

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



VALIDACIÓN DE CLONES POTENCIALES DE PAPAS BIOFORTIFICADAS EN AGRICULTURA FAMILIAR ALTO ANDINA BAJO CONDICIONES DEL DISTRITO DE CCORCA - CUSCO.

Tesis presentada por la Bachiller en Ciencias Agrarias **MAITE AINARA OXA CONDORI**, para optar el Título profesional de Ingeniero Agrónomo.

ASESOR:

Ing. M.Sc. Wilfredo Catalán Bazán (UNSAAC)

COASESORES:

Ing. M.Sc. Elisa Salas Murrugarra (CIP)

Ing. Ladislao Palomino Flores (INIA)

PATROCINA:

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP)

CUSCO - PERU

2022

DEDICATORIA

A mi hermana Victoria por su incondicional apoyo, su infinito amor, por darme confianza y por enseñarme que todo es posible en la vida.

A mis padres Julio y Torivia por su esfuerzo incalculable.

A mis hermanos(as) Rafael, Celia, Hipolito, Ricardo, Marco, Carlos, Anali y Marivy quienes fueron mi guía mi motor y por su constante ánimo y aliento para terminar con esta meta.

A mis sobrinas Asiri, Kusy, Wayra y a mis amigas(os) Yoryet, Henry, Yovana, Mary Luz, Kenia, Pamela, Blanca, Andy, Cesar y Michael por dedicar parte de su tiempo en ayudarme y acompañarme en el cumplimiento de este sueño.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias Agrarias, en especial a la Escuela Profesional de Agronomía, por brindarme todo el conocimiento y la formación adquirida para lograr culminar mis estudios superiores.

Al Centro Internacional de la Papa (CIP), a la Secretaría Técnica de Coordinación del CGIAR (STC-CGIAR) por patrocinar me mediante el proyecto “Potential new bio-fortified potato varieties high in iron and zinc to contribute to food and nutrition security in Ccorca, Cusco, Peru”; a la Ing. Mg.Sc. Elisa Salas por su acogida, instrucción, colaboración y brindarme la oportunidad de desarrollar la presente investigación.

Al Ing. M.Sc. Wilfredo Catalán Bazan, al Ing. Ladislao Palomino Flores y a la Ing. Carolina Bastos, por todos sus consejos, tiempo, paciencia y asesoramiento durante todo el desarrollo de tesis y la amistad brindada.

Un agradecimiento a mis docentes de la escuela profesional de agronomía en especial a Dr. Pompeyo Cosio Cuentas, al Ing. M.Sc. Wilfredo Catalán Bazán, al Dr. Felix Hurtado y al Ing. Nilton Montoya, por haberme impartido sus conocimientos en cuanto a mi formación profesional.

INDICE GENERAL

I	PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACION	1
1.1	Identificación del problema objeto de investigación	1
1.2	Planteamiento del problema.....	1
II	OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	2
2.1	Objetivos	2
2.1.1	Objetivo general.....	2
2.1.2	Objetivos específicos	2
2.2	Justificación.....	3
III	HIPOTESIS	4
3.1	Hipótesis general	4
3.2	Hipótesis específicas.....	4
IV	MARCO TEÓRICO	5
4.1	Cultivo de la papa	5
4.2	Producción de la papa en el Perú	6
4.3	Rendimiento Nacional	7
4.4	Consumo per cápita	8
4.5	Valor nutricional de la papa.....	9
4.6	Antecedentes de las variedades testigo.....	10
4.7	Ingestas recomendadas de vitamina C y minerales	16
4.8	Biofortificación en mejoramiento de cultivos	18
4.9	Los cultivos biofortificados en la seguridad alimentaria y nutricional ..	19
4.10	Interacción genotipo ambiente	19
4.11	Importancia de la Selección participativa	20
4.12	Importancia del hierro, zinc y vitamina C en el cuerpo humano	22

4.13	Anemia por deficiencia de nutrientes	23
4.14	Anemia en el Peru.....	23
4.15	Antecedentes del area de estudio	23
4.16	Antecedentes de las variables en evaluacion	23
V	DISEÑO DE LA INVESTIGACION	30
5.1	Datos generales del ámbito de investigación	30
5.2	Materiales y métodos	31
5.3	Métodos	34
5.3.1	Análisis de micronutrientes del guano de corral.....	34
5.3.2	Muestreo y análisis físico químico del suelo	35
5.3.2.1	Datos meteorológicos registrados en campo durante el experimento.....	36
5.3.3	Diseño experimental	36
5.3.6	Descripción de actividades de conducción del experimento	38
5.4	Métodos de evaluación empleados durante en el experimento	41
5.4.1	Evaluación participativa con agricultores	41
5.4.1.1	Evaluación al momento de la floración.....	41
5.4.1.2	Evaluación a la cosecha	43
5.4.1.3	Evaluación organoléptica	45
5.4.1.4	Evaluación poscosecha (almacén).....	46
5.4.2	Evaluaciones con perspectiva tecnica del investigador	48
5.4.2.1	Evaluación en la fase vegetativa.....	48
5.4.2.2	Evaluaciones en la fase cosecha	51

5.4.2.3	Evaluaciones poscosecha en almacén.....	54
5.4.2.4	Evaluaciones de postcosecha en laboratorio.....	56
5.4.3	Análisis estadístico.....	60
VI	RESULTADOS Y DISCUSION	61
6.1	Selección Participativa con agricultores	61
6.2	Análisis de los resultados de los componentes de rendimiento con criterios de selección del mejorador.....	81
6.2.1	Análisis de las variables de la fase vegetativa	81
6.2.2	Análisis de los resultados de las variables de la fase cosecha	93
6.3	Análisis de los resultados de laboratorio, parámetros de calidad de papa para procesamiento y nutrición.	132
6.4	Análisis de micronutrientes (Hierro y Zinc) y Vitamina C	142
6.5	Análisis de la evaluación de calidad organoléptica en laboratorio (textura, sabor, sabores extraños y oscurecimiento) y contenido de glicoalcaloides (Gly FW1, Gly FW2).	150
6.6	Matriz de selección de clones elites	153
6.7	Matriz de correlación entre las variables estudiadas.....	164
VII	CONCLUSIONES.....	167
VIII	RECOMENDACIONES.....	169
IX	BIBLIOGRAFÍA.....	170

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Evolución de los volúmenes de la producción total de papa, área cosechada y rendimientos 2008-2017.....	7
Tabla 2: Composición nutricional de la papa por 100 g (FWB)	10
Tabla 3: Ingestas recomendadas de vitaminas y minerales	17
Tabla 4: Distribución de niños con anemia según regiones en el 2016.....	26
Tabla 5: Lista de material genético en estudio.	31
Tabla 6: Resultado de Análisis de suelo Leoqyata-Ccorca	35
Tabla 7: Análisis de guano observado, contenido de micronutrientes Hierro y Zinc con 83.46 y 0,40 ppm respectivamente	36
Tabla 8: Valores promedios de temperatura (T °C), Porcentajes de humedad relativa (% HR) y precipitación durante los meses de desarrollo del experimento	36
Tabla 9: Lista de productos usados en el manejo de campo.	40
Tabla 10: Escala de uniformidad de la de la planta.....	49
Tabla 11: Escala de vigor de planta.	50
Tabla 12: Escala de grado de floración.	50
Tabla 13: Escala de largo de estolones.	51
Tabla 14: Escala de apariencia del tubérculo.....	52
Tabla 15: Escala de uniformidad del tubérculo.....	52
Tabla 16: Escala de tamaño de tubérculo.	53
Tabla 17: Resultados globales de las votaciones por los criterios de selección en la etapa de floración en la localidad de Leoqyata-Cusco.....	63
Tabla 18: Selección de mejores clones biofortificados fase floración - Análisis no paramétrico de Friedman ($\alpha=0.05$).....	65

Tabla 19: Resultados globales de las votaciones por los criterios de selección en la etapa de cosecha en la localidad de Leoqyata - Ccorca - Cusco.....	68
Tabla 20: Selección de los mejores clones Biofortificados fase cosecha- Análisis no paramétrico de Friedman ($\alpha= 0.05$).....	71
Tabla 21: Resultados globales de las votaciones por los criterios de selección en la etapa de postcosecha en la localidad de Leoqyata- Corca- Cusco.....	74
Tabla 22: Selección de los mejores clones biofortificados fase Postcosecha - Análisis no paramétrico de Friedman ($\alpha=0.05$).....	76
Tabla 23: Resultados de comparaciones de uniformidad de planta con la prueba no paramétrica de Friedman.	81
Tabla 24: Resultados de comparaciones de vigor de planta con la prueba no paramétrica de Friedman.	84
Tabla 25: Resultados de comparaciones de grado de floración con la prueba no paramétrica de Friedman.	86
Tabla 26: Análisis de Varianza para el número de tallos por planta.....	87
Tabla 27: Prueba múltiple de Waller- Duncan para el número de tallos por planta.	89
Tabla 28: Análisis de Varianza para Altura de Planta.	91
Tabla 29: Prueba de comparación Múltiple de Waller-Duncan para la variable altura de planta.....	92
Tabla 30: Resultados de comparaciones de largo de estolones con la prueba no paramétrica de Friedman.	94
Tabla 31: Resultados de comparaciones de apariencia de tubérculo con la prueba no paramétrica de Friedman.	96

Tabla 32: Resultados de comparaciones de tamaño de tubérculo con la prueba no paramétrica de Friedman.	98
Tabla 33: Análisis de Varianza para número de tubérculos comerciales por parcela.	100
Tabla 34: Prueba de Comparación Múltiple de Waller- Duncan para número de tubérculos comerciales por parcela.....	101
Tabla 35: Análisis de Varianza para el peso de tubérculos comerciales por parcela.	102
Tabla 36: Prueba de comparación Múltiple de Waller- Duncan para peso de tubérculos comerciales por parcela.....	104
Tabla 37: Análisis de Varianza para rendimiento de tubérculos comerciales.....	105
Tabla 38: Prueba de comparación Múltiple de Waller- Duncan para rendimiento de tubérculos comerciales.....	106
Tabla 39: Análisis de Varianza para el peso promedio de tubérculos comerciales.	108
Tabla 40: Prueba de comparación Múltiple de Waller- Duncan para peso de tubérculos comerciales.....	109
Tabla 41: Análisis de varianza para el número total de tubérculos por parcela..	111
Tabla 42: Prueba de comparación Múltiple de Waller- Duncan para el número total de tubérculos por parcela.....	112
Tabla 43: Análisis de Varianza para el peso total de tubérculos por parcela.	113
Tabla 44: Prueba de comparación Múltiple de Waller- Duncan para el peso total de tubérculos por parcela.....	115
Tabla 45: Análisis de Varianza para el rendimiento total de tubérculos.	116

Tabla 46: Prueba de comparación Múltiple de Waller- Duncan para el rendimiento total de tubérculos.	118
Tabla 47: Análisis de varianza para el peso promedio de tubérculos.....	119
Tabla 48: Prueba de comparación Múltiple de Waller- Duncan para el peso promedio de tubérculos.....	121
Tabla 49: Análisis de varianza Factorial para el número de brotes promedio por tubérculo a los 45, 90 y 150 días después de la cosecha (ddc).	123
Tabla 50: Análisis de efectos simples para genotipos y días de almacenamiento con análisis de Friedman de porcentaje de pérdida de peso y patrón de brotamiento.	124
Tabla 51: Análisis de varianza para porcentaje de materia seca y contenido de azúcares.....	138
Tabla 52: Prueba de comparación de medias (Waller Duncan) para el porcentaje de materia seca, contenido de azúcares y color de hojuelas.	138
Tabla 53: Análisis de varianza para el contenido de hierro y contenido de Zinc	147
Tabla 54: Comparación de contenido de Hierro (prueba de Waller Duncan), contenido de Zinc (prueba de Waller Duncan) y contenido de Vitamina C	147
Tabla 55: Variables de selección de clones elite.....	155
Tabla 56: Clones superiores elites selectos.	156
Tabla 57: Valores de Puntuación en PVS de los 8 clones elites.	159
Tabla 58: Valores de Puntuación en las características agronómicas de los 8 clones elites.....	159
Tabla 59: Valores de puntuación en las características agronómicas y de rendimiento de los 8 clones elites.	160

Tabla 60: Valores de puntuación en las características de rendimiento de los 8 clones elites.....	161
Tabla 61: Valores de puntuación de las características de cuantitativas de laboratorio de los 8 clones elite.....	162
Tabla 62: Valores de puntuación para las características de contenido de micronutrientes y color de tubérculo.....	163
Tabla 63: Correlación de Pearson con variables puestas en estudio.....	166

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Rendimiento por regiones tn/ha año 2017	8
Figura 2: Consumo per capita de papa en el Peru (2008-2017).....	8
Figura 3: Perú: Evolución de la anemia en niñas y niños de 6 a 59 meses de edad, según área de residencia, 1996, 200, 2004-2006, 2007-2008, 2009-2028 (porcentaje)	26
Figura 4: Croquis de campo experimental.....	38
Figura 5: Identificación de criterios de selección mas importantes en la fase de floración, por género.	64
Figura 6: Selección de los clones en la etapa de la floración de acuerdo con los criterios de los agricultores.....	66
Figura 7: Identificación de los criterios de selección más importantes por género en la fase de cosecha.	70
Figura 8: Selección de los clones en la etapa de la cosecha de acuerdo con los criterios de los agricultores.....	73
Figura 9: Identificación de los criterios de selección más importantes por género en la fase de postcosecha.....	76
Figura 10: Mejores clones rankeados en almacenamiento.	77
Figura 11: Análisis de componentes principales de las pruebas organolépticas considerando textura, sabor y apariencia.....	80
Figura 12: Interacción de variables, numero de brotes por tubérculo, porcentaje de pérdida de peso, tipo de brote en diferentes épocas de evaluación.....	131
Figura 13: Clones selectos con mejores cualidades en hojuelas para procesamiento.....	138

Figura 14: Análisis de componentes principales para la evaluación de parámetros de calidad de papa para procesamiento: Materia seca (MS), Contenido de azúcares (APGL) y color de hojuelas (Chip).....	141
Figura 15: Análisis de Componentes principales para evaluación de contenido de Hierro, Zinc y Vitamina C.....	149
Figura 16: Análisis de componentes principales para glicoalcaloides y prueba organoléptica en laboratorio.....	152

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado " Validación de clones potenciales de papas biofortificadas en agricultura familiar alto andina bajo condiciones del distrito de Ccorca – Cusco. " se desarrolló en el distrito de Ccorca, Comunidad San Isidro de Ccarhuis, anexo Tamborpucgio, sector Leoqpata - Cusco en la campaña agrícola 2018 - 2019. El trabajo de investigación se basó en el siguiente objetivo general planteado: Seleccionar con criterios agronómicos de agricultores y técnicos, los ocho mejores clones biofortificados para promover la posterior liberación de al menos una variedad en la Sierra Sur del Perú. En el estudio se usaron un total de 34 genotipos: 30 fueron clones promisorios del Programa de Mejoramiento del Centro Internacional de la Papa y cuatro fueron variedades testigo. El diseño empleado fue el de bloques completos al azar, con 3 repeticiones y 34 tratamientos, los mejores clones selectos fueron los clones: BIOT-721.245, BIOT-637.001, BIOT-609.247, BIOT-871.043, BIOT-725.024, BIOT-767.014, BIOT-621.097 y BIOT-721.036 en los cuales las concentraciones de Hierro fluctuaron con un máximo y mínimo valor de 31.26 y 22.07 mg/kg en base fresca (BF) en comparación con las variedades testigo: Serranita, Ccompis, Yungay y Canchan que obtuvieron 15.94, 14.94, 14.24 y 13.98 mg/kg (BF) respectivamente y en el contenido de Zinc fluctuaron con un máximo y mínimo valor de 13.56 y 11.27 mg/kg en comparación con las variedades testigo: Serranita, Ccompis, Yungay y Canchan que obtuvieron 10.15, 8.93, 7.61, y 7.59 mg/kg (BF) respectivamente, en cuanto a la variable de rendimiento los ocho mejores clones fluctuaron entre 46.43 y 35.02 tn/ha. Además con la selección participativa varietal empleada este estudio revela la coincidencia en la opinión de los agricultores para la selección de nuevas

variedades en las diferentes etapas de evaluación (floración, cosecha y postcosecha) con $r=0.47$, $r=0.81$ y $r=0.56$ respectivamente, con similitudes en los puntos de vista a partir de los roles que cumplen cada uno.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de papa es de gran importancia en la región de Cusco, el país y el mundo, debido a la demanda diaria del tubérculo para consumo; constituyendo un alimento básico esencial por sus características nutricionales, culinarias y alimenticias. Además, es uno de los productos más accesibles para el consumo en las zonas rurales.

MINSA (2017) sostiene que la presencia de anemia motiva mucha preocupación en todos los ámbitos y niveles de salud, ya que sus consecuencias repercuten negativamente en el desarrollo de niños a nivel cognitivo, motor, emocional y social. La anemia, entre los niños peruanos, ocurre en la etapa de mayor velocidad de crecimiento y diferenciación de células cerebrales, como son los primeros 24 meses de vida y la gestación. Esta situación ocasiona que la anemia en el Perú constituya un problema de salud pública severo.

El programa de mejoramiento del Centro Internacional de la Papa (CIP) ha desarrollado nuevos clones de papa biofortificados con mayores contenidos de hierro y zinc a través del mejoramiento genético convencional.

Estas tecnologías generadas por el CIP, se vienen validando con los agricultores productores de papa, ubicados estratégicamente en zonas rurales con alto nivel de desnutrición crónica, basados en la deficiencia de hierro y zinc. La región Cusco a través del Instituto Nacional de Innovación Agraria y la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, con la Escuela Profesional de Agronomía, ha tomado el interés de validar esta tecnología; para ello se ha determinado el agro ecosistema

del distrito de Ccorca, por ser zona productora de papa, de extrema pobreza y con alto índice de niños con anemia.

En esta investigación, 30 clones biofortificados tetraploides elites fueron y evaluados junto con 4 variedades testigos, con el objetivo de seleccionar con criterios agronómicos de agricultores y técnicos, los mejores clones biofortificados para promover la posterior liberación de al menos una variedad en la Sierra Sur del Perú. La metodología de selección participativa fue utilizada, donde participaron los agricultores en la selección de mejores clones con los criterios agronómicos que conocen y manejan ellos.

El estudio permitió seleccionar un total de ocho clones biofortificados según performance en campo, calidad culinaria y contenido nutricional.

I PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACION

1.1 Identificación del problema objeto de investigación

Se conoce que las familias de las zonas rurales consumen papa en cantidades por encima del consumo per cápita nacional, de manera que, identificando los mejores clones biofortificados con altos niveles de hierro y zinc; se espera contribuir a reducir los niveles de anemia en estas zonas rurales aumentando la variabilidad local de papas. Por lo tanto, clones de papa biofortificados que se encuentran en la última fase de selección y promovidos por el Centro Internacional de la Papa se validarán en el distrito de Ccorca, utilizando los criterios agronómicos de los agricultores bajo la metodología de Selección Participativa de Variedades de papa (SPV) y sus características agronómicas deseables, teniendo en cuenta que Ballonga (2017), reporta en un estudio realizado en Ccorca que, al haber un escaso consumo de hortalizas frutas y verduras, se refleja un riesgo nutricional de algunas vitaminas y minerales mayor en el grupo de 10-12 años de más elevados requerimientos nutricionales.

1.2 Planteamiento del problema

¿Con los criterios de los agricultores que participan en la selección agronómica y el performance de clones avanzados, se podrán seleccionar clones de papa biofortificados bajo condiciones agroecológicas altoandinas del distrito de Ccorca – Cusco?

II OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1 Objetivos

Objetivo general

Seleccionar con criterios agronómicos de agricultores y técnicos, los ocho mejores clones biofortificados para promover la posterior liberación de al menos una variedad en la Sierra Sur del Perú.

Objetivos específicos

- a) Evaluar el potencial de los 30 clones biofortificados y cuatro variedades comerciales (testigos) mediante la metodología de Selección Participativa Varietal en la etapa de floración, cosecha y poscosecha en el distrito de Ccorca-Cusco.
- b) Evaluar el contenido de hierro y zinc en 30 clones biofortificados en comparación a cuatro variedades testigos cultivados bajo condiciones ambientales y manejo agronómico de los agricultores del distrito de Ccorca-Cusco.
- c) Evaluar el rendimiento potencial y el porcentaje de materia seca de los 30 clones biofortificados en comparación a cuatro variedades testigo.

2.2 Justificación

Los resultados del presente trabajo de investigación contribuyen con alcanzar los siguientes beneficios:

- a) Se pretende validar el valor biológico de clones avanzados biofortificados de papa (con mayor contenido de hierro y zinc) que con la incorporación en la agricultura contribuirá a reducir los niveles de anemia en la población.
- b) Los clones biofortificados de papa evaluados y seleccionados en campos de agricultores, permitirá conocer la aceptación por los pequeños agricultores/as y otros actores de la cadena de valor, basado en sus criterios de selección (agronómicos, comerciales, culinarios y otros).
- c) Los clones seleccionados de papas biofortificadas, servirán para trabajos de investigación posteriores.

III HIPOTESIS

3.1 Hipótesis general

De 30 clones de papa biofortificados se seleccionan ocho clones superiores basado en los criterios de selección participativa varietal (SPV) por los agricultores y con características agronómicas deseables.

3.2 Hipótesis específicas

- a) De 30 clones biofortificados de papa será posible identificar clones con criterios (SPV) para una evaluación posterior.
- b) El contenido de hierro y zinc en los 30 clones biofortificados es superior respecto las cuatro variedades testigo cultivados .
- c) Los 30 clones tienen rendimientos superiores y el porcentaje de materia seca es superior en comparación con las cuatro variedades testigo.

IV MARCO TEÓRICO

4.1 Cultivo de la papa

Generalidades

CIP (2015a) menciona que la papa es el tercer cultivo alimenticio más importante del mundo en términos de consumo humano después del arroz y del trigo.

En las altiplanicies andinas de Perú, Bolivia y Ecuador se cultivan más de 4,000 variedades de papas nativas. Seleccionadas a través de los siglos por sus texturas, formas y colores, estas variedades están muy bien adaptadas a las duras condiciones que prevalecen en las alturas andinas, en altitudes que van desde 3,500 a los 4,200 metros.

Origen

Cahuana (1993) indica que ha quedado demostrado que la papa cultivada es originaria de la region andina de america del sur entre Peru (Puno y Cusco) y el norte de Bolivia, por la existencia de una gran diversidad genetica de especies cultivadas y silvestres (atoq-papas o arac-papas), evidencioas citologicas (series poliploides), evidencieas historicas (cronicas y ritos), arqueologicas (ceramicas, restos de chuño y granos de polen), linguisticas (voces quechuas y aymaras) y botanicas (mecanismos evolutivos de especiacion).

Clasificación taxonómica

Cosio y Castelo (2005) mencionan que, segun a la clasificación propuesta por Cronquist la papa se clasifica sistemáticamente en:

Reino: Vegetal.
Subreino: Embriobionta.
División: Magnoliophyta.
Clase: Magnoliopsida.
Subclase: Asteridae.
Orden: Solanales.
Familia: Solanaceae.
Género: Solanum.
Especie: *Solanum spp.*

4.2 Producción de la papa en el Perú

MINAGRI (2018) da a conocer la producción total, la superficie cosechada y los rendimientos de la papa entre los años 2008 y 2017 se observa que las cifras referidas a la producción total nacional se han incrementado en aproximadamente 33% y en la última década creciendo a una tasa anual del 3.2%. Del mismo modo las superficies cosechadas en el intervalo de los años 2008 y 2017 se han incrementado en un porcentaje del 11% y creciendo anualmente a una tasa promedio del 1.21%, lo que expresa un moderado incremento en las superficies cosechadas; los rendimientos entre los años 2008 y 2017 crecieron un 55.2%. Asimismo, durante la última década estos crecieron en una tasa de 5.00% en cada uno de los últimos años, presentando un moderado incremento en los rendimientos unitarios en ton/ha entre el 2008-2017.

Tabla 1: Evolución de los volúmenes de la producción total de papa, área cosechada y rendimientos 2008-2017.

Años	Producción total (toneladas)	Área cosechada (hectáreas)	Rendimiento (Kg/ha)
2008	3,597.09	278,546	10.714
2009	3,765.29	282,356	11.01
2010	3,808.46	289,873	10.796
2011	4,072,455	296,440	11.075
2012	4,474,713	312,370	11.67
2013	4,569,629	317,044	11.18
2014	4,704,987	318,380	12.155
2015	4,715,930	316,535	12.121
2016	4,514,239	310,698	16.129
2017	4,776,294	310,400	16.626
Crecimiento Promedio Anual	3.20%	1.21%	5.00%

Fuente: Minagri (2018)

4.3 Rendimiento Nacional

MINAGRI (2018) señala que el rendimiento promedio nacional, tuvo una evolución favorable pasando de 12.9 toneladas por hectárea en el 2008 a 14.9 toneladas por hectárea hacia el 2017; a nivel regional para el año 2017. Los mayores rendimientos se obtuvieron en costa: Arequipa (34.7t/ha), Ica (32.5 t/ha) y Lima (28.2 t/ha). Los más altos en sierra correspondieron a La Libertad (19.5 t/ha) Apurímac (18.5 t/ha), seguidos muy de cerca por Pasco, Tacna y Junín, con rendimientos aproximados entre sí. Con los rendimientos más bajos tenemos a Piura (9.7 t/ha) y Lambayeque con (7.5 t/ha). Otras regiones obtuvieron valores intermedios cercanos a la media nacional (**Ver figura 1**).

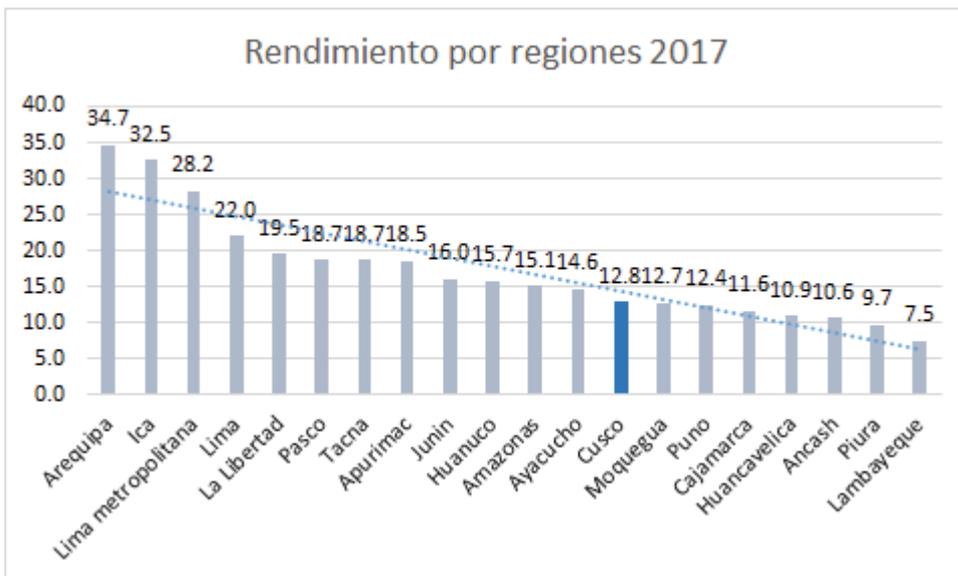


Figura 1: Rendimiento por regiones tn/ha año 2017

Fuente: MINAGRI 2018

4.4 Consumo per cápita

MINAGRI (2018) informa que en los últimos 10 años el consumo per cápita ha ido en aumento pasando de 80kg/per cápita en el año 2008 a 89 kg/per cápita en el año 2017, (ver Figura 2)



Figura 2: Consumo per cápita de papa en el Perú (2008-2017)

Fuente: MINAGRI (2018)

4.5 Valor nutricional de la papa

Philip y Broadley (2005) manifiestan que los seres humanos necesitan por lo menos 44 nutrientes en cantidades adecuadas para tener una vida saludable y productiva. Los nutrientes esenciales incluyen a las proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales. Las deficiencias de micronutrientes afectan a más de un tercio de la población mundial, particularmente a mujeres y niños en hogares de escasos recursos económicos.

Burgos et al. (2020) mencionan que la papa ha contribuido a la dieta humana durante miles de años, primero en los Andes de América del Sur y luego en el resto del mundo, la papa se considera un cultivo básico y se consume en grandes cantidades con ingestas que varían de 300 a 800 g por día para adultos. Estas marcadas diferencias en el consumo de papa afectan significativamente la contribución de los nutrientes de la papa a los requerimientos dietéticos humanos. Muñoz (2014) refiere que la papa es nutritiva, relativamente baja en calorías, prácticamente libre de grasas y colesterol, y alta en potasio y vitamina C, la cual tiene una capacidad de combate de resfríos y gripes. La papa es una rica fuente de almidón, por lo que es una buena fuente de energía. Los carbohidratos son necesarios para prevenir la fatiga y desbalances nutricionales, siendo la papa una fuente de carbohidratos que contiene menos calorías y grasas que otras fuentes de estos compuestos, como son el pan, las pastas o el arroz.

Composición química de la papa

Bonierbale et al. (2008) afirman que la composición química de los tubérculos de papa es variable y está controlado principalmente por factores genéticos dados por la variedad, factores ambientales como: localidad, clima, suelo, agua, y prácticas

culturales y por la madurez de los tubérculos. La cocción y el almacenamiento también afectan la composición química de la papa y como consecuencia, su valor nutricional.

FAO (2008) sostiene que las papas tienen abundantes micronutrientes, sobre todo vitamina C: una papa media, de 150 gramos, consumida con su piel, aporta casi la mitad de las necesidades diarias del adulto (100 mg).

Burgos y De Hann (2019) afirman que la papa es una fuente importante de carbohidratos, almidón, proteínas de calidad, B6 y potasio la papa también es una fuente de antioxidantes todas las papas contienen niveles significativos de vitamina C y ácido clorogénico, importante para regular las grasas corporales. **Ver tabla 2**

Tabla 2: Composición nutricional de la papa por 100 g (FWB)

Energía	96 - 123 Kcal	Magnesio	16 - 40 mg
Almidón	16 - 20 g	Hierro	0.29 - 0.69 mg
Proteína	1.76 - 2.95 g	Zinc	0.29 - 0.48 mg
Lípidos	0.1 - 0.5 g	Vitamina C	7.8 - 20.6 mg
Fibra dietaria	1.8 - 2.1 g	Vitamina B6	0.299 mg
Potasio	150 - 1386 mg	Ácido clorogénico	19 - 399 mg
Fosforo	42 - 120 mg	Glicoalcaloides	0.7 - 18.7 mg

Fuente: Burgos y De Hann (2019)

4.6 Antecedentes de las variedades testigo

La variedad Serranita (CIP-391691.96), según INIA (2012a), fue liberada en el Perú en el 2005 y desarrollado por el programa de mejoramiento para resistencia al tizón tardío del Centro Internacional de la Papa (CIP). La variedad Serranita, como es de esperarse, es resistente a Mancha requiriendo menos aplicaciones en comparación con las variedades Canchan y Yungay. Esta variedad es semi-tardía (120 a 150 días), forma de tubérculos redonda, ojos superficiales color de piel

morado, color de pulpa de tubérculo blanco cremoso con contenido de materia seca de 22-24 %, bajo contenido de azúcar reductores, lo cual le confiere buena aptitud para su uso industrial especialmente frituras como hojuelas y bastones. Tiene textura harinosa y excelente sabor, muy apreciados para el consumo en sancochado y al horno, asimismo es muy buena para purés, sopas y ensaladas. Esta variedad ha sido evaluada en diferentes localidades, años y tecnologías mostrando buena estabilidad de rendimiento con promedios de 30 a 40 tn/ha de los cuales 80 % es para consumo industrial y 20 % para consumo en fresco.

La variedad Yungay, según Altet (2000) citado por Cardenas (2018) indica que esta variedad fue liberada en el Perú por el programa de papa de la Universidad Nacional Agraria La Molina en 1970; es de amplia adaptación y muy difundido hasta la fecha en especial en la sierra alta del Perú. De periodo vegetativo tardío (Entre 150-180 días), presenta plantas muy uniformes y robustas, hábito de crecimiento erecto, hojas grandes, flores con corola de color rojizo, de regular floración y fructificación. Susceptible a Rancho y tolerante a rizoctoniasis; susceptible al virus Y de la papa (PVY). Tiene tendencia a formar estolones muy largos que “escapan” y se convierten en tallos aéreos, pero no reducen la producción.

La variedad Canchan, según INIA (2012b) fue liberada en el Perú en el 1990 como una variedad comercial por sus atributos de precocidad, alto potencial de rendimiento y sobre todo su tolerancia al tizón tardío o rancho (*Phytophthora infestans*), enfermedad que ocasiona la mayor cantidad de pérdidas en el cultivo de la papa y desarrollado por el programa de mejoramiento del Centro Internacional de la Papa (CIP) con un rango de adaptación hasta 2700 msnm , moderadamente

resistente a rancha, susceptible al virus Y de la papa (PVY), Tolerante al Virus del enrollamiento de la hoja de la papa(PLRV), Medianamente susceptible a rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*), y a pierna negra (*Erwinia sp*), con un periodo vegetativo precoz (129 días), flores de color lila, escasa floración y fructificación, forma de tubérculos redondeados, ojos superficiales, piel de color roja, pulpa blanca, calidad culinaria buena, apreciado por su uso en sancochado y fritura; contenido de materia seca de 23% rendimiento promedio hasta 30 t/ha.

La variedad Qompis, según la descripción realizada por Muñoz (2000) es una variedad nativa con un rango de adaptación en la sierra sur desde 3830-3900 msnm más cultivado en los departamentos de Puno, partes altas de Arequipa, Cusco, Ayacucho, Apurímac y Tacna. Susceptible a la rancha, roña, verruga, pudrición seca y tolerante al carbón de la papa y a las manchas foliares, muestra cierta tolerancia a helada, sequias y granizadas, con periodo vegetativo tardío (150-180 días), flores blancas de abundante floración, tipo de tuberización semiprofundo y semidisperso, forma de tubérculos redonda, ojos profundos, color de piel rosado, color de pulpa de tubérculo blanco con contenido materia seca de 20-26%, tiene textura harinosa y sabor muy agradable, muy apreciado para el consumo en sancochado, fritura, watia, puré y al horno, asimismo es muy buena para la elaboración de chuño y tunta, esta variedad tiene un rendimiento promedio de 15-30 tn/h.

Minerales y vitamina C en papa

FAO (2008) sostiene que la papa contiene una cantidad moderada de hierro, pero el gran contenido de vitamina C fomenta la absorción de este mineral. Además,

este tubérculo tiene vitaminas B1, B3 y B6, y otros minerales como potasio, fósforo y magnesio, así como folato, ácido pantoténico y riboflavina.

CIP (2015b) da a conocer que la papa tiene niveles significativos de vitamina C (6.5 a 36.9 mg/100 g, expresado en peso fresco) que se reduce a diferentes grados después de cocinarse, dependiendo de la variedad y tipo de cocción. Los porcentajes de retención varían de 50 a 90 por ciento según la variedad. Tomando en cuenta las pérdidas en el cocimiento y las recomendaciones diarias de ácido ascórbico (100-120 mg/día) para alcanzar la saturación celular y reducir el riesgo de ataque al corazón o cáncer, 100 g de papas pueden contribuir con el 25-50 por ciento de la ingesta recomendada diariamente.

La papa es igualmente una fuente de minerales, predominando el potasio (3,800 a 4,600 mg/K, expresado en peso fresco). El hierro y el zinc son los de mayor interés debido a que la elección varietal o el mejoramiento para obtener mayores concentraciones de estos micronutrientes pueden contribuir a reducir la desnutrición de la población en aquellos lugares donde hay un alto consumo de papa.

Fairweather (1983) sostiene que, la concentración de hierro y zinc en la papa es baja en comparación con la concentración de estos minerales en los cereales y las legumbres. Sin embargo, la biodisponibilidad del hierro en papa puede ser mayor que en los cereales y las legumbres debido a la presencia de altos niveles de ácido ascórbico.

De acuerdo con la FAO & WHO (2001) el hierro hemo es altamente absorbido y su biodisponibilidad no se ve relativamente afectada por factores dietéticos. El hierro no hemo tiene una tasa de absorción más baja, dependiendo del equilibrio entre inhibidores de la absorción de hierro (fitatos, polifenoles, calcio y fosfato) y

potenciadores de absorción de hierro (ácidos ascórbico y cítrico, péptidos que contienen cisteína, etanol y fermentación productos) presentes en la dieta. Porque los alimentos básicos en todo el mundo proporcionan fuentes de hierro predominantemente no hemo de baja biodisponibilidad, sin embargo, los efectos son muy beneficiosos del consumo de hierro. Los potenciadores de la absorción han sido ampliamente probados y siempre deben promoverse (es decir, consumo de alimentos ricos en vitamina C junto con la fuente de hierro no hemo).

Glicoalcaloides en las papas

Presencia de glicoalcaloides en papa

Friedman (2006) menciona que el interés en los glicoalcaloides de la papa surge del hecho de que diferentes estudios evidencian los efectos adversos de los mismos en altas concentraciones que pueden ser potencialmente dañinos para humanos y, a su vez estos poseen propiedades beneficiosas para la salud que los hace convenientes para su uso en la industria farmacéutica

Además, que ratifican que los glicoalcaloides son metabolitos secundarios en *Solanum* y otros miembros de la familia Solanaceae, que sirven como defensa química contra hongos, nematodos, herbívoros y otras condiciones de estrés, de los cuales la α -solanina y la α -chaconina son las más abundantes en los tubérculos de papa, representando más del 95 %.

Tajner-Czopek et al. (2007) mencionan que el contenido de glicoalcaloides en un tubérculo maduro oscila entre 3 a 10 mg/100 g, concentraciones entre 14 y 15 mg/100 g presentan un sabor amargo perceptible, valores mayores a los 20 mg/100 g representa un nivel tóxico para el ser humano. Por lo expuesto, los genotipos

utilizados como padres para diversos cruzamientos y enfoques productivos deben poseer un nivel que no implique riesgo para su comercialización y consumo.

Estrada (2001) dan a conocer que la concentración de glicoalcaloides es un factor decisivo en la aceptación de nuevas variedades, la falta de evaluación de los glicoalcaloides en un programa de mejoramiento puede resultar en una pérdida de esfuerzos, tiempo, recursos y dinero. Por tal motivo es indispensable determinar y monitorear el contenido de estos antinutricionales en los materiales elite de un programa de mejoramiento y observar su variación en regiones con diferentes características agroclimáticas

Azúcares reductores en papa

Moreno (2000) indica que los azúcares reductores de la papa son la glucosa y la fructuosa. Tienen influencia significativa en la elaboración de productos fritos porque influyen directamente en la formación del color y sabor de los mismos. Si el contenido en azúcares reductores es elevado, aparece un producto con color marrón oscuro y sabor amargo.

La industria de la fritura requiere de variedades con bajos contenidos de azúcares reductores inferiores al 0.10 % del peso fresco es ideal para la producción de Hojuelas, valores mayores a 0.33 % son inaceptables.

Castro y Guio (1998) mencionan que, en la industria, la evaluación comúnmente utilizada para la calidad de la papa es la prueba del frito, que permite determinar en forma cualitativa el contenido de azúcares reductores, ya que éstos son determinantes del color de los productos fritos. La prueba consiste en sumergir en aceite caliente, a una temperatura de aproximadamente 130°C, durante tres minutos, las rodajas de papa, para ser comparadas al término del proceso con una

escala de color, con grados que van del uno al nueve, correspondiendo para el número uno el color más oscuro y disminuyendo su tonalidad, de acuerdo al nivel de azúcares reductores.

Friedman (2006) menciona que el contenido de glicoalcaloides en un tubérculo maduro oscila de 3 a 10 mg/ 100 g. de papa cuando este valor va de 14 a 15 mg/100g de papa esta presenta un sabor amargo perceptible y si este valor es mayor a 20mg/100g de papa representa un nivel toxico para el ser humano. Los efectos que producen los glicoalcaloides son, similares a los provocados por arsénico y estricnina. Entre los síntomas tóxicos para los seres humanos tenemos gastroenteritis, cólicos estomacales y abdominales, náuseas, diarreas, vomito, fiebre, aceleración del pulso, baja presión sanguínea, desórdenes neurológicos, severos casos de coma y en casos muy graves, edema cerebral y la muerte. Estos alcaloides también producen una elevada letalidad en embriones de animales y malformaciones especialmente a nivel de esquelético

4.7 Ingestas diarias recomendadas de vitamina C y minerales

FAO & WHO (2001). La Food and Agriculture Organization y World Health Organization han publicado documentos para revisar y actualizar los valores de referencia a nivel mundial para el establecimiento de los requerimientos diarios de vitaminas y minerales en humanos, los valores de referencia se pueden observar en la **Tabla 3**.

Tabla 3: Ingestas diarias recomendadas de vitaminas y minerales

	Vit. C (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)
Edad			
0-6 meses	25	- ⁴	1,1-6,6 ³
7-11 meses	30	6-19 ^{3,5}	0,8-8,3 ³
1-3 años	30	4-12 ³	2,4-8,4 ³
4-6 años	30	4-13 ³	3,1-10,3 ³
7-9 años	35	6-18 ³	3,3-11,3 ³
Hombres			
10-18 años	40	10-38 ^{3,5}	5,7-19,2 ³
19-50 años	45	9,27 ³	4,2-14 ³
51-65 años	45	9,27 ³	4,2-14 ³
> 65 años	45	9,27 ³	4,2-14 ³
Mujeres			
10-18 años	40	9-65 ^{5,3}	4,6-15,5 ³
19-50 años	45	20-59 ³	3,0-9,8 ³
51-65 años	45	8-23 ³	3,0-9,8 ³
> 65 años	45	8-23 ³	3,0-9,8 ³
Embarazo			
1° trimestre	55	- ⁹	3,4-11 ³
2° trimestre	55	- ⁹	4,2-14 ³
3° trimestre	55	- ⁹	6-20 ³
Lactancia			
0-3 meses	70	10-30 ³	5,8-19 ³
4-6 meses	70	10-30 ³	5,3-17,5 ³
7-12 meses	70	10-30 ³	4,3-14,4 ³

Fuente: FAO & WHO, (2001)

³ En función de la biodisponibilidad

⁴ Los depósitos de Hierro en neonatales deben ser suficientes para cubrir los requerimientos durante los 6 primeros meses de la vida.

⁵ La biodisponibilidad del hierro dietético en esta época varía constantemente

⁹ Se recomienda a dar suplementos de hierro a todas las mujeres embarazadas, debido a la dificultad para evaluar los depósitos de hierro en el embarazo. En embarazadas sin anemia se considera suficiente una suplementación 100 mg de hierro al día en la 2ª mitad de gestación. En embarazadas con anemia se requieren dosis mayores.

4.8 Biofortificación en mejoramiento de cultivos

Nestel et al. (2006) indican que la biofortificación consiste en aplicar técnicas de Fitomejoramiento que aprovechan la variabilidad existente en las diferentes variedades de las especies cultivadas respecto a su contenido de nutrientes, para aumentar el nivel de éstos en los cultivos.

Pachon (2006) define la biofortificación como un proceso mediante el cual los cultivos mejoran sus características agronómicas y su nivel nutricional.

Nestel et al. (2006) manifiestan que la evidencia científica muestra que la biofortificación es técnicamente factible. Se ha demostrado en cultivos como la batata la obtención de una concentración de micronutrientes que puede tener un impacto biológico, sin comprometer las características agronómicas.

Nestel et al. (2006), indican que la biofortificación difiere de fortificación ordinaria porque se enfoca en hacer que los alimentos vegetales sean más nutritivos a medida que las plantas están creciendo, en lugar de tener nutrientes añadidos a los alimentos cuando están en proceso, además Burgos, et al (2007) enfatizaron la biofortificación como una mejora en la fortificación ordinaria cuando se trata de proporcionar nutrientes para la población rural pobre, que rara vez tiene acceso a alimentos fortificados comercialmente. Aunque, la variabilidad genética es la característica densa en micronutrientes ha sido documentada entre variedades de papa disponibles.

La FAO & WHO (2001) recomienda la fortificación de alimentos con hierro cuando el hierro en la dieta es insuficiente o el hierro en la dieta es de baja biodisponibilidad que es la realidad para la mayoría de las personas en el mundo en desarrollo y para grupos de población vulnerables en el mundo desarrollado.

4.9 Los cultivos biofortificados en la seguridad alimentaria y nutricional

Pachón (2010) argumenta que los cultivos biofortificados pueden mejorar la seguridad alimentaria y nutricional de individuos, familias y comunidades, de dos maneras: 1) a través de sus mejores cualidades agronómicas, como mejor rendimiento, las familias aumentan su producción de alimentos y como consecuencia, su energía (kilocalorías) disponible para su consumo, y 2) debido a su mayor contenido de minerales carentes en la dieta latinoamericana, como el hierro y el zinc, en este sentido la gente consumiría una cantidad mayor de estos minerales esenciales. De esta manera, los cultivos biofortificados tienen varias ventajas y se convierten en una estrategia para abordar la inseguridad alimentaria y nutricional: a) mejoran simultáneamente la seguridad alimentaria (cantidad) y nutricional (calidad), b) la mejora se provee a través del consumo de cultivos básicos que forman parte integral de la dieta regional, y c) la integración de más cultivos biofortificados, aportará una mayor ingesta de elementos minerales esenciales, además Mayer et al. (2008) sostienen que la biofortificación ofrece un tratamiento a largo plazo, sostenible y basado en alimentos.

4.10 Interacción genotipo ambiente

Tonk et al. (2011) sostienen la interacción genotipo x ambiente, se refiere a la respuesta diferencial de los genotipos evaluados en diferentes condiciones ambientales. Mohammadi et al. (2016) indican que es un fenómeno complejo, ya que involucra condiciones ambientales (agroecológicas, climáticas y agronómicas) y todos los factores fisiológicos y genéticos que determinan el crecimiento y desarrollo de las plantas; por otro lado Abbott y Pistorale (2011) sostienen que el amplio rango de ambientes climáticos y edáficos en los que se cultivan, pueden

provocar respuestas diferenciales del comportamiento de los genotipos en los diferentes ambientes como resultado de la interacción genotipo ambiente.

