,4	8	14,7	70,4	0,1
23/11/2019	19,5	7,5	13,5	82,2	6,3
24/11/2019	18,2	9,4	13,8	78,5	0,0
25/11/2019	21,8	4,7	13,25	64,7	0,0
26/11/2019	22,6	4,5	13,55	69,6	1,8
27/11/2019	24,2	7,4	15,8	66,2	3,0
28/11/2019	23	7,4	15,2	69,9	0,0
29/11/2019	23,5	6,6	15,05	66,3	0,0
30/11/2019	24,6	6	15,3	66,9	0,0
<b>Promedio</b>	<b>20,94</b>	<b>7,503</b>	<b>14,223</b>	<b>74,420</b>	<b>3,723</b>
<b>Valor Máximo</b>	<b>24,6</b>	<b>9,8</b>	<b>15,8</b>	<b>88,7</b>	<b>25,6</b>
<b>Valor Mínimo</b>	<b>15,7</b>	<b>4,7</b>	<b>11,1</b>	<b>64,7</b>	<b>0,0</b>
<b>Desviación Estándar</b>	<b>2,241</b>	<b>1,533</b>	<b>1,009</b>	<b>6,769</b>	<b>5,341</b>
<b>C.V%</b>	<b>0,107</b>	<b>0,204</b>	<b>0,071</b>	<b>0,091</b>	<b>1,435</b>

Mes de diciembre del 2019

Día/mes/año	Temperatura (°C)			Humedad Relativa	Precipitación diaria (mm)
	T° Máxima	T° Mínima	Promedio		
01/12/2019	22,8	4,5	13,65	66,6	4,3
02/12/2019	21,4	9	15,2	76,9	12,0
03/12/2019	20,5	8,2	14,35	78,0	2,3
04/12/2019	19,8	6,8	13,3	80,2	13,8
05/12/2019	19,5	8,5	14	76,4	6,0
06/12/2019	21,8	9	15,4	72,7	8,3
07/12/2019	17,8	7,3	12,55	79,6	5,7
08/12/2019	20	7,2	13,6	78,8	0,0
09/12/2019	21,6	6,8	14,2	75,1	0,0
10/12/2019	22	8,8	15,4	65,5	0,2
11/12/2019	21,8	7,5	14,65	74,4	0,0
12/12/2019	22,2	6,2	14,2	66,6	1,5

13/12/2019	18	4,6	11,3	77,0	0,6
14/12/2019	20,4	7	13,7	72,8	6,0
15/12/2019	20,2	9,8	15	71,3	0,7
16/12/2019	21,5	6,1	13,8	79,2	7,5
17/12/2019	21,9	5,8	13,85	71,0	2,6
18/12/2019	18	10	14	78,5	2,5
19/12/2019	17	8,1	12,55	77,9	5,6
20/12/2019	21,4	8,8	15,1	75,3	17,8
21/12/2019	21	7,4	14,2	69,9	9,6
22/12/2019	22,1	7,4	14,75	72,6	0,3
23/12/2019	18	10,5	14,25	73,5	4,2
24/12/2019	16,2	9	12,6	79,8	1,8
25/12/2019	20,2	10	15,1	75,8	2,6
26/12/2019	20,2	8,8	14,5	72,4	9,8
27/12/2019	22,7	7	14,85	66,6	0,0
28/12/2019	21,8	10,2	16	68,7	0,2
29/12/2019	21,4	10,8	16,1	73,6	10,9
30/12/2019	22	7,6	14,8	73,3	3,6
31/12/2019	19,2	7,7	13,45	75,1	0,0
<b>Promedio</b>	<b>20,465</b>	<b>7,948</b>	<b>14,206</b>	<b>74,035</b>	<b>4,529</b>
<b>Valor Máximo</b>	<b>22,8</b>	<b>10,8</b>	<b>16,1</b>	<b>80,2</b>	<b>17,8</b>
<b>Valor Mínimo</b>	<b>17,0</b>	<b>4,5</b>	<b>11,3</b>	<b>65,5</b>	<b>0,0</b>
<b>Desviación Estándar</b>	<b>1,755</b>	<b>1,613</b>	<b>1,056</b>	<b>4,250</b>	<b>4,705</b>
<b>C.V%</b>	<b>0,086</b>	<b>0,203</b>	<b>0,074</b>	<b>0,057</b>	<b>1,039</b>

Mes de enero del 2020

Día/mes/año	Temperatura (°C)			Humedad Relativa	Precipitación diaria (mm)
	T° Máxima	T° Mínima	Promedio		
01/01/2020	22,6	8,2	15,4	71,9	5,1
02/01/2020	17,4	9,5	13,45	90,1	0,7
03/01/2020	21	9,4	15,2	76,1	26,7
04/01/2020	19,2	8,7	13,95	76,0	24,5
05/01/2020	20,5	7,2	13,85	77,4	14,5

06/01/2020	19,4	5,6	12,5	83,8	0,0
07/01/2020	22,5	4	13,25	72,5	0,0
08/01/2020	23,2	7,7	15,45	64,2	0,0
09/01/2020	20	8	14	79,7	18,8
10/01/2020	19,2	3,5	11,35	79,3	0,0
11/01/2020	16,8	5,5	11,15	80,2	0,0
12/01/2020	20,4	6,2	13,3	71,8	0,0
13/01/2020	21,6	4,8	13,2	72,9	0,0
14/01/2020	22,1	6,4	14,25	76,8	0,0
15/01/2020	19,5	8	13,75	77,5	0,4
16/01/2020	19	6,2	12,6	77,8	0,0
17/01/2020	18,6	4	11,3	73,3	0,5
18/01/2020	18,6	8,6	8,6	69,3	0,0
19/01/2020	22	4	13	69,8	0,0
20/01/2020	18,7	3,6	11,15	72,2	5,0
21/01/2020	19,2	8,7	13,95	84,3	3,8
22/01/2020	21,2	8,5	14,85	74,7	10,3
23/01/2020	20	7,7	13,85	81,8	1,9
24/01/2020	20,2	10,2	15,2	79,4	0,0
25/01/2020	21	6	13,5	78,3	0,0
26/01/2020	22,2	6	14,1	74,4	0,0
27/01/2020	24,8	5,4	15,1	68,7	5,2
28/01/2020	20	7,3	13,65	73,0	1,4
29/01/2020	19	8,8	13,9	79,8	0,6
30/01/2020	16,8	5,5	11,15	76,4	3,9
31/01/2020	18	9,3	13,65	77,0	1,2
<b>Promedio</b>	<b>20,203</b>	<b>6,855</b>	<b>13,342</b>	<b>76,142</b>	<b>4,276</b>
<b>Valor Máximo</b>	<b>24,8</b>	<b>10,2</b>	<b>15,45</b>	<b>90,1</b>	<b>26,7</b>
<b>Valor Mínimo</b>	<b>16,8</b>	<b>3,5</b>	<b>8,6</b>	<b>64,2</b>	<b>0,0</b>
<b>Desviación Estándar</b>	<b>1,895</b>	<b>1,946</b>	<b>1,540</b>	<b>5,201</b>	<b>7,484</b>
<b>C.V%</b>	<b>0,094</b>	<b>0,284</b>	<b>0,115</b>	<b>0,068</b>	<b>1,750</b>

Mes de febrero del 2020

Día/mes/año	Temperatura (°C)			Humedad Relativa	Precipitación diaria (mm)
	T° Máxima	T° Mínima	Promedio		
01/02/2020	16	9,4	12,7	82,1	0,8
02/02/2020	17,2	4,8	11	82,7	19,6
03/02/2020	21	7,5	14,25	79,0	7,8
04/02/2020	21,6	9,6	15,6	78,5	2,4
05/02/2020	20,6	10,4	15,5	77,7	9,7
06/02/2020	19	9	14	78,1	20,2
07/02/2020	21,5	8,8	15,15	70,9	12,9
08/02/2020	19,5	9,5	14,5	84,9	2,4
09/02/2020	19,4	9,8	14,6	85,3	9,3
10/02/2020	19,1	8,2	13,65	82,2	1,1
11/02/2020	21,5	7,8	14,65	79,4	11,8
12/02/2020	17,8	9	13,4	78,9	0,7
13/02/2020	17,4	9,7	13,55	82,2	11,4
14/02/2020	17,4	9,8	13,6	81,6	1,5
15/02/2020	20,6	8,5	14,55	82,2	2,8
16/02/2020	20,7	10	15,35	76,2	0,6
17/02/2020	22,5	6,5	14,5	77,0	1,3
18/02/2020	19	9,6	14,3	81,3	0,0
19/02/2020	22,5	6,2	14,35	76,1	0,0
20/02/2020	18	9,6	13,8	78,5	3,6
21/02/2020	14,5	9,8	12,15	90,7	10,0
22/02/2020	19,4	9,5	14,45	78,9	0,0
23/02/2020	23	9,2	16,1	77,5	10,1
24/02/2020	20,8	9,5	15,15	76,1	0,5
25/02/2020	23,5	10	16,75	75,5	1,0
26/02/2020	21,4	10	15,7	79,6	5,0
27/02/2020	19,8	9,5	14,65	77,2	0,0
28/ 02/2020	20,5	10,2	15,35	88,3	6,6
29/02/2020	21,1	9	15,05	75,9	0,2

<b>Promedio</b>	<b>19,872</b>	<b>8,979</b>	<b>14,426</b>	<b>79,810</b>	<b>5,286</b>
<b>Valor Máximo</b>	<b>23,5</b>	<b>10,4</b>	<b>16,75</b>	<b>90,7</b>	<b>20,2</b>
<b>Valor Mínimo</b>	<b>14,5</b>	<b>4,8</b>	<b>11</b>	<b>70,9</b>	<b>0</b>
<b>Desviación Estándar</b>	<b>2,129</b>	<b>1,301</b>	<b>1,185</b>	<b>4,097</b>	<b>5,885</b>
<b>C.V%</b>	<b>0,107</b>	<b>0,145</b>	<b>0,082</b>	<b>0,051</b>	<b>1,113</b>