4.11 Importancia de la Selección participativa

Atlin et al. (2001) señalan que los programas de fitomejoramiento participativo son diversos en objetivos y enfoques, pero con frecuencia enfatizan en la evaluación visual de los agricultores o 'selección masal fenotípica' para seleccionar según características heredables simples, con limitada replicación en las evaluaciones del rendimiento en ensayos multiambientes, lo cual es una de las principales herramientas del mejoramiento formal o convencional. Señala además que los programas de mejoramiento participativo enfocados en lo local intentan explotar efectos repetibles de la interacción genotipo x ambiente para producir cultivares que son superiores en ambientes marginales para los productos de programas de fitomejoramiento formal o centralizado.

- a) explotación de la adaptación local (diversidad de ambientes marginales)
- b) explotación de la adaptación específica (tolerancia a estrés específico).

Maurya et al. (1986) dan a conocer un documento de una experiencia sobre la selección de variedades el cual es una de las actividades en las que más se ha reportado participación de agentes del desarrollo distintos al fitomejorador.

Klawitter et al. (2009) afirman que, mediante su participación, las asociaciones de agricultores y otros sectores involucrados adquieren más conocimientos sobre las nuevas variedades candidatas, lo que facilita una adopción más temprana a través del acceso a los clones mejorados más promisorios.

Se ha aplicado y adaptado múltiples versiones de la metodología de SPV usando el diseño Mamá y Bebé (M&B). Esta metodología fomenta la participación activa de los agricultores a través de la aplicación de tratamientos en sus propias parcelas denominados “Ensayos Bebé” y en campos denominados “Ensayos Mamá”, manejados por el equipo técnico, así como mediante evaluaciones sistemáticas y selecciones de tratamientos. Los “Ensayos Bebé” son valiosos para evaluar el rendimiento de los clones avanzados en condiciones propias del agricultor y para difundir las posibles nuevas variedades a ser liberadas.

“Ensayos Mamá”, recomendados para los investigadores, generalmente incluyen recomendaciones técnicas proporcionadas por ellos mismos acerca de componentes tales como la distancia de siembra, la fertilización o el manejo integrado del cultivo. La estrategia de evaluación que subyace en el diseño M&B da voz a la gente, reconociendo que hombres y mujeres tienen experiencias, percepciones y conocimientos valiosos pero diferentes. La captura de información desde el punto de vista de hombres y mujeres es muy importante, ya que la producción de papa involucra roles específicos de género y por lo tanto se podrían tener criterios diferentes al momento de seleccionar una nueva variedad de papa. De esta manera, mediante los pasos prácticos que se describen en esta guía, la metodología puede complementar los procedimientos estándar de evaluación que se requieren para las liberaciones formales de variedades.

El método de selección participativa varietal Explica y describe en detalle los pasos que intervienen en la captura sistemática de los rasgos deseados (es decir, atributos y preferencias) que los agricultores y otros usuarios finales buscan en las nuevas variedades de papa.

4.12 Importancia del hierro, zinc y vitamina C en el cuerpo humano

Hierro

NIH (2019a) indica que el hierro es un mineral necesario para el crecimiento y desarrollo del cuerpo. El cuerpo utiliza el hierro para fabricar la hemoglobina, una proteína de los glóbulos rojos que transporta el oxígeno de los pulmones a distintas partes del cuerpo, y la mioglobina, una proteína que provee oxígeno a los músculos. El cuerpo también requiere hierro para elaborar hormonas y tejido conectivo. A nivel mundial, se estima que la deficiencia de hierro es la causa más frecuente de anemia.

Zinc

López et al. (2010) afirman que el zinc es un catión divalente con múltiples funciones en el cuerpo humano. La absorción de zinc ocurre en el intestino delgado y es junto con la excreción de zinc vía heces, los puntos de control de la homeostasis de zinc. El zinc es un nutriente esencial con un rol específico en más de 300 enzimas, las cuales participan en todas las reacciones bioquímicas importantes del cuerpo humano. Por ende, el estado de zinc tiene un efecto directo en el crecimiento, el desarrollo neurológico y de comportamiento y en el sistema inmune.

Vitamina C

Según NIH (2019b) la vitamina C, conocida como ácido ascórbico, es un nutriente hidrosoluble que se encuentra en ciertos alimentos. En el cuerpo, actúa como antioxidante, al ayudar a proteger las células contra los daños causados por los radicales libres. Los radicales libres son compuestos que se forman cuando el cuerpo convierte los alimentos que consumimos en energía. Las personas también están expuestas a los radicales libres presentes en el ambiente por el humo del

cigarrillo, la contaminación del aire y la radiación solar ultravioleta. Además, el cuerpo necesita vitamina C para producir colágeno, una proteína necesaria para la cicatrización de las heridas. La vitamina C también mejora la absorción del hierro presente en los alimentos de origen vegetal y contribuye al buen funcionamiento del sistema inmunitario para proteger al cuerpo contra las enfermedades.

4.13 Anemia por deficiencia de nutrientes

OMS (1972) define como una condición en la cual el contenido de hemoglobina en la sangre está por debajo de valores considerados normales. Entre las causas de la anemia son variables; entre éstas se incluyen: la pobre ingesta diaria de macro y micronutrientes, la excesiva pérdida de sangre, la destrucción de los eritrocitos y el incremento de los requerimientos durante ciertos estadios de la vida. Los nutrientes más frecuentemente involucrados en su etiología son: el hierro, el ácido fólico y la vitamina B12. Recientemente, se han señalado otros nutrientes como el ácido ascórbico, la piridoxina y la vitamina A, cuya deficiencia coadyuva la condición de anemia. La deficiencia de hierro es el trastorno nutricional de mayor prevalencia y la causa más frecuente de anemia en el mundo.

Para el INEI (2015) la anemia por deficiencia de hierro está relacionada a alteraciones del desarrollo cognitivo, principalmente si la anemia se presenta en el periodo crítico de crecimiento y diferenciación cerebral. En consecuencia, la suplementación con micronutrientes para prevenir la anemia es una intervención de comprobada eficacia para la reducción de la prevalencia de anemia en menores de 36 meses y según recomendaciones de la OMS.

La hemoglobina, un conglomerado de proteína que contiene hierro, se produce en los glóbulos rojos de los seres humanos y su deficiencia indica, en principio, que existe

una deficiencia de hierro. Si bien se han identificado muchas causas de la anemia, la deficiencia nutricional debido a una falta de cantidades específicas de hierro en la alimentación diaria constituye más de la mitad del número total de casos de anemia

Como señalan Zavaleta y Astete (2017) la anemia en niños menores de tres años es un problema de salud pública en el Perú y el mundo. Se estima que la causa principal de la anemia, aunque no la única, es la deficiencia de hierro. La anemia puede disminuir el desempeño escolar, y la productividad en la vida adulta, afectando la calidad de vida, y en general la economía de las personas afectadas Miller (2013) afirma que la anemia es el más prevalente entre los grupos vulnerables, como niños pequeños y mujeres en edad fértil

Según WHO (2011) los niños menores de dos años son particularmente vulnerables a la anemia, por su elevada velocidad de crecimiento y altos requerimientos de hierro, a lo que se suma las dietas bajas en hierro, mayores pérdidas de hierro por la presencia de parásitos, el bajo peso al nacer y episodios frecuentes de infecciones diarreicas.

Anemia en el Perú

UNICEF (2010) señala que según el Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe el Perú es el país de América del Sur con la mayor tasa de desnutrición crónica entre los niños de 0 a 5 años. MINSa (2017) sostiene que, en el Perú, la anemia constituye un problema de salud pública grave, dada la elevada prevalencia de 43.6% entre los niños de 06 a 35 meses, al 2016, y casi 6 de cada 10 niños, entre los 6 y 12 meses, se encuentran con anemia (59.3%). Se estima que hay 620

mil niños anémicos a nivel nacional y su incidencia, durante sus primeros años de vida y en la etapa posterior, está relacionada con la desnutrición infantil.

Los niveles de anemia a nivel nacional se han reducido de 60.9% a 43.6% entre el año 2000 y el 2016. Sin embargo, se aprecia un estancamiento entre el 41.6% y 43.6% entre el 2011 y 2016. En ámbito urbano afecta al 39.9% de los niños de 06 a 35 meses, mientras que en la zona rural alcanza al 53.4%. La anemia es un problema generalizado, tanto en las áreas urbana y rural, y también atraviesa todos los estratos socioeconómicos. Afecta a un 53.8% de niños de 6 a 35 meses de hogares de quintiles socioeconómicos más bajos y también a un 28.4% del quintil superior.

INEI (2018) sostiene que, según las regiones naturales, en el primer semestre 2018, la prevalencia de la anemia es mayor en las regiones de la Sierra (54,2%) y la Selva (48,8%), que contrastan con la Costa, donde la prevalencia de esta carencia afecta al 42,0% de los niños menores de tres años de edad.

Según el INEI y ENDES (2018) la evolución de la anemia en niñas y niños de 6 a 59 meses muestran que en el año 1996 el porcentaje de niños de 6 a 59 meses de edad con anemia fue de 56,8%; disminuyendo a través de los años, alcanzando 30,7% en el año 2011, este porcentaje aumento 4,9 puntos porcentuales en el año 2014 (35,6%). En el año 2018, entre los niños menores de cinco años de edad el 32,8% sufrió de anemia; encontrándose los mayores porcentajes en el área rural (39,6%) en comparación con el área urbana (30,2%). **(figura 3)**

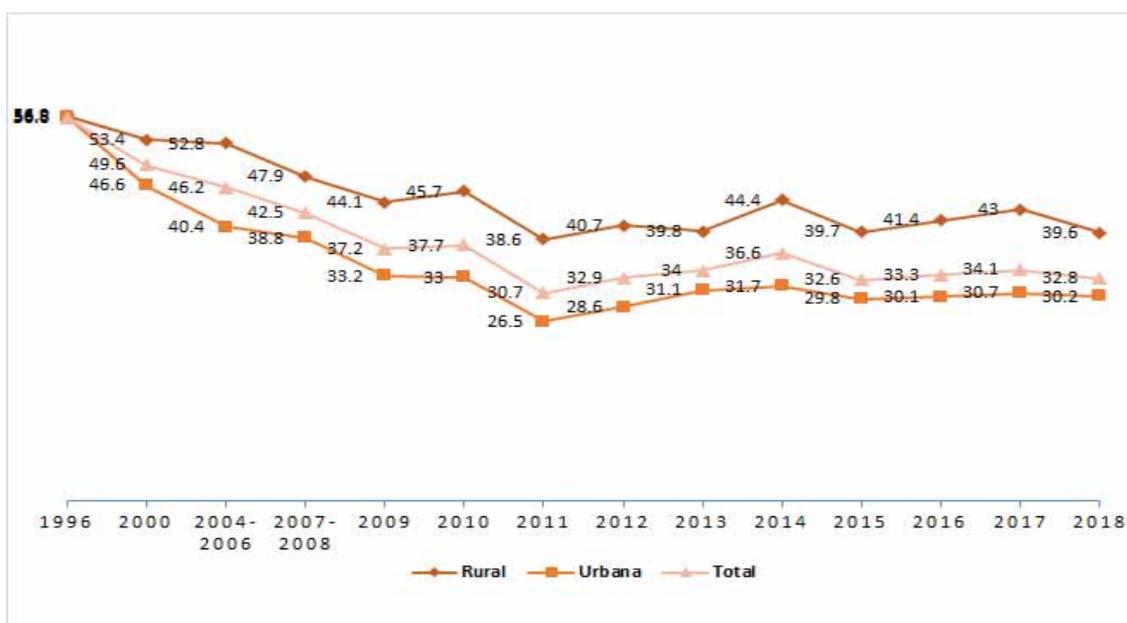


Figura 3: Perú: Evolución de la anemia en niños de 6 a 59 meses de edad, según área de residencia, 1996, 200, 2004-2006, 2007-2008, 2009-2018 (porcentaje)

Como lo hace notar INEI (2015) Los departamentos con mayor número de niños con anemia son Puno, Cusco, Piura, Junín y Loreto, cada uno con más de 35 mil niños afectados por este mal, ver **Tabla 4**.

Tabla 4: Distribución de niños con anemia según regiones en el 2016

Región	Población Men 3 años INEI 2016	% ANEMIA en menores de 3 años a nivel nacional 2016	N° Men 3 años con Anemia
Lima metropolitana	422.462	32.6	137.722
Puno	86.035	75.9	65.301
Junín	85.493	55.9	47.791
Piura	109.066	42.8	46.68
Cusco	72.567	56.6	41.073
Loreto	65.223	60.7	39.593
La libertad	100.539	35.7	35.914
Ancash	64.605	41.3	26.683
C...	825	30.3	26.914
A Continúa....	975	44.5	27.579
Lima provincial	50.695	40.9	20.734

Huánuco	54.939	47	25.821
Lambayeque	63.757	38.3	24.419
Ayacucho	45.509	52.8	24.029
San martin	47.431	48.3	22.933
Huancavelica	39.426	53.4	21.053
Callao	46.26	43.8	20.262
Ica	39.81	41.1	16.362
Apurimac	29.344	53.5	15.699
Ucayali	26.197	57.1	14.958
Amazonas	25.637	44.6	11.434
Pasco	18.66	60.6	11.308
Tacna	16.603	35.1	5.828
Tumbes	11.556	48.8	5.786
Madre de Dios	7.696	55.6	4.279
Moquegua	7.957	38.1	3.032

Fuente INEI y ENDES (2018)

4.15 Antecedentes del área de estudio

García (2011) describe a Ccorca como una zona rural de extrema pobreza de la región de la Sierra del Perú de la provincia de Cusco, ubicado en el sureste de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes. Cuenta con unas condiciones socioeconómicas muy desfavorables, un bajo nivel educativo, sociocultural, una inseguridad alimentaria y unas preocupantes condiciones de salud e higiene.

Además, describe que el distrito de Ccorca fue seleccionado como el principal foco regional de investigación, ya que es uno de los distritos más pobres y con inseguridad alimentaria en la región de Cusco.

4.16 Antecedentes de las variables en evaluación

Uniformidad de Planta.

Tejada (2000) el vigor observado en el follaje puede ser considerado como una pauta para determinar la adaptación de un genotipo a una zona agroecológica.

Adicionalmente, Del Carpio (2008) indica que el vigor de la planta se muestra cuando se tiene características favorables en cuanto al color de las hojas.

Número de tallos por planta (SNPP)

Tirado (2014) menciona que el número de tallos por planta está en función al número de ojos (yemas) del tubérculo, para ello, se requiere que el tubérculo semilla tenga mayor resistencia a plagas y enfermedades, tenga buen tamaño, peso, y otros factores; con lo cual se obtiene mayor número de tallos por planta y por consiguiente mejor rendimiento.

Núñez (2016) afirma que el número de tallos está ligada a la edad fisiológica de los tubérculos semilla, asimismo, el número de tallos está relacionado con el tamaño de los tubérculos.

Altura de planta

Allen y Scott (2009) mencionan, que el crecimiento de la planta de papa depende de la interacción del genotipo de la variedad y los factores ambientales.

Egúsqüiza (2000) sostiene que el tamaño o porte aéreo de la planta depende de la variedad que influye en la longitud de tallo, número de ramas y duración de crecimiento. Siendo casi similar a lo reportado por Livisi (2017) en el clon H6S163P1 el cual es un híbrido con progenitores *Solanum tuberosum* X *Solanum commersonii* llegó a medir 67 cm en la que menciona que las diferencias en altura pueden deberse principalmente a las características genotípicas en respuesta a las condiciones del medio ambiente.

Uniformidad del tubérculo

Según Tejada (2000), menciona que la uniformidad en el tamaño del tubérculo es quizás la característica más importante a la cosecha, puesto que nos indica que la tuberización se concentra en un periodo de tiempo reducido y la velocidad en el crecimiento del tubérculo es uniforme; esto puede favorecer a la calidad del tubérculo

considerando su uniformidad como genotipos de buena estabilidad para su rendimiento.

Porcentaje de pérdida de peso

Crisci (1992) menciona que las papas pierden agua por evaporación y transpiración, sufriendo pérdida de peso además depende de los factores en el almacenamiento como la temperatura de las papas, de la humedad relativa del aire, del grado de suberización de la piel, de la presencia de brotación y grado de crecimiento de los brotes. La menor pérdida de agua ocurre a temperaturas alrededor de los 5°C y con humedad relativa entre 90 y 95%.

Dominancia apical

Según Wiersema (1985) el sembrar tubérculos con dominancia apical a menudo da lugar a plantas con un solo tallo, esto puede resultar en rendimientos reducidos; la dominancia múltiple es el momento ideal de siembra dando origen a varios tallos vigorosos, generalmente este es el estado óptimo para sembrar tubérculos semilla

Periodo de dormancia

Según Malagamba (1999) la duración del período de dormancia depende de: la variedad; el estado de maduración en el momento de la cosecha; la temperatura durante la época de crecimiento vegetativo; el tamaño del tubérculo-semilla; las condiciones de almacenamiento (luz, temperatura y humedad) y los daños causados al tubérculo.

Evaluación organoléptica

De Haan (2017) menciona que una evaluación organoléptica implica probar las propiedades que pueden detectarse por los sentidos como sabor, textura, astringencia (percibida por la boca) y aroma (percibido por la nariz).

V DISEÑO DE LA INVESTIGACION

5.1 Datos generales del ámbito de investigación

Tipo de investigación

Descriptivo explicativo cualitativo.

Ubicación espacial del campo experimental

Ubicación Política

Región	:	Cusco
Provincia	:	Cusco
Distrito	:	Ccorca
Comunidad	:	San Isidro de Ccarhuis
Anexo	:	Tamborpugio
Sector	:	Leoqyata

Ubicación Geográfica

Altitud	:	4 035 m.
Latitud Sur	:	13° 34' 13"
Longitud Oeste	:	72° 1' 30"

Zona de Vida

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida de L. Holdridge, la comunidad San Isidro de Ccarhuis corresponde a la zona de vida de bosque seco, montano subtropical, cuya simbología es bs-MBS.

Historial de campo experimental

Cultivos que antecedieron al presente experimento en el campo experimental.

Campaña agrícola 2014-2015- Cultivo de Papa

Campaña agrícola 2015-2016- Cultivo de Avena

Campaña agrícola 2017-2018- Cultivo de Avena

Materiales

Material genético (clones de papa biofortificada)

El material genético para este experimento fue proporcionado por el Centro Internacional de la Papa (CIP), quienes han desarrollado 30 nuevos clones biofortificados de papa con mayores contenidos de hierro y zinc y cuatro variedades comerciales (testigos) los cuales son cv. Yungay, cv. Serranita, cv. Qompis y cv. Canchan por presentar buenas características agronómicas y buena aceptación en el mercado. Los 34 clones considerados en el estudio se detallan en la **Tabla 5** y fotos en el **Anexo 1**.

Tabla 5: Lista de material genético en estudio.

Ord	Número de clon CIP /Nombre variedad	Código clones	de	Número parental femenino	de	Número parental masculino	Población
1	Serranita	LB-XI 309)	(INIA	CIP381381.9		LB-CUZ.1	A
2	Yungay	KB 507		(Sequoia Earline)	x	720020=(Huagalina x Renacimiento(Jiruco x Suito))	SQR's
3	Canchan-INIA	GP-A (P-10)		BL-1.2		Murillo III-80	
4	Qompis	Qompis					
5	CIP312507.311	BIOT-507.311		CIP391058.175		CIP306416.68	Biofortificación
6	CIP312507.312	BIOT-507.312		CIP391058.175		CIP306416.68	Biofortificación
7	CIP312609.247	BIOT-609.247		CIP393083.2		CIP306416.68	Biofortificación
8	CIP312621.069	BIOT-621.069		CIP393382.44		CIP306416.68	Biofortificación
9	CIP312621.097	BIOT-621.097		CIP393382.44		CIP306416.68	Biofortificación
10	CIP312633.294	BIOT-633.294		CIP393536.13		CIP306416.68	Biofortificación
11	CIP312637.001	BIOT-637.001		CIP393536.13		CIP306418.69	Biofortificación
12	CIP312637.089	BIOT-637.089		CIP393536.13		CIP306418.69	Biofortificación
13	CIP312682.042	BIOT-682.042		CIP394600.52		CIP306416.68	Biofortificación
14	CIP312686.019	BIOT-686.019		CIP394600.52		CIP306418.69	Biofortificación
15	CIP312721.036	BIOT-721.036		CIP395017.229		CIP306416.68	Biofortificación
16	CIP312721.038	BIOT-721.038		CIP395017.229		CIP306416.68	Biofortificación
17	CIP312721.074	BIOT-721.074		CIP395017.229		CIP306416.68	Biofortificación

Continua....

Viene.....

18	CIP312721.163	BIOT-721.163	CIP395017.229	CIP306416.68	Biofortificación
19	CIP312721.245	BIOT-721.245	CIP395017.229	CIP306416.68	Biofortificación
20	CIP312721.286	BIOT-721.286	CIP395017.229	CIP306416.68	Biofortificación
21	CIP312725.024	BIOT-725.024	CIP395017.229	CIP306418.69	Biofortificación
22	CIP312725.047	BIOT-725.047	CIP395017.229	CIP306418.69	Biofortificación
23	CIP312725.050	BIOT-725.050	306418.69	395017.229	Biofortificación
24	CIP312725.067	BIOT-725.067	CIP395017.229	CIP306418.69	Biofortificación
25	CIP312735.105	BIOT-735.105	CIP395017.242	CIP306416.68	Biofortificación
26	CIP312747.056	BIOT-747.056	CIP395112.32	CIP306416.68	Biofortificación
27	CIP312751.021	BIOT-751.021	CIP395112.32	CIP306418.69	Biofortificación
28	CIP312751.025	BIOT-751.025	CIP395112.32	CIP306418.69	Biofortificación
29	CIP312763.051	BIOT-763.051	CIP395443.103	CIP306416.68	Biofortificación
30	CIP312763.441	BIOT-763.441	CIP395443.103	CIP306416.68	Biofortificación
31	CIP312764.006	BIOT-764.006	CIP395443.103	CIP306418.1	Biofortificación
32	CIP312767.014	BIOT-767.014	CIP395443.103	CIP306418.69	Biofortificación
33	CIP312787.011	BIOT-787.011	CIP397060.19	CIP306418.69	Biofortificación
34	CIP312871.043	BIOT-871.043	CIP780278	CIP306418.69	Biofortificación

Fuente: Base de Datos Institucional del CIP

Materiales y equipos

Materiales de campo

- Wincha
- Balanza de precisión
- Etiquetas
- Sacos
- Diatomita
- Lampas.
- Pico.
- Asperjadora manual.
- Chaquitacla

Insumos químicos

- Nitrato de amonio.
- Cloruro de potasio.

- Fosfato diamónico.

Materiales para la Selección con agricultores.

- Guía de Selección Participativa
- 34 tarjetas numeradas laminadas en color fucsia
- 35 tarjetas numeradas laminadas en color naranja
- 36 tarjetas numeradas laminadas en color azul
- 102 estacas de madera
- 102 Tapers oscuros (Urnas de votación)
- 1 rollo de pabilo o rafia
- 1 gigantografía con formato para votación de genotipos preferidos
- 1 gigantografía con formato para selección de criterios
- 15 tarjetas para escribir los criterios de selección
- Plumones indelebles (rojo, azul, negro)
- Masking tape
- Semillas de habas
- Semillas de Maíz

Materiales de escritorio

- Hojas de papel A4.
- Regla milimetrada.
- Calculadora.
- Programa software –Base de datos.
- Paquetes estadísticos.
- Cámara Digital
- USB Y CD

Materiales de laboratorio

- Estufa
- Pipeta graduada
- Balanza de precisión
- Glucosimetro Accu-Chek
- Cintas Accu - Chek
- Papel toalla
- Plumón indeleble

5.3 Métodos

Análisis de micronutrientes del guano de corral

El análisis de guano utilizado fue realizado en el laboratorio de química agrícola “Valle Grande-Cañete” para determinar los micronutrientes presentes los resultados se muestran en la **tabla 6 y Anexo 3**

Tabla 6: Resultado del análisis de guano.

Parámetro	Resultado	Unidad
CaCO ₃	1.8	%
Conductividad eléctrica del suelo (E.S)	7.69	dS/m
pH del suelo	7.01	
Materia orgánica	71.67	%
Nitrógeno total	2.04	%
Boro	48	ppm
Cobre	23.55	ppm
Zinc	217.5	ppm
Manganeso	289.5	ppm
Hierro	2548	ppm
Humedad	5.92	%
Carbón orgánico	41.57	%
Cenizas Totales	7.24	%
Impurezas	13.38	%
Fósforo Total	0.89	%
Potasio Total	1.52	%

√ Continúa....

Calcio total	2.89	%
--------------	------	---

Magnesio total	0.77	%
Azufre Total	0.28	%
Sodio total	0.08	%
Cloruro Total	0.15	%
Relación de carbono nitrógeno	20.38	

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelo, de Química Agrícola de Cañete. Lima 2018

Muestreo y análisis físico químico del suelo

La fertilidad del suelo se realizó con la toma de muestra del suelo que fue por el método de “zig zag” tomándose varios puntos del área experimental a una profundidad de 30 cm, las submuestras se mezclaron para luego tomar una muestra compuesta de 1 kg. La muestra se envió al laboratorio de química agrícola “Valle Grande-Cañete”, los resultados se presentan en la **tabla 7 y anexo 2**.

Tabla 7: Resultado de Análisis de suelo Leoqyata-Ccorca

Parámetros	Rep.	Promedio	Unidad	SD
Textura	2	Franco		
Porcentaje de Saturación de Agua	2	63.15	%	2.88
CaCO ₃	2	<0.01	%	0.00
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	2	1.44	dS/m	0.27
pH (1/1) a Temp = 26.1 °C	2	4.21		0.14
Fosforo disponible	2	38.44	ppm	0.00
Materia orgánica	2	8.175	%	0.83
Nitrógeno total	2	0.475	%	0.05
Potasio disponible	2	93.2	ppm	14.14
CATIONES CAMBIABLES				
Calcio intercambiable	2	6.495	mEq/100g	0.01
Magnesio Intercambiable	2	1.055	mEq/100g	0.02
Sodio intercambiable	2	0.03	mEq/100g	0.01
Potasio intercambiable	2	0.23	mEq/100g	0.03
C,I,C.E(Capacidad efectiva de intercambio de cationes)	2	9.96	mEq/100g	0.13
P.A.I (Porcentaje de acidez intercambiable)	2	21.59	%	1.91
Aluminio + Hidrógeno	2	2.155	mEq/100g	0.22
SALES DISUELTAS				
Cloruro soluble	2	2.99	mEq/L	1.19
Sulfato	2	1.04	mEq/L	0.10
Nitrato	2	10.17	mEq/L	1.16

Continúa...				
Carbonato	2	< 0.02	mEq/L	0

Bicarbonato	2	0.83	mEq/L	0.21
Calcio Soluble	2	7.68	mEq/L	0.66
Magnesio soluble	2	2.43	mEq/L	0.04
Sodio soluble	2	4.92	mEq/L	2.02
Potasio Soluble	2	0.135	mEq/L	0.02
Boro soluble	2	0.28	ppm	0
Cobre Disponible	2	3.285	ppm	1.05
Zinc disponible	2	0.395	ppm	0.06
Manganeso Disponible	2	11.34	ppm	2.63
Hierro disponible	2	83.46	ppm	9.93
Boro Disponible	2	0.4	ppm	0

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelo, de Química Agrícola de Cañete. Lima 2018.

Datos meteorológicos registrados en campo durante el experimento.

Los datos meteorológicos monitoreados en el campo experimental fueron humedad relativa y temperatura por medio de una estación meteorológica móvil (Hoboware).

Ver Tabla 8

Tabla 8: Valores promedios de temperatura (T °C) y porcentajes de humedad relativa (% HR) durante los meses de desarrollo del experimento

N°	Mes	Mes	Días	Temperatura promedio (°C)	RH promedio (%)
1	2018	Diciembre	31	7.61	88.72
2	2019	Enero	31	8.21	87.24
3	2019	Febrero	28	8.28	90.04
4	2019	Marzo	31	10.7	81.88
5	2019	Abril	30	8.23	83.69
6	2019	Mayo	19	7.88	79.91

Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), considerando los clones como tratamientos (34 clones), con tres repeticiones.

Modelo lineal usado en el diseño de Bloque:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + T_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

β_j = Efecto del j-ésimo bloque (debido a la heterogeneidad de suelo).

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento (clones)

ϵ_{ij} = Efecto del error en el j-ésimo bloque e i-ésimo tratamiento

Características del campo experimental

Área de la unidad experimental

Número de unidades experimentales	:	102
Largo	:	2.7 m.
Ancho	:	3 m.
Superficie del área	:	8.1m ² .

Surcos por unidad experimental

Número de surcos	:	3
Distancia entre surcos	:	0.90 m.
Distancia entre golpe	:	0.30 m.
Número de golpes por surco	:	10.00
Número de bloques	:	3.00
Área experimental	:	1193.4 m ²

Tratamientos en estudio

Número de tratamientos	:	34
Número de repeticiones	:	3

Cantidad de tubérculos semilla por experimento

Número de tubérculos por golpe	:	1
Número de tubérculos por surco	:	10
Número de tubérculos por parcela	:	30
Número de tubérculos por bloque	:	1020

Peso promedio de tubérculos : 40-60 g
 Número de tubérculos por clon : 90
 Total de tubérculos a utilizar : 3060

Croquis del campo experimental

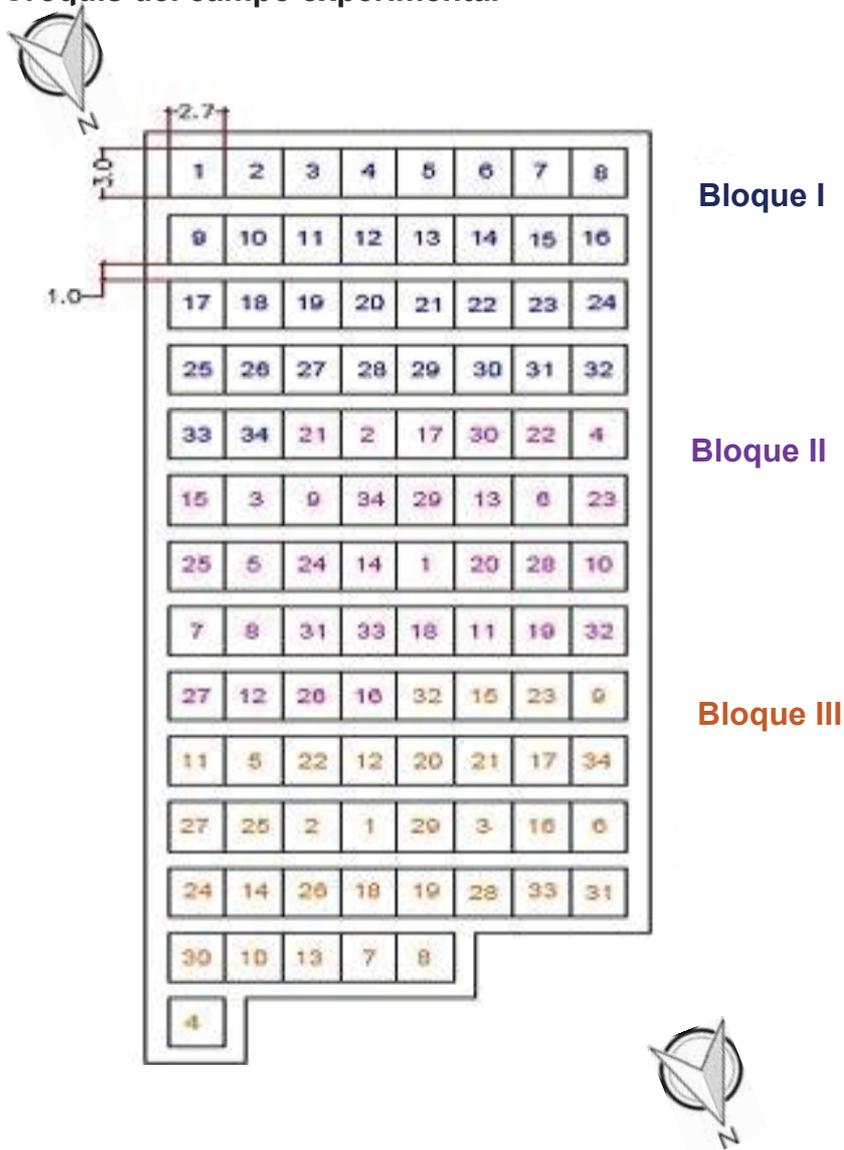


Figura 4: Croquis de campo experimental.

Descripción de actividades de conducción del experimento

Preparación del terreno

La roturación del terreno se realizó con el tractor, no se regó fue con lluvias días antes de la siembra.

Replanteo del terreno

Para el trazado de las parcelas del campo experimental, se usó el flexómetro, cordel y estacas, luego se marcó con diatomita (qontay), según las dimensiones planteadas en el diseño.

Selección de semilla

Los clones biofortificados fueron proporcionados por el Programa de Mejoramiento del Centro Internacional de la Papa (CIP) del Departamento de Fitomejoramiento

Siembra

Para la siembra el distanciamiento entre golpes fue de 0.30 m y entre surcos de 0.90m; se colocó un tubérculo por golpe a lo largo del surco, una vez concluida con la siembra y la distribución del fertilizante se procedió a tapar con tierra.

Fertilización

El nivel de fertilización aplicado en la siembra fue de 180-180-160 y las fuentes fueron: Nitrato de Amonio, Cloruro de Potasio y Fosfato diamónico (N-P₂O₅-K₂O), la cantidad de Nitrato de Amonio calculado para el área del experimento fue de 32.92 kg, se aplicó solo el 18% en la siembra y el restante al primer aporque; de Cloruro de Potasio fue de 26.44 y de Fosfato diamónico fue de 38.80 aplicando por golpe 17.42 g; para complementar la incorporación de micronutrientes al suelo se utilizó el guano de corral en la cantidad de 300 kg por el área total.

Labores culturales

De acuerdo a los requerimientos de manejo de cultivo se realizaron las siguientes labores:

Aporque: se realizó dos aporques manual y con lampa, el primer aporque fue el 12 de enero del 2019, a 50 días después de la siembra, en esta labor se incorporó el 50% de nitrato de amonio, el restante que fue 27.04 kg se aplicó a 6.63 g por golpe y el segundo aporque fue el 08 de febrero a 77 días después de la siembra.

Control fitosanitario.

Durante el desarrollo de las plantas para proteger de plagas y enfermedades se utilizó insecticidas y fungicidas preventivos y/o curativos **Ver tabla 9**

Tabla 9: Lista de productos usados en el manejo de campo.

Tipo	Ingrediente activo	Producto	Dosis de aplicación	Dosis utilizada	Número de aplicaciones
Fungicida	Propineb	Fitoraz	1.5-2.5kg/ha	150gr/1193.4m2	2
insecticida	Fipronil	Regent	0.4-0.5 l/ha	65ml/1193.4m2	3
Fungicida	Dimetomorfo Mancozeb	Acrobat	1.5-2.5kg/ha	150gr/1193.4m2	1
Fungicida	Flutolanil	Para chupadera	500 g/cil 200 L	120gr/1193.4m2	1

Cosecha

La cosecha se realizó, una vez que los tubérculos alcanzaron la madurez fisiológica esto fue para todos los clones y variedades testigo 6 meses después de la siembra.

La cosecha se realizó independientemente por cada parcela. En cada parcela se tomaron las siguientes evaluaciones:

1. Peso de tubérculos comerciales (primera) /parcela.
2. Numero de tubérculos comerciales por parcela.
3. Peso de tubérculos no comerciales (segunda) /parcela.

4. Numero de tubérculos no comerciales por parcela.
5. Peso de tubérculos descarte (tercera, con enfermedades y malogrados) /parcela.
6. Numero de tubérculos descarte por parcela.
7. Largo de estolones.
8. Apariencia del tubérculo.
9. Uniformidad del tubérculo.
10. Tamaño del tubérculo.

La categorización de tubérculos está dada por tamaño. Los pesos determinados por parcelas se proyectaron en hectáreas para el análisis estadístico.

Se tomó como muestra tubérculos grandes con su respectivo código para el análisis en laboratorio en estos tubérculos se analizaron el contenido de hierro (Fe), zinc (Zn), vitamina C, Glicoalcaloides, para las pruebas organolépticas en laboratorio, materia seca y azúcares totales.

5.4 Métodos de evaluación empleados durante en el experimento

Evaluación participativa con agricultores

La metodología a seguir fue: “metodología de selección participativa mama & bebe” propuesto por De Haan, et al (2017) (el campo experimental fue mama)

Evaluación al momento de la floración

En la fase de floración se hizo dos evaluaciones, **ver Anexo 04**, cuando más del 80 por ciento de “clones” estaban en plena floración, se trabajó con un grupo mixto de agricultores: varones y mujeres de distintas edades.

1. Identificación y recopilación de criterios de selección en la etapa de floración y su orden de votación por prioridades.

Se recopiló un listado libre de criterios propuesto por los agricultores tanto varones como mujeres formulando la siguiente pregunta ¿qué busca usted en una nueva variedad de papa cuando el cultivo está en la etapa de floración?

Con las respuestas obtenidas se anotó cada criterio en un cartón (tarjeta) y en un paleógrafo listando los criterios. Por ejemplo: resistencia a racha, plantas robustas, plantas que muestren buen vigor, etc.

La selección de criterios más importantes considerados por los agricultores fue llevado con votación para ello se entregó seis granos de maíz a cada varón y seis granos de haba a cada mujer, a fin de distinguir los criterios por género. En seguida a todos se les instruyo sobre las reglas de votación.

- Tres granos para el criterio o característica más importante.
- Dos granos para el segundo criterio o característica importante.
- Un grano para el tercer criterio o característica importante.

Una vez que han votado todos los agricultores, se contaron los votos (granos) y se escriben los resultados en el papelógrafo, Los resultados de votación fueron informados a los participantes.

2. Elección de clones preferidos por parcela: selección de los clones avanzados y las variedades de control representativas que los agricultores prefieren.

En la parcela experimental se identificó cada tratamiento con tarjetas enumeradas y recipientes a manera de ánforas ubicadas delante de cada uno de los clones candidatos, se reunió a los mismos agricultores que participaron en el paso 1 y se explicó la metodología tanto al grupo de varones como de mujeres.

Las personas participantes tuvieron que entrar al campo del ensayo para obtener una impresión del desempeño de los materiales bajo evaluación, observando cada repetición y se les pide seleccionar sus favoritos. Se recordó a los participantes tener en cuenta los criterios elegidos en el paso 1.

Se explicó que todos los participantes pueden emitir sus votos depositando los granos en los envases. Se realizó el mismo ejercicio en cada repetición (tres veces).

Se les proporcionó:

- Tres granos para el mejor clon.
- Dos granos para el segundo mejor clon elegido.
- Un grano para el tercer mejor clon elegido.

Una vez realizada la votación se reunieron los envases y se contaron los votos (granos), los resultados fueron dados a conocer a los agricultores participantes.

Evaluación a la cosecha

En esta evaluación participaron agricultores de ambos géneros y se realizaron 4 evaluaciones, (**anexo 5**).

1. Evaluación estándar de Rendimiento (peso y número de tubérculos)

En cada una de las parcelas se procedió a contar el número de plantas cosechadas, el número de tubérculos cosechados y peso de los mismos de las 3 repeticiones, luego dividiendo los tubérculos cosechados en tres categorías: tubérculos “comerciales”, “no comerciales” y tubérculos “descarte”, dependiendo del tamaño y calidad que los agricultores/as o comerciantes consideren apropiados para el mercado. Seguidamente se determinó el peso.

2. Recopilación y Priorización de los Criterios de Selección en la Etapa de cosecha

Se reunió al grupo de agricultores, hombres y mujeres, y a otras partes interesadas y se les explico la metodología a seguir, este paso tiene lugar antes de que los asistentes vayan a las parcelas a evaluar los clones y variedades controles recientemente cosechados. Después, se formuló las siguientes preguntas: ¿qué busca en una nueva variedad de papa cuando el cultivo está en época de cosecha? Las respuestas de cada criterio se escribieron en un cartón (tarjeta) y al mismo tiempo se elaboró una lista en un papelógrafo de todos los criterios mencionados por los diversos participantes, por ejemplo: tubérculo de forma oblonga, alto rendimiento, ojos poco profundos, piel del tubérculo de color crema, etc. Cada criterio se llevó a votación según la apreciación de la mayoría.

Para proceder con el proceso de priorización (votación), se entrega seis granos a cada participante. Con el fin de diferenciar los votos de hombres y mujeres, se les dará granos diferentes (maíz para los hombres y haba para las mujeres), considerando las siguientes pautas:

- Tres granos para el primer criterio más importante
- Dos granos para el segundo criterio más importante
- Un grano para el tercer criterio importante

Cuando todos los agricultores hayan votado, se cuentan los votos (granos) y se escriben los resultados en el papelógrafo.

Los resultados de la votación se comparten con las personas participantes.

3. Selección de los clones preferidos por parcela.

En la parcela experimental los clones y las variedades control del ensayo estuvieron identificadas con etiquetas enumeradas y recipientes a manera de ánforas ubicadas delante de cada uno de los clones candidatos, se reunió a los agricultores y se explicó la metodología tanto al grupo de varones como de mujeres.

Las personas participantes tuvieron que entrar al campo del ensayo para obtener una impresión del desempeño de los materiales bajo evaluación, observando cada repetición y se les pide seleccionar sus favoritos.

Se explicó que todos los participantes pueden emitir sus votos depositando los granos en los envases. Se realizó el mismo ejercicio en cada repetición (tres veces).

Se les proporcionan

- Tres granos para el mejor clon.
- Dos granos para el segundo clon elegido.
- Un grano para el tercer clon elegido.

Una vez realizada la votación se reunieron los envases y se contaron los votos (granos), los resultados fueron dados a conocer a los agricultores participantes.

Evaluación organoléptica

Esta evaluación tuvo lugar después de la cosecha para evaluar la apariencia, sabor y textura de las muestras cocinadas por clon y por la variedad control.

Muestras de todos los clones y variedades control se pusieron a hervir colocados en mallas especiales y debidamente etiquetados para mantener la identificación de cada genotipo y se presentaron en platos.

Para la evaluación de los 34 genotipos se armaron grupos o paneles mixtos conformados por hombres y mujeres los cuales estuvieron compuestos por cinco a seis participantes mixtos, a cada panel se le asignó 8 clones y una variedad control (Yungay) (**ver anexo 6**).

Para la ejecución correcta de esta prueba fue muy importante el constante monitoreo y seguimiento del equipo facilitador, a cada panelista se le entregó la cartilla de evaluación donde cada participante debe consignar su nombre, fecha de

evaluación, sexo y localidad (**Ver anexo 7**) Adicionalmente se entregó un lápiz y un vaso con agua para enjuagar la boca cada vez que va a evaluar una nueva muestra y se les explico los tres componentes de evaluación organoléptica como son

- Apariencia: se refiere al aspecto visual de las papas hervidas; las papas se vuelven grises u oscuras después de su cocción. La evaluación se realizará antes de probar las papas; las opciones son: Excelente=No hay oscurecimiento (5), Regular=Moderadamente oscuro (3), Pobre=Fuertemente oscuro (1).
- Sabor se refiere al gusto que se experimenta al momento de saborear las muestras; opciones: Excelente=Sabor agradable (5), Regular= Sabor aceptable (3), Pobre=Sabor amargo y/o picoso (1)
- Textura: se refiere al contenido de materia seca o almidón y la denominada sensación en boca que tienen las muestras de papa; opciones: Harinosa=Sensación granulosa y/o seca en el paladar (5), Intermedia=Sensación ni seca ni aguachenta en el paladar (3), Blanda o aguachenta=Sensación acuosa en el paladar (1).

Los panelistas realizan la evaluación muestra por muestra, llenando la cartilla de evaluación. Completada la evaluación entregan los formularios al facilitador.

Finalmente se informó a todos los participantes los principales resultados del panel de evaluaciones de clones ganadores por apariencia, sabor y textura.

Evaluación postcosecha (almacén)

1. Recopilación y Priorización de los Criterios de Selección en la etapa de Post cosecha

Esta evaluación se realizó a los 120 días después de la cosecha en esta etapa se siguió los mismos ejercicios ya descritos para la Recopilación y Clasificación de los Criterios de Selección en las etapas de Floración y Cosecha. La única diferencia es que ahora se trataron los rasgos y características deseadas de los tubérculos bajo condiciones de almacenamiento, **ver Anexo 8**.

Se reunió a agricultores varones y mujeres y se formuló la siguiente pregunta: ¿Qué características debe de tener una buena variedad de papa bajo condiciones de almacenamiento?

Se alentó a dar el mayor número de respuestas posibles y se elaboró una lista de todos los criterios mencionados por los participantes relacionados al almacenamiento, por ejemplo: dormancia larga, resistencia a la polilla de la papa, pocos brotes, etc. Se enumeró cada criterio y se escribió en una tarjeta y también en un papelógrafo. Con el fin de seleccionar los rasgos o características de almacenamiento más importantes se realizó un proceso de votación con las personas participantes.

Se les entregó seis granos de haba para mujeres y seis granos de maíz para varones a cada participante

Teniendo en cuenta las siguientes pautas:

- Tres granos para el rasgo o característica más importante
- Dos granos para el segundo rasgo o característica más importante
- Un grano para el tercer rasgo o característica importante

Se invitó a emitir sus votos y elegir los tres rasgos más importantes según sus preferencias individuales, seguidamente se contaron los votos (granos) y se escribieron los resultados en el papelógrafo

Se dio a conocer el criterio con mayor voto y se debatió el porqué de la preferencia de ese criterio.

2. Selección de los Mejores Clones en Almacén (Post cosecha)

Se separó el material genético por repetición cada uno identificado con etiquetas y ánforas colocadas al costado de cada clon, los agricultores reciben una breve explicación del objetivo de evaluar los materiales por su comportamiento en almacén.

Los participantes observaron los clones y las variedades control, ellos identificaron sus favoritos basados en rasgos de almacenamiento (clones o variedades control).

Una vez más, se entregaron seis granos a cada agricultor.

- tres granos para el mejor clon elegido.
- dos granos para el segundo clon elegido.
- un grano para el tercer clon más elegido.

Luego se solicitó a todos los participantes a seleccionar los tres mejores materiales (clones o variedades control) que consideren sobresalientes en las condiciones prevalentes de almacenamiento. Se requieren tres rondas de votación: una por cada repetición. Cuando todos los participantes emitieron sus votos, el equipo reunió los envases y conto los granos asignados a cada clon, variedad control y repetición.

Los resultados posteriormente se compartieron con todos los participantes

Evaluaciones con perspectiva técnica del investigador

Evaluación en la fase vegetativa

5.4.1.1.1 Uniformidad de planta

Para esta evaluación se utilizó el método propuesto por Salas, et al (2004).

Los datos fueron colectados a los 45 días después de la siembra, la evaluación se realizó usando una escala de 1 a 9. **Ver tabla 10**

Tabla 10: Escala de uniformidad de la de la planta.

Escala	Estado	Descripción
1	Muy heterogéneo	Altura, vigor, y etapa del crecimiento muy heterogénea.
3	Heterogéneo	75% de las plantas muestran altura, vigor y etapa del crecimiento heterogéneo.
5	Intermedio	50% de las plantas muestran altura, vigor y etapa del crecimiento heterogéneo.
7	Uniforme	75% de las plantas muestran altura, vigor y etapa del crecimiento homogéneo.
9	Muy uniforme	100% de las plantas muestran altura, vigor y etapa del crecimiento homogéneo.

Fuente: Salas et al. (2004) citado por De hann et al. (2014).

5.4.1.1.2 Vigor de planta

Se utilizó el método propuesto por Salas et al (2004).

Los datos fueron colectados a los 45 días después de la siembra, la evaluación se realiza usando una escala de 1 a 9. **Ver tabla 11**

Tabla 11: Escala de vigor de planta.

Escala	Estado	Descripción
1	Muy débil	Todas las plantas son pequeñas (< 20 cm), pocas hojas, plantas débiles, tallos muy delgados y/o color verde claro.
3	Débil	75% de las plantas son pequeñas (< 20 cm) o todas las plantas son entre 20 y 30 cm, las plantas tienen pocas hojas, tallos muy delgados y/o color verde claro.
5	Intermedio	Intermedio o normal.
7	Vigoroso	75% de las plantas tienen más de 50 cm, robustas con follaje o color verde oscuro, tallos gruesos y hojas muy bien desarrolladas.
9	Muy vigoroso	Todas las plantas son de más de 70 cm y la cobertura del suelo es completa. Las plantas son robustas, con tallos gruesos y abundante follaje de color verde oscuro.

Fuente: Salas et al. (2004) citado por De hann et al. (2014).

5.4.1.1.3 Grado de floración

Se utilizó el método propuesto por Bioversity y CIP, (2009) los datos fueron colectados 60 días después de la siembra, la evaluación se realiza usando una escala de 1 a 7. **Ver tabla 12**

Tabla 12: Escala de grado de floración.

Escala	Estado	Descripción
0	Sin botones	No hay inflorescencia o inflorescencia rudimentaria.
1	Aborto de botones	Presencia de inflorescencias pequeñas o rudimentarias que pueden mostrar un aborto o punto de abscisión en la unión del pedicelo.
3	Poco	La floración es escasa con presencia de 2 o 3 flores (botones, botones florales, flores, frutos y abscisión de flores) por inflorescencia.
5	Moderado	La floración es moderada con 8 a 12 flores (botones, botones florales, flores, frutos y abscisiones florales) por inflorescencia.

7	Profuso	Floración profusa con 20 o más flores (botones, botones florales, flores, frutos y abscisiones de flores) por inflorescencia.
---	---------	---

Fuente: Bioversity & CIP. (2009).

5.4.1.1.4 Número de tallos por planta

En cada parcela experimental se seleccionaron 10 plantas al azar con todos los tallos activos y frescos de papa los cuales fueron contados y registrados.

5.4.1.1.5 Altura de planta

En cada parcela experimental, 10 plantas seleccionadas al azar fueron medidas con una wincha, desde la superficie del suelo hasta la máxima longitud del follaje extendido.

Evaluaciones en la fase cosecha

5.4.1.1.6 Largo de estolones

El largo de los estolones basado en la inspección de los mismos se realizó usando una escala de 1 a 9, **ver tabla 13**.

Tabla 13: Escala de largo de estolones.

Escala	Estado	Descripción
1	Muy corto	$X \leq 20$ cm largo.
3	Corto	$20 \text{ cm} < X \leq 40$ cm largo.
5	Intermedio	$40 \text{ cm} < X \leq 60$ cm largo.
7	Largo	$60 \text{ cm} < X \leq 80$ cm largo.
9	Muy largo	$X > 80$ cm largo.

Fuente: De hann et al. (2014)

5.4.1.1.7 Apariencia del tubérculo

La apariencia del tubérculo basado en la inspección de los mismos se realizó usando una escala de 1 a 9, ver la **tabla 14**

Tabla 14: Escala de apariencia del tubérculo.

Escala	Estado	Descripción
1	Muy pobre	Muy poco rendimiento, tubérculos son totalmente deformes y de tamaño desuniforme
3	Pobre	Bajo rendimiento, tubérculos son deformes y tamaño desuniforme.
5	Regular	Rendimiento intermedio, buena forma de tubérculo, pero el tamaño de tubérculo desuniforme.
7	Bueno	Buen rendimiento, tubérculos muestran buena forma y tamaño uniforme.
9	Muy bueno	Alto rendimiento, tubérculos muestran buena forma y tamaño uniforme.

Fuente: De hann et al. (2014)

5.4.1.1.8 Uniformidad del tubérculo

La evaluación global de uniformidad del tubérculo se basó en la inspección de tubérculos cosechados usando una escala de 1 a 9, **ver tabla 15**

Tabla 15: Escala de uniformidad del tubérculo.

Escala	Estado	Descripción
1	Muy heterogéneo	Todos los tamaños de tubérculo están presentes (desde muy pequeños a grandes).
3	Heterogéneo	Todos los tamaños de tubérculo están presentes, pero hay un tamaño predominante.
5	Intermedio	Hay solo 2 ó 3 tamaños de tubérculo, pero hay un tamaño predominante.
7	Uniforme	Solo 2 tamaños están presentes con un tamaño predominante.
9	Muy uniforme	Solo presenta un tamaño de tubérculo.

Fuente: De hann et al. (2014)

5.4.1.1.9 Tamaño del tubérculo

Esta evaluación se llevó a cabo considerando una escala de 1 a 9. Amoros y Gastelo (2011) comunicación personal, **ver tabla 16**.

Tabla 16: Escala de tamaño de tubérculo.

Escala	Estado	Descripción
1	Muy pequeño	La mayoría de tubérculos son muy pequeños (<2 cm).
3	Pequeño	Los tubérculos son pequeños, entre 2 a 4 cm.
5	Mediano	Los tubérculos son medianos, entre 4 a 6 cm.
7	Largo	Los tubérculos son grandes, entre 6 a 9 cm.
9	Muy largo	Los tubérculos tienen más de 9 cm.

Fuente: De hann et al. (2014)

5.4.1.1.10 Número de tubérculos comerciales por parcela (Número /parcela)

NMTP

Se contó el número de tubérculos comerciales para la categoría primera por parcela con peso entre 200-300 g o tubérculos de 60 mm de diámetro.

5.4.1.1.11 Peso de tubérculos comerciales por parcela (kg/parcela)MTWP

Se pesó los tubérculos comerciales categoría primera por parcela. La unidad de medida en Kilogramos.

5.4.1.1.12 Rendimiento de tubérculos comerciales ajustado (tn/ha) MTTYA

Este cálculo se realizó multiplicando el peso de tubérculos comerciales por planta, por la densidad de planta y dividido por 1000.

5.4.1.1.13 Peso promedio de tubérculos comerciales (g) MATW

Este cálculo se realizó dividiendo el peso de tubérculos comerciales por parcela entre el número de tubérculos comerciales por parcela y multiplicado por 1000.

5.4.1.1.14 Número total de tubérculos por parcela (Número/parcela) TNTP

Cálculo realizado sumando el número de tubérculos comerciales por parcela (primera), con la suma de Número de tubérculos no comerciales (segunda), más la suma de Número de tubérculos descarte (malogrados o con enfermedades).

5.4.1.1.15 Peso total de tubérculos por parcela (kg/parcela) TTWP

Cálculo realizado sumando el peso de tubérculos comerciales (primera), con la suma del peso tubérculos no comerciales (segunda), más la suma del peso de tubérculos descarte (malogrados o con enfermedades).

5.4.1.1.16 Rendimiento de tubérculos ajustado (tn/ha) TTYA

Calculó realizado multiplicando el peso total de tubérculos por planta, por la densidad de planta y dividido entre 1000.

5.4.1.1.17 Peso promedio de tubérculos (g) ATW

Calculó realizado dividiendo el peso total de tubérculos por parcela, por el número total de tubérculos por parcela y multiplicado por 1000.

Evaluaciones postcosecha en almacén

Estas evaluaciones se realizaron a los 75, 90, 120 y 150 días después de la cosecha (d.d.c.).

5.4.1.1.18 Número de brotes promedio/tubérculo a los 75 días

Para esta evaluación se dejó en almacén de agricultores diez unidades de tubérculo por clon y por repetición los cuales se pusieron con un peso inicial que se registraron al momento de la cosecha.

En la primera evaluación estándar, a los 75 d.d.c. las mediciones descritas a continuación se realizaron en los 10 tubérculos de cada clon y variedad control por repetición.

- Número de tubérculos con brotes.
- Número promedio de brotes por tubérculo.

Para esta evaluación se enumeraron los tubérculos de los 34 clones por repetición del 1 al 10 para obtener un dato más preciso de la variable número de brotes para la siguiente evaluación a los 90 días.

5.4.1.1.19 Número de brotes promedio/tubérculo a los 90 días

En la segunda evaluación estándar, a los 90 d.d.c., las mediciones descritas a continuación se realizaron en los 10 tubérculos de cada clon y variedad control por repetición.

- Número de brotes por tubérculo.
- Número promedio de brotes por tubérculo.

5.4.1.1.20 Número de brotes promedio/tubérculo a los 120 días

La tercera evaluación estándar fue realizada a los 120 días después de la cosecha donde se evaluaron en los 10 tubérculos de cada clon y variedad control por repetición:

- Número de brotes por tubérculo.
- Número promedio de brotes por tubérculo.

5.4.1.1.21 Porcentaje de pérdida de peso a los 150 días

En los 10 tubérculos de cada clon y variedad control por repetición se evaluó:

Peso de los tubérculos con brotes

- Peso de los tubérculos sin brotes (los brotes se eliminaron).

5.4.1.1.22 Patrón de brotamiento predominante a los 90 días

Para determinar el patrón de brotamiento predominante se utilizó la metodología propuesta por Carli et al. (2016) citado por De hann et al. (2017).

Un solo brote apical o un promedio de menos de dos brotes por tubérculo observado al final de la prueba indica la prevalencia de una dominancia apical (DA), incluso si el brote adicional muestra una tasa de crecimiento casi igual a la del brote apical.

Un promedio de menos de tres brotes desarrollados, uno de los cuales es el apical, todavía puede considerarse una dominancia parcial (DP).

Mientras que un número promedio de tres o más brotes por tubérculo indica la ausencia de dominancia apical o un patrón de brotes múltiples es una dominancia múltiple (DM).

Evaluaciones de postcosecha en laboratorio

5.4.1.1.23 Contenido de materia seca

Para la determinación del contenido de materia seca se utilizó el procedimiento propuesto por Bonierbale et al. (2010), se cortaron en pequeños cuadrados 5 tubérculos bien lavados, se mezclaron completamente y se tomó dos submuestras por genotipo y por repetición de aproximadamente 200 gramos. Luego se colocó la muestra en una bolsa de papel y se ubicó sobre una balanza de precisión, se determinó el peso exacto de cada muestra y se registró el peso fresco. Después se colocó en una estufa a 80 °C por 72 horas. Inmediatamente se pesó cada muestra y se registró el peso seco. Finalmente se calculó el porcentaje de materia seca de cada muestra y se utilizó la siguiente fórmula:

Porcentaje de materia seca = (peso seco /peso fresco) x 100

Se calculó la media de la materia seca de dos de las submuestras.

Esta actividad fue llevada en el laboratorio de calidad y procesamiento del CIP-Lima, **ver el Anexo 09**.

5.4.1.1.24 Análisis de porcentaje de azúcar

Se usó el Medidor de glucemia Accu-Chek Active (glucómetro) el cual es usado para la determinación cuantitativa de valores de glucemia de sangre capilar fresca con las tiras reactivas Accu-Chek Active, **ver el Anexo 10**.

Para la cuantificación del contenido de glucosa se seleccionó un tubérculo por clon y por repetición estos fueron lavados y secados instantáneamente con papel toalla seguidamente se cortó el tubérculo en tres partes, extremo apical, central y extremo basal, en el glucómetro se inserta en la ranura para el chip de codificación, el medidor de glucemia se enciende al introducir una tira reactiva, luego se extrae el jugo comenzando por el extremo apical del tubérculo con una pipeta graduada a 100 ml y se aplica 1–2 μ L que equivale a una gota del jugo del tubérculo en la tira, pasado los 5 segundos se lee el resultado expresado en mg/dl y después se extrae la tira del medidor.

El resultado de la evaluación dado en unidades de mg/dl posteriormente fue convertido a porcentaje de glucosa con la fórmula $0.000741(x)+0.00453$ que menciona Brandt, et al (2012)

5.4.1.1.25 Evaluación de calidad en procesamiento (Hojuelas)

Se utilizó el procedimiento propuesto por Bonierbale et al. (2010). Para esta evaluación se contó con 6 tubérculos sanos de cada genotipo por repetición, sin ser pelados, se siguieron los siguientes pasos **ver Anexo 11**:

1. Cortar el tubérculo perpendicularmente al eje más largo y tomar tres rebanadas de 0.5 mm del centro de cada mitad.
2. Enjuagar en agua las rebanadas, sacudirles el agua y esperar a que la superficie se seque.
3. Freír las rebanadas a 176-180° C hasta que el aceite termine de burbujear (aproximadamente 3 minutos).
4. Evaluar el color de las hojuelas con la Cartilla estándar de color de hojuela de papa, en una escala de 1 a 5, donde 1 es crema claro o amarillo y 5 es marrón oscuro. (**Ver Anexo 12**)

5.4.1.1.26 Contenido de Hierro y Zinc

A la cosecha se tomó una muestra de 10 tubérculos de cada genotipo por repetición; las muestras fueron cuidadosamente lavadas con agua destilada secada y colocada a una funda de papel la cual fue liofilizada en el laboratorio de calidad y nutrición del CIP, las mismas se enviaron al laboratorio externo de la Universidad de Nottingham- Reino Unido para la determinación de minerales por el método de ICP reportado por Porras et al. (2014).

5.4.1.1.27 Contenido de vitamina C

La cuantificación de vitamina C se realizó según lo establecido en los protocolos del CIP y se utilizó el procedimiento propuesto por Burgos et al. (2009). Dichos procedimientos se realizaron en las instalaciones de los laboratorios Calidad y Nutrición del CIP.

5.4.1.1.28 Análisis de glicoalcaloides

La extracción y cuantificación de glicoalcaloides se realizó según lo establecido en los protocolos del CIP. Dichos procedimientos se realizaron en las instalaciones de los laboratorios de Calidad y Nutrición del CIP siguiendo la metodología de Gastelo et al. (2017).

5.4.1.1.29 Prueba de calidad organoléptica en laboratorio

Esta prueba se volvió a realizar en el laboratorio de procesamiento del CIP en la Molina con el apoyo de un grupo de panelistas locales, la evaluación se organizó en bloques aleatorios, **ver Anexo 13**, donde cada genotipo fue evaluado el mismo número de veces y cada panelista evaluó un grupo de 7 clones , incluyendo la variedad testigo Yungay puesto que los testigos son un punto esencial para focalizar la evaluación de los caracteres de textura y sabor estos deben ser correctamente identificados en todos los grupos y deben ser introducidos en cada grupo de manera aleatoria. Paso previo a la evaluación, el panelista identificó la secuencia ordenada de su grupo de genotipos y posteriormente realizó la evaluación de cada una de las muestras en dos pasos

1. Se realizó la primera evaluación de oscurecimiento de pulpa en función a las demás muestras presentes en su grupo, sin tomar en cuenta la pigmentación del genotipo.
2. Se degustó la muestra y se evaluó la textura, sabor y sabor extraño (de haber alguno) en una escala según se determina en la cartilla, **ver Anexo 14**, se ingirió un poco de pan molde sin corteza y agua para limpiar el paladar de la muestra anterior.

Análisis estadístico

Para el procesamiento de datos se utilizó una matriz básica de datos, se construyó a partir de los datos recolectados en el libro de campo, que consiste en formar una cuadrícula con filas como genotipos y columnas para cada variable, esta matriz se empleó para el análisis con las diferentes herramientas estadísticas.

Se empleó programas como la hoja de cálculo Excel, el Minitab V 17, el SAS y el lenguaje de programación R 3.6.1. Se utilizó presentación de datos gráficos, tablas e histogramas.

VI RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 Selección Participativa con agricultores

Criterios de selección de clones preferidos por los agricultores en desarrollo y en la fase de floración

Para los criterios de selección a la floración se contó con la participación de un total de 23 agricultores, de los cuales 13 fueron varones y 10 mujeres representan el 56.5% y 43.5% del total de participantes respectivamente; permitiendo distinguir los criterios de selección por género, de acuerdo a la metodología (SPV).

En resultados globales de las votaciones por los criterios de selección en la etapa de floración en la parcela, los agricultores identificaron en total 13 criterios de selección, los cuales se reagruparon en 6 grupos de variables asociadas a la etapa de la floración: en primer lugar la **Tolerancia a factores abióticos** con un total de 53 votos, en segundo lugar el **vigor de planta** con 35 votos, en tercer lugar la **resistencia a enfermedades** con 21 votos, en cuarto lugar **la floración y fructificación** con 13 votos, en quinto lugar la **arquitectura de planta** con 11 votos y en sexto lugar **la altura de planta** con 5 votos, **ver Tabla 17**.

1. Entre los criterios de mayor importancia para los varones destacaron en primer lugar dos: adaptación al cambio climático y resistencia a enfermedades como: la rancha y la alternaria, esto se debe a que ellos vienen cultivando variedades mejoradas susceptibles a estas enfermedades; en segundo lugar, destacó la tolerancia a heladas ya que es uno de los principales problemas abióticos del cultivo de papa en la zona y en tercer lugar destacó abundante floración.

2. Entre los criterios de mayor importancia para las mujeres, en primer lugar, destacó la resistencia a heladas debido a que esta característica ocasiona daños hasta un 40% en el cultivo; como segundo lugar ellas coincidieron con los varones, en la importancia de resistencia a enfermedades como característica de un buen genotipo y como tercer lugar tres criterios quedaron empatados: tolerante a granizada, tallos gruesos y abundante follaje.

Los criterios de preferencia que indicaron los agricultores en forma global (varones y mujeres) fueron: tolerante a heladas con 24 votos, resistente a enfermedades con 21 votos, adaptación al cambio climático con 17 votos, tallos gruesos con 13 votos, abundante floración con 13 votos, tolerante a granizada con 12 votos, hojas anchas con 9 votos, abundante follaje con 9 votos, plantas vigorosas con 7 votos, mayor número de tallos con 6 votos, plantas de tamaño mediano con 5 votos y plantas con hojas gruesas con 2 votos.

Las votaciones de las mujeres respecto a los hombres muestran un coeficiente de correlación de 0.47, lo cual representa un bajo grado de asociación en la opinión de varones y mujeres de la localidad de Ccorca en lo que respecta a los criterios de selección a la floración. Por otro lado, es importante en estas evaluaciones asegurar la participación de hombres y mujeres en igual número, (**Figura 5**).

Tabla 17: Resultados globales de las votaciones por los criterios determinados para la selección de clones en la etapa de floración, en la localidad de Leoqyata-Cusco.

A₁: Puntaje global por criterio de selección; **A₂:** Orden de importancia por criterio de selección; **A₃:** Puntaje global por grupo de variable.

Ord	Variables ambientales y agronómicas para la selección	Criterios para la selección	Puntaje Hombres (N° granos Maíz)	Puntaje Mujeres (N° granos Habas)	A ¹	A ²	A ³
1	Tolerancia a factores abióticos	Tolerante a helada	9	15	24	I	53
		Adaptación al cambio climático	13	4	17	III	
		Tolerante a granizada	5	7	12	V	
2	Vigor de planta	Tallos gruesos	6	7	13	IV	35
		Mayor número de tallos	6	0	6	IX	
		Abundante follaje	2	7	9	VII	
		Plantas vigorosas	5	2	7	VIII	
3	Resistencia a enfermedades	Resistente a rancharia y alternaria	13	8	21	II	21
4	Arquitectura de planta	Hojas anchas	6	3	11	VI	13
		Hojas gruesas	2	0	2	XI	
5	Floración y fructificación	Abundante floración	8	5	13	IV	13
6	Altura de Planta	Plantas grandes	0	0	0	XII	5
		Plantas de tamaño mediano	3	2	5	X	
Coeficiente de correlación			0.47				

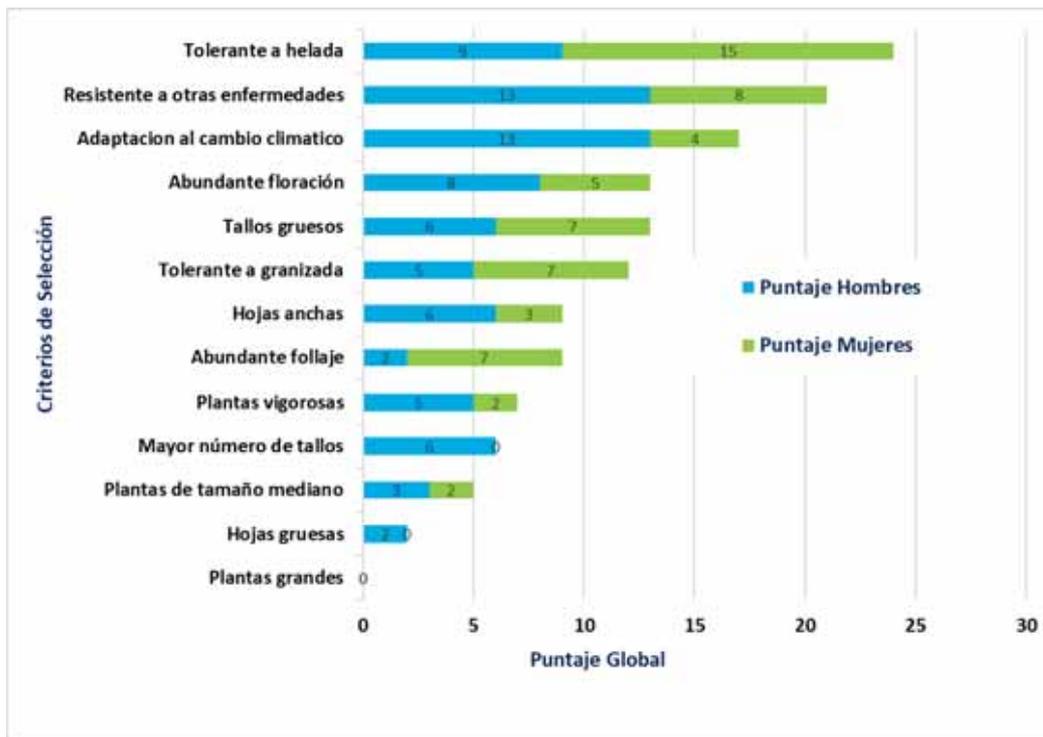


Figura 5: Identificación de criterios de selección más importantes en la fase de floración, por género.

Selección de clones preferidos por los agricultores en la etapa de floración.

Los criterios de selección que obtuvieron el mayor orden de importancia en el paso anterior, sirvieron de referencia a los agricultores, varones y mujeres, al momento de ingresar al campo y elegir o votar por el mejor clon y por repetición. La prueba estadística de Friedman fue utilizada para las votaciones, ya que son datos no paramétricos, obtenidos en esta localidad. Esta prueba, proporciona una alternativa al análisis de varianza de dos vías. Se usa para detectar diferencias en los tratamientos a través de múltiples intentos de prueba. El procedimiento consiste en clasificar juntas cada hilera (o bloque), considerando a continuación el valor de rango por columnas, **ver Tabla 18.**

Tabla 18: Selección de mejores clones biofortificados fase floración - Análisis no paramétrico de Friedman ($\alpha=0.05$)

Código de Clones	Repetición n	Suma de rangos	Grupos estadísticos
BIOT-725.050	3	96.5	a
BIOT-725.047	3	91.5	ab
Qompis	3	88.0	abc
BIOT-686.019	3	85.0	abcd
BIOT-721.245	3	81.0	abcde
Yungay	3	75.5	abcdef
BIOT-721.038	3	76.0	abcdef
BIOT-751.021	3	74.5	abcdef
BIOT-507.312	3	64.5	abcdefg
BIOT-871.043	3	65.5	abcdefg
BIOT-637.001	3	66.5	abcdefg
BIOT-609.247	3	63.5	abcdefgh
BIOT-751.025	3	56.0	bcdefghi
BIOT-725.024	3	57.0	bcdefghi
Serranita	3	55.0	bcdefghi
BIOT-767.014	3	51.5	cdefghi
BIOT-787.011	3	51.5	cdefghi
BIOT-764.006	3	50.0	defghi
BIOT-763.051	3	46.0	efghi
BIOT-725.067	3	46.0	efghi
BIOT-507.311	3	47.5	efghi
BIOT-721.163	3	42.5	fghi
BIOT-721.074	3	35.5	ghi
BIOT-633.294	3	31.5	ghi
BIOT-621.097	3	31.0	ghi
BIOT-621.069	3	31.0	ghi
Canchan-INIA	3	31.5	ghi
BIOT-637.089	3	30.0	ghi
BIOT-682.042	3	37.0	ghi
BIOT-747.056	3	37.0	ghi
BIOT-763.441	3	26.5	hi
BIOT-721.286	3	21.0	i
BIOT-735.105	3	21.0	i
BIOT-721.036	3	21.0	i

Los resultados muestran, que, a la etapa de floración, el clon BIOT-725.050 y el BIOT-725.047 fueron los mejores seguido por la variedad comercial Qompis y los clones BIOT-686.019, BIOT-721.245 y la variedad comercial Yungay, (**figura 6**).

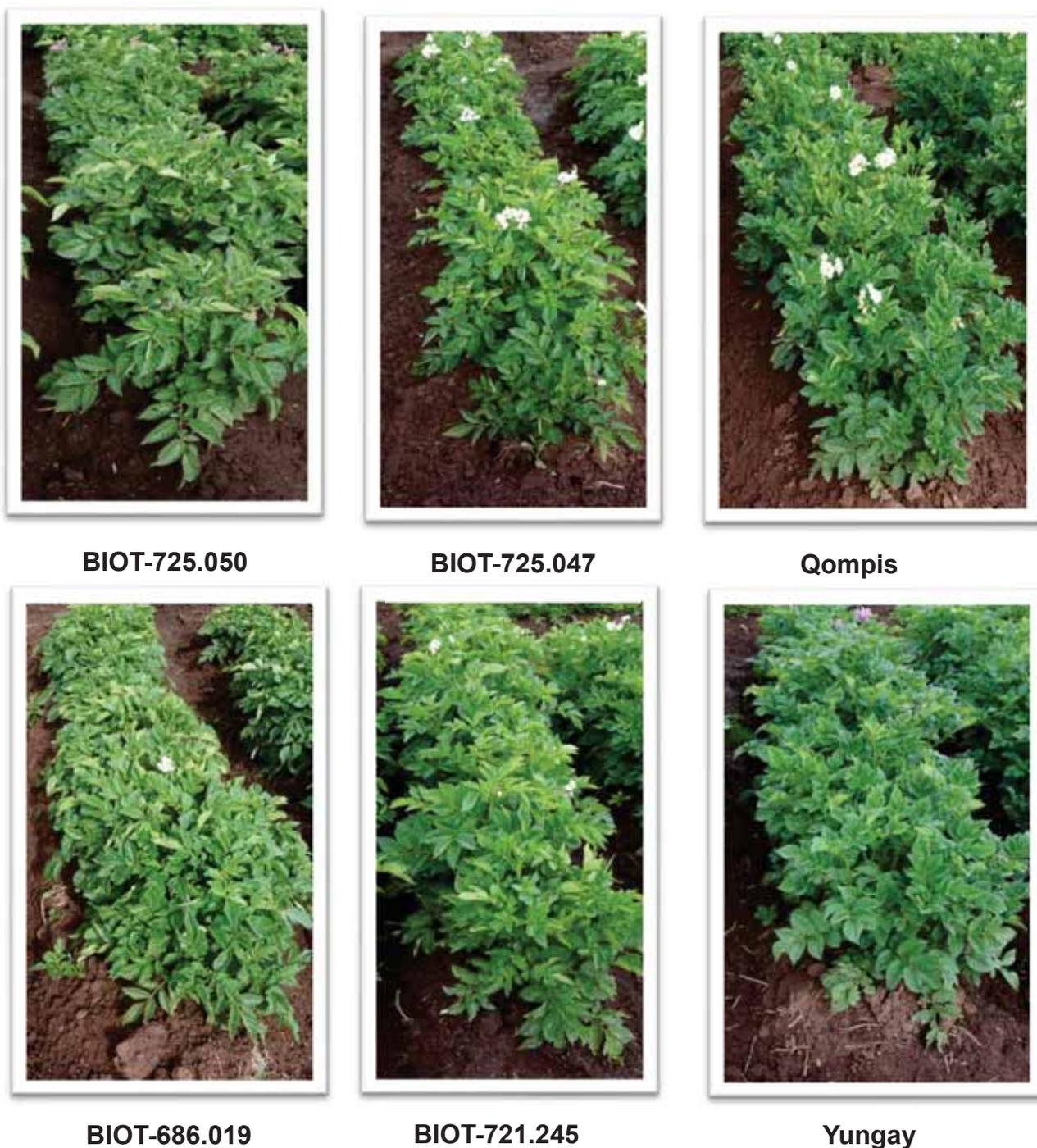


Figura 6: Selección de los clones en la etapa de la floración de acuerdo con los criterios de los agricultores.

Cr

Para los criterios de selección a la cosecha, se contó con la participación total de 24 agricultores, siendo 13 varones y 11 mujeres que representan el 54.16 % y 45.83 % del total de participantes respectivamente, permitiendo distinguir los criterios de selección por género.

En los resultados globales de las votaciones por los criterios de selección en la etapa de cosecha en la localidad de Leoqkata–Ccorca, los agricultores identificaron un total de 14 criterios de selección, los cuales se reagruparon en 8 variables asociadas a la etapa de cosecha: en primer lugar la **forma del tubérculo** con 32 votos, en segundo lugar el **color de pulpa de tubérculo** con un total de 31 votos, en tercer lugar en tercer lugar el **rendimiento** con 27 votos, en cuarto lugar las **características post cosecha** (textura harinosa y buena calidad de fritura) con 21 votos, en quinto lugar **tamaño de tubérculo** con 15 votos, en sexto lugar **color de piel del tubérculo** con 9 votos, en séptimo lugar la **cantidad de ojos** con 5 votos y la **profundidad de ojos** con 3 votos, **ver Tabla 19.**

1. Entre los criterios de mayor importancia, para los varones destacaron en primer lugar la forma oblonga, en segundo lugar, destacó tubérculos de pulpa roja y en tercer lugar los tubérculos de buena calidad (primera).

2. Entre los criterios de mayor importancia para las mujeres, en primer lugar, destacó la forma de tubérculo oblongo coincidiendo con los varones, en segundo lugar, empataron dos criterios: tubérculos de buena calidad y tubérculos de textura harinosa; y como tercer lugar tubérculos con pulpa roja.

Los criterios de preferencia que indicaron los agricultores en forma global (varones y mujeres) fueron: tubérculos de forma oblongo con 32 votos, tubérculos de buena calidad con 19 votos, tubérculos de textura harinosa con 18 votos, tubérculos de pulpa roja con 16 votos, tubérculos de piel oscura con 9 votos, alto rendimiento con 8 votos, tubérculos de tamaño mediano con 8 votos, tubérculos de pulpa violeta con 7 votos, tubérculos de tamaño grande con 7 votos, tubérculos con pulpa de color con 6 votos, tubérculos con mayor número de ojos con 5 votos, tubérculos con buena calidad para fritura con 3 votos, tubérculos con ojos superficiales con 3 votos, y tubérculos con pulpa blanca con 2 votos.

Las votaciones de las mujeres con respecto a los varones muestran un coeficiente de correlación de 0.81 lo cual representa un alto grado de asociación en la opinión de varones y mujeres de la localidad de Ccorca, en lo que respecta a los criterios de selección a la cosecha. Por otro lado, es importante en estas evaluaciones asegurar la participación de varones y mujeres en igual número, **(Ver figura 7)**.

Tabla 19: Resultados globales de las votaciones por los criterios determinados para la selección de clones en la etapa de cosecha, en la localidad de Leoqpata - Ccorca - Cusco. **A₁**: Puntaje global por criterio de selección; **A₂**: Orden de importancia por criterio de selección; **A₃**: Puntaje global por grupo de variables.

Ord	Variables agronómicas para la selección	Criterios de selección	Puntaje Hombres (N°)	Puntaje Mujeres (N°)	A ¹	A ²	A ³
-----	---	------------------------	----------------------	----------------------	----------------	----------------	----------------

			granos Maíz)	granos Habas)			
1	Forma del tubérculo	Forma oblongo	14	18	32	I	32
2	Color de Pulpa de Tubérculo	Pulpa violeta	7	0	7	VII	31
		Pulpa roja	10	6	16	IV	
		Pulpa de color	3	3	6	VIII	
		Pulpa blanca	2	0	2	XI	
3	Rendimiento	Buena calidad	9	10	19	II	27
		Alto rendimiento	5	3	8	VI	
4	Características post cosecha	Textura harinosa	8	10	18	III	21
		Buena calidad para fritura	2	1	3	X	
5	Tamaño del tubérculo	Tamaño grande	5	2	7	VII	15
		Tamaño mediano	5	3	8	VI	
6	Color de Piel del Tubérculo	Piel oscura	4	5	9	V	9
7	Cantidad de ojos	Mayor número de ojos	4	1	5	IX	5
8	Profundidad de ojos	Superficial	0	3	3	X	3
Coefficiente de correlación					0.81		

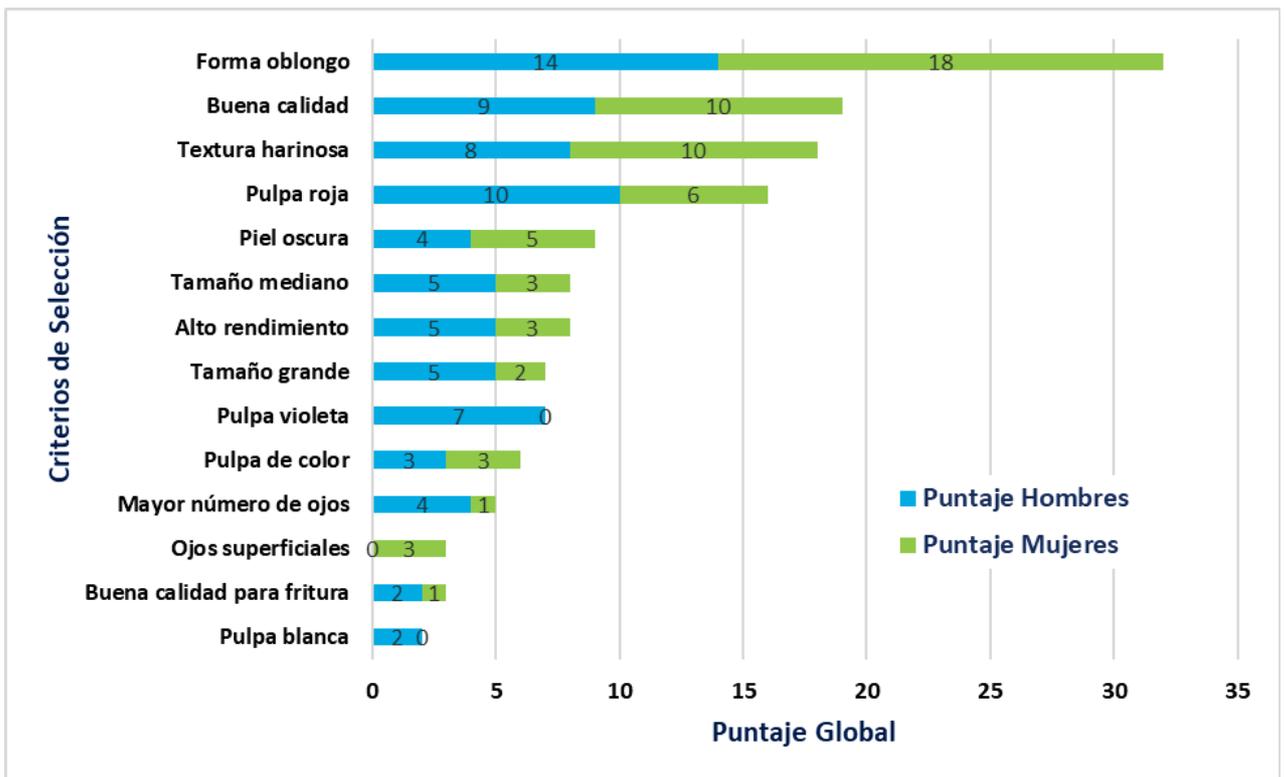


Figura 7: Identificación de los criterios de selección más importantes por género en la fase de cosecha.

Selección de clones preferidos por los agricultores en la etapa de cosecha.

Los criterios de selección que obtuvieron el mayor orden de importancia, en el paso anterior, sirvieron de referencia a los agricultores, varones y mujeres, al momento de ingresar al campo y elegir o votar por el mejor clon y por repetición. La prueba estadística de Friedman fue utilizada para las votaciones, ya que son datos no paramétricos, obtenidos en esta localidad, **ver Tabla 20.**

Tabla 20: Selección de los mejores clones biofortificados fase cosecha - análisis no paramétrico de Friedman ($\alpha= 0.05$).

Código de clones	Suma de rangos	Grupos estadísticos
Serranita	99.5	a
BIOT-747.056	96.5	ab
BIOT-725.067	92.5	abc
BIOT-751.025	86.5	abcd
Qompis	86.5	abcd
BIOT-751.021	80.0	abcde
Yungay	79.5	abcdef
BIOT-637.001	69.5	abcdefg
BIOT-721.036	66.5	bcdefg
BIOT-682.042	67.0	bcdefg
BIOT-609.247	64.5	cdefgh
BIOT-725.024	62.5	cdefghi
BIOT-621.069	61.0	defghi
BIOT-686.019	61.0	defghi
BIOT-767.014	60.5	defghij
BIOT-787.011	60.5	defghij
BIOT-763.441	51.5	efghijk
BIOT-721.163	53.0	efghijk
BIOT-721.245	50.5	efghijk
BIOT-721.074	50.0	efghijk
BIOT-725.050	49.5	fghijk
BIOT-764.006	44.0	ghijkl
BIOT-637.089	35.5	hijkl
BIOT-871.043	32.5	ijkl
BIOT-633.294	30.5	jkl
BIOT-507.312	25.0	kl
BIOT-725.047	28.0	kl
BIOT-507.311	25.5	kl
BIOT-721.038	25.5	kl
Canchan-INIA	18.0	l
BIOT-621.097	18.0	l
BIOT-721.286	18.0	l
BIOT-735.105	18.0	l
BIOT-763.051	18.0	l

Los resultados muestran que a la etapa de cosecha la variedad comercial serranita y el clon BIOT-747.056 fueron los mejores seguido por los clones BIOT-725.067, BIOT-751.025, Qompis y el clon BIOT-751.021 (**Figura 8**).



Figura 8: Selección de los clones en la etapa de la cosecha de acuerdo con los criterios de los agricultores.

Criterios de selección a la fase de almacenamiento por los agricultores

En la prueba de dormancia y brotamiento de tubérculos se caracterizaron los clones y las variedades testigo bajo condiciones de almacenamiento para consumo o para semilla dependiendo de la relevancia local. Teniendo en consideración que a los agricultores a menudo no les gusta manipular los tubérculos una vez almacenados, especialmente si son para semilla, porque se puede interrumpir la dormancia. Por este motivo, inmediatamente después de la cosecha, se separó una muestra de 10 tubérculos comerciales sanos de cada clon y variedad testigo por repetición. Para esta prueba, en los tubérculos se tomaron el peso inicial. Las muestras se colocaron en almacén local del agricultor.

En esta fase la selección participativa de clones se realizó a los 120 días después de la cosecha. En esta evaluación se contó con la participación total de 18 agricultores, de los cuales 10 fueron hombres y 8 mujeres que representan el (55.55 %) y (44.44 %) respectivamente del total de participantes; permitiendo distinguir los criterios de selección de clones por género.

En los resultados globales de las votaciones los agricultores identificaron un total de 5 criterios de selección, los cuales se reagruparon en 5 variables asociadas a la etapa de postcosecha: en primer lugar, **número de brotes** con 27 votos, en segundo lugar **sanidad del tubérculo** con 26 votos, en tercer lugar **tipo de dominancia de los brotes** con 22 votos, en cuarto lugar **características fisiológicas del tubérculo** (poca pérdida de peso) con 18 votos y en quinto lugar **tamaño del tubérculo** con 9 votos, **ver Tabla 21.**

Tabla 21: Resultados globales de las votaciones por los criterios determinados para la selección de clones en la etapa de postcosecha, en la localidad de Leoqkata-Corca- Cusco. A₁: Puntaje global por criterio de selección; A₂: Orden de Importancia por criterio de selección; A₃: Puntaje global por grupo de variables.

Ord	VARIABLES agronómicas para la selección	Criterios de selección	Puntaje Hombres (N° granos Maíz)	Puntaje Mujeres (N° granos Habas)	A ¹	A ²	A ³
1	Número de brotes	Brotación múltiple	13	14	27	I	27
2	Sanidad de tubérculo	Tubérculos sanos	17	9	26	II	26
3	Tipo de dominancia de los brotes	Brote apical vigoroso	13	9	22	III	22
4	Características fisiológicas	Poca pérdida de peso	9	9	18	IV	18
5	Tamaño tubérculo	Tuberculo mediano	3	6	9	V	9
Coeficiente de correlación			0.56				

Entre los criterios de mayor importancia para los varones destacaron en primer lugar: tubérculos sanos; en segundo lugar, empataron dos criterios: brotación múltiple y brote apical vigoroso y en tercer lugar: destaco poca pérdida de peso.

Entre los criterios de mayor importancia para las mujeres, en primer lugar, destacó la brotación múltiple, en segundo lugar, empataron tres criterios: tubérculos sanos,

brote apical vigoroso, poca pérdida de peso; y como tercer lugar tubérculos de tamaño mediano.

Los criterios de preferencia que indicaron los agricultores en forma global (varones y mujeres) fueron: tubérculos con brotación múltiple con 27 votos, tubérculos sanos con 26 votos, tubérculos con brote apical vigoroso con 22 votos, tubérculos con poca pérdida de peso con 18 votos y tubérculos de tamaño mediano con 9 votos.

Las votaciones de las mujeres con respecto a los varones muestran un coeficiente de correlación de 0.56 lo cual representa un grado moderado de asociación en la opinión de varones y mujeres de la localidad de Ccorca, en lo que respecta a los criterios de selección a la postcosecha. Por otro lado, es importante en estas evaluaciones asegurar la participación de varones y mujeres en igual número, (**Ver Figura 9**).

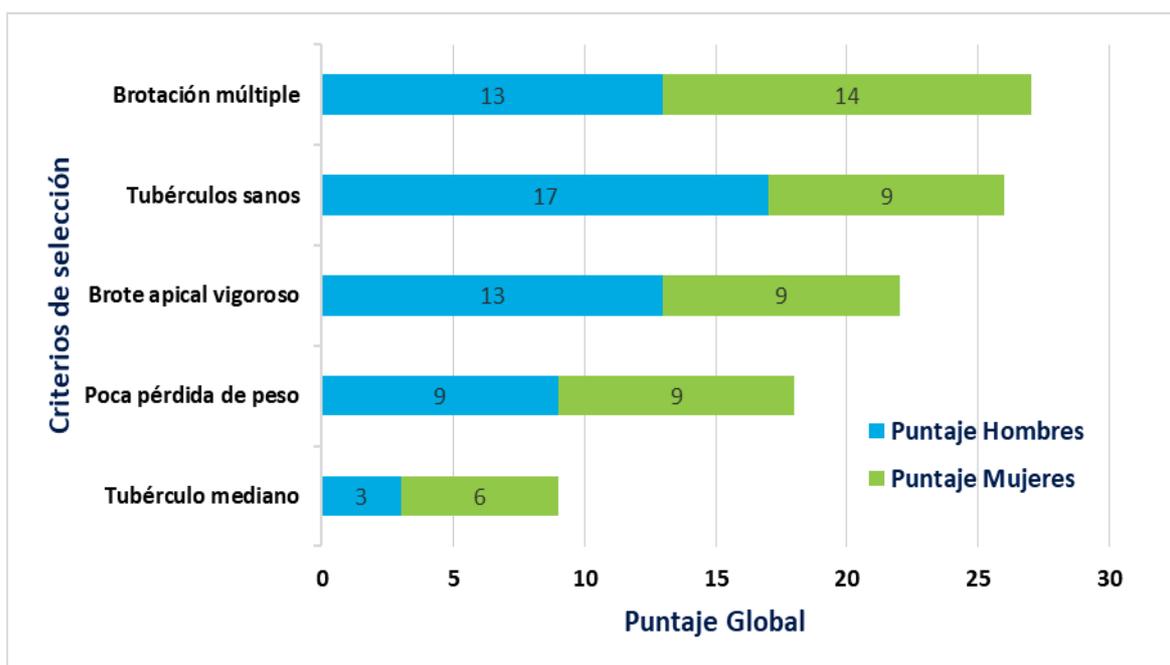


Figura 9: Identificación de los criterios de selección más importantes por género en la fase de postcosecha.

Selección de clones preferidos por los agricultores por parcela en la etapa de postcosecha.