Mes de marzo del 2020

Día/mes/año	Temperatura (°C)			Humedad Relativa	Precipitación diaria (mm)
	T° Máxima	T° Mínima	Promedio		
01/03/2020	20,5	10	15,25	79,9	0,0
02/03/2020	23,5	9,2	16,35	66,2	5,3
03/03/2020	21,5	7,6	14,55	77,3	0,9
04/03/2020	21,2	8,4	14,8	75,4	0,0
05/03/2020	22,2	8,4	15,3	72,0	0,5
06/03/2020	22,1	9,4	15,75	71,9	0,0
07/03/2020	21,2	7	14,1	73,5	0,0
08/03/2020	21	10	15,5	68,1	0,0
09/03/2020	22,4	6,4	14,4	71,5	8,8
10/03/2020	20,5	5	12,75	73,3	24,4
11/03/2020	21,8	6,5	14,15	76,9	0,0
12/03/2020	21,6	9	15,3	70,5	0,0
13/03/2020	20,2	6,7	13,45	74,0	0,0
14/03/2020	22,5	7,2	14,85	72,0	21,2
15/03/2020	21,7	9	15,35	69,8	3,1
16/03/2020	15,3	9,6	12,45	82,7	15,0
17/03/2020	21,8	6,2	14	73,4	0,0
18/03/2020	18,5	6,8	12,65	77,3	1,0
19/03/2020	S/D	5,4	5,4	S/D	1,7
20/03/2020	S/D	7	7	S/D	30,1
21/03/2020	S/D	8	8	S/D	1,3
22/03/2020	S/D	8,6	8,6	S/D	0,0
23/03/2020	S/D	9,2	9,2	S/D	0,0
24/03/2020	S/D	7	7	S/D	16,5

25/03/2020	S/D	8,6	8,6	S/D	0,0
26/03/2020	S/D	6	6	S/D	8,6
27/03/2020	S/D	8,4	8,4	S/D	10,0
28/03/2020	S/D	9	9	S/D	1,6
29/03/2020	S/D	9,2	9,2	S/D	--
30/03/2020	S/D	9,8	9,8	S/D	--
31/03/2020	S/D	S/D	S/D	S/D	---
<b>Promedio</b>	<b>21,083</b>	<b>7,953</b>	<b>11,905</b>	<b>73,650</b>	<b>4,829</b>
<b>Valor Máximo</b>	<b>23,5</b>	<b>10</b>	<b>16,35</b>	<b>82,7</b>	<b>24,4</b>
<b>Valor Mínimo</b>	<b>15,3</b>	<b>5</b>	<b>5,4</b>	<b>66,2</b>	<b>0,0</b>
<b>Desviación Estándar</b>	<b>1,804</b>	<b>1,426</b>	<b>3,445</b>	<b>4,100</b>	<b>7,446</b>
<b>C.V%</b>	<b>0,086</b>	<b>0,179</b>	<b>0,289</b>	<b>0,056</b>	<b>1,542</b>

**ANEXO IV: ANALISIS DE SUELO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

- APARTADO POSTAL  
N° 911 - Cusco - Perú
- FAX: 238156 - 238173 - 222512
- RECTORADO  
Calle Tigré N° 127  
Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398
- CIUDAD UNIVERSITARIA  
Av. De la Cultura N° 713 - Teléfono: 228661 -  
222513 - 232370 - 232335 - 232226
- CENTRAL TELEFONICA: 233398 - 252210  
243835 - 243836 - 243837 - 243838
- LOCAL CENTRAL  
Plaza de Armas s/n  
Teléfonos: 227371 - 225721 - 224015
- MUSEO INKA  
Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 227380
- CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA  
San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277240
- COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"  
Av. De la Cultura N° 721  
"Estadía Universitaria" - Teléfono: 227192

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA)  
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS

TIPO DE ANALISIS : FERTILIDAD Y MECANICO  
 PROCEDENCIA DE MUESTRAS : POTRERO TURPAY, C.A. K'AYRA, SAN JERONIMO - CUSCO  
 INSTITUCION SOLICITANTE : YINA MOLINA CASTRO

**ANALISIS DE FERTILIDAD :**

N°	CLAVE	(moles/litro) C.E.	pH	% CaCO <sub>3</sub>	% M.ORG.	% N.TOTAL	ppm P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ppm K <sub>2</sub> O
02	A TURPAY	6.48	7.90	—	1.43	0.07	31.8	262

**ANALISIS MECANICO :**

N°	CLAVE	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE-TEXTURAL
02	A TURPAY	47	28	25	FRANCO

CUSCO-K'AYRA, 05 DE FEBRERO DEL 2020.

Universidad Nacional de San Antonio  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS

*[Firma]*  
Mg. Aradio Calderón Choquechambi  
DIRECTOR