Los criterios de selección que obtuvieron el mayor orden de importancia, en el paso anterior, sirvieron de referencia a los agricultores, varones y mujeres, al momento de elegir o votar por el mejor clon. La prueba estadística de Friedman fue utilizada para las votaciones, ya que son datos no paramétricos, obtenidos en esta localidad, **ver tabla 22.**

Tabla 22: Selección de los mejores clones biofortificados fase Postcosecha - Análisis no paramétrico de Friedman ($\alpha=0.05$)

Código de clones	Suma de rangos	Grupos estadísticos
Qompis	92.0	a
Serranita	91.0	a
BIOT-725.024	88.0	ab
BIOT-725.067	83.5	abc
BIOT-637.001	78.5	abcd
BIOT-609.247	75.0	abcde
BIOT-637.089	74.0	abcde
BIOT-621.069	69.5	abcde
BIOT-621.097	69.0	abcde
BIOT-763.441	68.5	abcde
Canchan	63.0	abcdef
BIOT-725.047	59.0	abcdef
BIOT-871.043	57.0	abcdef
BIOT-686.019	56.5	abcdef
BIOT-721.074	52.5	bcdef
BIOT-721.245	52.0	cdef
BIOT-682.042	49.5	cdef
BIOT-507.312	48.0	cdef
BIOT-763.051	45.5	def
BIOT-751.021	45.0	def
BIOT-633.294	42.5	ef
BIOT-721.038	42.5	ef
BIOT-747.056	41.5	ef
Yungay	41.5	ef
BIOT-507.311	30.0	f

Continua ...

viene ...

BIOT-721.036	30.0	f
BIOT-721.163	30.0	f
BIOT-721.286	30.0	f
BIOT-725.050	30.0	f
BIOT-735.105	30.0	f
BIOT-751.025	30.0	f
BIOT-764.006	30.0	f
BIOT-767.014	30.0	f
BIOT-787.011	30.0	f

Los resultados muestran que a la etapa de postcosecha la variedad comercial Qompis y serranita fueron los más rankeados seguido por los clones BIOT-725.024, BIOT-725.067, BIOT-637.001 y el clon BIOT-609.247 (**Ver Figura 10**).

Figura 11: Mejores clones seleccionados en almacenamiento.



Serranita



BIOT-725.024



BIOT-637.001

Evaluación organoléptica en campo: apariencia, sabor y textura de las muestras cocinadas por clon y las variedades control.

En la adopción de una nueva variedad de papa influirán directamente los rasgos de preferencia basados en la culinaria local y el desempeño de los clones a la hora de evaluar sus propiedades organolépticas.

En esta evaluación organoléptica se contó con total de 30 participantes, de los cuales 18 fueron hombres y 12 mujeres que representan el (60%) y (40%) respectivamente del total de participantes.

Cada panelista probó un pedazo de papa para poder percibir tanto la textura como el sabor y evaluarlo según su criterio. Después de evaluar un clon, cada panelista tenía que beber agua para remover los sabores y/o restos del clon anterior.

El análisis de componentes principales (ACP) fue utilizado para analizar los datos obtenido de las pruebas organolépticas realizadas en campo, previa limpieza de datos. El ACP es una metodología multivariada que permite reducir la dimensionalidad de las variables originales, tratando de explicar la mayor parte de la variabilidad total, con la selección del menor número posible de componentes principales. La matriz de datos $X_{34,1}$ de orden $(n \times p)$ que corresponde a seleccionar 34 clones y a los cuales fueron evaluados en la localidad de Leoqpata considerándose las variables de sabor, textura y apariencia.

En la figura 11, se puede observar que el CP1 calculado determina el 75.1 % de la variabilidad de los datos y junto con el CP2 determinan el 17.9 % de la variabilidad de los datos; con un acumulado de 93 % de la variabilidad total observada. En los

cuadrantes I y II del biplot se encuentran los clones biofortificados que mostraron mayor preferencia por los agricultores en la localidad de Leoqpata en función del sabor, textura y apariencia del tubérculo después la cocción. Siendo BIOT-721.245, BIOT-721.074, BIOT-633.294, BIOT-609.247, BIOT-725.047, BIOT-637.001, BIOT-751.025, BIOT-735.105 los clones que más contribuyeron en forma positiva al componente 1, seguidas por BIOT-763.051, BIOT-763.441, BIOT-764.006, BIOT-721.038, BIOT-787.011, Yungay, BIOT-686.019, BIOT-621.069 y por último el clon BIOT-751.021.

El segundo componente contribuyó solamente con el 17,9% de la varianza total y dentro de él los clones que más contribuyeron en forma positiva fueron BIOT-747.056, BIOT-787.011, BIOT-637.089, Canchan y BIOT-725.050.

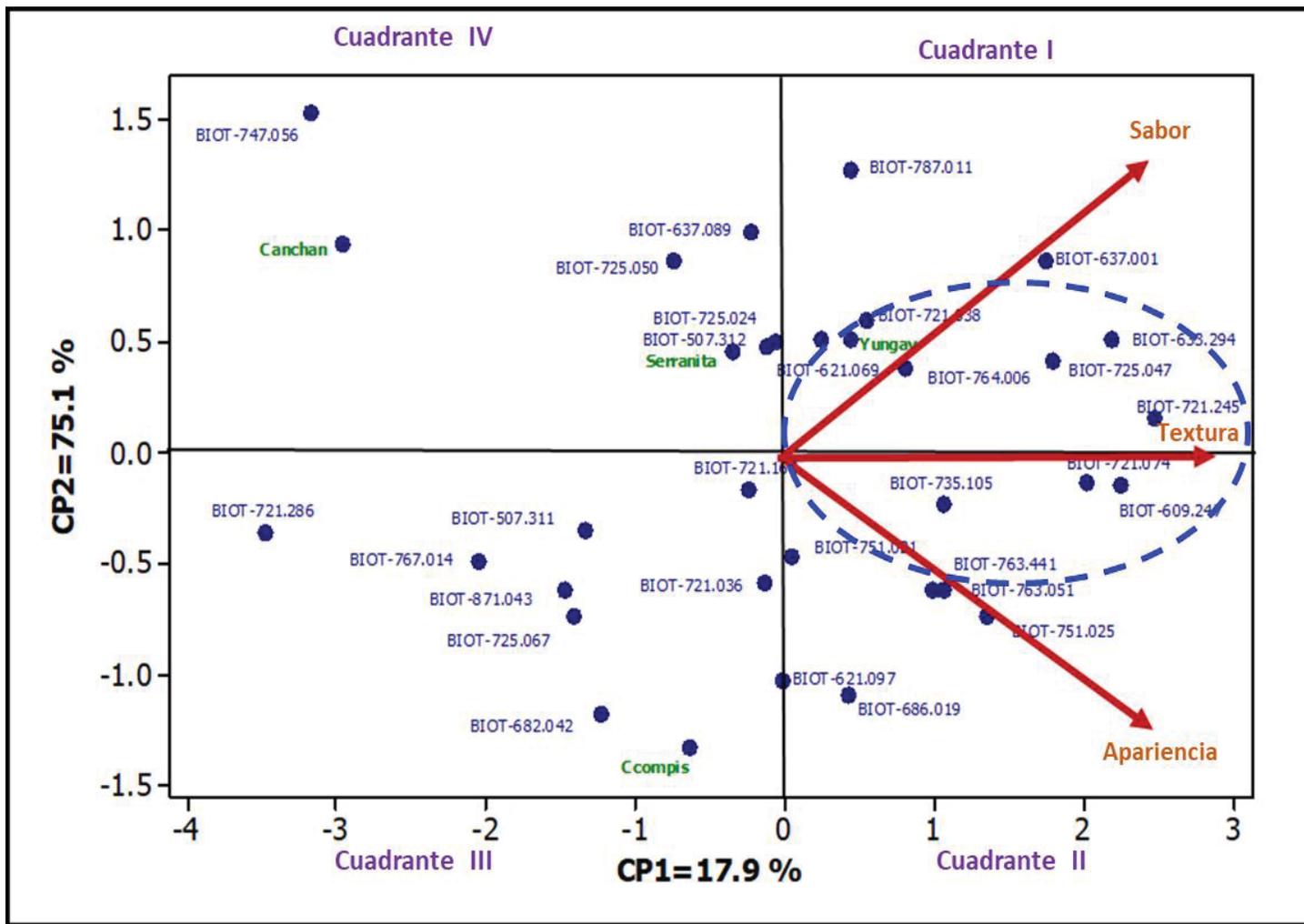


Figura 11: Grafica AMMI para análisis de componentes principales de las pruebas organolépticas considerando textura, sabor y apariencia.

6.2 Análisis de los resultados de los componentes de rendimiento con criterios de selección del mejorador

Análisis de las variables de la fase vegetativa

Uniformidad de Planta.

Los datos fueron colectados a los 45 días después de la siembra, la evaluación se realizó usando una escala de 1 a 9. La mediana observada en el experimento de prueba fue de 5 con un valor mínimo y máximo observado de 3 y 9 grados respectivamente. La prueba de comparación no paramétrica de Friedman al $\alpha < 0.05$ de probabilidad mostro diferencias estadísticas altamente significativas entre los genotipos ($p.F=0.0001$) (**Ver anexo 15**).

En la **Tabla 23**, se observan las medianas de la uniformidad de planta obtenidos y los 8 grupos formados los cuales son estadísticamente diferentes. En el primer grupo encontramos 12 clones biofortificados similares estadísticamente a los clones comerciales Qompis y Yungay con grados de uniformidad de planta de 9 a 5, es decir, que las plantas en términos generales son homogéneas o uniformes con 75% a 100% de plantas con la misma altura y buen vigor. Mientras que 16 clones biofortificados junto a la variedad testigo Canchan se encuentran en el último grupo estadístico con un grado de uniformidad de planta de 5 a 3, es decir, que las plantas muestran un vigor y altura de planta intermedio a heterogéneos.

Tabla 23: Resultados de comparaciones de uniformidad de planta con la prueba no paramétrica de Friedman.

Código de clones	Repetición	Mediana	Suma de rangos	Grupos
BIOT-609.247	3	7	90.5	a
BIOT-633.294	3	7	90.5	a
Qompis	3	7	84.5	ab
BIOT-751.021	3	7	84.5	ab
Yungay	3	9	82.0	abc
BIOT-621.097	3	7	74.5	abcd
BIOT-721.038	3	7	74.5	abcd
BIOT-621.069	3	7	72.5	abcd
BIOT-725.024	3	7	72.5	abcd
BIOT-725.067	3	7	70.5	abcde
BIOT-721.245	3	7	61.0	abcde
BIOT-682.042	3	5	60.5	abcdef
BIOT-725.050	3	5	60.5	abcdef
BIOT-721.286	3	5	58.5	abcdefg
BIOT-507.311	3	5	51.5	bcdefg
Serranita	3	5	51.5	bcdefg
BIOT-767.014	3	5	49.5	cdefg
BIOT-507.312	3	5	48.5	cdefgh
BIOT-686.019	3	5	48.5	cdefgh
BIOT-721.163	3	5	48.5	cdefgh
BIOT-725.047	3	5	48.5	cdefgh
BIOT-637.001	3	5	47.0	defgh
BIOT-871.043	3	5	47.0	defgh
BIOT-721.074	3	5	37.5	efgh
BIOT-747.056	3	5	37.5	efgh
BIOT-787.011	3	5	37.5	efgh
BIOT-763.051	3	5	37.0	efgh
BIOT-764.006	3	5	37.0	efgh
BIOT-637.089	3	3	26.0	fgh
BIOT-735.105	3	3	26.0	fgh
BIOT-721.036	3	3	25.5	gh
BIOT-751.025	3	3	14.5	h
BIOT-763.441	3	3	14.5	h
Canchan	3	3	14.5	h

Vigor de Planta.

En esta investigación, los datos fueron colectados a los 45 días después de la siembra, la evaluación se realizó usando una escala de 1 a 9. La mediana observada en el experimento de prueba fue de 5 con un valor mínimo y máximo observado de 3 y 9 grados respectivamente. La prueba de comparación no paramétrica de Friedman al $\alpha < 0.05$ de probabilidad mostro diferencias estadísticas altamente significativas entre los genotipos ($p.F=0.0001$) (**Ver anexo 15**)

En la **Tabla 24** se observan las medianas del vigor de planta obtenidos y los 7 grupos formados los cuales son estadísticamente diferentes. En el primer grupo encontramos 16 clones biofortificados los cuales son los mejores y que estadísticamente son iguales o similares a los clones comerciales Qompis, Yungay, Serranita con grados de vigor de planta de 5, 7 y 9, es decir, que las plantas en términos generales, el 75% al 100% de las plantas tienen buen tamaño de planta, 50cm a 70cm, robustas con follaje verde, tallos gruesos y hojas bien desarrolladas. Mientras que 11 clones biofortificados junto con la variedad comercial Canchan se encuentran en el último grupo estadístico con grados de vigor de planta de 5 a 3 es decir que las plantas muestran un vigor de planta intermedio (normal) y débil con alturas de 20 a 30 cm, pocas hojas y tallos muy delgados.

Tabla 24: Resultados de comparaciones de vigor de planta con la prueba no paramétrica de Friedman.

Código de clones	Repetición	Mediana	Suma de rangos	Grupos
BIOT-609.247	3	7	87.5	a
BIOT-633.294	3	7	87.5	a
Qompis	3	7	81.5	a
BIOT-751.021	3	7	81.5	a
BIOT-621.097	3	7	79.5	ab
Yungay	3	9	78.0	ab
BIOT-721.038	3	7	71.0	abc
Serranita	3	7	71.0	abc
BIOT-621.069	3	7	68.0	abc
BIOT-721.245	3	7	68.0	abc
BIOT-725.024	3	7	68.0	abc
BIOT-871.043	3	7	68.0	abc
BIOT-767.014	3	7	60.0	abcd
BIOT-682.042	3	5	57.5	abcd
BIOT-725.047	3	5	57.5	abcd
BIOT-725.050	3	5	56.5	abcde
BIOT-637.001	3	5	53.5	abcdef
BIOT-721.286	3	5	53.5	abcdef
BIOT-725.067	3	5	53.5	abcdef
BIOT-507.311	3	5	46.5	bcdef
BIOT-721.074	3	5	46.5	bcdef
BIOT-747.056	3	5	46.5	bcdef
BIOT-507.312	3	5	43.0	cdefg
BIOT-686.019	3	5	43.0	cdefg
BIOT-721.163	3	5	43.0	cdefg
BIOT-751.025	3	5	32.0	defg
BIOT-787.011	3	5	32.0	defg
Canchan	3	5	32.0	defg
BIOT-763.051	3	5	31.0	defg
BIOT-637.089	3	3	22.5	efg
BIOT-721.036	3	3	22.5	efg
BIOT-735.105	3	3	20.0	fg
BIOT-763.441	3	3	11.5	g
BIOT-764.006	3	3	11.5	g

Grado de floración

De acuerdo a la opinión de los agricultores de la localidad de Tamborpucjio, se sabe que la inflorescencia es un factor negativo para el rendimiento ya que a mayor floración disminuye el rendimiento, sin embargo, no se encontró referencias científicas al respecto.

En esta investigación, los datos fueron colectados a los 60 días después de la siembra, la evaluación se realizó usando una escala de 0 a 7. La mediana observada en el experimento de prueba fue de 5 con un valor mínimo y máximo observado de 3 y 7 grados respectivamente. La prueba de comparación no paramétrica de Friedman al $\alpha < 0.05$ de probabilidad mostro diferencias estadísticas altamente significativas entre los genotipos ($pF=0.0001$) (**Ver anexo 15**)

En la **Tabla 25** se observan las medianas del grado de floración obtenidos y los 8 grupos formados los cuales son estadísticamente diferentes. En el primer grupo encontramos 16 clones biofortificados los cuales son estadísticamente similares a los clones comerciales Qompis y Serranita con grado de floración 7 es decir que presentaron una floración profusa con 20 a más flores por inflorescencia. Mientras que 9 clones biofortificados junto con la variedad comercial Canchan se encuentran el en último grupo estadístico con grados de floración de 0 a 3, es decir, se encontraron clones sin inflorescencia y en el grado 3 clones con floración escasa con presencia de 2 a 3 flores por inflorescencia.

Tabla 25: Resultados de comparaciones de grado de floración con la prueba no paramétrica de Friedman.

Código de clones	Repetición	Mediana	Suma de rangos	Grupos
Qompis	3	7	77.5	a
BIOT-507.312	3	7	77.5	a
BIOT-609.247	3	7	77.5	a
BIOT-633.294	3	7	77.5	a
BIOT-721.038	3	7	77.5	a
BIOT-725.024	3	7	77.5	a
BIOT-725.047	3	7	77.5	a
BIOT-725.050	3	7	77.5	a
BIOT-747.056	3	7	77.5	a
BIOT-763.441	3	7	77.5	a
BIOT-787.011	3	7	77.5	a
Serranita	3	7	77.5	a
BIOT-637.089	3	7	66.0	ab
BIOT-767.014	3	7	66.0	ab
BIOT-507.311	3	7	64.5	ab
BIOT-686.019	3	7	64.5	ab
BIOT-721.074	3	7	64.5	ab
BIOT-721.245	3	7	64.5	ab
BIOT-721.286	3	5	53.0	bc
Yungay	3	5	53.0	bc
BIOT-637.001	3	5	51.5	bc
BIOT-871.043	3	5	46.0	bcd
BIOT-751.025	3	5	40.0	cde
BIOT-721.163	3	5	35.5	cdef
BIOT-721.036	3	5	33.0	cdefg
BIOT-725.067	3	3	28.5	defgh
BIOT-735.105	3	3	21.5	efgh
BIOT-751.021	3	3	21.0	efgh
BIOT-763.051	3	3	20.0	efgh
BIOT-621.069	3	3	17.0	fgh
BIOT-764.006	3	3	17.0	fgh
BIOT-621.097	3	0	13.0	gh
BIOT-682.042	3	0	7.5	h
Canchan	3	0	7.5	h

Número de tallos por planta (SNPP)

La evaluación del número de tallos, en el trabajo de investigación, se realizó a los 90 días después de la siembra; se contaron 10 plantas por tratamiento y por repetición. En nuestro estudio el número de tallos por planta en promedio de todos los genotipos fue de 6 ± 0.85 con un rango que fluctuó de 7 a 4 tallos por planta.

Un análisis de Shapiro y Wilk (1965) fue realizado mostrando que los errores de los datos del número de tallos por planta se distribuyen de forma normal, **ver Anexo 16**. Para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos un análisis de varianza (ANVA) fue realizado. En la **Tabla 26**, se puede observar que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, lo que indica que el número de tallos por planta es diferente entre los genotipos.

El coeficiente de variación observado para esta variable fue de 15.1 % indicando que se tuvo un buen grado de precisión al tomar los datos dentro de este experimento. Mientras que el coeficiente de determinación 0.62 indica que se ajusta al modelo aditivo lineal utilizado.

Tabla 26: Análisis de Varianza para el número de tallos por planta.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor P	Sig.
Tratamientos	33	72.65	2.20	3.177	0.00	**
Bloques	2	1.57	0.79	1.136	0.33	NS
Error	66	45.74	0.69			
Total	101	119.96				
CV (%)		15.1				
Promedio		5.69				
r ²		0.62				

r² Coeficiente de determinación del modelo.

NS, **, *: No significativo, Significativo al 1 y 5 %, respectivamente.

La prueba de rango múltiple de Waller- Duncan al 5% tal como se muestra en la **Tabla 27** indica que no existen diferencias significativas entre los genotipos BIOT-633.294, BIOT-686.019, BIOT-725.024, BIOT-787.011, Qompis, BIOT-609.247, BIOT-763.051, BIOT-747.056, BIOT-621.097, BIOT-721.038, Yungay, BIOT-767.014, BIOT-507.311 y BIOT-763.441 los que alcanzaron un promedio de 7.20, 7.03, 6.90, 6.90, 6.67, 6.57, 6.53, 6.53, 6.50, 6.37, 6.27, 6.07, 5.77 y 5.73 tallos por planta; siendo el genotipo BIOT-633.294 el que supero en número de tallos promedio a los demás genotipos en estudio.

Además, en la misma tabla podemos observar que no hay diferencias entre los genotipos BIOT-764.006, BIOT-751.021, BIOT-735.105, Serranita, BIOT-637.001, BIOT-751.025, BIOT-682.042, BIOT-637.089, BIOT-721.163, BIOT-721.036 y BIOT-721.074 los cuales mostraron los menores números de tallos por planta con valores promedio de 5.30, 5.23, 5.23, 5.20, 4.87, 4.83, 4.73, 4.43, 4.40, 4.00 y 3.93 respectivamente.

Tabla 27: Prueba múltiple de Waller- Duncan para el número de tallos por planta.

Código de clones	Repetición	Promedio	Test Duncan
BIOT-633.294	3	7.20	a
BIOT-686.019	3	7.03	ab
BIOT-725.024	3	6.90	abc
BIOT-787.011	3	6.90	abc
Qompis	3	6.67	abcd
BIOT-609.247	3	6.57	abcd
BIOT-763.051	3	6.53	abcd
BIOT-747.056	3	6.53	abcd
BIOT-621.097	3	6.50	abcd
BIOT-721.038	3	6.37	abcd
Yungay	3	6.27	abcde
BIOT-767.014	3	6.07	abcdef
BIOT-507.311	3	5.77	abcdefg
BIOT-763.441	3	5.73	abcdefg
BIOT-721.286	3	5.70	bcdefg
Canchan	3	5.67	bcdefg
BIOT-725.067	3	5.63	bcdefg
BIOT-721.245	3	5.60	bcdefg
BIOT-507.312	3	5.60	bcdefg
BIOT-621.069	3	5.57	bcdefg
BIOT-871.043	3	5.57	bcdefg
BIOT-725.050	3	5.53	cdefg
BIOT-725.047	3	5.43	cdefgh
BIOT-764.006	3	5.30	defghi
BIOT-751.021	3	5.23	defghi
BIOT-735.105	3	5.23	defghi
Serranita	3	5.20	defghi
BIOT-637.001	3	4.87	efghi
BIOT-751.025	3	4.83	efghi
BIOT-682.042	3	4.73	fghi
BIOT-637.089	3	4.43	ghi
BIOT-721.163	3	4.40	ghi
BIOT-721.036	3	4.00	hi
BIOT-721.074	3	3.93	i

Altura de planta

Tapia y Fries (2007) indican que la planta de papa es de tipo herbáceo, cuyo tamaño varía de 0.30 m a 1.00 m de alto, según las variedades, con un crecimiento erecto o semierecto.

En este trabajo de investigación, la evaluación de la altura de planta se realizó a los 90 días después de la siembra; se midieron 10 plantas por tratamiento y por repetición. La altura de planta en promedio de todos los genotipos fue de 44.14 ± 0.85 cm, con un rango que fluctuó de 24 y 68 cm de altura.

Un análisis de Shapiro fue realizado mostrando que los errores de los datos de altura de planta los cuales se distribuyen de forma normal, **Ver anexo 17**. Para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos un análisis de varianza (ANVA) fue realizado. En la **Tabla 28**, se puede observar que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, lo que indica que la altura de planta es diferente entre los genotipos.

El coeficiente de variación observado para esta variable fue de 21.61 % indicando que se tuvo un buen grado de precisión al tomar los datos dentro de este experimento. Mientras que el coeficiente de determinación 0.82 indica que se ajusta al modelo aditivo lineal utilizado.

Tabla 28: Análisis de Varianza para Altura de Planta.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor P	Sig.
Tratamientos	33	9010.99	273.06	9.07	0.00	**
Bloques	2	162.86	81.43	2.70	0.07	NS
Error	66	1987.43	30.11			
Total	101	11161.28				
CV (%)		21.61				
Promedio		44.14				
r ²		0.82				

r² Coeficiente de determinación del modelo.

NS, **, *. No significativo, Significativo al 1 y 5 %, respectivamente.

La prueba de rango múltiple de Waller – Duncan al 5% tal como se muestra en la **Tabla 29** indica que no existen diferencias significativas entre las variedades testigo Qompis y Yungay los que alcanzaron un promedio de 67.77 y 63.17 cm de altura respectivamente siendo la variedad testigo Qompis el que supero en altura de planta promedio a los demás genotipos en estudio.

Asimismo, no hay diferencias estadísticas entre las variedades testigo Yungay, Serranita y el genotipo biofortificado BIOT-609.247; pero la variedad testigo Yungay supera estadísticamente en la altura de planta a los híbridos BIOT-721.038, BIOT-725.024, BIOT-621.097, BIOT-637.001 y a los demás 26 genotipos en estudio.

Además, en la misma tabla podemos observar que no hay diferencias entre la variedad testigo Canchan y los genotipos biofortificados BIOT-751.021, BIOT-682.042 y BIOT-764.006 los cuales mostraron valores menores en altura de planta con promedios de 31.37, 31.17, 31.17 y 23.93 cm respectivamente.

Tabla 29: Prueba de comparación Múltiple de Waller-Duncan para la variable altura de planta.

Código de clones	Repetición	Promedio	Test Duncan
Qompis	3	67.77	a
Yungay	3	63.17	ab
Serranita	3	57.10	bc
BIOT-609.247	3	56.40	bcd
BIOT-721.038	3	54.73	cde
BIOT-725.024	3	54.03	cdef
BIOT-621.097	3	49.23	cdefg
BIOT-637.001	3	49.20	cdefgh
BIOT-721.245	3	48.60	defgh
BIOT-725.050	3	48.53	defgh
BIOT-633.294	3	48.10	defgh
BIOT-621.069	3	48.07	defgh
BIOT-747.056	3	47.73	efgh
BIOT-507.312	3	46.97	efghi
BIOT-507.311	3	46.33	fghi
BIOT-725.047	3	46.00	fghi
BIOT-721.163	3	44.87	ghi
BIOT-787.011	3	43.93	ghij
BIOT-721.286	3	43.17	ghijk
BIOT-751.025	3	42.30	ghijkl
BIOT-871.043	3	41.57	ghijkl
BIOT-721.074	3	41.17	ghijkl
BIOT-721.036	3	40.83	hijkl
BIOT-763.051	3	39.07	ijklm
BIOT-686.019	3	38.67	ijklm
BIOT-735.105	3	35.63	jklm
BIOT-725.067	3	35.40	klm
BIOT-767.014	3	35.23	klm
BIOT-763.441	3	34.90	klm
BIOT-637.089	3	34.37	lm
Canchan	3	31.37	mn
BIOT-751.021	3	31.17	mn
BIOT-682.042	3	31.17	mn
BIOT-764.006	3	23.93	n

Análisis de los resultados de las variables de la fase cosecha

Largo de estolones

INIA (2002) 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. Egusquiza (2000), el número y longitud de estolones depende de la variedad, de las condiciones ambientales y del número total de tallos por semilla. Las condiciones ambientales (suelo, clima), favorecen el crecimiento de estolones.

Los datos fueron colectados al momento de la cosecha, la evaluación se realizó usando una escala de 1 a 9. La mediana observada en el experimento de prueba fue de 3 con un valor mínimo y máximo observado de 1 y 7 grados respectivamente. La prueba de comparación no paramétrica de Friedman al $\alpha < 0.05$ de probabilidad mostro diferencias estadísticas altamente significativas entre los genotipos ($p.F=0.000$) (**Ver anexo 15**)

En la **Tabla 30** se observan las medianas de longitud de estolones obtenidos y los 7 grupos formados los cuales son estadísticamente diferentes. En el primer grupo encontramos 5 clones biofortificados similares estadísticamente al clon comercial Yungay con grados de 3, 5 y 7 es decir, que presentaron longitudes de estolón menores a < 40 cm, < 60 cm y < 80 cm respectivamente. Mientras que 12 clones biofortificados junto a los clones Testigo Qompis y Canchan se encuentran en el último grupo estadístico con grados de longitud de estolón de 1 y 3 es decir que presentaron longitudes menores a < 20 cm y < 40 cm de largo respectivamente.

Tabla 30: Resultados de comparaciones de largo de estolones con la prueba no paramétrica de Friedman.

Código de clones	N	Mediana	Suma de rangos	Grupos
Yungay	3	7	99.50	a
BIOT-725.047	3	7	97.00	ab
BIOT-725.024	3	5	80.50	abc
BIOT-721.038	3	5	78.50	abc
BIOT-721.074	3	3	73.00	abcd
BIOT-721.245	3	3	73.00	abcd
BIOT-507.311	3	3	68.50	bcde
BIOT-767.014	3	3	68.50	bcde
BIOT-507.312	3	3	68.00	bcde
BIOT-721.036	3	3	68.00	bcde
BIOT-725.050	3	3	68.00	bcde
BIOT-621.069	3	3	56.00	cdef
BIOT-686.019	3	3	56.00	cdef
BIOT-721.163	3	3	56.00	cdef
BIOT-721.286	3	3	56.00	cdef
BIOT-747.056	3	3	56.00	cdef
BIOT-763.051	3	3	56.00	cdef
BIOT-787.011	3	3	56.00	cdef
Serranita	3	3	56.00	cdef
BIOT-637.089	3	3	53.50	cdef
BIOT-633.294	3	3	43.50	defg
Qompis	3	3	41.50	efg
BIOT-609.247	3	3	41.50	efg
BIOT-751.025	3	3	41.50	efg
BIOT-725.067	3	3	41.00	efg
BIOT-735.105	3	3	41.00	efg
BIOT-751.021	3	3	41.00	efg
BIOT-637.001	3	1	28.50	fg
BIOT-763.441	3	1	26.50	fg
BIOT-764.006	3	1	26.50	fg
BIOT-871.043	3	1	26.50	fg
BIOT-621.097	3	1	14.00	g
BIOT-682.042	3	1	14.00	g
Canchan	3	1	14.00	g

Apariencia del tubérculo

Los datos fueron colectados a la cosecha, la evaluación se realizó usando una escala de 1 a 9. La mediana observada en el experimento de prueba fue de 5 con un valor mínimo y máximo observado de 3 y 7 grados respectivamente. La prueba de comparación no paramétrica de Friedman al $\alpha < 0.05$ de probabilidad mostro diferencias estadísticas altamente significativas entre los genotipos (p.F=0.000) (**Ver anexo 15**)

En la **Tabla 31** se observan medianas de apariencia de tubérculo, obtenidos y los 5 grupos formados los cuales son estadísticamente diferentes. En el primer grupo encontramos 16 clones biofortificados similares estadísticamente a los clones testigo Qompis, Yungay, Serranita y Canchan con grados de apariencia de tubérculo de 5 y 7, es decir en estado regular y bueno con rendimiento intermedio a bueno tubérculos uniformes y tamaños uniformes. Mientras que 10 clones biofortificados se encuentran en el último grupo estadístico con grados de apariencia de tubérculo de 3 es decir en estado de apariencia pobre con bajo rendimiento tubérculos deformes y tamaño desuniforme.

Tabla 31: Resultados de comparaciones de apariencia de tubérculo con la prueba no paramétrica de Friedman.

Código de clones	Repetición	Mediana	Suma de rangos	Grupos
Qompis	3	7	86.0	a
BIOT-751.025	3	7	85.5	a
Yungay	3	7	85.5	a
BIOT-721.036	3	5	75.0	ab
BIOT-609.247	3	5	74.5	abc
Serranita	3	5	74.5	abc
BIOT-637.001	3	5	73.5	abc
BIOT-621.069	3	5	62.5	abc
BIOT-621.097	3	5	62.5	abc
BIOT-721.074	3	5	62.5	abc
BIOT-721.163	3	5	62.5	abc
BIOT-725.024	3	5	62.5	abc
BIOT-725.047	3	5	62.5	abc
BIOT-725.050	3	5	62.5	abc
BIOT-725.067	3	5	62.5	abc
BIOT-767.014	3	5	62.5	abc
BIOT-787.011	3	5	62.5	abc
BIOT-871.043	3	5	62.5	abc
Canchan	3	5	62.5	abc
BIOT-747.056	3	5	58.5	abcd
BIOT-507.312	3	5	48.0	bcd
BIOT-721.038	3	5	48.0	bcd
BIOT-751.021	3	5	48.0	bcd
BIOT-721.245	3	5	46.5	cd
BIOT-637.089	3	3	33.5	de
BIOT-686.019	3	3	33.5	de
BIOT-721.286	3	3	33.5	de
BIOT-763.051	3	3	32.0	de
BIOT-507.311	3	3	17.5	e
BIOT-633.294	3	3	17.5	e
BIOT-735.105	3	3	17.5	e
BIOT-763.441	3	3	17.5	e
BIOT-764.006	3	3	17.5	e
BIOT-682.042	3	3	11.5	e

Uniformidad del tubérculo

Los datos fueron colectados a la cosecha, la evaluación se realizó usando una escala de 1 a 9. La mediana observada en el experimento de prueba fue de 5 con un valor mínimo y máximo observado de 5 y 7 grados respectivamente. La prueba de comparación no paramétrica de Friedman al 0.05 de probabilidad no mostro diferencias significativas tal como se muestra en el **anexo 15**.

Sin embargo, la mediana de los clones en estudio revela que el clon BIOT-764.006 presenta una mediana de 7 lo que indica que presento tubérculos con estado uniforme, solo presento 2 tamaños con un tamaño predominante, Mientras que los 33 clones en estudio todos presentaron una mediana de 5 con estado intermedio de uniformidad, es decir hubo 2 o 3 tamaños de tubérculo, pero con un tamaño predominante.

Tamaño del tubérculo

De acuerdo a Shayanowako, et al (2015), a mayor densidad de tallos, los tubérculos producidos serán más pequeños (minitubérculos) que a bajas densidades de tallos.

Los datos fueron colectados al momento de la cosecha, la evaluación se realizó usando una escala de 1 a 9. La mediana observada en el experimento de prueba fue de 4 con un valor mínimo y máximo observado de 1 y 7 grados respectivamente. La prueba de comparación no paramétrica de Friedman al $\alpha < 0.05$ de probabilidad mostro diferencias estadísticas altamente significativas entre los genotipos (p.F=0.000) (**Ver anexo 15**)

En la **Tabla 32** se observan las medianas de tamaño del tubérculo obtenidos y los 6 grupos formados los cuales son estadísticamente diferentes. En el primer grupo

encontramos 8 clones biofortificados similares estadísticamente a los clones testigo Serranita, Yungay, Qompis y Canchan con grados de 5 y 7 es decir que presentaron tamaños de mediano a grande es decir entre 4 a 6 cm y de 6 a 9 cm. Mientras que 12 clones biofortificados se encuentran en el último grupo estadístico donde, 10 clones biofortificados muestran la escala 3 es decir tubérculos pequeños (entre 2 a 4 cm de diámetro) y los clones BIOT-735.105 y BIOT-764.006 mostraron escala de 1 es decir la mayoría de los tubérculos son muy pequeños (<2cm).

Tabla 32: Resultados de comparaciones de tamaño de tubérculo con la prueba no paramétrica de Friedman.

Código de clones	Repetición	Mediana	Suma de rangos	Grupos
BIOT-871.043	3	7	93.0	a
BIOT-751.025	3	7	90.5	a
Serranita	3	5	82.5	ab
Yungay	3	5	82.5	ab
Qompis	3	5	75.0	ab
BIOT-609.247	3	5	75.0	ab
BIOT-637.001	3	5	75.0	ab
BIOT-721.036	3	5	75.0	ab
BIOT-721.074	3	5	75.0	ab
BIOT-725.067	3	5	75.0	ab
BIOT-787.011	3	5	75.0	ab
Canchan	3	5	75.0	ab
BIOT-721.286	3	5	60.5	bc
BIOT-725.050	3	5	60.5	Bc
BIOT-751.021	3	5	60.5	bc
BIOT-767.014	3	5	60.5	bc
BIOT-747.056	3	5	58.5	bc
BIOT-621.069	3	3	46.0	cd
BIOT-637.089	3	3	46.0	cd
BIOT-686.019	3	3	46.0	cd
BIOT-725.024	3	3	46.0	cd

Continúa ...

viene ...	BIOT-721.163	3	3	44.0	cde
	BIOT-507.311	3	3	29.5	def
	BIOT-621.097	3	3	29.5	def
	BIOT-633.294	3	3	29.5	def
	BIOT-682.042	3	3	29.5	def
	BIOT-721.038	3	3	29.5	def
	BIOT-721.245	3	3	29.5	def
	BIOT-725.047	3	3	29.5	def
	BIOT-763.051	3	3	29.5	def
	BIOT-763.441	3	3	29.5	def
	BIOT-507.312	3	3	20.5	ef
	BIOT-735.105	3	1	11.0	f
	BIOT-764.006	3	1	11.0	f

Número de tubérculos comerciales por parcela.

Esta evaluación se realizó al momento de la cosecha; se contaron todos los tubérculos comerciales por tratamiento y por repetición. En nuestro estudio el número de tubérculos comerciales por parcela en promedio de todos los genotipos fue de 397.23 ± 99.49 con un rango de 188 a 643 tubérculos comerciales por parcela.

El análisis de Shapiro fue realizado mostrando que los errores de los datos del número de tubérculos comerciales por parcela se distribuyen de forma normal, **Ver anexo 18**. Para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos un análisis de varianza (ANVA) fue realizado. En la **Tabla 33**, se puede observar que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, lo que indica que el número de tubérculos comerciales por parcela es diferente entre los genotipos.

El coeficiente de variación observado para esta variable fue de 25.05 % indicando que se tuvo un buen grado de precisión al tomar los datos dentro de este experimento. Mientras que el coeficiente de determinación 0.64 indica que se ajusta al modelo aditivo lineal utilizado.

Tabla 33: Análisis de Varianza para número de tubérculos comerciales por parcela.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor P	Sig.
Tratamientos	33	979965.15	29695.91	3.51	0.00	**
Bloques	2	8580.31	4290.16	0.51	0.60	NS
Error	66	557698.35	8449.98			
Total	101	1546243.81				
CV (%)		25.05				
Promedio		397.23				
r ²		0.64				

r² Coeficiente de determinación del modelo.

NS, **, *: No Significativo, Significativo al 1 y 5 %, respectivamente.

La prueba de rango múltiple de Waller- Duncan al 5% tal como se muestra en la **Tabla 34** indica que no existen diferencias significativas entre los genotipos BIOT-686.019, BIOT-725.050, BIOT-725.024, BIOT-721.245, BIOT-621.097, BIOT-609.247 y la variedad testigo Qompis los que alcanzaron un promedio de 643.00, 555.33, 526.33, 515.33, 495.33, 488.33 y 486.00 número de tubérculos comerciales respectivamente siendo el genotipo BIOT-686.019 el que supero en número de tubérculos comerciales a los demás genotipos en estudio.

Además se puede observar en la misma tabla que no hay diferencias entre los genotipos BIOT-725.067, BIOT-721.036, BIOT-507.311, BIOT-721.074, BIOT-721.286, BIOT-751.025, Serranita, BIOT-682.042, BIOT-637.089 y Canchan los cuales son los genotipos que mostraron menor número de tubérculos comerciales

por parcela con valores promedio de 344.00, 333.33, 318.33, 311.33, 281.33, 272.67, 263.00, 258.33, 233.67 y 188.00 respectivamente.

Tabla 34: Prueba de Comparación Múltiple de Waller- Duncan para número de tubérculos comerciales por parcela.

Código de clones	Repetición	Promedio	Test Duncan
BIOT-686.019	3	643.00	a
BIOT-725.050	3	555.33	ab
BIOT-725.024	3	526.33	abc
BIOT-721.245	3	515.33	abcd
BIOT-621.097	3	495.33	abcde
BIOT-609.247	3	488.33	abcdef
Qompis	3	486.00	abcdef
BIOT-507.312	3	466.33	bcdefg
BIOT-764.006	3	466.00	bcdefg
BIOT-621.069	3	448.67	bcdefg
BIOT-763.051	3	448.33	bcdefg
BIOT-633.294	3	444.67	bcdefg
Yungay	3	443.67	bcdefg
BIOT-721.163	3	434.00	bcdefgh
BIOT-725.047	3	422.33	bcdefghi
BIOT-767.014	3	411.33	bcdefghij
BIOT-637.001	3	406.00	bcdefghij
BIOT-735.105	3	390.00	cdefghijk
BIOT-747.056	3	387.00	cdefghijk
BIOT-751.021	3	382.67	cdefghijk
BIOT-721.038	3	371.00	cdefghijk
BIOT-787.011	3	364.33	defghijk
BIOT-763.441	3	356.00	efghijk
BIOT-871.043	3	349.67	efghijk
BIOT-725.067	3	344.00	efghijkl
BIOT-721.036	3	333.33	fghijkl
BIOT-507.311	3	318.33	ghijkl
BIOT-721.074	3	311.33	ghijkl
BIOT-721.286	3	281.33	hijkl
BIOT-751.025	3	272.67	ijkl
Serranita	3	263.00	ijkl
BIOT-682.042	3	258.33	ijkl
BIOT-637.089	3	233.67	kl
Canchan	3	188.00	l

Peso de tubérculos comerciales kg/parcela MTWP

Esta evaluación se realizó al momento de la cosecha; se pesaron todos los tubérculos comerciales por tratamiento y por repetición. En este estudio el peso de tubérculos comerciales por parcela en promedio de todos los genotipos fue de 20.85 ± 6.33 con un rango de 10.13 y 37.91 kg/parcela.

El análisis de Shapiro fue realizado mostrando que los errores de los datos de peso de tubérculos comerciales por parcela se distribuyen de forma normal **Ver anexo 19**. Para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos un análisis de varianza (ANVA) fue realizado. En la **Tabla 35**, se puede observar que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, lo que indica que el peso de tubérculos comerciales por parcela es diferente entre los genotipos.

El coeficiente de variación observado para esta variable fue de 30.35% indicando que se tuvo un buen grado de precisión al tomar los datos dentro de este experimento.

Mientras que el coeficiente de determinación 0.76 indica que se ajusta al modelo aditivo lineal utilizado.

Tabla 35: Análisis de Varianza para el peso de tubérculos comerciales por parcela.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor P	Sig.
Tratamientos	33	3962.95	120.09	6.27	0.00	**
Bloques	2	0.99	0.50	0.03	0.97	NS
Error	66	1264.70	19.16			
Total	101	5228.65				
CV (%)		30.35				
Promedio		20.85				
r ²		0.76				

r^2 Coeficiente de determinación del modelo.

NS, **, *: No Significativo, significativo al 1 y 5 %, respectivamente.

La prueba de rango múltiple de Waller- Duncan al 5% tal como se muestra en la **Tabla 36** indica que no existen diferencias significativas entre la variedad comercial Yungay, el clon biofortificado BIOT-609.247 y la variedad comercial Qompis; los que alcanzaron un promedio de 37.91, 33.14 y 31.24 kg de tubérculos comerciales por parcela respectivamente. Siendo la variedad comercial Yungay el que supero en peso de tubérculos comerciales por parcela a los demás genotipos en estudio.

Asimismo, no hay diferencias entre el genotipo biofortificado BIOT-609.247 la variedad comercial Qompis el genotipo biofortificado BIOT-725.050 la variedad comercial Serranita y el genotipo biofortificado BIOT-751.025; pero el genotipo biofortificado BIOT-609.247 supera estadísticamente en peso de tubérculos comerciales respecto a los demás genotipos en estudio.

Finalmente, en la misma tabla podemos observar que no hay diferencias entre la variedad comercial Canchan y los genotipos biofortificados: BIOT-763.441, BIOT-721.286, BIOT-507.311, BIOT-682.042, BIOT-764.006, BIOT-637.089 y BIOT-735.105; los cuales mostraron los menores pesos de tubérculos comerciales por parcela con valores promedio de 16.84, 16.16, 15.66, 13.27, 12.61, 11.60, 10.91 y 10.13 kg por parcela respectivamente.

Tabla 36: Prueba de comparación Múltiple de Waller- Duncan para peso de tubérculos comerciales por parcela.

Código de clones	Repetición	Promedio	Test Duncan
Yungay	3	37.91	a
BIOT-609.247	3	33.14	ab
Qompis	3	31.24	ab
BIOT-725.050	3	29.91	bc
Serranita	3	28.23	bcd
BIOT-751.025	3	26.87	bcde
BIOT-725.024	3	23.81	cdef
BIOT-747.056	3	23.78	cdef
BIOT-637.001	3	23.49	cdefg
BIOT-871.043	3	23.14	cdefg
BIOT-621.069	3	23.01	cdefgh
BIOT-787.011	3	22.95	defgh
BIOT-621.097	3	22.81	defgh
BIOT-767.014	3	21.55	defghi
BIOT-686.019	3	21.31	efghi
BIOT-721.245	3	21.15	efghi
BIOT-721.163	3	21.10	efghi
BIOT-725.047	3	20.81	efghi
BIOT-721.036	3	20.35	efghi
BIOT-751.021	3	19.13	fghij
BIOT-725.067	3	18.31	fghijk
BIOT-721.074	3	18.22	fghijk
BIOT-633.294	3	17.63	fghijkl
BIOT-763.051	3	17.36	fghijkl
BIOT-507.312	3	17.26	fghijkl
BIOT-721.038	3	17.25	fghijkl
Canchan	3	16.84	ghijklm
BIOT-763.441	3	16.16	hijklm
BIOT-721.286	3	15.66	ijklm
BIOT-507.311	3	13.27	jklm
BIOT-682.042	3	12.61	jklm
BIOT-764.006	3	11.60	klm
BIOT-637.089	3	10.91	lm
BIOT-735.105	3	10.13	m

Rendimiento de tubérculos comerciales ajustado t/ha MTTYA.

En este estudio el rendimiento de tubérculos comerciales en promedio de todos los genotipos fue de 27.78 ± 8.28 con un rango de 14.42 a 47.93 t/ha.

El análisis de Shapiro fue realizado mostrando que los errores de los datos de rendimiento de tubérculos comerciales se distribuyen de forma normal, **ver Anexo 20**. Para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos un análisis de varianza (ANVA) fue realizado. En la **Tabla 37**, se puede observar que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, lo que indica que el rendimiento de tubérculos comerciales es diferente entre los genotipos.

El coeficiente de variación observado para esta variable fue de 29.82% indicando que se tuvo un buen grado de precisión al tomar los datos dentro de este experimento. Mientras que el coeficiente de determinación 0.75 indica que se ajusta al modelo aditivo lineal utilizado.

Tabla 37: Análisis de Varianza para rendimiento de tubérculos comerciales.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor P	Sig.
Tratamientos	33	6791.21	205.79	6.08	0.00	**
Bloques	2	0.63	0.31	0.01	0.99	NS
Error	66	2234.78	33.86			
Total	101	9026.62				
CV (%)		29.82				
Promedio		27.78				
r ²		0.75				

r² Coeficiente de determinación del modelo.

NS, **, *: No Significativo, Significativo al 1 y 5 % respectivamente.

La prueba de rango múltiple de Waller- Duncan al 5% tal como muestra la **Tabla 38** indica que no existen diferencias significativas entre los genotipos Yungay, BIOT-

609.247, BIOT-751.025, Serranita, Qompis y BIOT-725.050 los que alcanzaron un promedio de rendimiento de tubérculos comerciales de 47.93, 43.88, 40.88, 40.05, 39.86 y 39.08 t/ha respectivamente siendo el genotipo Yungay el que supero en rendimiento de tubérculos comerciales a los demás genotipos en estudio además que no hay diferencias entre los genotipos BIOT-721.038, BIOT-763.051, BIOT-633.294, BIOT-763.441, BIOT-682.042, BIOT-507.311, BIOT-637.089, BIOT-764.006 y BIOT-735.105 los cuales son los genotipos que mostraron menor rendimiento de tubérculos comerciales con valores promedio de 22.70, 22.45, 21.76, 21.16, 16.66, 16.53, 15.49, 14.98 y 14.42 t/ha respectivamente.

Tabla 38: Prueba de comparación Múltiple de Waller- Duncan para rendimiento de tubérculos comerciales.

Código de Clones	Repetición	Promedio	Test Duncan
Yungay	3	47.93	a
BIOT-609.247	3	43.88	a
BIOT-751.025	3	40.88	ab
Serranita	3	40.05	abc
Qompis	3	39.86	abc
BIOT-725.050	3	39.08	abc
BIOT-637.001	3	32.64	bcd
BIOT-747.056	3	32.54	bcd
BIOT-725.024	3	31.24	cde
BIOT-621.069	3	29.84	def
BIOT-787.011	3	29.24	def
BIOT-871.043	3	29.17	def
BIOT-621.097	3	28.47	def
BIOT-686.019	3	28.30	def
BIOT-721.036	3	28.20	def
BIOT-767.014	3	27.47	def
BIOT-721.163	3	27.27	def
BIOT-721.245	3	26.74	def
Continua....	3	26.69	def

viene....

BIOT-721.286	3	25.63	defg
Canchan	3	25.25	defg
BIOT-721.074	3	24.68	defgh
BIOT-751.021	3	24.59	defgh
BIOT-725.067	3	24.52	defgh
BIOT-507.312	3	24.17	defghi
BIOT-721.038	3	22.70	efghij
BIOT-763.051	3	22.45	efghij
BIOT-633.294	3	21.76	fghij
BIOT-763.441	3	21.16	fghij
BIOT-682.042	3	16.66	ghij
BIOT-507.311	3	16.53	ghij
BIOT-637.089	3	15.49	hij
BIOT-764.006	3	14.98	ij
BIOT-735.105	3	14.42	j

Peso promedio de tubérculos comerciales g MATW

En el estudio, el peso de tubérculos comerciales de los genotipos en promedio fue de 55.59 ± 18.88 con un rango de 25.15 a 107.05 g.

El análisis de Shapiro fue realizado mostrando que los errores de los datos de peso de tubérculos comerciales se distribuyen de forma normal, **ver Anexo 21**. Para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos un análisis de varianza (ANVA) fue realizado. En la **Tabla 39**, se puede observar que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, lo que indica que el peso promedio de tubérculos comerciales por tratamiento es diferente entre los genotipos.

El coeficiente de variación observado para esta variable fue de 33.97% indicando que se tuvo un buen grado de precisión al tomar los datos dentro de este experimento. Mientras que el coeficiente de determinación 0.91 indica que se ajusta al modelo aditivo lineal utilizado.

Tabla 39: Análisis de Varianza para el peso promedio de tubérculos comerciales.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor P	Sig.
Tratamientos	33	35298.37	1069.65	19.72	0.00	**
Bloques	2	10.63	5.31	0.10	0.91	NS
Error	66	3579.94	54.24			
Total	101	38888.93				
CV (%)		33.97				
Promedio		55.59				
r ²		0.91				

r² Coeficiente de determinación del modelo.

NS, **, *: Significativo al 1 y 5 %, respectivamente.

La prueba de rango múltiple de Waller - Duncan al 5% tal como se muestra en la **Tabla 40** indica que no existen diferencias significativas entre la variedad comercial Serranita y el genotipo biofortificado BIOT-751.025 los que alcanzaron pesos promedio de tubérculos comerciales de 107.05 y 98.61 gr respectivamente siendo la variedad testigo Serranita el que supero en peso promedio de tubérculos comerciales a los demás genotipos en estudio.

Asimismo, no hay diferencias entre el genotipo biofortificado BIOT-751.025 y la variedad comercial Canchan; pero el genotipo biofortificado BIOT-751.025 supera estadísticamente a la variedad comercial Yungay, a los genotipos biofortificados BIOT-609.247, BIOT-871.043, BIOT-637.001, BIOT-721.036 a la variedad comercial Compis, a los genotipos biofortificados BIOT-787.011, BIOT-747.056, BIOT-721.074 y BIOT-721.286 y a los demás genotipos en estudio.

Finalmente se observa que no hay diferencias entre los genotipos BIOT-507.312, BIOT-686.019, BIOT-735.105 y BIOT-764.006 los cuales son los genotipos que

mostraron menor peso promedio de tubérculos comerciales con valores promedio de 36.17, 33.14, 25.67 y 25.15 gr respectivamente.

Tabla 40: Prueba de comparación Múltiple de Waller- Duncan para peso de tubérculos comerciales.

Código de clones	Repetición	Promedio	Test Duncan
Serranita	3	107.05	a
BIOT-751.025	3	98.61	ab
Canchan	3	89.86	bc
Yungay	3	85.22	c
BIOT-609.247	3	68.25	d
BIOT-871.043	3	66.05	de
BIOT-637.001	3	65.31	de
BIOT-721.036	3	64.42	de
Qompis	3	64.36	de
BIOT-787.011	3	62.46	def
BIOT-747.056	3	61.76	defg
BIOT-721.074	3	59.19	defgh
BIOT-721.286	3	55.66	defghi
BIOT-725.050	3	54.53	efghij
BIOT-725.067	3	53.60	efghijk
BIOT-767.014	3	53.34	efghijk
BIOT-621.069	3	51.34	fghijkl
BIOT-751.021	3	50.75	fghijkl
BIOT-725.047	3	50.54	fghijkl
BIOT-682.042	3	49.93	fghijkl
BIOT-721.163	3	48.84	ghijklm
BIOT-637.089	3	47.11	hijklm
BIOT-721.038	3	46.84	hijklm
BIOT-621.097	3	45.88	ijklmn
BIOT-763.441	3	45.77	ijklmn
BIOT-725.024	3	45.38	ijklmn
BIOT-633.294	3	42.28	jklmn
BIOT-507.311	3	41.29	klmn
BIOT-721.245	3	41.19	klmn
BIOT-763.051	3	40.23	lmn
BIOT-507.312	3	36.17	mno
BIOT-686.019	3	33.14	no
BIOT-735.105	3	25.67	o
BIOT-764.006	3	25.15	o

Número total de tubérculos/parcela TNTP

Maharana et al. (2017) reportan que evaluando la interacción genotipo por ambiente en genotipos de papa, indican la presencia de variación sustancial entre los genotipos sobre el ambiente donde se desarrollan.

En el estudio el número total de tubérculos por parcela en promedio de todos los genotipos fue de 533.97 ± 175.44 con un rango de 242.67 a 1129.33 total de tubérculos por parcela. El análisis de Shapiro fue realizado mostrando que los errores de los datos de número total de tubérculos por parcela se distribuyen de forma normal. **Ver Anexo 22**. Para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos un análisis de varianza (ANVA) fue realizado. En la **Tabla 41**, se puede observar que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, lo que indica que el rendimiento de tubérculos comerciales es diferente entre los genotipos.

El coeficiente de variación observado para esta variable fue de 32.86% indicando que se tuvo un buen grado de precisión al tomar los datos dentro de este experimento. Mientras que el coeficiente de determinación 0.77 indica que se ajusta al modelo aditivo lineal utilizado.

Tabla 41: Análisis de varianza para el número total de tubérculos por parcela.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor P	Sig.
Tratamientos	33	1333.57	40.41	6.73	0.00	**
Bloques	2	25.08	12.54	2.09	0.13	NS
Error	66	396.27	6.00			
Total	101	1754.92				
CV (%)		32.86				
Promedio		533.97				
r ²		0.77				

r² Coeficiente de determinación del modelo.

** , NS: Significativo al 1% y No Significativo respectivamente.

La prueba de rango múltiple de Waller - Duncan al 5% tal como se muestra en la **Tabla 42** indica que el genotipo BIOT-764.006 fue el que supero en número total de tubérculos por parcela respecto a los demás genotipos en estudio el cual alcanzo un promedio de 1129.33 tubérculos totales.

Además, no hay diferencias entre los genotipos biofortificados BIOT-686.019, BIOT-721.245 y BIOT-725.050; pero el genotipo BIOT-686.019 supera estadísticamente a los genotipos BIOT-725.024, BIOT-507.312, BIOT-763.051, BIOT-725.047 la variedad comercial Qompis, el genotipo BIOT-621.097, la variedad comercial Yungay y los genotipos biofortificados, BIOT-721.163, BIOT-609.247, BIOT-735.105 y los demás genotipos en estudio.

Finalmente, en la misma tabla podemos observar que no hay diferencias entre los genotipos BIOT-721.286, BIOT-721.074, BIOT-637.089, BIOT-682.042, BIOT-751.025, Serranita y Canchan los cuales son los genotipos que mostraron menor número de tubérculos con valores promedio de 420.67, 371.00, 321.33, 317.67, 305.67, 304.33 y 242.67 tubérculos respectivamente.

Tabla 42: Prueba de comparación Múltiple de Waller- Duncan para el número total de tubérculos por parcela.

Código de clones	Repetición	Promedio	Test Duncan
BIOT-764.006	3	1129.33	a
BIOT-686.019	3	876.67	b
BIOT-721.245	3	725.00	bc
BIOT-725.050	3	723.00	bc
BIOT-725.024	3	697.67	cd
BIOT-507.312	3	674.67	cde
BIOT-763.051	3	655.33	cdef
BIOT-725.047	3	635.67	cdefg
Qompis	3	630.33	cdefg
BIOT-621.097	3	629.33	cdefg
Yungay	3	592.67	cdefgh
BIOT-721.163	3	578.00	cdefgh
BIOT-609.247	3	570.00	cdefgh
BIOT-735.105	3	555.33	cdefgh
BIOT-621.069	3	539.33	defghi
BIOT-633.294	3	522.33	defghi
BIOT-787.011	3	496.67	efghij
BIOT-763.441	3	485.67	fghijk
BIOT-767.014	3	484.67	fghijk
BIOT-751.021	3	471.67	ghijkl
BIOT-507.311	3	471.67	ghijkl
BIOT-637.001	3	469.00	ghijkl
BIOT-747.056	3	465.67	ghijkl
BIOT-721.038	3	464.00	ghijkl
BIOT-725.067	3	457.00	ghijkl
BIOT-871.043	3	441.67	hijkl
BIOT-721.036	3	429.33	hijkl
BIOT-721.286	3	420.67	hijklm
BIOT-721.074	3	371.00	ijklm
BIOT-637.089	3	321.33	ijklm
BIOT-682.042	3	317.67	klm
BIOT-751.025	3	305.67	lm
Serranita	3	304.33	lm
Canchan	3	242.67	m

Peso total de tubérculos kg/parcela TTWP

En el estudio el peso total de tubérculos de todos los genotipos fue de 23.23 ± 6.57 con un rango de 12.13 a 42.40 kg/parcela

El análisis de Shapiro fue realizado mostrando que los errores de los datos del peso total de tubérculos por parcela se distribuyen de forma normal, **ver Anexo 23**. Para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos un análisis de varianza (ANVA) fue realizado. En la **Tabla 43**, se puede observar que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, lo que indica que el peso total de tubérculos por parcela es diferente entre los tratamientos

El coeficiente de variación observado para esta variable fue de 28.29% indicando que se tuvo un buen grado de precisión al tomar los datos dentro de este experimento.

Mientras que el coeficiente de determinación 0.75 indica que se ajusta al modelo aditivo lineal utilizado.

Tabla 43: Análisis de Varianza para el peso total de tubérculos por parcela.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor P	Sig.
Tratamientos	33	4276.71	129.60	6.04	0.00	**
Bloques	2	15.70	7.85	0.37	0.69	NS
Error	66	1415.40	21.45			
Total	101	5707.81				
CV (%)		28.29				
Promedio		23.23				
r ²		0.75				

r² Coeficiente de determinación del modelo.

** , NS: Significativo al 1% y No Significativo respectivamente.

La prueba de rango múltiple de Waller - Duncan al 5% tal como se muestra en la **Tabla 44** indica que la variedad testigo Yungay fue el que supero en peso total de

tubérculos por parcela respecto a los demás genotipos en estudio el cual alcanzo un promedio de 42.40 kg.

Asimismo, no hay diferencias entre el genotipo biofortificado BIOT-609.247, la variedad comercial Qompis el genotipo biofortificado BIOT-725.050, la variedad comercial Serranita y el genotipo biofortificado BIOT-751.025; pero el genotipo biofortificado BIOT-609.247 supero estadísticamente a los genotipos biofortificados BIOT-725.024, BIOT-621.097, BIOT-747.056, BIOT-787.011, BIOT-637.001, BIOT-871.043, BIOT-621.069, BIOT-686.019, BIOT-725.047, BIOT-767.014, BIOT-721.245 y BIOT-721.163 y a los demás genotipos en estudio.

Finalmente, en la misma tabla podemos observar que no hay diferencias entre los genotipos BIOT-721.038, BIOT-633.294, BIOT-721.286, Canchan, BIOT-763.441, BIOT-764.006, BIOT-507.311, BIOT-682.042, BIOT-637.089 y BIOT-735.105 los cuales son los genotipos que mostraron menor peso de tubérculos con valores promedio de 19.42, 19.05, 18.59, 18.59, 17.74, 16.41, 15.34, 14.19, 12.43 y 12.13 kg respectivamente.

Tabla 44: Prueba de comparación Múltiple de Waller- Duncan para el peso total de tubérculos por parcela.

Código de clones	Repetición	Promedio	Test Duncan
Yungay	3	42.40	a
BIOT-609.247	3	35.05	b
Qompis	3	34.13	b
BIOT-725.050	3	33.43	bc
Serranita	3	29.98	bcd
BIOT-751.025	3	28.02	bcde
BIOT-725.024	3	26.73	cdef
BIOT-621.097	3	26.05	defg
BIOT-747.056	3	25.57	defgh
BIOT-787.011	3	25.31	defgh
BIOT-637.001	3	25.15	defgh
BIOT-871.043	3	25.11	defgh
BIOT-621.069	3	24.95	defghi
BIOT-686.019	3	24.42	defghi
BIOT-725.047	3	24.31	defghi
BIOT-767.014	3	24.31	defghi
BIOT-721.245	3	23.90	defghi
BIOT-721.163	3	23.73	defghij
BIOT-721.036	3	22.25	efghijk
BIOT-751.021	3	20.87	efghijkl
BIOT-725.067	3	20.40	fghijkl
BIOT-763.051	3	20.16	fghijkl
BIOT-721.074	3	20.03	fghijkl
BIOT-507.312	3	19.69	fghijklm
BIOT-721.038	3	19.42	fghijklmn
BIOT-633.294	3	19.05	ghijklmn
BIOT-721.286	3	18.59	hijklmn
Canchan	3	18.59	hijklmn
BIOT-763.441	3	17.74	ijklmn
BIOT-764.006	3	16.41	jklmn
BIOT-507.311	3	15.34	klmn
BIOT-682.042	3	14.19	lmn
BIOT-637.089	3	12.43	mn
BIOT-735.105	3	12.13	n

Rendimiento de tubérculos ajustado t/ha TTYA

En el estudio el rendimiento total de tubérculos en promedio de todos los genotipos fue de 30.94 ± 8.51 con un rango de 17.31 a 53.69.

El análisis de shapiro fue realizado mostrando que los errores de los datos de rendimiento total se distribuyen de forma normal, **ver Anexo 24**. Para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos un análisis de varianza (ANVA) fue realizado. En la **Tabla 45**, se puede observar que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, lo que indica que el rendimiento de tubérculos es diferente entre los tratamientos.

El coeficiente de variación observado para esta variable fue de 27.49% indicando que se tuvo un buen grado de precisión al tomar los datos dentro de este experimento.

Mientras que el coeficiente de determinación 0.74 indica que se ajusta al modelo aditivo lineal utilizado.

Tabla 45: Análisis de Varianza para el rendimiento total de tubérculos.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor P	Sig.
Tratamientos	33	7165.19	217.13	5.61	0.00	**
Bloques	2	8.28	4.14	0.11	0.90	NS
Error	66	2554.28	38.70			
Total	101	9727.75				
CV (%)		27.49				
Promedio		30.94				
r ²		0.74				

r² Coeficiente de determinación del modelo.

NS, **, *: No significativo, Significativo al 1 y 5 %, respectivamente.

La prueba de rango múltiple de Waller - Duncan al 5% tal como se muestra la **Tabla 46** indica que no existen diferencias significativas entre los genotipos Yungay y BIOT-609.247 los que alcanzaron 53.70 y 46.43 t/ha respectivamente, pero la variedad testigo Yungay fue el que supero en rendimiento total de tubérculos por parcela respecto a los demás genotipos en estudio el cual alcanzo un promedio de 53.70 t/ha.

Asimismo, no hay diferencias entre los genotipos bifortificados BIOT-609.247, BIOT-725.050 la variedad comercial Qompis el genotipo biofortificado BIOT-751.025 y la variedad comercial Serranita; sin embargo, el genotipo biofortificado BIOT-609.247 supera estadísticamente a los genotipos BIOT-747.056, BIOT-725.024, BIOT-637.001 y a los demás genotipos en estudio.

Finalmente, en la misma tabla podemos observar que no hay diferencias entre los genotipos BIOT-721.074, BIOT-751.021, BIOT-763.051, BIOT-721.038, BIOT-633.294, BIOT-763.441, BIOT-764.006, BIOT-507.311, BIOT-682.042, BIOT-637.089 y BIOT-735.105 los cuales son los genotipos que mostraron menor rendimiento de tubérculos con valores promedio de 27.11, 26.82, 26.07, 25.58, 23.51, 23.22, 21.17, 19.11, 18.76, 17.64 y 17.31 t/ha respectivamente.

Tabla 46: Prueba de comparación Múltiple de Waller- Duncan para el rendimiento total de tubérculos.

Código de clones	Repetición	Promedio	Test Duncan
Yungay	3	53.70	a
BIOT-609.247	3	46.43	ab
BIOT-725.050	3	43.71	bc
Qompis	3	43.54	bc
BIOT-751.025	3	42.62	bc
Serranita	3	42.50	bc
BIOT-747.056	3	35.05	cd
BIOT-725.024	3	35.02	cd
BIOT-637.001	3	34.95	cd
BIOT-621.097	3	32.52	de
BIOT-686.019	3	32.50	de
BIOT-621.069	3	32.34	de
BIOT-787.011	3	32.26	de
BIOT-871.043	3	31.66	de
BIOT-725.047	3	31.13	de
BIOT-767.014	3	30.99	def
BIOT-721.036	3	30.82	def
BIOT-721.163	3	30.66	def
BIOT-721.286	3	30.43	def
BIOT-721.245	3	30.21	def
Canchan	3	27.87	defg
BIOT-507.312	3	27.63	defg
BIOT-725.067	3	27.29	defgh
BIOT-721.074	3	27.11	defghi
BIOT-751.021	3	26.82	defghi
BIOT-763.051	3	26.07	defghi
BIOT-721.038	3	25.58	defghi
BIOT-633.294	3	23.51	efghi
BIOT-763.441	3	23.22	efghi
BIOT-764.006	3	21.17	fghi
BIOT-507.311	3	19.11	ghi
BIOT-682.042	3	18.76	ghi
BIOT-637.089	3	17.64	hi
BIOT-735.105	3	17.31	i

Peso promedio de tubérculos/g ATW

En el estudio el peso promedio de tubérculos de todos los genotipos fue de 47.84 \pm 18.03 con un rango de 14.73 a 98.55 g.

El análisis de Shapiro fue realizado mostrando que los errores de los datos de peso promedio de tubérculos se distribuyen de forma normal, **ver Anexo 25**. Para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos un análisis de varianza (ANVA) fue realizado. En la **Tabla 47**, se puede observar que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, lo que indica que el peso promedio de tubérculos es diferente entre los tratamientos o genotipos. El coeficiente de variación observado para esta variable fue de 37.69% indicando que se tuvo un buen grado de precisión al tomar los datos dentro de este experimento.

Mientras que el coeficiente de determinación 0.92 indica que se ajusta al modelo aditivo lineal utilizado.

Tabla 47: Análisis de varianza para el peso promedio de tubérculos.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor P	Sig.
Tratamientos	33	32192.06	975.52	22.36	0.00	**
Bloques	2	23.87	11.94	0.27	0.76	NS
Error	66	2879.74	43.63			
Total	101	35095.67				
CV (%)		37.69				
Promedio		47.84				
r ²		0.92				

r² Coeficiente de determinación del modelo.

NS, **, *: No significativo, Significativo al 1 y 5 %, respectivamente.

La prueba de rango múltiple de Waller - Duncan al 5% tal como se muestra en la

Tabla 48 indica que no existen diferencias significativas entre los genotipos

Serranita y BIOT-751.025 los que alcanzaron 98.55 y 92.24 gr, pero la variedad testigo Serranita fue el que supero en peso total de tubérculos respecto a los demás genotipos en estudio el cual alcanzo un promedio de 98.55 gr.

Asimismo, no hay diferencias significativas entre las variedades comerciales Canchan y Yungay, sin embargo, la variedad comercial Canchan supera estadísticamente a los genotipos biofortificados BIOT-609.247, BIOT-637.001, BIOT-871.043, BIOT-747.056, la variedad comercial Qompis, los clones biofortificados BIOT-721.074 y BIOT-721.036 y los demás genotipos en estudio.

Finalmente, en la misma tabla podemos observar que no hay diferencias entre los genotipos BIOT-735.105 y BIOT-764.006 los cuales son los genotipos que mostraron menor peso promedio de tubérculos con valores promedio de 21.66 y 14.73 gr respectivamente.

Tabla 48: Prueba de comparación Múltiple de Waller- Duncan para el peso promedio de tubérculos.

Código de clones	Repetición	Promedio	Test Duncan
Serranita	3	98.55	a
BIOT-751.025	3	92.24	a
Canchan	3	76.23	b
Yungay	3	72.35	bc
BIOT-609.247	3	62.05	cd
BIOT-637.001	3	59.24	de
BIOT-871.043	3	56.90	def
BIOT-747.056	3	55.17	defg
Qompis	3	54.53	defg
BIOT-721.074	3	54.36	defg
BIOT-721.036	3	53.35	defg
BIOT-787.011	3	50.79	efgh
BIOT-767.014	3	50.38	efgh
BIOT-725.050	3	46.77	fghi
BIOT-621.069	3	46.19	fghi
BIOT-751.021	3	45.69	ghi
BIOT-725.067	3	45.42	ghi
BIOT-682.042	3	44.69	ghi
BIOT-721.286	3	44.56	ghi
BIOT-721.038	3	41.96	hij
BIOT-621.097	3	41.53	hijk
BIOT-721.163	3	41.18	hijk
BIOT-637.089	3	39.02	ijkl
BIOT-725.024	3	38.38	ijklm
BIOT-725.047	3	38.29	ijklm
BIOT-633.294	3	38.23	ijklm
BIOT-763.441	3	36.65	ijklm
BIOT-721.245	3	33.22	jklm
BIOT-507.311	3	32.66	jklmn
BIOT-763.051	3	30.86	klmn
BIOT-507.312	3	28.66	lmn
BIOT-686.019	3	27.78	mn
BIOT-735.105	3	21.66	no
BIOT-764.006	3	14.73	o

Evaluación del número de brotes por tubérculo bajo luz difusa a los 45, 90 y 150 días después de la cosecha, el porcentaje de pérdida de peso y patrón de brotamiento.

Esta evaluación se realizó en el almacén de los agricultores de la localidad de Tamborpucjio bajo condiciones de luz difusa. A la cosecha se separaron y contaron 10 tubérculos semilla sanos de cada genotipo y variedad control por repetición, los cuales fueron debidamente identificados. Cada muestra se colocó en una malla donde cada tubérculo de cada genotipo por repetición fue numerado del 1 al 10, esto sirvió para evaluar el número de brotes por tubérculo los 45, 90 y 150 días después de la cosecha.

Un análisis factorial con dos factores: genotipo (G_{34}) y tiempo de almacenamiento (T_3) fue realizado para determinar si el número de brotes por tubérculo es dependiente o no de los factores bajo estudio. En la **Tabla 49** se puede observar el análisis de varianza realizado para la variable número de brotes por tubérculo, donde se encuentra que existen diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) para los factores: Genotipo (G), Tiempo de almacenamiento (T) y diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) para el efecto de interacción G x T, por lo tanto, estos dos factores no son independientes uno del otro para la variable en estudio. El efecto del tiempo de almacenamiento (T) fue la mayor fuente de variación observada, para la variable en estudio, seguido por el efecto del genotipo con un 18.31 % y 73.05% respectivamente. Mientras que la porción más pequeña de variación total observado corresponde a los efectos de interacción G x T, con un 8.54%. El coeficiente de variación para esta variable fue de 27.78% indicando que se tuvo un buen grado de precisión al tomar los datos dentro de este experimento.

Mientras que el coeficiente de determinación 0.86 indica que se ajusta al modelo aditivo lineal utilizado.

Tabla 49: Análisis de varianza Factorial para el número de brotes promedio por tubérculo a los 45, 90 y 150 días después de la cosecha (ddc).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor P	Sig.	% de la variación total observada
Modelo	103	557.71	5.41	12.22	<.0001	***	
Rep	2	0.53	0.27	0.6	0.549	NS	
Genotipos (G)	33	102.14	3.1	6.99	<.0001	***	18.31%
Tiempo de Almacenamiento (T)	2	407.41	203.71	459.83	<.0001	***	73.05%
GxT	66	47.62	0.72	1.63	0.0053	**	8.54%
Error	202	89.49	0.44				
CV (%)	27.78						
Promedio							
r ²	0.86						

r² Coeficiente de determinación del modelo.

NS: no significativo

***, **: Altamente Significativo al 0.001, 0.01 %, respectivamente.

6.2.1.1.1 Análisis de efectos simples para número de brotes por tubérculo a los 45, 90 y 150 ddc. Prueba Friedman para porcentaje de pérdida de peso de los tubérculos en almacén y determinación de patrón de brotamiento.

El efecto de interacción al ser significativa, indica que las diferencias entre los niveles de un factor no son igual en los diferentes niveles del otro factor; por lo tanto, un factor depende del nivel o niveles del otro factor con los que están interaccionando. Por lo tanto, fue necesario realizar un análisis de efectos simples que nos permita identificar que combinaciones de tratamientos son estadísticamente significativos. (Ver tabla 50)

Tabla 50: Análisis de efectos simples para genotipos y días de almacenamiento con análisis de Friedman de porcentaje de pérdida de peso y patrón de brotamiento.

Código de clones	N	Número de brotes por tubérculo						Efectos simples	Tipo de dormancia	Porcentaje de pérdida de peso			Patrón de brotamiento
		45 DDC		90 DDC		150 DDC				Mean	Sd	Grupos Friedman	
		Prom	sd	Prom	Sd	Prom	Sd						
BIOT-621.097	3	1.7 ^c	0.2	4.4 ^b	1.2	6.0 ^a	0.2	***	Larga	16.12	13	bcdefgh	M
Canchan	3	1.6 ^b	0.2	2.9 ^b	0.7	5.7 ^a	1	***	Larga	17.45	6.8	abcdefg	P
BIOT-725.024	3	0.7 ^b	0.3	1.9 ^b	1.3	5.6 ^a	1.9	***	Larga	20.71	6.1	abcde	P
BIOT-721.245	3	1.1 ^b	0.6	2.5 ^{ab}	0.4	4.7 ^a	0.3	***	Larga	17.18	6.5	abcdefgh	P
BIOT-735.105	3	0.2 ^b	0.1	2.3 ^{ab}	1.3	4.6 ^a	0.5	***	Larga	18.37	7.9	abcde	P
BIOT-621.069	3	1.7 ^b	0.6	2.6 ^{ab}	0.7	4.5 ^a	0.5	***	Larga	15.93	9.4	abcdefgh	A
BIOT-682.042	3	1.3 ^b	0.3	2.5 ^{ab}	0.4	4.5 ^a	0.8	***	Larga	17.79	11	abcdefgh	A
Serranita	3	1.3 ^b	0.5	2.4 ^{ab}	0.4	4.5 ^a	0.6	***	Larga	17.25	11	abcdefgh	A
BIOT-751.021	3	0.6 ^b	0.2	1.7 ^b	0.5	4.3 ^a	1.5	***	Larga	22.71	11	ab	A
BIOT-763.441	3	0.8 ^b	0.2	1.9 ^b	0.4	4.3 ^a	0.7	***	Larga	14.1	5.9	abcdefgh	P
BIOT-609.247	3	1.7 ^b	0.5	3.6 ^{ab}	0.2	4.2 ^a	0.9	***	Larga	17.57	12	abcdefgh	A
BIOT-747.056	3	0.9 ^b	0.4	3.2 ^{ab}	0.2	4.2 ^a	1.4	***	Larga	23.77	13	a	A
BIOT-725.047	3	1.2 ^b	0.3	3.0 ^{ab}	1.4	4.2 ^a	1.1	***	Larga	15.52	5.8	abcdefgh	M
BIOT-721.038	3	1.1 ^b	0.2	2.6 ^{ab}	0.2	4.1 ^a	1	***	Larga	14.99	10	cdefgh	P
BIOT-633.294	3	1.1 ^b	0.3	1.9 ^{ab}	0.3	3.9 ^a	0.2	***	Larga	8.11	2.1	fgh	P

.....viene

Código de Clones	N	Número de brotes por tubérculo								Porcentaje de pérdida de peso			Patrón de brotamiento
		45 DDC		90 DDC		150 DDC		Efectos simples	Tipo de dormancia	Prom	Sd	Grupos Friedman	
		Prom	sd	Prom	Sd	Prom	Sd						
BIOT-686.019	3	0.9 ^b	0.2	2.3 ^{ab}	1.4	3.8 ^a	0.6	***	Larga	16.1	18.9	bcdefgh	P
BIOT-721.163	3	0.9 ^b	0.4	2.2 ^{ab}	1.1	3.8 ^a	1.7	***	Larga	13.98	3.7	abcdefgh	P
BIOT-637.089	3	1.2 ^b	0.3	2.1 ^{ab}	1.1	3.7 ^a	0.6	***	Larga	18.79	11.5	abcdef	P
BIOT-721.074	3	1.1 ^b	0.3	2.2 ^{ab}	1	3.7 ^a	0.2	***	Larga	12.04	5.4	defgh	P
BIOT-507.311	3	1.1 ^b	0.4	2.0 ^b	0.5	3.7 ^a	0.4	***	Larga	15.75	8.9	abcdefgh	P
Yungay	3	1.1 ^b	0.1	2.0 ^{ab}	0.5	3.7 ^a	0.8	***	Larga	7.66	2.3	h	A
BIOT-787.011	3	0.9 ^b	0.2	1.4 ^{ab}	0.3	3.6 ^a	0.8	***	Larga	12.94	12.1	efgh	A
BIOT-871.043	3	1.1 ^b	0.2	1.9 ^{ab}	0.6	3.6 ^a	0.9	***	Larga	24.1	22	abcdef	A
BIOT-637.001	3	1.5 ^a	0.3	1.8 ^a	0.4	3.5 ^a	0.6	NS	Corta	10.7	9.6	fgh	A
BIOT-763.051	3	1.2 ^a	0.4	2.2 ^a	0.8	3.5 ^a	0.6	NS	Corta	19.72	11.3	abcd	P
BIOT-721.286	3	0.7 ^b	0.6	1.9 ^{ab}	0	3.5 ^a	0.7	***	Larga	22.61	12.3	abc	A
BIOT-764.006	3	1.9 ^a	0.2	2.2 ^a	0.2	3.4 ^a	0.3	NS	Corta	9.9	8.6	abcdefgh	P
BIOT-751.025	3	1.1 ^a	0.4	2.7 ^a	0.4	3.2 ^a	0.5	NS	Corta	22.27	5.8	abc	P
BIOT-721.036	3	1.3 ^a	0.5	1.4 ^a	0.1	3.0 ^a	0.4	NS	Corta	8.08	1.5	gh	A
BIOT-507.312	3	1.1 ^a	0.1	1.8 ^a	0.1	3.0 ^a	0.6	NS	Corta	18	14.8	abcdefgh	A
Qompis	3	0.6 ^a	0.2	1.4 ^a	0.2	2.5 ^a	0.8	NS	Corta	26.5	13.9	abcd	A
BIOT-725.067	3	0.4 ^a	0.4	1.6 ^a	0.2	2.5 ^a	0.3	NS	Corta	15.58	6.9	abcdefgh	A
BIOT-725.050	3	0.2 ^a	0.1	1.0 ^a	0.1	2.2 ^a	1.6	NS	Corta	18	21.1	cdefgh	A
BIOT-767.014	3	0.4 ^a	0.3	1.0 ^a	0.1	1.6 ^a	0.8	NS	Corta	20.49	13.8	abcdefgh	A

*** Altamente significativo, NS no significativo.

M= Dominancia múltiple; A= Dominancia apical; P=Dominancia parcial

Prom: Promedio; sd: desviación estandar

Para determinar el tipo de dormancia, se evaluó los clones a los 45, 90 y 150 d.d.c., obteniendo como resultado 20 clones biofortificados (BIOT-621.097, BIOT-725.024, BIOT-721.245, BIOT-735.105, BIOT-621.069, BIOT-682.042, BIOT-751.021, BIOT-763.441, BIOT-609.247, BIOT-747.056, BIOT-725.047, BIOT-721.038, BIOT-633.294, BIOT-686.019, BIOT-721.163, BIOT-637.089, BIOT-721.074, BIOT-507.311, BIOT-787.011, BIOT-871.043) y 3 variedades testigo (Canchan, Serranita y Yungay) son altamente significativos en el número promedio de brotes por tubérculo evaluados en las tres épocas, por lo tanto, estos clones poseen dormancia larga; con un mínimo y máximo valor promedio de brotes observado de 0.3 y 1.7 a los 45 d.d.c.; 1.5 y 4.4 brotes a los 90 d.d.c. y 3.5 y 6 brotes a los 150 d.d.c. respectivamente.

También se observa que 9 clones biofortificados (BIOT-637.001, BIOT-763.051, BIOT-721.286, BIOT-764.006, BIOT-751.025, BIOT-721.036, BIOT-507.312, BIOT-725.067, BIOT-725.050) y la variedad testigo Qompis, no presentan diferencias estadísticas en el número de brotes promedio evaluadas a los 45, 90 y 150 d.d.c. lo que indica que estos clones son de dormancia corta; con un mínimo y máximo valor promedio de brotes de 0.2 y 1.9 a los 45 d.d.c.; 1.0 y 2.7 brotes a los 90 d.d.c. y 1.7 y 3.5 brotes a los 150 d.d.c. respectivamente.

Para la determinación de porcentaje de pérdida de peso de los tubérculos en almacén, se utilizó la siguiente formula:

Porcentaje de pérdida de peso= $[(PI - PF) / PI] \times 100$.

Donde:

PI = Peso Inicial (gr.) de los 10 tubérculos por repetición a la cosecha

PF = Peso Final (gr.) de los 10 tubérculos por repetición a los 120 días de almacenamiento.

La prueba de comparación no paramétrica de Friedman al $\alpha < 0.05$ de probabilidad muestra diferencias estadísticas altamente significativas entre los genotipos. (p.F = 0.01) **Ver Tabla 50**. El promedio observado de la pérdida de peso en almacén fue de 16.79%; 11 clones biofortificados BIOT-621.097, BIOT-621.069, BIOT-763.441, BIOT-725.047, BIOT-721.038, BIOT-633.294, BIOT-686.019, BIOT-721.163, BIOT-721.074, BIOT-507.311, BIOT-787.011 y la variedad testigo Yungay obtuvieron resultados inferiores al promedio general con valores promedio de: 16.12, 15.93, 14.10, 15.52, 14.99, 8.11, 16.10, 13.98, 12.04, 15.75 y 7.66 % de pérdida de agua respectivamente, con un valor mínimo observado de 7.66% correspondiente a la variedad testigo Yungay.

Los clones que mostraron mayor pérdida de agua respecto al promedio general fueron 15 clones biofortificados: BIOT-871.043, BIOT-747.056, BIOT-751.021, BIOT-721.286, BIOT-751.025, BIOT-725.024, BIOT-767.014, BIOT-763.051, BIOT-637.089, BIOT-735.105, BIOT-507.312, BIOT-725.050, BIOT-682.042, BIOT-609.247, BIOT-721.245 y las variedades testigo Qompis, Canchan y Serranita con valores promedio de 24.10, 23.77, 22.71, 22.61, 22.27, 20.71, 20.49, 19.72, 18.79, 18.37, 18.00, 18.00, 17.79, 17.57, 26.50, 17.45 y 17.25 % de pérdida de agua respectivamente, con un valor máximo observado de 26.50% correspondiente a la variedad testigo Qompis.

Para determinar el patrón de brotamiento predominante se evaluaron los genotipos por repetición en almacén a los 90 días después de la cosecha. En el tubérculo de papa semilla se pueden encontrar hasta tres tipos de dominancia de brotes:

Dominancia apical (DA), un solo brote apical o un promedio de menos de dos brotes por tubérculo observado.

Dominancia parcial (DP), un promedio de menos de tres brotes desarrollados, uno de los cuales es el apical.

Dominancia múltiple (DM), un número promedio de tres o más brotes por tubérculo, Carli et al (2016) citado por De hann et al. (2017).

En las evaluaciones realizadas se observaron 14 clones biofortificados con dominancia apical BIOT-621.069, BIOT-682.042, BIOT-751.021, BIOT-609.247, BIOT-747.056, Yungay, BIOT-787.011, BIOT-871.043, BIOT-637.001, BIOT-721.286, BIOT-721.036, BIOT-507.312, BIOT-725.067, BIOT-725.050, BIOT-767.014 y las variedades testigo Serranita, Yungay y Qompis.

Clones con dominancia parcial 14 clones biofortificados, BIOT-725.024, BIOT-721.245, BIOT-735.105, BIOT-763.441, BIOT-721.038, BIOT-633.294, BIOT-686.019, BIOT-721.163, BIOT-637.089, BIOT-721.074, BIOT-507.311, BIOT-763.051, BIOT-764.006, BIOT-751.025 y la variedad testigo Canchan.

Con dominancia múltiple los clones biofortificados BIOT-621.097 y BIOT-725.047.

En la sierra del Perú (Cusco) por el sembrío en seco, se prefiere clones con dormancia larga, poca pérdida de agua y con dominancia de brotes entre apical y múltiple.

Para una mejor interpretación de los resultados se ha clasificado los clones por el tipo de dormancia que mostraron **Ver gráfico 12**.

Dentro del grupo con dominancia apical, destacó el clon biofortificado BIOT-621.069 que mostro diferencias estadísticas altamente significativas entre los diferentes días de almacenamiento (DA) es decir entre los 45, 90 y 150 ddc, alcanzando su mayor numero promedio de brotes por tubérculo a los 150 ddc, con 4.5 ± 0.5 por lo que se ha considerado de dormancia larga, mostrando una tasa menor de deshidratación de 15.93, bajo las condiciones de almacenamiento a luz difusa, también dentro de este grupo de dominancia apical se encuentran las variedades comerciales Serranita y Yungay que muestran diferencias estadísticas altamente significativas en diferentes días de almacenamiento alcanzando su mayor numero promedio de brotes a los 150 ddc con 4.5 ± 0.6 y 3.7 ± 0.8 respectivamente, por lo se consideran de dormancia larga mostrando una tasa de deshidratación de 17.25 y 7.66% respectivamente, sin embrago en este mismo grupo encontramos a la variedad comercial Qompis que no mostro diferencias estadísticas significativas entre diferentes días de almacenamiento, es decir el número promedio de brotes por tubérculo no mostro diferencias estadísticas significativas a los 45, 90 y 150 ddc, con un valor de 2.6 ± 0.8 por lo que se ha considerado de dormancia corta, mostrando un porcentaje de pérdida de peso de 26.50% bajo las mismas condiciones de almacenamiento.

Los clones que tuvieron mayor realce en dominancia múltiple fueron BIOT-621.097 y BIOT-725.047 que mostraron mayores diferencias estadísticas significativas entre genotipo con un numero de brotes promedio de 6 ± 0.2 y 4.2 ± 1.1 con un índice de

deshidratación 16.12 y 15.52% respectivamente siendo estos clones de dormancia larga.

La dominancia parcial presento los clones biofortificados BIOT-763.441, BIOT-721.038, BIOT-633.294, BIOT-686.019 y BIOT-721.163 que mostraron mayores diferencias estadísticas significativas entre genotipo con un numero de brotes promedio por tubérculo de 4.4 ± 0.7 , 4.1 ± 1.0 , 4.0 ± 0.2 , 3.9 ± 0.6 y 3.8 ± 1.7 con un índice de deshidratación de 14.10, 14.99, 8.11, 16.10 y 13.98% respectivamente siendo estos clones de dormancia larga.

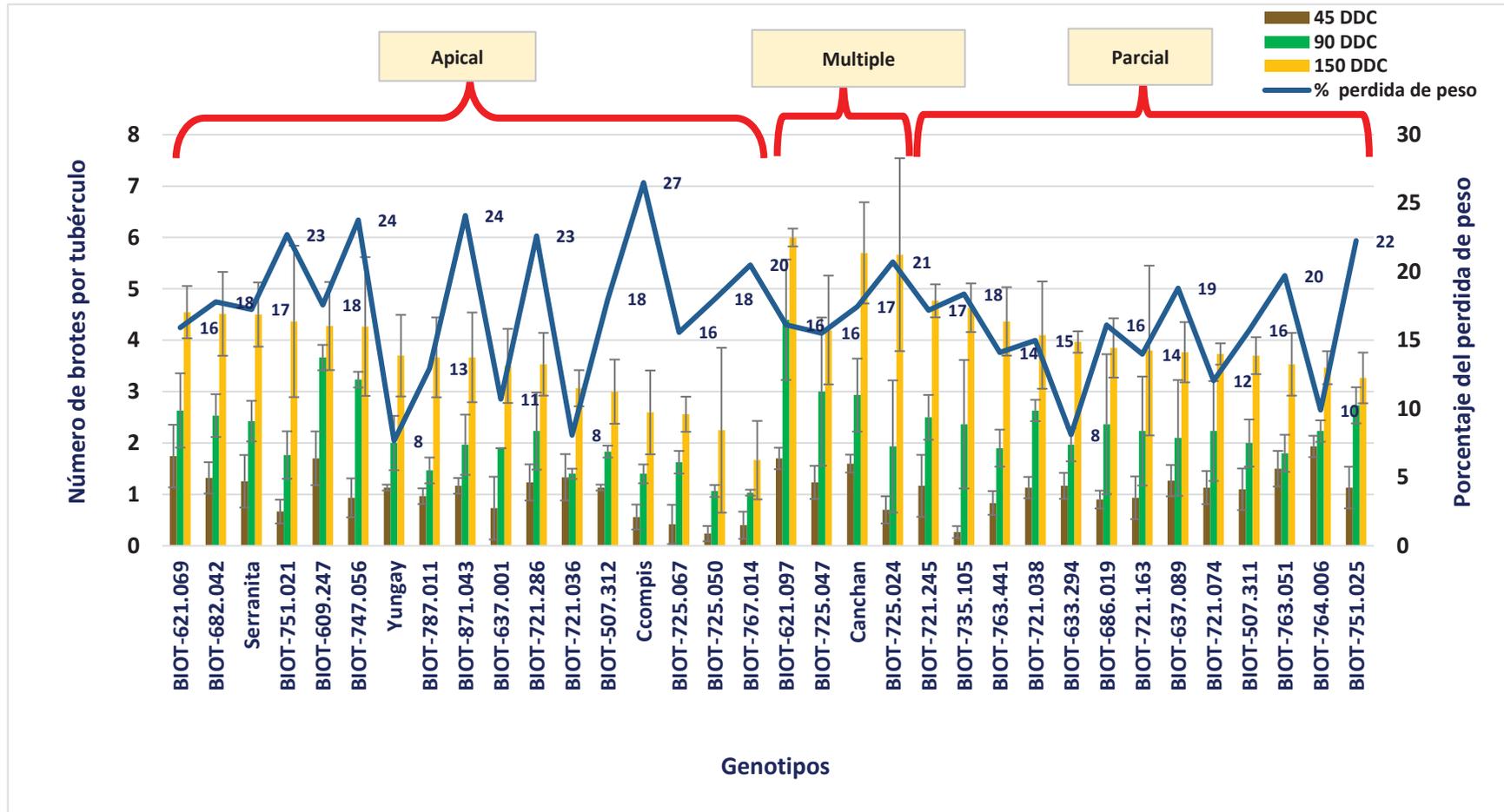


Figura 12: Interacción de variables, número de brotes por tubérculo, porcentaje de pérdida de peso, tipo de brote en diferentes épocas de evaluación.

6.3 Análisis de los resultados de laboratorio, parámetros de calidad de papa para procesamiento y nutrición.

Materia Seca

Primo (2006) sostiene que el componente más importante de la papa es el almidón. Entre el 65 % y el 80 % del peso seco de la papa es almidón además la papa contiene, por término medio, 22 % de sólidos, oscilando según las variedades y grado de madurez entre 13 % y 37 %.

En el estudio el porcentaje de materia seca promedio de todos los genotipos fue de 23.31 ± 2.32 con un rango que fluctuó de 17.68 a 27.81%.

El análisis de Shapiro fue realizado mostrando que los errores de los datos de porcentaje de materia seca se distribuyen de forma normal. **Ver anexo 26**. Para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos un análisis de varianza (ANVA) fue realizado. En la **Tabla 51**, se puede observar que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, lo que indica que el porcentaje de materia seca es diferente entre los tratamientos o genotipos. El coeficiente de variación observado para esta variable fue de 9.96% indicando que se tuvo un buen grado de precisión al tomar los datos dentro de laboratorio. Mientras que el coeficiente de determinación 0.81 indica que se ajusta al modelo aditivo lineal utilizado.

La prueba de rango múltiple de Waller - Duncan al 5% tal como muestra la **Tabla 52** indica que no existen diferencias significativas entre los genotipos BIOT-721.163, BIOT-637.089, BIOT-633.294, BIOT-721.074, Qompis y BIOT-735.105 los que alcanzaron un porcentaje promedio de materia seca de 27.81, 27.36, 26.41,

26.19, 25.97 y 25.75 %, pero el genotipo BIOT-721.163 fue el que supero en el porcentaje de materia seca respecto a los demás genotipos en estudio el cual alcanzo un promedio de 27.81 %. También se observó que no hay diferencias entre los genotipos BIOT-764.006, BIOT-682.042 y Yungay los cuales son los genotipos que mostraron menor porcentaje de materia seca con valores promedio de 19.62, 18.84 y 17.68 % respectivamente.

Tabla 51: Análisis de varianza para porcentaje de materia seca y contenido de azúcares.

Variables	Porcentaje de Materia seca						Azúcares					
	GL	SC	CM	Valor F	Valor P	Sig.	GL	SC	CM	Valor F	Valor P	Sig.
Tratamientos	33	534.32	16.19	7.86	0.00	**	33	5343.25	161.92	5.05	0.00	**
Bloques	2	32.52	16.26	7.89	0.00	**	2	228.24	114.12	3.56	0.03	*
Error	66	136.01	2.06				65	2085.83	32.09			
Total	101	702.84					100	7657.33				
CV (%)		9.96						39.77				
Promedio		23.31						0.12				
r ²		0.81						0.73				

** , * altamente significativo y significativo respectivamente

r² Coeficiente de determinación del modelo.

Tabla 52: Prueba de comparación de medias (Waller Duncan) para el porcentaje de materia seca, contenido de azúcares y color de hojuelas.

Código de clones	N	% Materia seca			Color de hojuelas (chips)			% Contenido de azúcar		
		Promedios	SD	Grupo estadístico Waller Duncan	Mediana	Suma de Rangos	Grupo estadístico Friedman	Promedios	SD	Grupo estadístico Waller Duncan
BIOT-507.311	3	21.27	0.65	lmnop	3	46.0	efgh	0.04	0.03	i
BIOT-507.312	3	24.63	3.28	cdefghi	2	25.5	ghij	0.05	0.01	ghi
BIOT-609.247	3	23.03	0.21	hijklmn	3	46.0	efgh	0.05	0.04	ghi
BIOT-621.069	3	24.74	0.5	cdefghi	3	47.0	defg	0.1	0.07	cdefghi
BIOT-621.097	3	23.63	1.11	fghijk	2	17.5	lj	0.04	0.04	i
BIOT-633.294	3	26.41	1.6	abc	2	34.0	ghi	0.08	0.04	fghi
BIOT-637.001	3	23.61	0.93	fghijk	2	22.0	hij	0.03	0.02	i
BIOT-637.089	3	27.36	1.49	ab	3	37.5	fghi	0.05	0.04	ghi
BIOT-682.042	3	18.84	0.83	qr	3	46.0	efgh	0.05	0.03	ghi
BIOT-686.019	3	24.18	3.26	cdefghij	2	13.5	ij	0.18	0.13	cd
BIOT-721.036	3	22.64	0.27	ijklmn	5	96.0	a	0.13	0.08	cdefgh
BIOT-721.038	3	20.85	1.08	nopq	3	70.0	bcde	0.14	0.05	cdefg
BIOT-721.074	3	26.18	0.38	abcd	2	22.0	hij	0.08	0.02	fghi
BIOT-721.163	3	27.81	0.88	a	2	34.0	ghi	0.06	0.05	ghi
BIOT-721.245	3	25.54	1.91	bcdefg	3	59.0	cdef	0.11	0.07	cdefghi
BIOT-721.286	3	23.61	3.4	fghijk	4	82.0	abc	0.17	0	cde
BIOT-725.024	3	23.94	1.69	cdefghij	3	59.0	cdef	0.12	0.1	cdefghi
BIOT-725.047	3	24.6	1	cdefghi	3	46.0	efgh	0.11	0.09	cdefghi
BIOT-725.050	3	22.3	2.29	ijklmno	4	82.0	abc	0.19	0.06	c
BIOT-725.067	3	20.42	0.46	opq	4	82.0	abc	0.31	0.03	b
BIOT-735.105	3	25.74	1.37	abcdef	2	34.0	ghi	0.05	0.02	hi
BIOT-747.056	3	22.95	1.83	hijklmn	3	59.0	cdef	0.07	0.01	ghi
BIOT-751.021	3	22.04	1.33	ijklmno	3	46.0	efgh	0.12	0.11	cdefghi
BIOT-751.025	3	23.4	0.36	ghijkl	3	71.0	bcd	0.05	0.06	ghi
BIOT-763.051	3	23.74	3.23	fghijk	4	82.0	abc	0.09	0.03	defghi
BIOT-763.441	3	22.29	0.64	ijklmno	3	46.0	efgh	0.08	0.05	efghi
BIOT-764.006	3	19.62	1.07	pqr	2	35.0	fghi	0.09	0.05	defghi
BIOT-767.014	3	21.64	1.44	klmnop	2	34.0	ghi	0.12	0.09	cdefghi
BIOT-787.011	3	22.78	0.83	hijklmn	4	89.5	ab	0.12	0.07	cdefghi
BIOT-871.043	3	24.87	0.6	cdefgh	1	9.0	j	0.05	0.06	hi
Canchan	3	21.12	0.61	mnop	4	94.0	ab	0.33	0.09	b
Qompis	3	25.97	1.69	abcde	3	59.0	cdef	0.16	0.07	cdef
Serranita	3	23.28	1.31	hijklm	3	59.0	cdef	0.17	0.04	cde
Yungay	3	17.68	0.89	r	5	100.5	a	0.44	0.05	a
Promedio general		23.31 ± 0.89						0.11 ± 0.03		

SD: Desviación estándar

Porcentaje de azúcares

Moreno (2000) menciona que la presencia de azúcares reductores es de gran importancia en la fritura, ya que el contenido de estos azúcares se correlaciona con el grado de oscurecimiento no enzimático que se desarrolla durante el calentamiento.

Según INIA (2007) es este un aspecto prioritario a la hora de la selección de una variedad apta para la transformación, principalmente en fritos, pues tiene una relación directa con la obtención de un nivel de color del producto final aceptable

En el estudio el porcentaje de azúcares promedio de todos los genotipos fue de 0.12 ± 0.09 con un rango que fluctuó de 0,03 a 0,44%.

El análisis de Shapiro fue realizado mostrando que los errores de los datos de porcentaje de azúcares se distribuyen de forma normal. **Ver anexo 27**. Para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos un análisis de varianza (ANVA) fue realizado. En la **Tabla 51**, se puede observar que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, lo que indica que el porcentaje de azúcares es diferente entre los tratamientos o genotipos.

El coeficiente de variación observado para esta variable fue de 39.77% indicando que se tuvo un buen grado de precisión al tomar los datos dentro de laboratorio.

Mientras que el coeficiente de determinación 0.73 indica que se ajusta al modelo aditivo lineal utilizado. La prueba de rango múltiple de Waller - Duncan al 5% tal como muestra la **Tabla 52** indica que no existen diferencias significativas entre los genotipos Yungay, Canchan, BIOT-725.067, BIOT-725.050, BIOT-686.019, Serranita, BIOT-721.286 y Qompis los que alcanzaron un promedio de 0.44, 0.33, 0.31, 0.19, 0.18, 0.17, 0.17 y 0.16 %, pero la variedad testigo Yungay fue el que

supero en el porcentaje de azúcares respecto a los demás genotipos en estudio el cual alcanzo un promedio de 0.44%, además que no hay diferencias entre los genotipos BIOT-721.163, BIOT-609.247, BIOT-751.025, BIOT-507.312, BIOT-637.089, BIOT-682.042, BIOT-735.105, BIOT-871.043, BIOT-621.097, BIOT-507.311 y BIOT-637.001 los cuales son los genotipos que mostraron menor porcentaje de contenido de azúcar con valores promedio de 0.06, 0.05, 0.05, 0.05, 0.05, 0.05, 0.05, 0.05, 0.04, 0.04 y 0.03 respectivamente.

Color de Hojuelas

Para el color de chips los datos fueron colectados en el laboratorio de procesamiento del CIP-Lima, la evaluación se realizó usando una cartilla estándar de color de hojuela con una escala de 1 a 5 donde 1 es crema claro o amarillo y 5 es marrón oscuro. La mediana observada en el experimento de prueba fue de 3 con un valor mínimo y máximo observado de 1 y 5 grados respectivamente. La prueba de comparación no paramétrica de Friedman al $\alpha < 0.05$ de probabilidad mostro diferencias estadísticas altamente significativas entre los genotipos ($p.F=0.000$) (**Ver anexo 15**). En la **Tabla 52** se observan las medianas del color de hojuelas obtenidas y los 10 grupos formados los cuales son estadísticamente diferentes. En el primer grupo encontramos 6 clones biofortificados similares estadísticamente a los clones testigos Yungay y canchan con grados de 4 y 5 lo que quiere decir que presentan un color pardeado a oscuro. Mientras que en el penúltimo y último grupo estadístico se encuentran 12 clones biofortificados (**Ver figura 13 y ver Anexo 28**), con grados de color de chips de 1,2 y 3. De acuerdo a Bonierbale, et al (2010) como criterios de selección las hojuelas de color claro son las preferidas y son generalmente aceptadas por la industria.



BIOT-871.043



BIOT-686.019



BIOT-621.097



BIOT-721.074



BIOT-637.001



BIOT-507.312



BIOT-767.014



BIOT-735.105

Figura 13: Clones selectos con mejores cualidades en hojuelas para procesamiento.

Gomes y Wong (1998) mencionan que la industria de la papa exige un tubérculo de calidad, esto sí dependiendo del objetivo de procesamiento. Por esto, tubérculos destinados a papas fritas deben ser bajos en azúcares reductores y altos en materia seca, de esta forma se evitan colores y sabores desagradables y se economiza aceite al freír, además, deberán tener una forma alargada y un tamaño adecuado. Si el objetivo es la extracción de almidón, estas deben tener un alto contenido de materia seca, ya que existe una alta correlación entre el contenido de materia seca y almidón.

Análisis de componentes principales para: materia seca, color de hojuelas y porcentaje de azúcares.

El análisis de componentes principales (ACP) fue utilizado para analizar los datos de evaluación de parámetros de calidad de papa para procesamiento previa limpieza de datos. El ACP es una metodología multivariada que permite reducir la dimensionalidad de las variables originales, tratando de explicar la mayor parte de la variabilidad total observada, con la selección del menor número posible de componentes principales. La matriz de datos $X_{34,1}$ de orden $(n \times p)$ que corresponde a seleccionar 34 clones y a los cuales fueron evaluados en el laboratorio de calidad y procesamiento del CIP- Lima considerándose las variables de porcentaje de materia seca, porcentaje de azúcar y color de hojuelas.

En la figura 14, se observa que el CP1 calculado determina el 68.41 % de la variabilidad de los datos y junto con el CP2 determinan el 19.22 % de la variabilidad de los datos; con un acumulado de 88 % de la variabilidad total observada. En el cuadrante III se encuentran los clones biofortificados que mostraron mayor

performance en función del color de hojuelas y porcentaje de azúcares siendo BIOT-507.312, BIOT-751.025, BIOT-747.056, BIOT-609.247, BIOT-621.097, BIOT-871.043, BIOT-637.001 y BIOT-767.014 los que mostraron las mejores cualidades para la industria de procesamiento.

Mientras que en el cuadrante I se encuentran los clones biofortificados que mostraron menor performance en función del color de Chip y contenido de azúcares. Siendo BIOT-721.286, BIOT-763.051, BIOT-725.050, BIOT-787.011, BIOT-721.036, BIOT-725.067 y las variedades testigo Serranita, Canchan y Yungay los que contribuyeron en forma positiva al componente 1, lo que quiere decir que estos clones no tienen buena calidad para el procesamiento.

En el cuadrante IV se encuentran los clones biofortificados que mostraron mayor performance en función a la variable porcentaje materia seca (MS). Siendo BIOT-721.163, BIOT-721.245, BIOT-621.069, BIOT-725.047, BIOT-725.024, BIOT-686.019, BIOT-637.089, BIOT-633.294, BIOT-721.074, BIOT-735.105 y la variedad testigo Qompis los que contribuyeron en forma positiva a para contenido de materia seca.

Mientras que en el cuadrante II se observa clones que mostraron menor contenido de materia seca, **ver Anexo 29.**

Correlación entre el porcentaje de Materia seca, color de hojuelas y porcentaje de azúcar.

En el análisis de correlación de Pearson observada al 95% de confianza entre las variables color de hojuelas y contenido de azúcares fue de $r = 0.63$, lo que quiere

decir, que existe una correlación altamente positiva y significativa entre las dos variables con un valor de $p < 0.0001$.

Mientras que el análisis de correlación de Pearson para las variables de materia seca y color de hojuelas, mostro un valor de correlación negativa $r = -0.45$ lo que quiere decir que no existe una correlación entre las dos variables y no son significativas con un valor de $p = 0.0065$; así como, el análisis de correlación entre la variable materia seca y contenido de azucares mostro un valor de correlación negativa de $r = -0.49$, lo que quiere decir que no existe una correlación entre las dos variables por lo tanto no son significativas con valor de $p = 0.0026$. **(Ver anexo 30)**

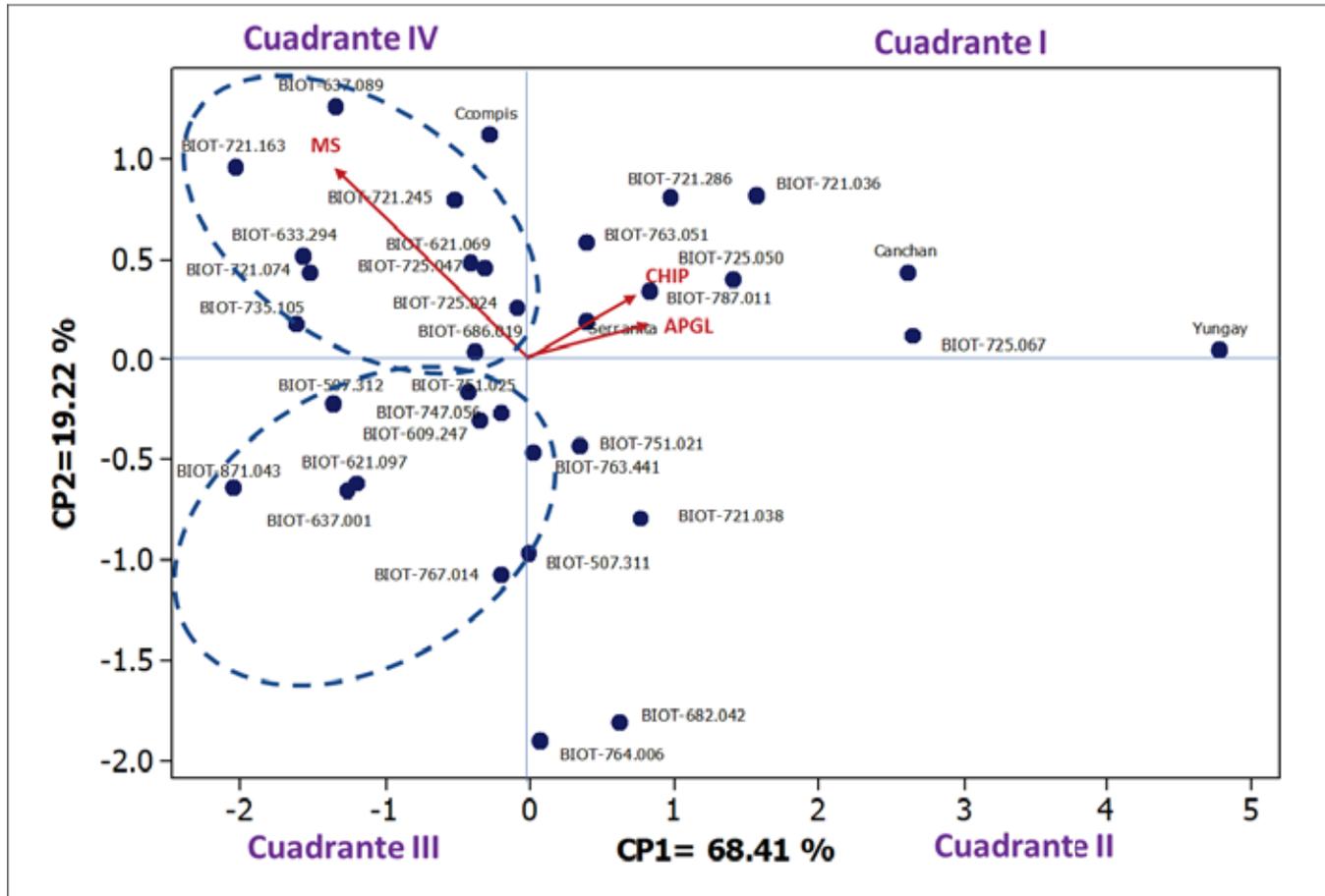


Figura 14: Grafica AMMI para análisis de componentes principales para la evaluación de parámetros de calidad de papa para procesamiento: Materia seca (MS), Contenido de azúcares (APGL) y color de hojuelas (Chip)

6.4 Análisis de micronutrientes (Hierro y Zinc) y Vitamina C

Contenido de Hierro

Burgos et al. (2007) estudiaron 37 accesiones de cinco grupos taxonómicos de papa del banco de germoplasma del CIP y 12 cultivares nativos, encontraron concentraciones de hierro de 36,7 mg.kg⁻¹.

En el estudio se encontró que el contenido de hierro promedio de todos los clones fue de 19.60±3.48 con rangos que fluctuaron de 13.98 a 31.26 mg/kg base seca.

Un análisis de Shapiro fue realizado mostrando que los errores de los datos de contenido de hierro se distribuyen de forma normal, **ver Anexo 31**. Para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos un análisis de varianza (ANVA) fue realizado. En la **Tabla 53**, se puede observar que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, lo que indica que el contenido de hierro es diferente entre los tratamientos o genotipos.

El coeficiente de variación observado para esta variable fue de 17.77% indicando que se tuvo un buen grado de precisión al tomar los datos dentro de laboratorio.

Mientras que el coeficiente de determinación 0.83 indica que se ajusta al modelo aditivo lineal utilizado.

La prueba de rango múltiple de Waller - Duncan al 5% tal como muestra la **Tabla 54** indica que el genotipo BIOT-721.038 fue el que supero en el contenido de Hierro respecto a los demás genotipos en estudio el cual alcanzo un promedio de 31.26 mg/kg base seca.

Asimismo, no hay diferencias significativas entre los genotipos bifortificados BIOT-682.042, BIOT-637.089 y BIOT-637.00, sin embargo, el genotipo BIOT-682.042

supero estadísticamente a los genotipos biofortificados BIOT-735.105, BIOT-.725.047, BIOT-763.051, BIOT-507.311 y a los demás genotipos en estudio.

Finalmente, en la misma tabla podemos observar que no hay diferencias entre los genotipos Serranita, Qompis, BIOT-721.036, Yungay y Canchan los cuales son los genotipos que mostraron los menores contenidos de hierro con valores promedio de 15.94, 14.94, 14.93, 14.24 y 13.98 mg/kg base seca rrespectivamente.

Tabla 53: Análisis de varianza para el contenido de hierro y contenido de Zinc

Fuentes de variación	Hierro (mg/kg DW)						Zinc (mg/kg DW)					
	GL	SC	CM	Valor F	Valor P	Sig.	GL	SC	CM	Valor F	Valor P	Sig.
Tratamientos	33	1201.29	36.4	9.24	0	**	33	227.76	6.9	2.68	0	**
Bloques	2	41.67	20.83	5.29	0.01	**	2	2.43	1.21	0.47	0.63	NS
Error	66	260.12	3.94				66	169.73	2.57			
Total	101	1503.07					101	399.91				
CV (%)		17.77						15.31				
Promedio		19.6						9.91				
r ²		0.83						0.58				

** , NS: altamente significativo y No significativo respectivamente

r² Coeficiente de determinación del modelo.

Tabla 54: Comparación de contenido de Hierro (prueba de Waller Duncan), contenido de Zinc (prueba de Waller Duncan) y contenido de Vitamina C

Código de clones	N	Fe (mg/kg DW)			Zn (mg/kg DW)			Vitamina C (mg/100g) *	
		Promedio	sd	Prueba de Waller Duncan	Promedio	sd	Prueba de Waller Duncan	N	Valor observado
BIOT-507.311	3	22.07	2.63	cdefgh	12.04	3.21	abcd	1	10.37
BIOT-507.312	3	18.53	2.50	ijk	8.57	1.37	ghij	1	12.01
BIOT-609.247	3	19.25	4.70	fghij	10.21	2.36	bcdefghij	1	12.03
BIOT-621.069	3	17.73	0.79	jkl	7.8	0.99	ij	1	18.40
BIOT-621.097	3	18.6	2.13	ijk	10.65	1.45	abcdefghijkl	1	16.99
BIOT-633.294	3	19.79	2.56	fghij	9.98	0.14	bcdefghij	1	11.83
BIOT-637.001	3	23.87	3.12	bcd	11.47	1.97	abcdefg	1	8.16
BIOT-637.089	3	24.48	2.19	bc	11.73	2.42	abcde	1	11.30
BIOT-682.042	3	26.35	1.35	b	10.72	0.56	abcdefghijkl	1	9.34
BIOT-686.019	3	18.61	0.83	ijk	9.16	0.96	defghij	1	9.84
BIOT-721.036	3	14.93	0.55	lm	8.31	0.79	hij	1	10.88
BIOT-721.038	3	31.26	4.53	a	13.56	3.28	a	1	8.85
BIOT-721.074	3	18.39	1.85	ijk	8.22	0.16	ij	1	12.80
BIOT-721.163	3	19.16	0.67	ghij	9.58	0.96	cdefghij	1	12.81
BIOT-721.245	3	21.12	1.23	defghi	10.32	1.44	bcdefghij	1	9.76
BIOT-721.286	3	17.82	1.90	jkl	9.95	1.18	bcdefghij	1	12.75
BIOT-725.024	3	18.68	0.78	ijk	8.64	0.12	ghij	1	13.78
BIOT-725.047	3	22.21	2.23	cdef	9.82	1.88	bcdefghij	1	8.23
BIOT-725.050	3	17.52	0.66	jkl	9.33	1.39	defghij	1	14.00
BIOT-725.067	3	18.17	1.30	ijk	9.85	1.27	bcdefghij	1	9.65
BIOT-735.105	3	22.87	2.20	cde	9.13	0.54	defghij	1	21.01
BIOT-747.056	3	18.96	2.00	ijk	11.69	1.24	abcdef	1	8.55
BIOT-751.021	3	18.59	1.20	ijk	10.14	1.59	bcdefghij	1	11.27
BIOT-751.025	3	19.36	2.69	fghij	8.54	0.91	ghij	1	9.00
BIOT-763.051	3	22.16	2.87	cdefg	12.55	2.06	abc	1	17.04
BIOT-763.441	3	20.93	2.19	defghi	9.09	1.33	defghij	1	13.96
BIOT-764.006	3	19.08	1.83	hij	12.6	2.18	ab	1	14.03
BIOT-767.014	3	20.46	1.41	efghij	8.73	1.21	fghij	1	9.65
BIOT-787.011	3	18.25	1.87	ijk	11.27	0.96	abcdefghijkl	1	9.38
BIOT-871.043	3	18.14	1.89	ijk	8.93	0.41	efghij	1	15.12
Canchan	3	13.98	0.72	m	7.59	1.07	j	1	18.19
Qompis	3	14.94	0.87	lm	8.93	1.34	efghij	1	14.55
Serranita	3	15.94	1.97	klm	10.15	2.9	bcdefghij	1	13.86
Yungay	3	14.24	1.04	m	7.61	1.21	j	1	11.37
Promedio general		19.60	1		9.90	0.81			12.37

*Dato proveniente del "Bulk" de las 3 repeticiones físicas tomadas de campo

Contenido de Zinc

En el estudio se encontró que el contenido de zinc promedio de todos los clones fue de 9.91 ± 1.52 con un rango que fluctuó de 7.59 a 13.57 mg/kg DW del contenido de Zinc.

Estas cantidades fueron inferiores a las que mostraron los estudios de Burgos, et al (2007) con $20,2 \text{ mg.kg.}^{-1}$

El análisis de Shapiro fue realizado mostrando que los errores de los datos de contenido de zinc se distribuyen de forma normal. **Ver anexo 32**. Para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos un análisis de varianza (ANVA) fue realizado. En la **Tabla 53**, se puede observar que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, lo que indica que el contenido de zinc es diferente entre los tratamientos o genotipos.

El coeficiente de variación observado para esta variable fue de 15.31% indicando que se tuvo un buen grado de precisión al tomar los datos dentro de laboratorio.

Mientras que el coeficiente de determinación 0.58 indica que se ajusta menos al modelo aditivo lineal utilizado.

La prueba de rango múltiple de Waller - Duncan al 5% tal como muestra la **Tabla 54** indica que no existen diferencias significativas entre los genotipos BIOT-721.038, BIOT-764.006, BIOT-763.051, BIOT-507.311, BIOT-637.089, BIOT-747.056, BIOT-637.001, BIOT-787.011, BIOT-682.042 y BIOT-621.097 los que alcanzaron un promedio de 13.56, 12.60, 12.55, 12.04, 11.73, 11.69, 11.47, 11.27, 10.72 y 10.65 mg/kg base seca pero el genotipo BIOT-721.038 fue el que supero en el contenido de Zinc el cual alcanzo un promedio de 13.56 mg/kg DW.

Además que no hay diferencias entre los genotipos BIOT-721.245, BIOT-609.247, Serranita, BIOT-751.021, BIOT-633.294, BIOT-721.286, BIOT-725.067, BIOT-725.047, BIOT-721.163, BIOT-725.050, BIOT-686.019, BIOT-735.105, BIOT-763.441, Qompis, BIOT-871.043, BIOT-767.014, BIOT-725.024, BIOT-507.312, BIOT-751.025, BIOT-721.036, BIOT-721.074, BIOT-621.069, Yungay y Canchan los cuales son los genotipos que mostraron menor contenido de Zinc con valores promedio de 10.32, 10.21, 10.15, 10.14, 9.98, 9.95, 9.85, 9.82, 9.58, 9.33, 9.16, 9.13, 9.09, 8.93, 8.93, 8.73, 8.64, 8.57, 8.54, 8.31, 8.22, 7.80, 7.61 y 7.59 mg/kg DW del contenido de Zinc respectivamente.

Contenido de vitamina C

Según el CIP (2015b), la papa tiene niveles significativos de vitamina C (6.5 a 36.9 mg/100 g, expresado en peso fresco) que se reduce a diferentes grados después de cocinarse, dependiendo de la variedad y tipo de cocción. Los porcentajes de retención varían de 50 a 90 por ciento según la variedad.

Landrum y Bone (2001) mencionan que, el tubérculo de pulpa amarilla tiene un elevado contenido de ácido ascórbico (vitamina C) y antioxidantes naturales.

El contenido de vitamina C presentado en la tabla 54 es un dato proveniente del “Bulk” de las 3 repeticiones físicas tomadas de campo que se envió al laboratorio de calidad del CIP para su análisis químico respectivo.

La media observada en el experimento de prueba fue de 12.38 ± 3.22 mg/100g con un valor mínimo y máximo observado de 8.16 y 21.01 respectivamente. La **Tabla 54** muestra los clones con altos contenidos de vitamina C siendo estos los clones BIOT-

735.105, BIOT-621.069, Canchan, BIOT-763.051, BIOT-621.097, BIOT-871.043, Qompis y BIOT-764.006 con contenidos de vitamina C de 21.01, 18.40, 18.19, 17.04, 16.99, 15.12, 14.55 y 14.03 mg/100g FW respectivamente y clones con menores contenidos de vitamina C BIOT-721.038, BIOT-747.056, BIOT-725.047 y BIOT-637.001 con 8.85, 8.55, 8.23 y 8.16 mg/100g FW de Vitamina C respectivamente.

Análisis de componentes principales para: contenido de Hierro, Zinc y vitamina C.

En la figura 15, se puede observar que el CP1 calculado determina el 62.14 % de la variabilidad de los datos y junto con el CP2 determinan el 26.51 % de la variabilidad de los datos; con un acumulado de 88.65 % de la variabilidad total observada. En el cuadrante I y II del biplot se encuentran los clones biofortificados que mostraron mayor performance en función del contenido de Hierro y del contenido de Zinc siendo BIOT-751.021, BIOT-725.067, BIOT-609.247, BIOT-633.294, BIOT-787.011, BIOT-721.245, BIOT-764.006, BIOT-763.051, BIOT-725.047, BIOT-747.056, BIOT-507.311, BIOT-637.089, BIOT-682.042, BIOT-637.001 y BIOT-721.038 clones que contribuyeron en forma positiva al componente 1.

Mientras que en el cuadrante IV se encuentran los clones biofortificados que mostraron mayor performance en función del contenido de Vitamina C. Siendo BIOT-735.105, BIOT-725.024, BIOT-725.050, Serranita, BIOT-507.312, BIOT-621.097, BIOT-721.286, BIOT-763.441, BIOT-721.163 y la variedad testigo Serranita los que contribuyeron en forma positiva al componente 2, **ver Anexo 33**.

Correlación entre el contenido de Hierro, Zinc y Vitamina C evaluada base seca (DW).

Burgos, et al (2007) reportaron una correlación significativa y positiva ($r = 0,52$), entre concentraciones de hierro y zinc en papas nativas sembradas en Ayacucho y Huancavelica.

En este estudio el análisis de correlación de Pearson observada al 95% de confianza entre las variables Fe y Zn fue de $r = 0.66$ lo que quiere decir que existe una correlación altamente positiva y significativa entre las dos variables con un valor de $p < 0.0001$.

Mientras que el análisis de correlación de Pearson para las variables de Fe y Vit C mostro un valor de correlación negativa $r = -0.30$ lo que quiere decir que no existe una correlación entre las dos variables y no son significativas con un valor de $p = 0.08$; así como el análisis de correlación entre la variable Zn y Vit C que mostro un valor de correlación negativa de $r = -0.29$, lo que quiere decir que no existe una correlación entre las dos variables por lo tanto no son significativas con valor de $p = 0.09$. **(Ver anexo 34)**

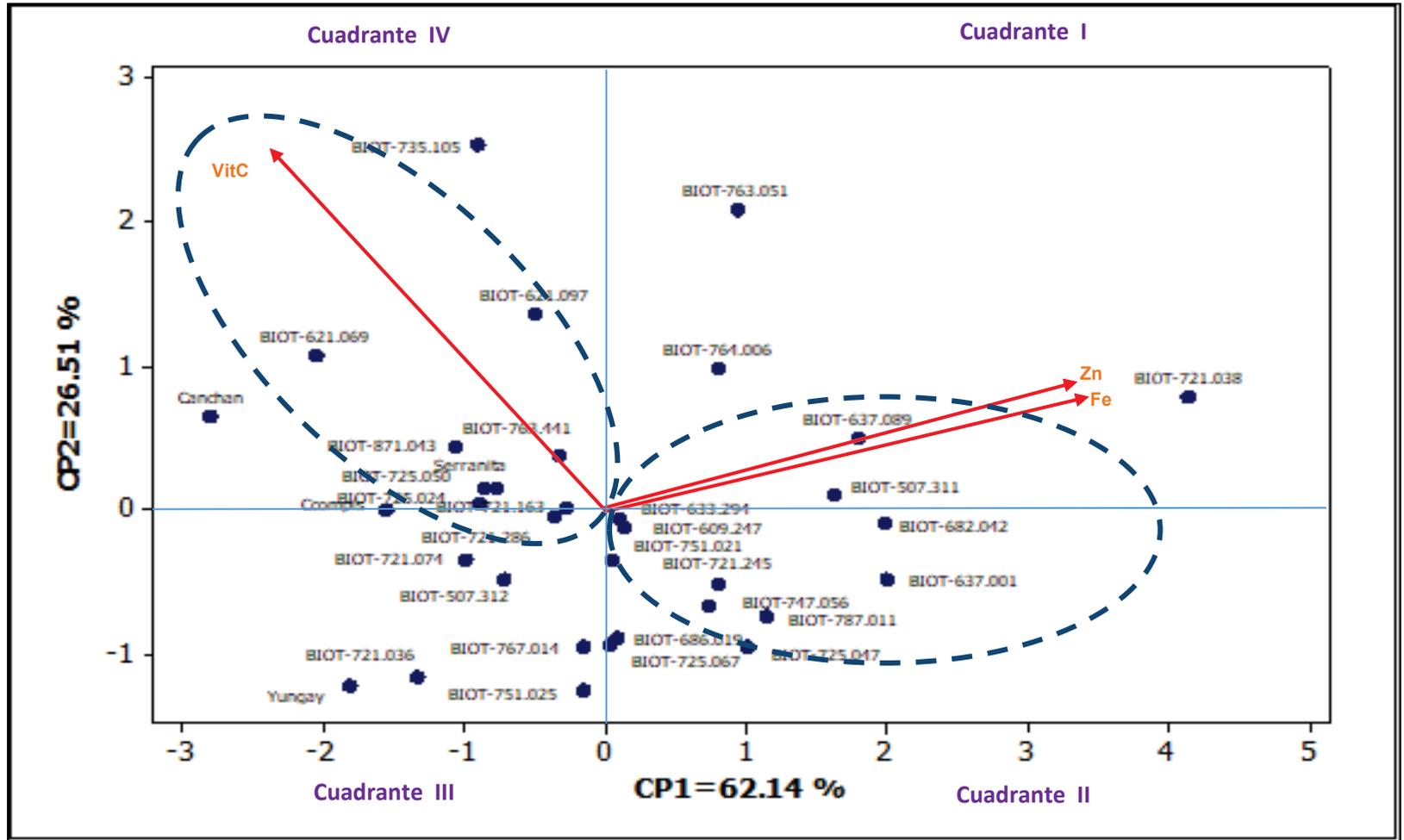


Figura 15: Gráfica de SMMI para Análisis de Componentes principales para evaluación de contenido de Hierro, Zinc y Vitamina C.

Análisis de la evaluación de calidad organoléptica en laboratorio (textura, sabor, sabores extraños y oscurecimiento) y contenido de glicoalcaloides (Gly FW1, Gly FW2).

Las muestras de papas sancochadas fueron codificadas, presentadas y servidas en un orden definido por el diseño (tratamiento, panelista) éstas fueron evaluadas en una sala del laboratorio de procesamiento del CIP. Los jueces evaluaron atributos sensoriales de sabor, textura, oscurecimiento y sabores extraños. Los panelistas se enjuagaron la boca con agua y un pedazo de pan entre cada muestra. La evaluación organoléptica es un aspecto muy importante desde el punto de vista de poder determinar la aceptación o no de los clones promisorios a ser liberados.

Análisis de glicoalcaloides.

Arnaiz y Hilbck (2018) muestra en un estudio de 54 muestras de papas crudas con cáscara se observó un promedio 12,71 mg/100g y las sin cáscara de 2,24 mg/100g de glicoalcaloides.

La media observada en el experimento de prueba fue de 5.27 ± 8.75 con un valor mínimo y máximo observado de 0.24 y 35.94 respectivamente. El **Anexo 35** muestra los clones con contenidos de glicoalcaloides siendo los clones con mayor contenido BIOT-751.025, BIOT-721.038, BIOT-725.050, BIOT-721.036 y BIOT-721.286 con contenidos de glicoalcaloides de 35.92, 32.56, 17.94, 17.56 respectivamente y clones con menores contenidos de glicoalcaloides BIOT-621.097, BIOT-764.006, BIOT-763.051, BIOT-633.294, BIOT-507.311, BIOT-721.245 con 0.38, 0.31, 0.29, 0.27, 0.26, 0.24 mg/100g en peso fresco de glicoalcaloides respectivamente.

Análisis de componentes Principales para la calidad organoléptica y contenido de glicoalcaloides.

En la figura 16, se puede observar que el CP1 calculado determina el 48.24 % de la variabilidad de los datos y junto con el CP2 determinan el 18.84 % de la variabilidad de los datos; con un acumulado de 67.08 % de la variabilidad total observada. En el cuadrante I se encuentran los clones que presentan buen sabor como son los clones BIOT-764.006, BIOT-507.312, BIOT-633.294, la variedad testigo Qompis y el clon BIOT-725.067. En el mismo cuadrante se observan clones con sabores extraños como son: BIOT-764.006, BIOT-507.312, BIOT-633.294 y BIOT-725.067 y también se observan clones que presentaron oscurecimiento los clones: BIOT-721.286, Qompis, BIOT-735.105, Canchan, BIOT-721.163, BIOT-721.245, BIOT-721.036, BIOT-763.051, Serranita, BIOT-725.024 y Yungay.

En el cuadrante II del biplot se encuentran los clones biofortificados que mostraron mayor contenido de glicoalcaloides en la localidad de Leoqkata siendo los clones: BIOT-751.025, BIOT-721.038, BIOT-725.050, BIOT-721.036, BIOT-721.286, BIOT-725.047, BIOT-725.024 y BIOT-751.021 en el mismo cuadrante se ubican clones evaluados bajo diferentes ambientes los cuales también presentan alto contenido de glicoalcaloides siendo: BIOT-751.025, BIOT-721.038, BIOT-721.036, BIOT-725.050, BIOT-721.286, BIOT-725.067, BIOT-751.021 y BIOT-682.042.

Mientras que en el cuadrante IV se encuentran los clones biofortificados que mostraron mayor performance en función de la textura BIOT-637.089, BIOT-747.056, BIOT-637.001, BIOT-721.074, BIOT-721.036, BIOT-686.019, BIOT-735.105, Qompis, BIOT-721.163 y Serranita los que contribuyeron en forma positiva al componente 2, **ver Anexo 36**.

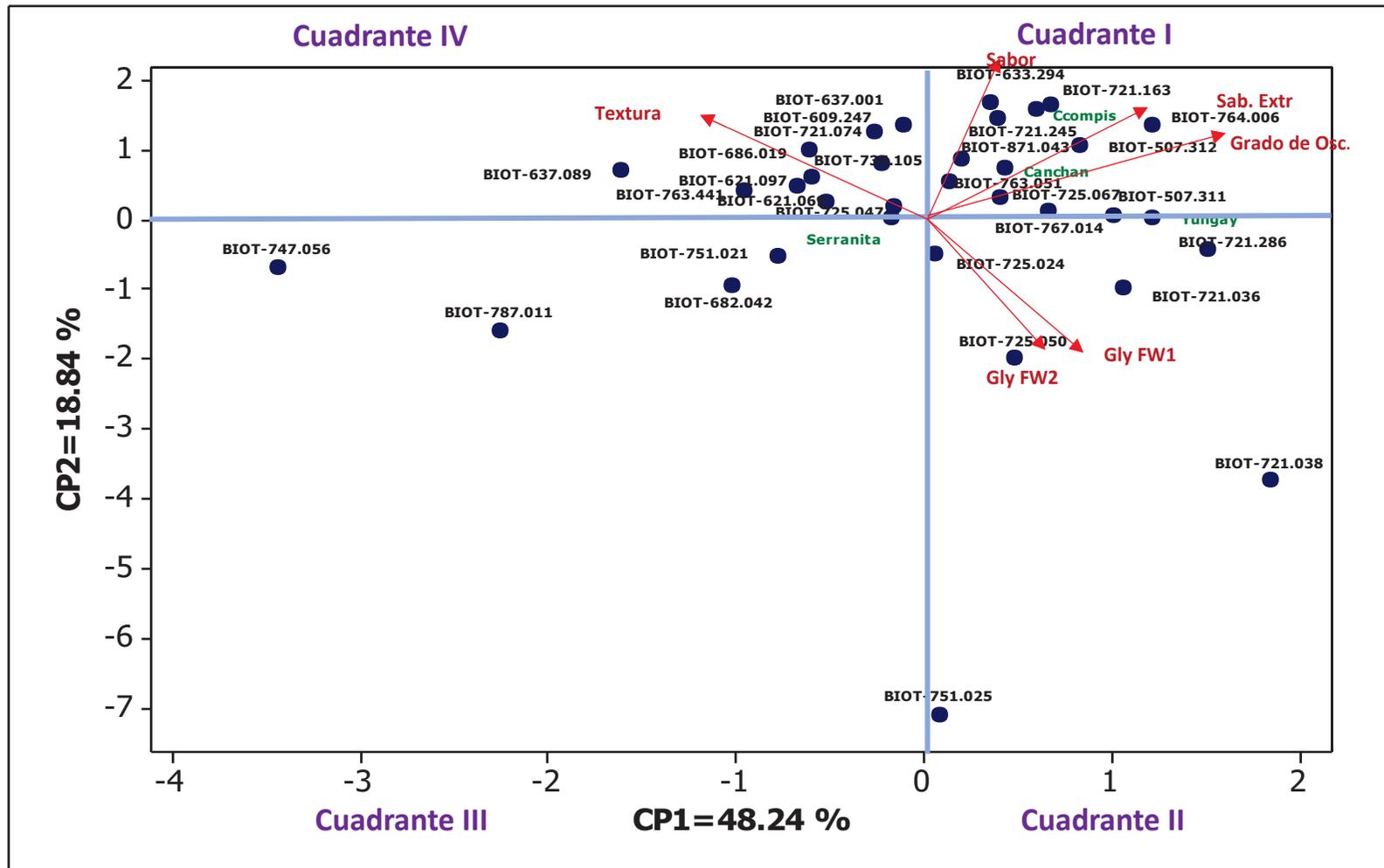


Figura 16: Gráfica de AMMI para análisis de componentes principales para glicoalcaloides y prueba organoléptica en laboratorio.

Correlación entre las variables organolépticas (Textura, sabor, sabores extraños y oscurecimiento) y el contenido de glicoalcaloides.

En el análisis de correlación de Pearson observada al 95% de confianza entre las variables organolépticas (Textura, sabor, sabores extraños y oscurecimiento) y glicoalcaloides, solo mostro que existe mostro que existe una correlación negativa y altamente significativa ($p < 0.0001$) entre la variable sabor y el contenido de glicoalcaloides en una localidad (FW1) y en promedio de varias localidades (FW2) con valores de $r = -0.63$ y $r = -0.64$ respectivamente. **(Ver anexo 37)**

6.6 Matriz de selección de clones elites

Metodología

Para la selección final de las clones elites de papa biofortificada, se prosiguió a formar una matriz de datos considerando las variables evaluadas a la floración, cosecha y postcosecha en este trabajo de investigación y que mostraron diferencias significativas entre los tratamientos o clones bajo estudio.

En la **tabla 55** se puede observar la lista de variables y los pesos que se asignó a cada una de ellas de acuerdo a su importancia dentro de este estudio: Se consideró el peso de 3 a las variables menos importantes, peso de 5 a las variables de importancia intermedia y peso de 7 a las variables de mayor importancia.

Dentro de cada variable ya sea esta una variable cualitativa o cuantitativa se consideraron las pruebas de rangos o las pruebas de comparación de medias para

identificar los clones que superaron estadísticamente la media general dentro de cada una de ellas, prosiguiendo a asignales a estos el peso correspondiente según la tabla 56. Los clones dentro de cada variable que no superaron estadísticamente a la media general se le otorgo el peso de 1. La sumatoria de todas las variables dio un valor máximo de 94 puntos al cual llamaremos índice de selección. El mayor valor o índice de selección nos permitirá identificar clones elites biofortificados.

Aquellas variables que fueron poco informativas y/o más de carácter descriptivo no se les asigno peso y no fueron considerados en la matriz de selección, para la identificación de clones elites biofortificados.

6 variables fueron consideradas de mayor importancia, asignándoseles el peso de 7 dentro de la matriz de selección, los cuales fueron:

- Rendimiento de tubérculos comerciales ajustado t/ha (MTTYA).
- Rendimiento total de tubérculos ajustado t/ha (TTYA)
- Prueba Organoléptica: Sabor
- Glicoalcaloides (peso fresco)
- Contenido de Hierro mg/kg (Base Seca)
- Color de pulpa de tubérculo

Siendo seleccionadas por su mayor realce con los objetivos de esta investigación y siendo variables de mucha importancia con fines de mejoramiento para esta población de estudio.

Tabla 55: Variables de selección de clones elite.

Orden	Nombre de la Variable	Tipo	Prueba	Peso
1	Votaciones- PVS fase floración	Cuantitativo	Prueba de Friedman	3
2	Votaciones- PVS fase cosecha	Cuantitativo	Prueba de Friedman	3
3	Votaciones- PVS fase post cosecha	Cuantitativo	Prueba de Friedman	3
4	Uniformidad de planta	Cualitativo	Prueba de Friedman	3
5	Plant_Vigor (Vigor de planta)	Cualitativo	Prueba de Friedman	3
6	Flowering (Grado de floración)	Cualitativo	Prueba de Friedman	--
7	Número de tallos por planta	Cuantitativo	Prueba de Waller Duncan	3
8	Altura de planta	Cuantitativo	Prueba de Waller Duncan	3
9	Leng_Stolon (Longitud de estolón)	Cualitativo	Prueba de Friedman	--
10	Tuber_Apper (Apariencia de tubérculo)	Cualitativo	Prueba de Friedman	3
11	Tub_Unif (Uniformidad del tubérculo)	Cualitativo	Prueba de Friedman	--
12	Tub_size (Tamaño de tubérculo)	Cualitativo	Prueba de Friedman	3
13	Tubérculos comerciales ajustado t/ha (MTTYA).	Cuantitativo	Prueba de Waller Duncan	7
14	Peso promedio de tubérculos comerciales /g. (MATW)	Cuantitativo	Prueba de Waller Duncan	5
15	Rendimiento total de tubérculos ajustado t/ha (TTYA)	Cuantitativo	Prueba de Waller Duncan	7
16	Peso promedio de tubérculos/g (ATW).	Cuantitativo	Prueba de Waller Duncan	5
17	Porcentaje de Materia seca	Cuantitativo	Prueba de Waller Duncan	5
18	Tipo de Dormancia	Cualitativo	Análisis Factorial	--
19	Porcentaje de pérdida de peso*	Cuantitativo	Prueba de Waller Duncan	--
20	Patrón de Brotamiento	Cualitativo	Descriptivo	--
21	Color de hojuelas (CHIP)	Cualitativo	Prueba de Friedman	--
22	% Contenido de Azúcar	Cuantitativo	Prueba de Waller Duncan	--
23	Prueba Organoléptica: Textura	Cuantitativo	Componentes principales	5
24	Prueba Organoléptica: Sabor	Cuantitativo	Componentes principales	7
25	Prueba Organoléptica: Sabor Extraños	Cuantitativo	Componentes principales	--
26	Prueba Organoléptica: Sabor Extraños	Cuantitativo	Componentes principales	--
27	Glicoalcaloides peso fresco	Cuantitativo	Componentes principales	7
28	Contenido de Hierro mg/kg (BS)	Cualitativo	Prueba de Friedman	7
29	Contenido de Zinc mg/kg (BS) *	Cualitativo	Prueba de Friedman	5
30	Vitamina C mg/100 (BS)	Cualitativo	--	--
31	Color de pulpa de tubérculo	Cuantitativo	Descriptivo	7
PESO TOTAL				94

En la **tabla 56** se puede observar el los 8 clones elites biofortificados que obtuvieron el mayor índice de selección, es decir, muestran las mejores cualidades en la mayoría de variables utilizadas en la matriz de selección.

Tabla 56: Clones superiores elite selectos.

Orden	Código de clones	Índice de selección
1	BIOT-721.245	80
2	BIOT-637.001	74
3	BIOT-609.247	74
4	BIOT-871.043	72
5	BIOT-725.024	68
6	BIOT-767.014	68
7	BIOT-621.097	64
8	BIOT-721.036	62

Además, las **tablas 57, 58, 59, 60, 61 y 62** muestran los 8 mejores clones con sus respectivas características por variable siendo el clon top biofortificado, el clon BIOT-721.245 quien obtuvo el mayor índice de selección con 80 puntos, cuyas características fueron:

En la selección participativa fase floración fue muy aceptado con una suma de rango alto de 81 y con peso 3, en la selección participativa fase cosecha obtuvo una sumatoria de rango de 50.5 menor al promedio general con peso 1, en la selección participativa fase postcosecha obtuvo una sumatoria de rango de 52 menor al promedio general y con peso 1, lo que significa que al momento de la floración tuvo una mayor aceptación por parte de los agricultores en comparación con la cosecha y la postcosecha.

Sin embargo, en las evaluaciones cualitativas observadas de uniformidad de planta obtuvo una mediana de 7 con peso de 3, en el vigor de planta obtuvo una mediana

de 7 con peso 3, en la apariencia de tubérculo obtuvo una mediana de 5 con peso 3, en el tamaño de tubérculo obtuvo una mediana de 3 con peso 1, lo que quiere decir, que tuvo un buen performance en la fase de crecimiento, pero en lo que respecta al tamaño de tubérculo presento tubérculo de menor tamaño.

En las variables cuantitativas de rendimiento como son: la altura de planta obtuvo un promedio de 48.6 cm con peso 3, en el rendimiento de tubérculos comerciales ajustado obtuvo un promedio de 26.72 tn/ha con un peso de 7, en el peso promedio de tubérculos comerciales obtuvo un promedio de 41.19 g con un peso de 1, en el rendimiento total de tubérculos ajustado obtuvo 30.21 tn/ha con peso de 7, en el peso promedio de tubérculos obtuvo un promedio de 35.91 g con un peso de 1, lo que significa que tuvo un alto rendimiento pero con tubérculos de tamaño mediano a pequeño.

En las variables cuantitativas realizadas en laboratorio el clon elite mostro un porcentaje de materia seca con promedio de 25.54% con un peso 5, en el carácter organoléptico de textura obtuvo un promedio de 31.25 con peso de 5, mostrando su carácter harinoso, en el sabor obtuvo un promedio de 35 con un peso de 7, en el contenido de glicoalcaloides un valor promedio bajo de 0.24 mg/kg BS con un peso de 7 mostrando así un buen sabor, en el contenido de Hierro obtuvo un promedio de 21.12 mg/kg (BF) con un peso de 7, en el contenido de Zinc presento un promedio de 10.32 mg/kg (BF) con un peso de 5, mostrando así su alto contenido de minerales

En el carácter descriptivo respecto al color de pulpa este clon presento un color crema como predominante con ausencia de color secundario lo cual es un buen aspecto ya que Landrum y Bone (2001) mencionan que, el tubérculo de pulpa

amarilla tiene un elevado contenido de ácido ascórbico (vitamina C) y según Martínez, et al (1999) tiene la característica particular de incrementar la biodisponibilidad del hierro.

Tabla 57: Valores de Puntuación en PVS de los 8 clones elite.

ORD	Código de clones	PVS-Floración			PVS-Cosecha			PVS-Poscosecha		
		SR	Gr	Peso	SR	Gr	Peso	SR	Gr	Peso
1	BIOT-721.245	81	abcde	3	50.5	efghijk	1	52	cdef	1
2	BIOT-637.001	66.5	abcdefg	3	69.5	abcdefg	3	78.5	abcd	3
3	BIOT-609.247	63.5	abcdefgh	3	64.5	cdefgh	3	75	abcde	3
4	BIOT-871.043	65.5	abcdefg	3	32.5	ijkl	1	57	abcdef	3
5	BIOT-725.024	57	bcdefghi	3	62.5	cdefghi	3	88	ab	3
6	BIOT-767.014	51.5	cdefghi	1	60.5	defghij	3	30	f	1
7	BIOT-621.097	31	ghi	1	18	l	1	69	abcde	3
8	BIOT-721.036	21	i	1	66.5	bcdefg	3	30	f	1
9	Yungay	75.5	abcdef	3	79.5	abcdef	3	41.5	ef	1

SR=suma de rangos, **Gr**= Grupos, **Med**=mediana, **Prom**= Promedio.

Tabla 58: Valores de Puntuación en las características agronómicas de los 8 clones elite.

ORD	Código de clones	Uniformidad de planta				Vigor de planta				Número de tallos por planta			
		Med	SR	Prueba de F	Peso	Med	SR	Prueba de F	Peso	Prom	SD	Waller-Duncan	Peso
1	BIOT-721.245	7	61.00	abcde	3	7	68.00	abc	3	5.6	0.56	bcdefg	3
2	BIOT-637.001	5	47.00	defgh	1	5	53.50	abcdef	3	4.9	0.45	efghi	1
3	BIOT-609.247	7	90.50	a	3	7	87.50	a	3	6.6	0.67	abcd	3
4	BIOT-871.043	5	47.00	defgh	1	7	68.00	abc	3	5.6	1.05	bcdefg	3
5	BIOT-725.024	7	72.50	abcd	3	7	68.00	abc	3	6.9	0.66	abc	3
6	BIOT-767.014	5	49.50	cdefg	1	7	60.00	abcd	3	6.1	1.60	abcdef	3
7	BIOT-621.097	7	74.50	abcd	3	7	79.50	ab	3	6.5	1.31	abcd	3
8	BIOT-721.036	3	25.50	gh	1	3	22.50	efg	1	4	0.96	hi	1
9	Yungay	9	82.00	abc	3	9	78.00	ab	3	6.3	1,84	abcde	3

Tabla 59: Valores de puntuación en las características agronómicas y de rendimiento de los 8 clones elite.

ORD	Código de clones	Altura de planta				Apariencia de Tubérculo				Tamaño de tubérculo			
		Prom	SD	Waller-Duncan	Peso	Med	SR	Prueba F	Peso	Med	SR	Prueba F	Peso
1	BIOT-721.245	48.6	7.19	defgh	3	5	46.5	cd	3	3	29.50	def	1
2	BIOT-637.001	49.2	5.65	cdefgh	3	5	73.5	abc	3	5	75.00	ab	3
3	BIOT-609.247	56.4	2.34	bcd	3	5	74.5	abc	3	5	75.00	ab	3
4	BIOT-871.043	41.57	8.36	ghijkl	1	5	62.5	abc	3	7	93.00	a	3
5	BIOT-725.024	54.03	4.81	cdef	3	5	62.5	abc	3	3	46.00	cd	1
6	BIOT-767.014	35.23	3.66	klm	1	5	62.5	abc	3	5	60.50	bc	3
7	BIOT-621.097	49.23	2.35	cdefg	3	5	62.5	abc	3	3	29.50	def	1
8	BIOT-721.036	40.83	5.69	hijkl	1	5	75	ab	3	5	75.00	ab	3
9	Yungay	63.17	10.02	ab	3	7	85.5	a	3	5	82.50	ab	3

Tabla 60: Valores de puntuación en las características de rendimiento de 8 clones elite.

ORD	Código de clones	Rendimiento de tubérculos comerciales ajustado t/ha				Peso promedio de tubérculos comerciales /g. (MATW)				Rendimiento total de tubérculos ajustado t/ha (TTYA)				Peso promedio de tubérculos/g (ATW).			
		Prom	SD	Waller-Duncan	Peso	Prom	SD	Waller-Duncan	Peso	Prom	SD	Waller-Duncan	Peso	Prom	SD	Waller-Duncan	Peso
1	BIOT-721.245	26.73	2.6	def	7	41.19	4.99	klmn	1	30.21	2.47	def	7	35.91	0.24	ijklm	1
2	BIOT-637.001	32.64	1.3	bcd	7	79.00	10.16	d	5	34.95	2.21	cd	7	69.81	12.14	cd	5
3	BIOT-609.247	43.88	1.92	a	7	68.25	5.85	de	5	46.43	3.15	ab	7	62.05	6.28	de	5
4	BIOT-871.043	29.17	5.38	def	7	66.05	11.7	de	5	31.66	5.62	de	7	56.89	10.67	def	5
5	BIOT-725.024	31.24	3.86	cde	7	45.38	5.82	ijklmn	1	35.02	3.67	cd	7	38.38	4.09	ijklm	1
6	BIOT-767.014	27.47	9.43	def	7	53.34	12.32	efghijk	1	30.99	9.34	def	7	50.38	9.22	efgh	5
7	BIOT-621.097	28.47	5.17	def	7	45.88	3.15	ijklmn	1	32.52	4.02	de	7	41.52	2.71	hijk	1
8	BIOT-721.036	28.20	8.61	def	7	64.42	12.86	de	5	30.82	8.72	def	7	53.35	9.07	defg	5
9	Yungay	47.93	7.32	a	7	85.22	6.89	c	5	53.69	10.22	a	7	72.35	11.34	bc	5

Tabla 61: Valores de puntuación de las características de cuantitativas de laboratorio de los 8 clones elite.

ORD	Código de clones	Materia Seca				Textura_lab			Sabor_lab			Tgly_FW 2	
		Prom	SD	Waller-Duncan	Peso	Prom	SD	Peso	Prom	SD	Peso	Valor observado	Peso
1	BIOT-721.245	25.54	1.91	bcdefg	5	31.25	2.50	5	35.00	4.08	7	0.24	7
2	BIOT-637.001	23.61	0.93	fghijk	5	33.75	2.50	1	33.75	2.50	1	0.80	7
3	BIOT-609.247	23.03	0.21	hijklmn	1	29.38	5.15	1	35.00	5.00	1	0.57	7
4	BIOT-871.043	24.87	0.6	cdefgh	5	29.38	5.15	5	32.50	9.01	7	0.64	7
5	BIOT-725.024	23.94	1.69	efghij	5	29.17	6.29	5	30.63	7.18	7	6.56	7
6	BIOT-767.014	21.64	1.44	klmnop	1	22.50	6.12	5	30.83	8.78	7	1.03	7
7	BIOT-621.097	23.63	1.11	fghijk	5	29.17	6.29	1	33.33	5.77	1	0.38	7
8	BIOT-721.036	22.64	0.27	ijklmn	1	32.50	2.88	5	32.50	2.89	7	17.56	1
9	Yungay	17.68	0.89	r	1	16.21	7.04	1	31.5	6.98	7	0.50	7

Tabla 62: Valores de puntuación para las características de contenido de micronutrientes y color de tubérculo de 8 clones elite.

ORD	Código de clones	Contenido de Hierro mg/kg (BF) *				Contenido de Zinc mg/kg (BF) *				Color de pulpa del tubérculo				Frecuencia de selección
		Prom	SD	Waller-Duncan	Peso	Prom	SD	Waller-Duncan	Peso	Color predominante de pulpa del tubérculo	Color secundario de pulpa del tubérculo	Distribución del color secundario de la pulpa	Peso	
1	BIOT-721.245	21.1	1.23	defghi	7	10.3	1.44	bcdefghij	5	Crema	Ausente	Ausente	7	80
2	BIOT-637.001	23.9	3.12	bcd	7	11.5	1.97	abcdefg	5	Crema	Rojo	Con pocas manchas	1	74
3	BIOT-609.247	19.3	4.7	fghij	7	10.2	2.36	bcdefghij	5	Amarillo Claro	Morado	Áreas	1	74
4	BIOT-871.043	18.1	1.89	ljk	1	8.93	0.41	efghij	1	Crema	Rojo	Anillo Vascular y Medula	1	72
5	BIOT-725.024	18.7	0.78	ljk	1	8.64	0.12	ghij	1	Amarillo Claro	Morado	Áreas	1	68
6	BIOT-767.014	20.5	1.41	Efghij	7	8.73	1.21	fghij	1	Amarillo Claro	Morado	Anillo Vascular Angosto	1	68
7	BIOT-621.097	18.6	2.13	ljk	1	10.7	1.45	abcdefghi	5	Amarillo Claro	Ausente	Ausente	7	64
8	BIOT-721.036	14.9	0.55	Lm	1	8.31	0.79	hij	1	Crema	Ausente	Ausente	7	62
9	Yungay	14.24	1.04	M	1	7.61	1.21	J	1	Amarillo claro	Ausente	Ausente	7	74

6.7 Matriz de correlación entre las variables estudiadas

En el estudio realizado, para conocer el grado de asociación existente entre las variables en estudio se realizó una correlación de Pearson **ver Tabla 63**.

Entre los dos componentes de micronutrientes Hierro y Zinc se observó una correlación positiva y altamente significativa con un valor $r = 0,65$, lo que quiere decir que a medida que el contenido de Hierro aumenta, también aumenta el contenido de Zinc en los clones en estudio, Burgos, et al (2007) reportaron resultados similares.

En los componentes de rendimiento vs el contenido de micronutrientes se observó una correlación significativa y negativa entre el rendimiento de tubérculos comerciales ajustado vs contenido de Hierro con un valor $r = -0,51$ y entre el rendimiento total de tubérculos ajustado vs el contenido de Hierro con un valor $r = -0,53$, lo cual en esta investigación quiere decir que existe una relación inversa entre estos dos componentes, a mayor rendimiento menor cantidad de micronutrientes o inversa, para validar esta correlación se debe realizar más experimentos multi-ambiente.

La correlación existente observada entre el sabor y la cantidad de glicoalcaloides fue altamente significativa y negativa con un valor $r = -0,63$ lo que quiere decir que son inversamente proporcionales, a un buen sabor se presenta una menor cantidad de glicoalcaloides; esto explica la importancia de las pruebas organolépticas, usándolo como medida indirecta para descartar el nivel de glicoalcaloides, ya que este último demanda un mayor costo económico.

Entre la variable de materia seca y textura se observó una correlación significativa y positiva con un valor $r = 0,58$, lo que quiere decir mientras mayor sea la textura

mayor será el contenido de materia seca, validando lo manifestado por Holden (1981) citado por Alvarado (2008) la textura en la papa esta relacionada con el contenido de materia seca alta más de 25% presentan texturas duras, crocantes y con materia seca baja su textura es blanda y que la textura se relaciona con el contenido de almidón teniendo una correlación positiva entre harinosidad y sólidos totales, por otro lado INIA (2007) menciona que esto conlleva a que el frito en hojuelas es el que requiere los porcentajes más altos en sólidos, pues el agua es sustituida por el aceite de fritura (cuanto más materia seca menos consumo en aceite).

Se observó una correlación altamente significativa y positiva entre la selección participativa de variedades en la fase cosecha vs la apariencia de tubérculo, rendimiento de tubérculos comerciales ajustado, peso promedio de tubérculos comerciales, rendimiento total de tubérculos ajustado y peso promedio de tubérculos con valores de $r=0.51$, $r=0.57$, $r=0.50$, $r=0.53$ y $r=0.53$ respectivamente. Este resultado de correlación nos da a conocer el alto grado de asociación entre la opinión de los agricultores al escoger una nueva variedad asociado a las características cuantitativas de rendimiento realizado por el investigador; validando la participación de los agricultores, hombres y mujeres, en la selección de clones promisorios.

Las variables de medida indirecta como la uniformidad de planta, el vigor de planta, la uniformidad de tubérculo está altamente correlacionadas a los componentes del rendimiento validando a los parámetros observados por el mejorador

En este estudio esperábamos una correlación existente entre número de tallos asociada a las variables de rendimiento ya que Tirado (2014) menciona que a

mayor número de tallos resulta mayor el rendimiento, lo cual no se encontro en esta investigacion.

Tabla 63: Correlación de Pearson con variables puestas en estudio.

Variable	Con variable	N	coeficiente de correlación	Z de Fisher	Correlación estimada	Límite de confianza al 95%		Valor de P	Sig.
FE	ZN	34	0.66	0.79	0.65	0.4	0.81	<.0001	***
MTTYA	FE	34	-0.52	-0.57	-0.51	-0.72	-0.21	0.002	**
TTYA	FE	34	-0.53	-0.6	-0.53	-0.74	-0.23	0.001	**
Sabor	Tgly_FW	34	-0.63	-0.75	-0.63	-0.8	-0.37	<.0001	***
DM	Textura	34	0.58	0.67	0.58	0.3	0.77	0	**
PVS_C	Tub_APP	34	0.51	0.57	0.51	0.2	0.72	0.002	**
PVS_C	MTTYA	34	0.57	0.65	0.56	0.28	0.76	0	**
PVS_C	MATW	34	0.5	0.55	0.5	0.19	0.71	0.002	**
PVS_C	TTYA	34	0.53	0.59	0.53	0.23	0.73	0.001	**
PVS_C	ATW	34	0.53	0.59	0.53	0.23	0.73	0.001	**
Unif Planta	Vigor	34	0.82	1.16	0.82	0.66	0.9	<.0001	***
Unif Planta	Ntallos	34	0.51	0.56	0.5	0.2	0.72	0.002	**
Unif Planta	Altura	34	0.57	0.65	0.56	0.28	0.76	0	**
Vigor	Ntallos	34	0.49	0.53	0.48	0.17	0.7	0.003	**
Vigor	Altura	34	0.64	0.76	0.63	0.38	0.8	<.0001	***
Vigor	Tub_APP	34	0.54	0.6	0.53	0.23	0.74	0.001	**
Vigor	MTTYA	34	0.57	0.65	0.57	0.28	0.76	0	**
Vigor	TTYA	34	0.57	0.65	0.56	0.28	0.76	0	**
Tub_APP	TUB_SIZE	34	0.62	0.72	0.61	0.34	0.79	<.0001	***
Tub_APP	MTTYA	34	0.78	1.04	0.77	0.59	0.88	<.0001	***
Tub_APP	MATW	34	0.64	0.76	0.63	0.38	0.8	<.0001	***
Tub_APP	TTYA	34	0.76	1	0.76	0.56	0.87	<.0001	***
Tub_APP	ATW	34	0.64	0.76	0.64	0.38	0.8	<.0001	***
Altura	Tub_APP	34	0.57	0.65	0.57	0.28	0.76	0	**
Altura	MTTYA	34	0.71	0.89	0.7	0.48	0.84	<.0001	***
Altura	TTYA	34	0.71	0.88	0.7	0.48	0.84	<.0001	***
TUB_SIZE	MTTYA	34	0.64	0.76	0.64	0.38	0.8	<.0001	***
TUB_SIZE	MATW	34	0.78	1.04	0.77	0.59	0.88	<.0001	***
TUB_SIZE	TTYA	34	0.59	0.68	0.59	0.31	0.77	0	**
TUB_SIZE	ATW	34	0.78	1.05	0.78	0.59	0.88	<.0001	***

VII CONCLUSIONES

- Para la localidad de Leoqkata distrito de Ccorca, se seleccionaron 8 clones elites biofortificados, que poseen características potenciales en la mayoría de variables puestas en estudio según el índice de selección alcanzado: BIOT-721.245, BIOT-637.001, BIOT-609.247, BIOT-871.043, BIOT-725.024, BIOT-767.014, BIOT-621.097 y BIOT-721.036.
- La metodología de selección participativa (PVS) de clones avanzados a la floración, cosecha y postcosecha; muestra ser una herramienta útil para la convocatoria y participación de agricultores (hombres y mujeres; permitiendo así conocer los criterios según sus necesidades propias de su entorno geográfico; características de interés morfológico, productivo, y organoléptico del cultivo; y las necesidades o brechas de mercado.

Las correlaciones encontradas entre la votación de los agricultores (Hombres vs Mujeres) a la floración, cosecha y postcosecha con valores de $r=0.47$, $r=0.81$, y $r=0.56$, respectivamente; nos muestra que existen puntos comunes o criterios coincidentes al momento de la selección de clones de papa en condiciones de campo.

De los 8 clones seleccionados, los clones preferidos por los agricultores a la floración fueron BIOT-721.245, BIOT-637.001, BIOT-871.043, BIOT-609.247 y BIOT-725.024 a la cosecha fueron BIOT-637.001, BIOT-721.036, BIOT-609.247, BIOT-725.024 y BIOT-767.014 a la postcosecha fueron BIOT-725.024, BIOT-637.001, BIOT-609.247, BIOT-621.097 y BIOT-871.043.

- El contenido de hierro de 8 mejores clones, el máximo y mínimo valor observado fue de 23.9 y 18.1 respectivamente, lo cual en promedio representa que tienen 36.15 % más hierro con respecto a la variedad testigo Yungay.

En el contenido de Zinc de los 8 mejores clones el máximo y mínimo valor observado fue de 11.5 y 8.31 respectivamente lo cual en promedio representa que tienen 26.99 % más hierro con respecto a la variedad testigo Yungay.

- En el rendimiento agronómico total ajustado, los 8 mejores clones obtuvieron valores máximos y mínimos de 46.43 y 30.21 (t/ha) respectivamente, en comparación con las variedades testigo Yungay, Qompis, Canchan y Serranita. Estas también mostraron rendimientos de 53.70, 43.54, 27.87 y 42.50 tn/ha respectivamente. Esta amplia capacidad productiva de los clones biofortificados en estudio, permite la selección de los mejores clones para posteriores estudios específicos.

VIII RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar más trabajos de investigación promoviendo la evaluación participativa captando los criterios que tienen los agricultores en la elección de una nueva variedad o clon, acorde a sus perspectivas y a la realidad en que viven. Esto permitirá una mayor aceptabilidad en el lanzamiento de nuevas variedades que aportará en mejorar la calidad de vida, seguridad alimentaria y la desnutrición en las poblaciones vulnerables.
- Se recomienda continuar con la evaluación de 8 mejores clones biofortificados seleccionados en el presente estudio, con pruebas de distinción, homogeneidad y estabilidad, con el objetivo de registrar y lanzar una variedad biofortificada nueva en la sierra sur del Perú y que contribuya a la seguridad alimentaria de la población.
- Se recomienda realizar estudios de tolerancia a heladas y sequias en ambientes extremos de la sierra sur del Perú, para 8 mejores clones selectos en esta investigación.

IX BIBLIOGRAFÍA

- Abbott , L., & Pistorale, S. (2011). Análisis de la estabilidad y adaptabilidad de caracteres de interés agronómico en genotipos selectos de cebadilla criolla (*Bromus Catharticus*). Revista AgriScientia; Buenos Aires - Argentina
Obtenido de <https://doi.org/10.31047/1668.298x.v28.n2.2788>
- Allen, E., & Scott, k. (2009). An analysis of growth of the potato crop. Libro: The Journal of Agricultural Science; Cambridge University Press; Reino Unido.
- Altet, G. (2000). Evaluación de clones segregantes de tres familias TPS y cultivares comerciales de papa en costa central. Tesis Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Lima, Peru.
- Alvarado, C. (2008). Caracterizacion fenotipica y molecular de la diversidad genetica de papas cultivadas por su tolerancia al endulzamiento en frio. Tesis, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Peru.
- Arnaiz, P., & Hilbck, E. (2018). Efecto de la cocción de papas comerciales con y sin cáscara en la concentración de glicoalcaloides. Tesis, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Lima-Peru: Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/622850>
- Atlin, G., Cooper, M., & Bjornstad, A. (2001). A comparison of formal and participatory breeding approaches using selection teory. Journal Euphytica. Obtenido de <https://doi.org/10.1023/A:1017557307800>
- Ballonga, C. (2017). Estado nutricional de los escolares de una zona rural de extrema pobreza de Ccorca, Perú. Proyecto INCOS. España: Universidad Autónoma de Barcelona (UAB).Tesis.

- Bioversity, I., & CIP. (2009). Key access and utilization descriptors for cultivated potato genetic resources. Peru. Obtenido de https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/user_upload/online_library/publications/pdfs/1386.pdf
- Bonierbale, M., Amoros, w., Burgos, G., & Salas , E. (2008). Valor agregado y nutricional de la papa nativa) Avances en Ciencia y Desarrollo de la Patata para una Agricultura Sostenible; III Congreso Iberoamericano de Investigación y Desarrollo en Patata, España.
- Bonierbale, M., de Haan, S., Forbes , A., & Bastos, C. (2010). Procedimientos para pruebas de evaluacion estandar de clones avanzados de papa: Guia para cooperadores internacionales. Lima, Peru. Centro Internacional de la Papa.
- Brandt, T. & Lynn, W. (2012). Glucose concentrations storing for multiple uses. Revista Potato grower. Canada.
- Burgos, G., & de Hann, S. (2019). Potencial nutricional de la papa. Lima - Peru Centro Internacional de la Papa. Obtenido de <https://cipotato.org/wp-content/uploads/2019/08/CIP-PANAMERICANOS-LIMA-2019.pdf>
- Burgos, G., Auqui, S., Amoros, W., Salas, E., & Bonierbale, M. (2009). Ascorbic acid concentration of native Andean potato varieties as affected by environment, cooking and storage. Journal of Food Composition and Analysis. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.05.013>
- Burgos, G., Zum Felde , T., Andre , C., & Kubow , S. (2020). The potato and its contribution to the human diet and health. The potato crop. Springer.
- Burgos, G., Amoros, W.; Morote, M.; Stangoulis, J.; Bonierbale, M.; (2007). Iron and zinc concentration of native Andean potato cultivars from a human nutrition

- perspective. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.2765>
- Cardenas, G. (2018). "Evaluación de cinco familias de semilla sexual de papa en condiciones de sierra central del Perú". Tesis Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Lima - Peru.
- Cahuana, A. (1993). Lineamientos para la caracterización de papas nativas y variedades mejoradas. Puno, Peru.
- Carli, C., Mihovilovich, E., & Bonierbale, M. (2016). Procedures for Standard Evaluation and Data Management of Advanced Potato Clones. Module 4: Assessment of Dormancy and Sprouting Behavior of Elite and Advanced Clones. Lima, Peru: Centro Internacional de la Papa.
- Castro, H., & Guio, V. (1998). Significado de la fertilización potásica en el rendimiento y calidad industrial de la papa (*Solanum tuberosum*). pp. 112-132. En: Guerrero, R. (ed.). Fertilización de Cultivos de Clima Frío. Segunda Edición. Monómeros Colombo Venezolanos. Bogotá - Colombia.
- CIP (2015a). Datos y cifras de la papa. Lima - Peru. Obtenido de <https://cipotato.org/es/lapapa/dato-y-cifras-de-la-papa/>
- CIP (2015b). La papa y la nutrición. Lima - Peru. Obtenido de <https://cipotato.org/es/lapapa/lapapaylanutricion/>
- Crisci, C. (1992). Almacenamiento de papas. Instituto de innovación agropecuaria INIA. Montevideo - Uruguay.
- Cosio, P & Castelo, G. (2005). Clasificación sistemática de plantas según Cronquist. copia mimeografiada FAZ - UNSAAC. Cusco, Peru.

- De Haan, S., Salas, E., Fonseca, C., Gastelo, M., Hualla, V., Bonierbale, M., Bastos, C. (2017). Selección participativa de variedades de papa (SPV) usando el diseño mamá y bebé: una guía para capacitadores con perspectiva de género. Lima, Peru: Centro Internacional de la Papa.
- De Haan, S.; Forbes, A.; Amoros, W.; Gastelo M.; Salas, E.; Hualla V.; De Mendiburu F.; Bonierbale M. (2014). Metodologías de Evaluación Estándar y Manejo de Datos de Clones Avanzados de Papa. Modulo 2: Evaluación del rendimiento de tubérculos sanos de clones avanzados de papa. Guía para Colaboradores Internacionales. Lima (Perú). Centro Internacional de la Papa.
- Del Carpio, R. (2008). Selección para precocidad de doce familias Híbridas de papa (*Solanum Tuberosum* L.), en zona árida. Arequipa, Peru: Tesis.
- Egúsquiza, B. (2000). La papa: producción, transformación y comercialización.: Prisma - Proyecto PRODECCE. Programa de desarrollo comunitario en corredores económicos, Lima, Peru
- Estrada, N. (2001). Mejoramiento para procesamiento y calidad culinaria. Redepapa. Obtenido de <http://www.redepapa.org/boletincincuentatres.html>
- Fairweather, S. (1983). Studies on the availability of iron in potatoes. Food Research Institute, British Journal of Nutrition. Obtenido de doi:10.1079/BJN19830067
- FAO & WHO. (2001). Human Vitamin and Mineral Requirements. Report of a joint FAO/WHO expert consultation Bangkok, Thailand Roma, Italia. Obtenido de <https://www.fao.org/3/y2809e/y2809e.pdf>

- FAO. (2008). Las papas, la nutrición y la alimentación. Dirección de la nutrición y protección del consumidor de la FAO, Roma, Italia. Obtenido de <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/IYP-6es.pdf>
- Friedman, M. (2006). Potato Glycoalkaloids and metabolites: roles in the plant and in the diet. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
- García, S. (2011). Food Security, Nutrition and Policy in the Andes: The Case of Ccorca, Peru. Cusco, Peru: International Development Studies Master's Dissertation Utrecht University. Tesis.
- Gastelo, M., Díaz, L., Burgos, G., Felde, T., & Bonierbale, M. (2017). Heritability for Yield and Glycoalkaloid Content in Potato Breeding under Warm Environments. *Journal article*. Obtenido de <https://doi.org/10.1515/opag-2017-0059>
- GOMES, R., & WONG, D. (1998). Procesamiento de la papa. Lima, Perú. *Revista Agroecológica Indoagro*.
- Holden, J., (1981) Problems in breeding for tuber quality. Meeting of the breeding Section and Varietal Assessment of the European Association for the Potato Research. Edinburgh(UK). *Potato Research (Netherlands)*
- INEI (2015). Lactancia y Nutrición de Niñas, Niños y Madres (Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2015). Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1356/
- INEI (2018). Indicadores de resultados de los programas presupuestales (Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2018). Recuperado de https://proyectos.inei.gob.pe/endes/2018/ppr_2013_2018/Indicadores%20d

e%20Resultados%20de%20los%20Programas%20Presupuestales_ENDES_2018.pdf.

INEI y ENDES (2018). Informe principal Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2018 (Lactancia y nutrición de niñas, niños y mujeres). Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1656/index1.html.

INIA (2002). Papa compendio de informacion tecnica. Lima, Peru Obtenido de <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/862>.

INIA (2007). Metodos de valoracion para las papatas. Ministerio de agricultura y ciencia. Obtenido de <http://wwwsp.inia.es/Investigacion/OtrasUni/DTEVVPF/Unidades/CentrosEnsayo/EstacionEnsayos/Documents/M%C3%A9todospatata.pdf>

INIA (2012a). Catálogo de nuevas variedades de papa: sabores y colores para el gusto peruano. Obtenido de <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2013/08/005909.pdf> .

INIA (2012b). Ficha técnica de papa canchan. Peru. Obtenido de http://www.inia.gob.pe/wpcontent/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/papa/INIA_303.pdf

Klawitter, M., Yorgey, G., Henson Cagley, J., & Gugerty, M. K. (2009). Gender and cropping: Wheat in sub-saharan - Africa. Evans School Policy Analysis and Research. Obtenido de https://epar.evans.uw.edu/sites/default/files/Evans%20UW_Request%2036_Gender%20and%20Cropping_Wheat%20in%20SSA_05-18-2009%20.pdf

- Landrum, J., & Bone, R. (2001). Lutein, zeaxanthin and macular pigment. *Journal Archives of Biochemistry and Biophysics*. Obtenido de doi:<https://doi.org/10.1006/abbi.2000.2171>
- Livisi, L. (2017). Caracterización agromorfológica de dos clones y dos cultivares de papa (*solanum tuberosum* L.) con tolerancia a heladas en condiciones agroecológicas de Illpa-Puno. Puno, Peru: Tesis.
- López , D., Castillo, C., & Diazgranados , D. (2010). El zinc en la salud humana , *Revista SciELO*. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182010000200013
- Maharana, J., Panda, C., & Jakhar, P. (2017). Genotype × Environment Interaction and Stability Analysis of Kharif Potato in Koraput Region of Odisha, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.605.126>
- Malagamba, P. (1999) Fisiología y Manejo de tubérculos-semillas de papa. Fascículo En: Producción de tubérculos-semillas de papa Manual de capacitación Centro Internacional de la Papa. Lima. CIP.
- Maurya, D., Bottrall, A., & Farrington, J. (1986). Improved livelihoods, genetic diversity and farmer participation: a strategy for rice breeding in rainfed areas of india. *Experimental agriculture*. Cambridge University Press Obtenido de <https://doi.org/10.1017/S0014479700016161>
- Mayer, J., Pfeiffer, W., & Beyer, P. (2008). Biofortified crops to alleviate micronutrient malnutrition. *ScienceDirect*. Obtenido de

[http://goldenrice.orgwww.goldenrice.org/PDFs/Biofortified_crops_Mayer_CO
PB_2008.pdf](http://goldenrice.orgwww.goldenrice.org/PDFs/Biofortified_crops_Mayer_CO_PB_2008.pdf)

Miller, J. (2013). Iron Deficiency Anemia: A Common and Curable Disease. *Journal Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3685880/>

MINAGRI. (2018). Plan Nacional de cultivos. Resolucion ministerial N° 0414 Reporte mensual. Lima, Peru. Obtenido de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/434391/RM._414-2019-MINAGRI_COMP.pdf

MINSA. (2017). Plan Nacional para la Reducción y control de la anemia Materno Infantil y la Desnutrición Crónica Infantil en el Perú: 2017-2021. Lima, Peru.

Mohammadi, M., Hosseinpour, T., & Armion, M. Khanzadeh, H., Ghogh, H (2016). Analysis of Genotype, environment, and genotype × environment interaction in bread wheat genotypes using GGE biplot. *Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gachsaran, Iran*. Obtenido de <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20173296351>

Moreno, J. (2000). Corpoica calidad de la papa para usos industriales. *Boletin de la papa*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/16828> Colombia.

Muñoz, M. (2014). Composición y aportes nutricionales de la papa. *Revista agricola*. Obtenido de https://www.inia.cl/wp-content/uploads/2014/09/revista_agricola_octubre_36-37.pdf

Muñoz, F. (2000). Sistematización de la experiencia de los subproyectos de papa financiados por el programa nacional de innovación agraria. PNIA. Obtenido

de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/569715/libro_estudio-de-papa.pdf

Nestel, P., Bouis, H., Meenakshi, J., & Pfeiffer, W. (2006). Biofortification of Staple Food Crops. *The Journal of nutrition*. doi:<https://doi.org/10.1093/jn/136.4.1064>

NIH. (2019a). Datos sobre el Hierro. National Institutes of Health EE.UU. Obtenido de <https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/Iron-DatosEnEspanol.pdf>

NIH. (2019b). Datos sobre la vitamina C. National Institutes of Health, EE.UU. Obtenido <http://ods.od.nih.gov/HealthInformation/RecursosEnEspanol.aspx>.

Núñez, P. (2016). Fuentes y dosis de fertilización potásica en el crecimiento, tuberización y calidad de fritura de la papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Unica. . Lima, Peru: Tesis.

OMS. (1972). Anemias nutricionales: informe de un Grupo de Expertos de la OMS. Serie de informes técnicos N° 503, Ginebra, Suiza Obtenido de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/38615/WHO_TRS_503_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pachón, E. (2006). La estrategia propuesta para evaluar el impacto nutricional de los cultivos biofortificados en el proyecto AgroSalud. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Mexico.

Pachón, E. (2010). El impacto nutricional de cultivos biofortificados o cultivos con mayor calidad nutricional. AgroSalud. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.

- Philip, W., & Broadley, M. (2005). Biofortifying crops with essential mineral elements. *Trends in Plant Science*. Obtenido de doi: 10.1016/j.tplants.2005.10.001. Epub 2005 Nov 3. PMID: 16271501.
- Porras, E., Burgos, G., Sosa, P., & Felde, T. (2014). Procedures for sampling and sample preparation of sweetpotato roots and potato tubers for mineral analysis. (CIP, Ed.) *Global Program Genetics and Crop Improvement*.
- Primo, E. (2006). *Química de los alimentos*. (3^oed.). Editorial: Madrid, Editorial SINTESIS,S.A.
- Salas, E., Mihovilovich, E., Amoros, W., & Bonierbale, M. (2004). Estimation of variability for PLRV resistance in tropically adapted potatoes. *American Journal of Potato Research*.
- Shapiro, S., & Wilk, M. (1965). An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika*. Vol 52 Obtenido de <https://doi.org/10.2307/2333709>
- Shayanowako, A., Mangani, R., Mtaita, T., & Mazarura, U. (2015). Influence of Main Steam Density on Irish Potato Growth and Yield. *Annual Research & Review in Biology*. doi:10.9734/ARRB/2015/9973
- Tajner-Czopek, A., Jarych-Szyszk, M., & Lisińska, G. (2007). Changes in glycoalkaloids content of potatoes destined for consumption. Vol 106 *Food Chemistry* .Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.034>.
- Tapia, M., & Fries, A. M. (2007). *Guia de campo de los cultivos andinos*. FAO y ANPE. Lima, Peru. Obtenido de <https://runamaqui.fr/wp-content/uploads/2020/07/FAO-Los-cultivos-andinos-documento-completo.pdf>

- Tejada, H. (2000). Evaluación y selección de precocidad en treinta y un familias híbridas de papa (*Solanum tuberosum* L.) $2n=4x=48=AAAA$, En zona Agroecológica árida – Irrigación Majes. Arequipa, Peru: Tesis.
- Tirado, R. (2014). Evaluación del rendimiento de clones avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.) con pulpa pigmentada – Cajamarca. Lambayeque, Peru: Tesis.
- Tonk , F., Ilker, E., & Tosun, M. (2011). Evaluation of genotype x environment interactions in maize hybrids using GGE biplot analysis . Ege University, Department of Field Crops, Turkey, Scielo. Obtenido de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-70332011000100001
- UNICEF. (2010). Estado de la Niñez en el Perú. Lima, Peru. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0930/Libro.pdf
- WHO. (2011). Guideline: Intermittent iron supplementation in preschool and school-age children. Geneva, World Health Organization.
- Wiersema, S. (1985). Desarrollo fisiológico de tubérculos semillas de papa. Boletín de Información técnica 20. Centro Internacional de la Papa CIP.Lima Peru.
- Zavaleta, N., & Astete, L. (2017). Efecto de la anemia en el desarrollo infantil: consecuencias a largo plazo. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición, Instituto Nacional de Salud. Lima, Perú. SciELO. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2017.344.3251>

ANEXOS

Anexo 1: Catalogo de material genético utilizado en el experimento



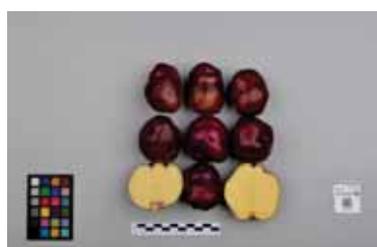
BIOT-507.311



BIOT-507.312



BIOT-609.247



BIOT-621.069



BIOT-621.097



BIOT-633.294



BIOT-637.001



BIOT-637.089



BIOT-682.042



BIOT-686.019



BIOT-721.036



BIOT-721.038



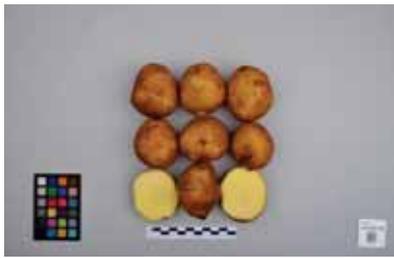
BIOT-721.074



181
BIOT-721.163



BIOT-721.245



BIOT-721.286



BIOT-725.024



BIOT-725.047



BIOT-725.050



BIOT-725.067



BIOT-735.105



BIOT-747.056



BIOT-751.021



BIOT-751.025



BIOT-763.051



BIOT-763.441



BIOT-764.006



BIOT-767.014



BIOT-787.011



BIOT-871.043

Anexo 2: Informe de análisis de suelo.



SOLICITANTE : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA ANALISIS N° : 337-265 -2019
 PREDIO : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA LUGAR : CUSCO
 MATRIZ : SUELO AGRÍCOLA FECHA DE RECEP. : 18/03/2019

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD
 MUESTRA : STC - Leocpata - r1 (PS)

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	METODO	TECNICA
Textura				
Arena	47.62	%		
Limo	38.03	%		
Arcilla	14.35	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO			
Porcentaje de Saturación de Agua	65.19	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	< 0.01	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C	1.63	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp = 26.1 °C	4.31		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	38.44	ppm	MES - 006	Bray I
Materia Orgánica	8.76	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.51	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	103.20	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante:Ac. Amonio
Calcio	8.50	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.07	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.04	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.25	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
Aluminio + Hidrógeno	2.00	mEq / 100 g	MES - 014	KCl / Volumétrico
P.A.I	20.24	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	9.87	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	3.83	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	0.97	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	10.99	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	0.98	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	8.15	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	2.40	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	6.35	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.15	mEq / L	EPA 298.1	FAAS
Boro	0.28	ppm (*)	ISO 9390:1990	Colorimétrico

CONDE:
 E.S : Extracto de Saturación
 (1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.
 P.A.I : Porcentaje de Ácidos Intercambiables
 C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Cationico Electivo
 % : Masa / Masa.
 ppm : mg / Kg
 ppm(*) : mg / L

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio
 SM : Standard Method
 EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.
 ISO : International Organization for Standardization
 FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:
 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada
 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
 Panamericana-Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
 Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
 Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



SOLICITANTE : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA
PREDIO : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA
MATRIZ : SUELO AGRÍCOLA

ANÁLISIS N° : 337-275-2019
LUGAR : CUSCO
FECHA DE RECEP. : 18/03/2019

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD
MUESTRA : STC - Leocpata - r2 (PS)

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TECNICA
Textura				
Arena	45.65	%		
Limo	38.97	%		
Arcilla	15.38	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO			
Porcentaje de Saturación de Agua	61.11	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	< 0.01	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C	1.25	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp = 26 °C	4.11		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	38.44	ppm	MES - 006	Bray I
Materia Orgánica	7.59	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.44	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	83.20	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante:Ac. Amonio
Calcio	6.49	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.04	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.02	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.21	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
Aluminio + Hidrógeno	2.31	mEq / 100 g	MES - 014	KCl / Volumétrico
P.A.I	22.94	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	10.05	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	2.15	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	1.11	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	9.35	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	0.68	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	7.21	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	2.46	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	3.49	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.12	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	0.28	ppm (*)	ISO 9390 1990	Colorimétrico

DONDE:

E.S : Extracción de Saturación.
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.
P.A.I : Porcentaje de Acidez Intercambiable.
C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Cationes Efectivo.
% : Masa / Masa.
ppm : mg / Kg.
ppm(*) : mg / L.

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.

SM : Standar Methods

EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

ISO : International Organization for Standardization

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:

- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



SOLICITANTE : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA
 PREDIO : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA
 MATRIZ : SUELO AGRÍCOLA

ANÁLISIS N° : 337-265 -2019

LUGAR : CUSCO

FECHA DE RECEP. : 18/03/2019

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - MICRONUTRIENTES DISPONIBLES

MUESTRA : STC - Leocpata - r1 (PS)

PARÁMETRO	RESULTADOS	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
				Extractante: DTPA
Cobre Disponible (Cu)	4.03	ppm	MES - 018	FAAS
Zinc Disponible (Zn)	0.35	ppm	MES - 019	FAAS
Manganeso Disponible (Mn)	9.48	ppm	MES - 020	FAAS
Hierro Disponible (Fe)	76.44	ppm	MES - 021	FAAS
				Extractante: CaCl₂.2H₂O
Boro Disponible (B)	0.40	ppm	MES - 022	Colorimétrico

DONDE:

DTPA : Pentaoxalato de Dietilendiamina.
 MES : Método propio del Laboratorio.
 FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.
 ppm : mg/Kg

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú

Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563

Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



SOLICITANTE : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA
 PREDIO : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA
 MATRIZ : SUELO AGRÍCOLA

ANÁLISIS N° : 337-27S -2019
 LUGAR : CUSCO
 FECHA DE RECEP. : 18/03/2019

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - MICRONUTRIENTES DISPONIBLES

MUESTRA : STC - Leocpata - r2 (PS)

PARÁMETRO	RESULTADOS	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
				Extractante: DTPA
Cobre Disponible (Cu)	2.54	ppm	MES - 018	FAAS
Zinc Disponible (Zn)	0.44	ppm	MES - 019	FAAS
Manganeso Disponible (Mn)	13.20	ppm	MES - 020	FAAS
Hierro Disponible (Fe)	90.48	ppm	MES - 021	FAAS
				Extractante: CaCl ₂ .2H ₂ O
Boro Disponible (B)	0.40	ppm	MES - 022	Colorimétrico

DONDE:

DTPA : Pentaacetato de Dietiltriamina.
 MES : Método propio del Laboratorio.
 FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.
 ppm : mg/Kg

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú

Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563

Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 3: Informe del análisis de enmienda orgánica.



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

SOLICITANTE : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA
PREDIO : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA
MATRIZ : ENMIENDA ORGÁNICA

ANÁLISIS N° : 337-01E08 -2019
LUGAR : Huancayo, Junín
FECHA DE RECEP. : 18/03/2019

INFORME DE ANÁLISIS DE ENMIENDA ORGÁNICA SÓLIDA - NUTRICIONAL
MUESTRA : STC-La Victoria

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
pH a T = 25.1 °C (E.S)	7.01		MEOS - 001	Electrométrico
Conductividad Eléctrica a 25 °C.(E.S.)	7.69	dS/m	MEOS - 002	Electrométrico
Carbonato de Calcio	1.80	%	MEOS - 004	Gravimétrico
Humedad	5.92	%	MEOS - 005	Gravimétrico
Materia Orgánica	71.67	%	MEOS - 006	Gravimétrico
Carbono Orgánico	41.57	%	MEOS - 007	Cálculo Matemático
Cenizas Totales	7.24	%	MEOS - 008	Gravimétrico
Impurezas	13.38	%	MEOS - 009	Gravimétrico
Nitrógeno Total (N _T)	2.04	%	MEOS - 010	Dumas
Fósforo Total (P _{2O5})	0.89	%	MEOS - 012	Colorimétrico
Potasio Total (K _{2O})	1.52	%	MEOS - 013	FAAS
Calcio Total (CaO)	2.89	%	MEOS - 014	FAAS
Magnesio Total (MgO)	0.77	%	MEOS - 015	FAAS
Azufre Total (S)	0.28	%	MEOS - 017	Turbidimétrico
Sodio Total (Na)	0.08	%	MEOS - 016	FAAS
Cloro Total (Cl)	0.15	%	MEOS - 018	Argentométrico
Cobre Total (Cu)	23.55	ppm	MEOS - 019	FAAS
Zinc Total (Zn)	217.50	ppm	MEOS - 020	FAAS
Manganeso Total (Mn)	289.50	ppm	MEOS - 021	FAAS
Hierro Total (Fe)	2548.00	ppm	MEOS - 022	FAAS
Boro Total (B)	48.00	ppm	MEOS - 023	Colorimétrico
C / N	20.38		MEOS - 024	Cálculo Matemático

Los resultados están expresados en muestra original.

DONDE:

% : Masa / Masa

ppm : mg / Kg

(E.S) : Extracto de Saturación

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama

MEOS : Método Propio del Laboratorio.

NOTA:

1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.


MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú

Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563

Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 3: Fotografías de evaluación participativa al momento de la floración.



Anexo 4: Fotografías de evaluación participativa al momento de la cosecha.



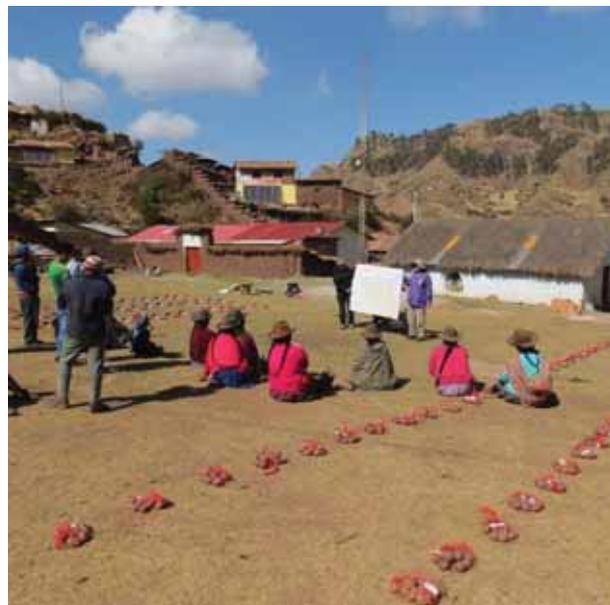
Anexo 5: Fotografías de evaluación organoléptica en campo al momento de la cosecha.



Anexo 6: Cartilla de evaluación organoléptica en campo.

Número de panel							
Tipo de experimento							
Nombre del evaluador							
Sexo							
Variable	Atributos	Grado	Clon 1	Clon 2	Clon 3	Clon 4	Clon 5
APARIENCIA	Excelente	😊 5					
	Regular	😐 3					
	Pobre	😞 1					
SABOR	Excelente	😊 5					
	Regular	😐 3					
	Pobre	😞 1					
TEXTURA	Harinosa	😊 5					
	Intermedia	😐 3					
	Blanda aguachenta	😞 1					

Anexo 7: Fotografías de evaluación participativa al momento de la postcosecha.





Anexo 8: Fotografías de análisis de Materia Seca



Anexo 9: Fotografías de Análisis de Contenido de azúcares.



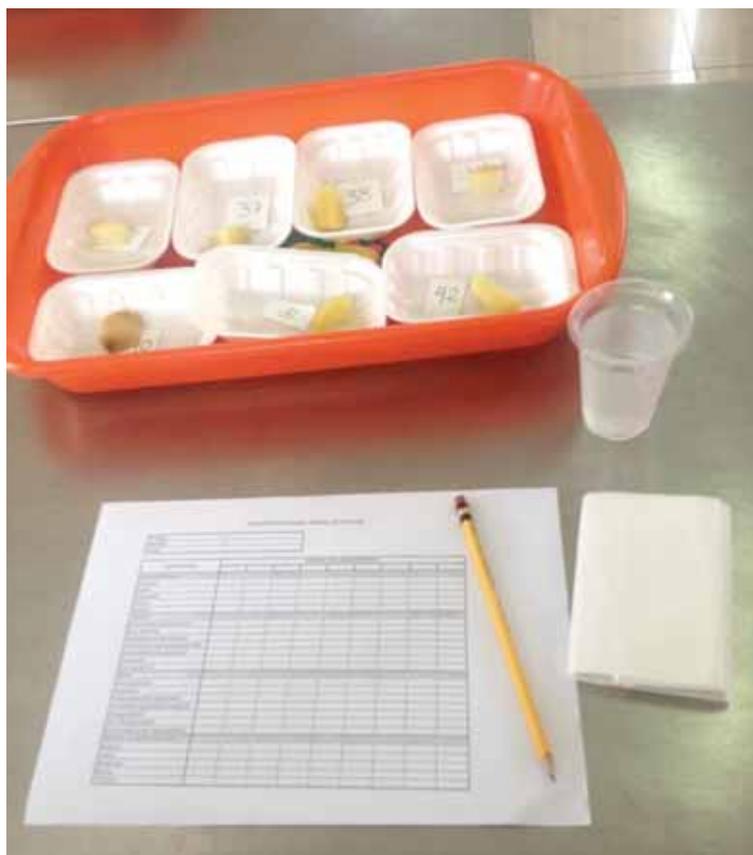
Anexo 10: Fotografías de procedimiento para procesamiento de Hojuelas.



Anexo 11: Lista de colores estándar para hojuelas de papa.



Anexo 12: Fotografías de evaluación organoléptica en laboratorio.



Anexo 13: Cartilla de evaluación organoléptica en laboratorio.

HOJA DE EVALUACION PRUEBA DE COCCION - Clones

Nombre	
Apellido	
Código	
Genero	

Característica		Mañana						
		Clon 1	Clon 2	Clon 3	Clon 4	Clon 5	Yungay	Canchan
Oscurecimiento								
Ninguno	10							
Ligero	7.5							
Moderado	5							
Mucho	2.5							
Extremo	0							
Textura								
Extremadamente harinoso	40							
Muy harinoso	35							
Moderadamente harinoso	30							
Intermedio (harinoso/aguanoso)	22.5							
Moderadamente aguanoso	15							
Aguanoso	10							
Muy aguanoso	5							
Sabor								
Muy agradable	40							
Agradable	35							
Moderadamente agradable	30							
Intermedio (agradable/desagra)	22.5							
Desagradable	15							
Muy Desagradable	10							
Extremadamente desagradable	5							
Sabores extraños (amargo)								
Ninguno	20							
Ligero	15							
Moderado	10							
Mucho	5							
Extremo	0							

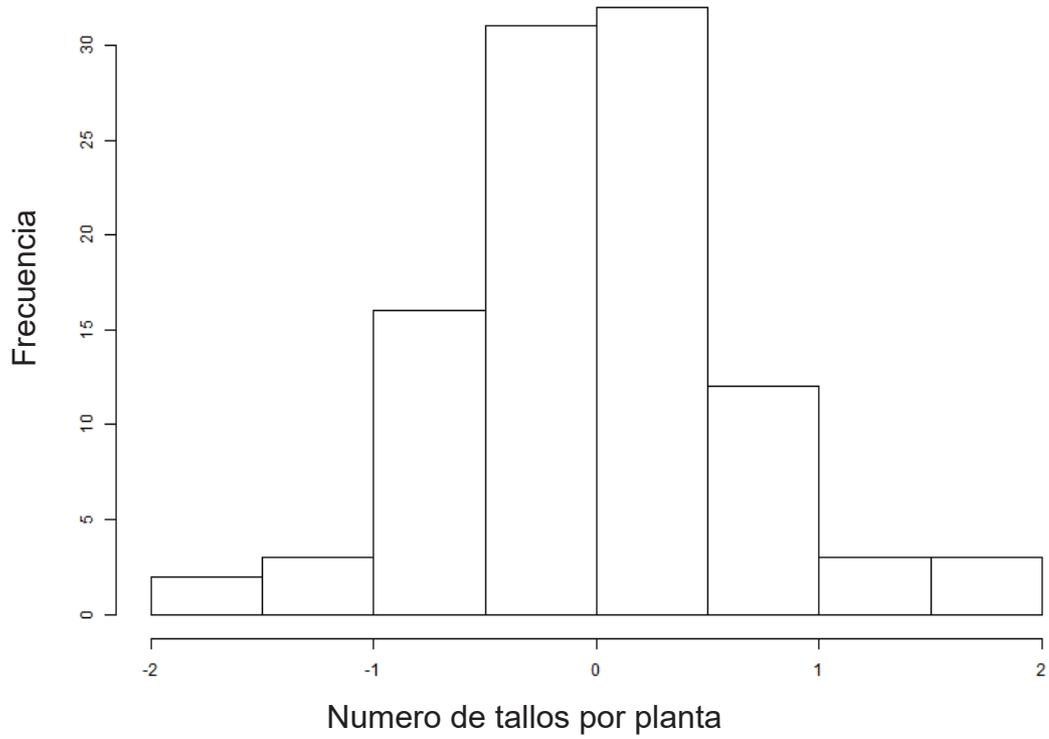
Anexo 14: Estadísticos de Friedman para variables cualitativas.

		Variables															
		Uniformidad de Planta		Vigor de Planta		Grado de Floración		Longitud de estolón		Apariencia de Tubérculo		Uniformidad de tubérculo		Tamaño de Tubérculo		Color de Chips	
	Mediana	5		5		7		3		5		5		4		3	
	Max.	9		9		7		7		7		7		7		5	
	Min.	3		3		0		1		3		5		1		1	
Prueba Chi	Chisq	60.77		61.00		84.07		67.21		69.93		28.37		77.55		80.53	
	G.L	33.00		33.00		33.00		33.00		33.00		33.00		33.00		33.00	
	p.chisq	0.00	**	0.00	**	0.00	**	0.00	**	0.00	**	0.70	ns	0.00	**	0.00	**
Prueba F	F	3.18		3.21		11.26		4.23		4.81		0.80		7.23		8.72	
	G.L	66.00		66.00		66.00		66.00		66.00		66.00		66.00		66.00	
	p.F	0.00	**	0.00	**	0.00	**	0.00	**	0.00	**	0.75	ns	0.00	**	0.00	**
Prueba T	t.value	2.00		2.00		2.00		2.00		2.00		2.00		2.00		2.00	
	LSD	34.75		34.27		21.24		29.97		28.22		30.71		25.00		24.14	

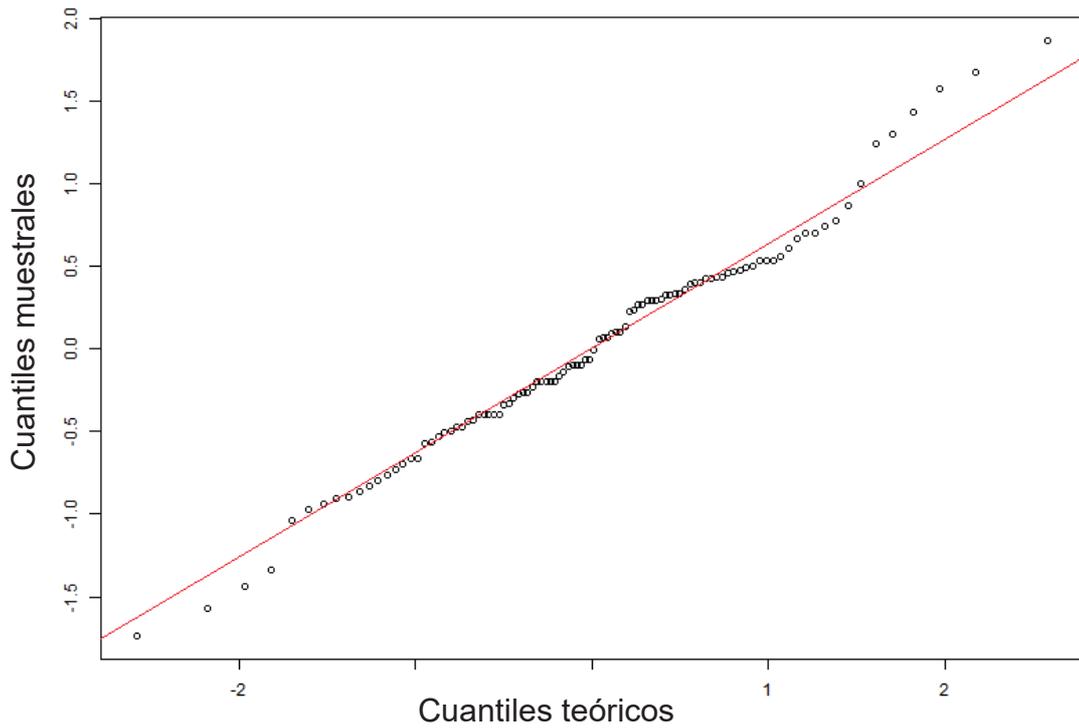
n.s., *, **; no significativo, significativo al 5 y 1 % respectivamente.

Anexo 15: Normalidad para la variable número de tallos por planta.

Distribución Normal de los errores de los datos

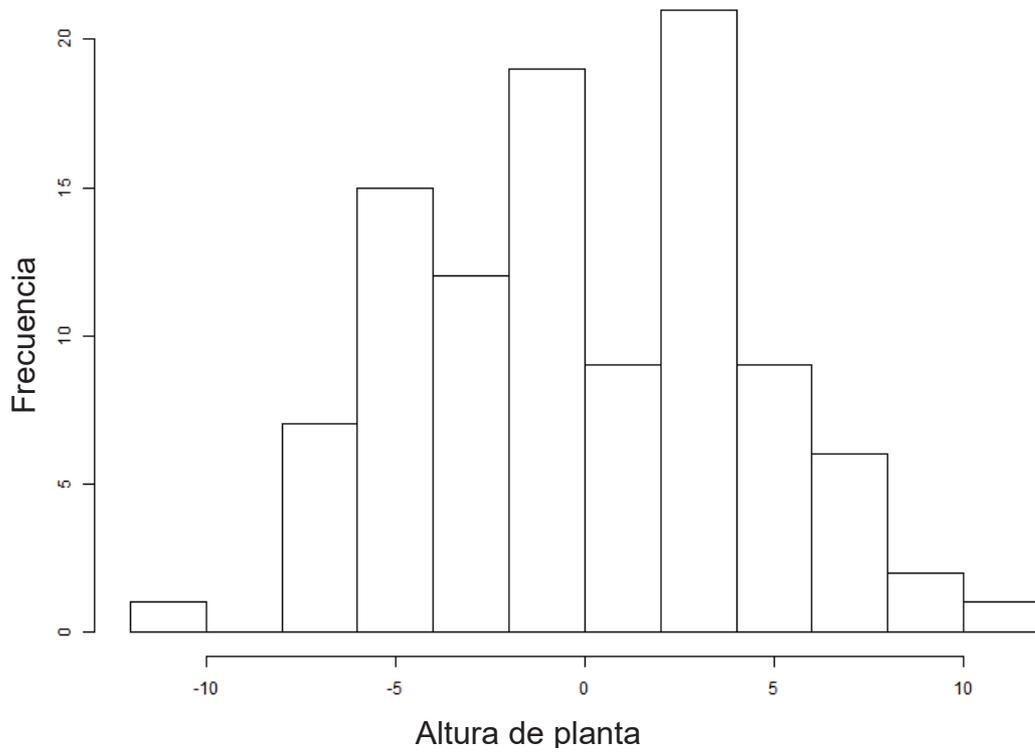


Normalidad de Cuantil-Cuantil (Q-Q plot)

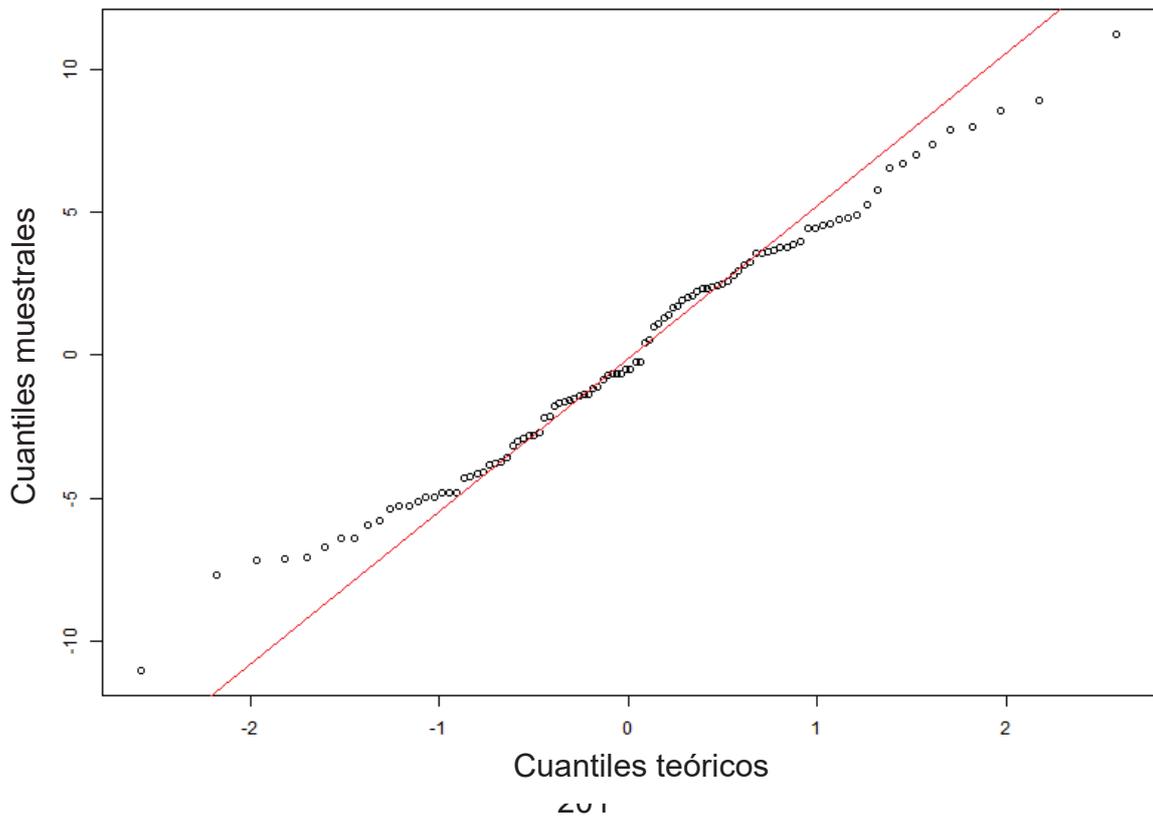


Anexo 16: Normalidad para la variable altura de planta.

Distribución normal de los errores de los datos

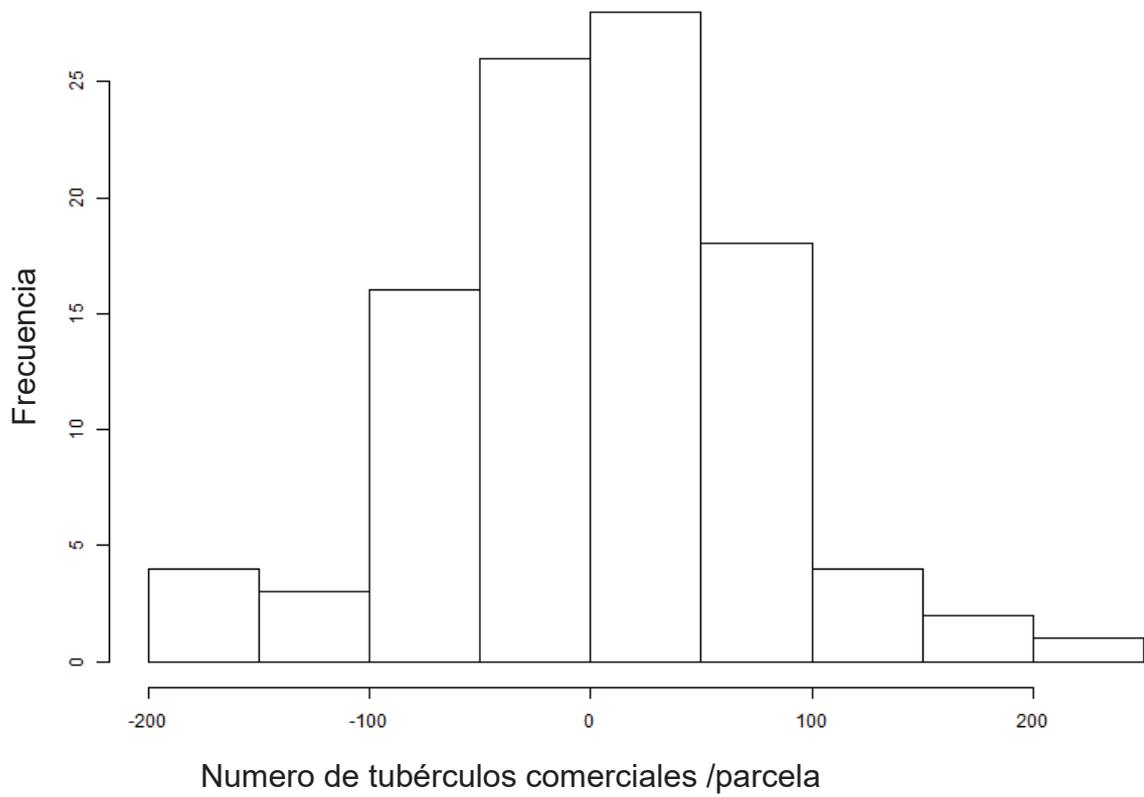


Normalidad de Cuantil-Cuantil (Q-Q plot)

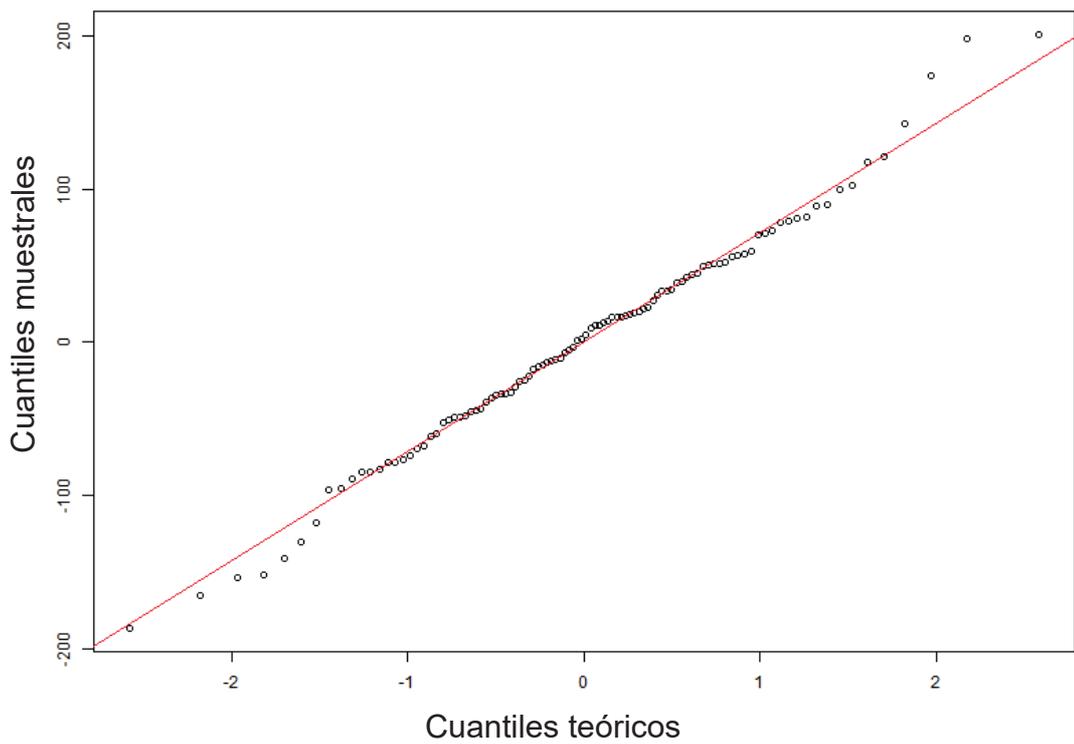


Anexo 17: Normalidad para la variable número de tubérculos comerciales /parcela.

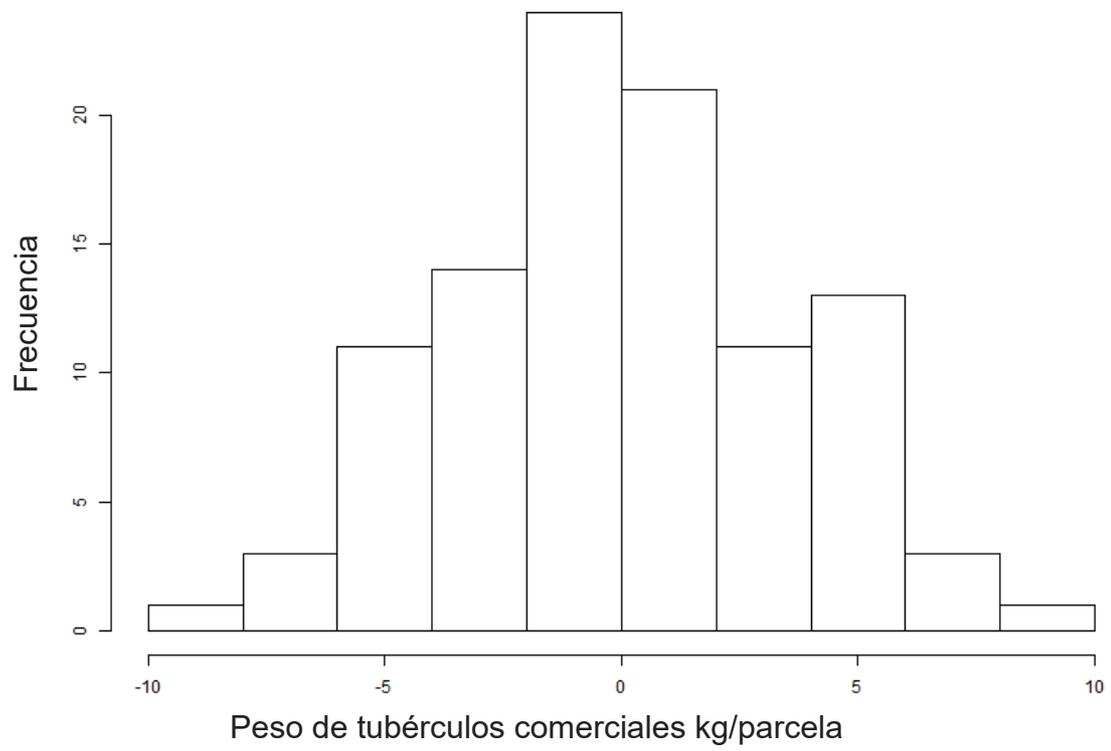
Distribución normal de los errores de los datos



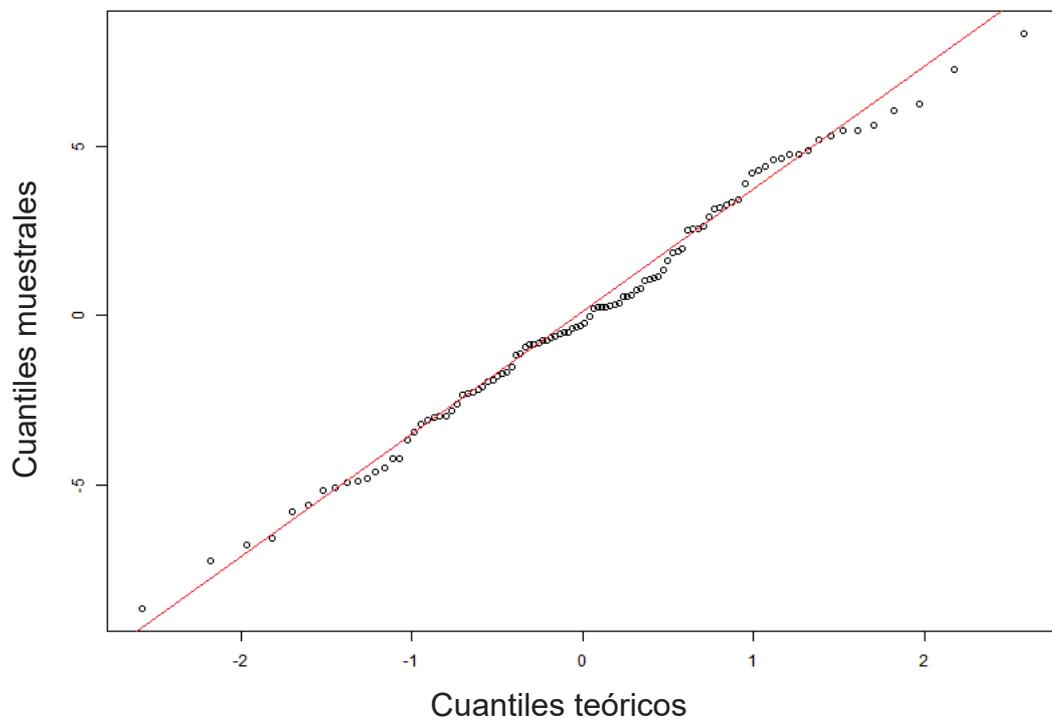
Normalidad de Cuantil-Cuantil (Q-Q plot)



Distribución normal de los errores de los datos

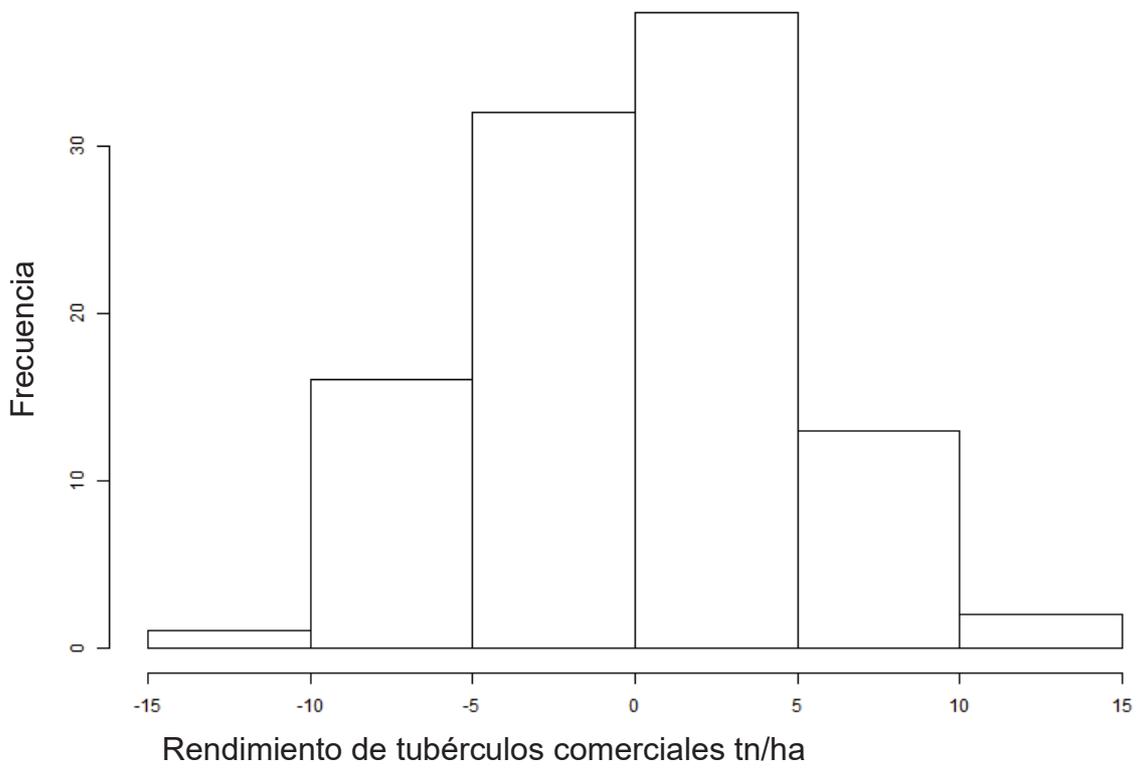


Normalidad de Cuantil-Cuantil (Q-Q plot)

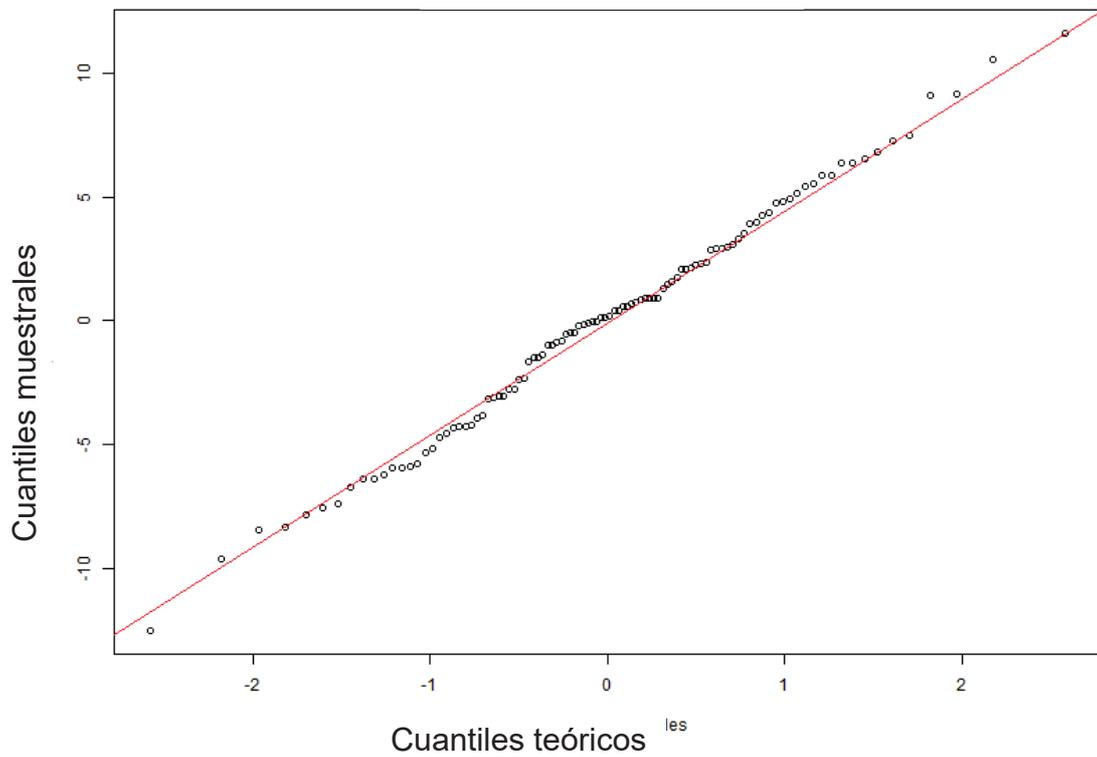


Anexo 19: Normalidad para la variable rendimiento de tubérculos comerciales tn/ha.

Distribución normal de los errores de los datos



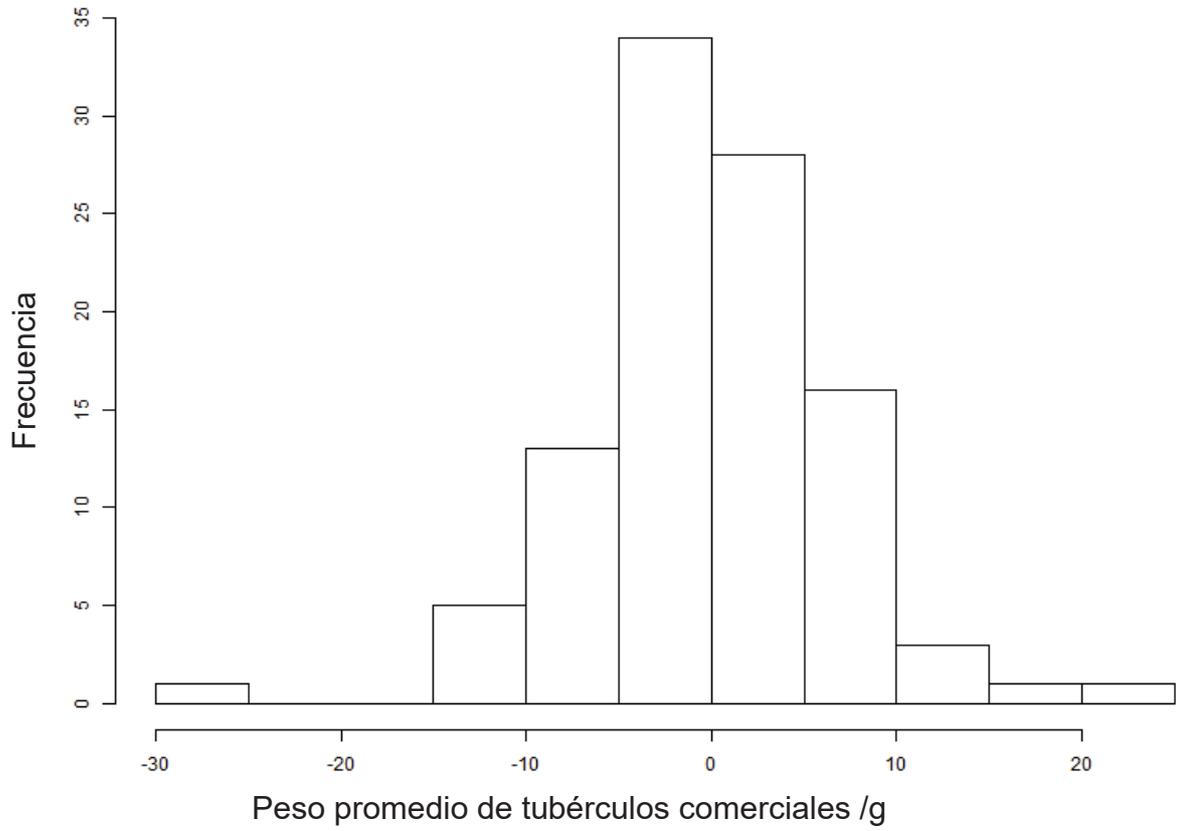
Normalidad de Cuantil-Cuantil (Q-Q plot)



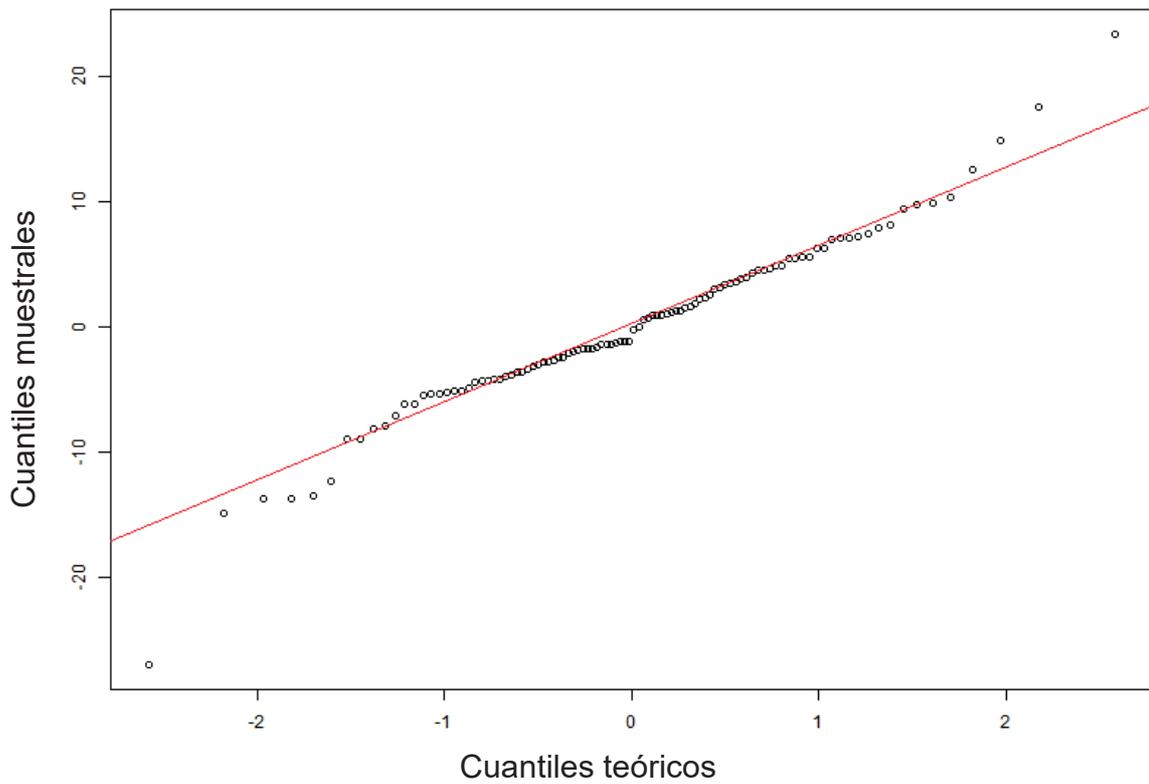
Anexo 20: Normalidad para la variable peso promedio de tubérculos comerciales.

/g

Distribución normal de los errores de los datos

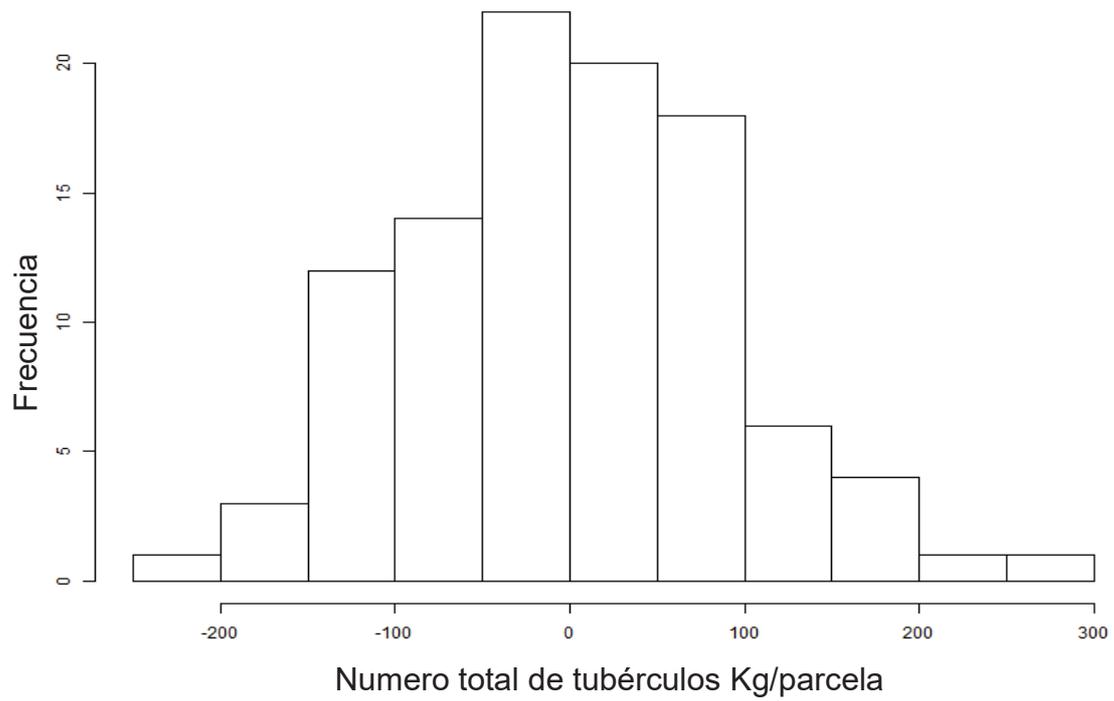


Normalidad de Cuantil-Cuantil (Q-Q plot)

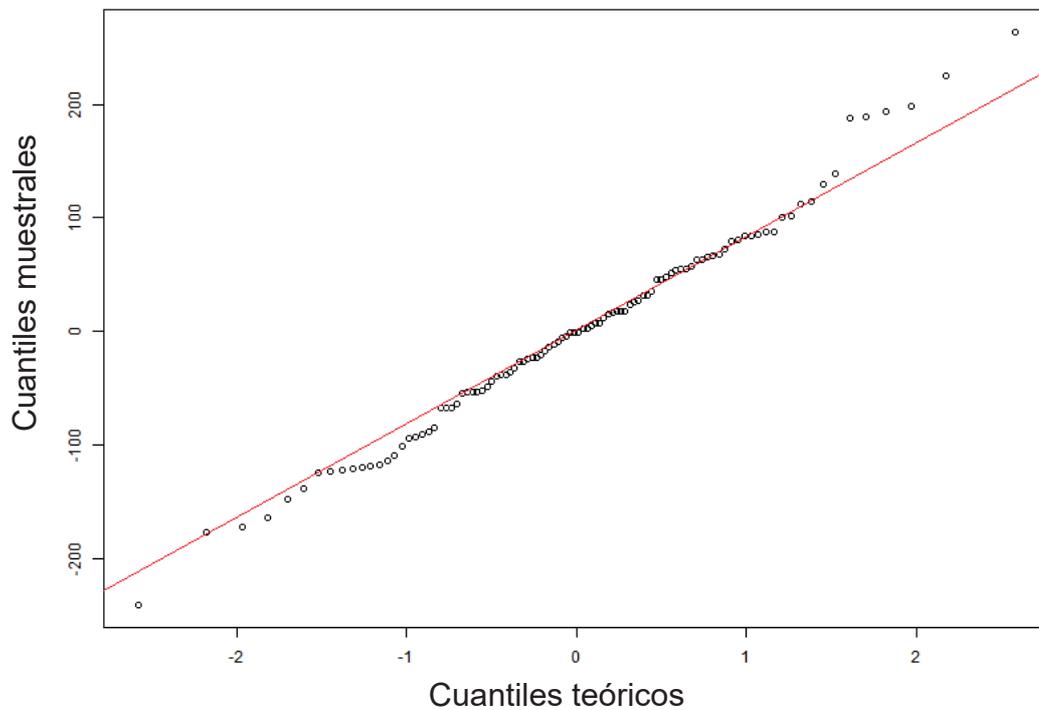


Anexo 21: Normalidad para la variable número total de tubérculos Kg/parcela.

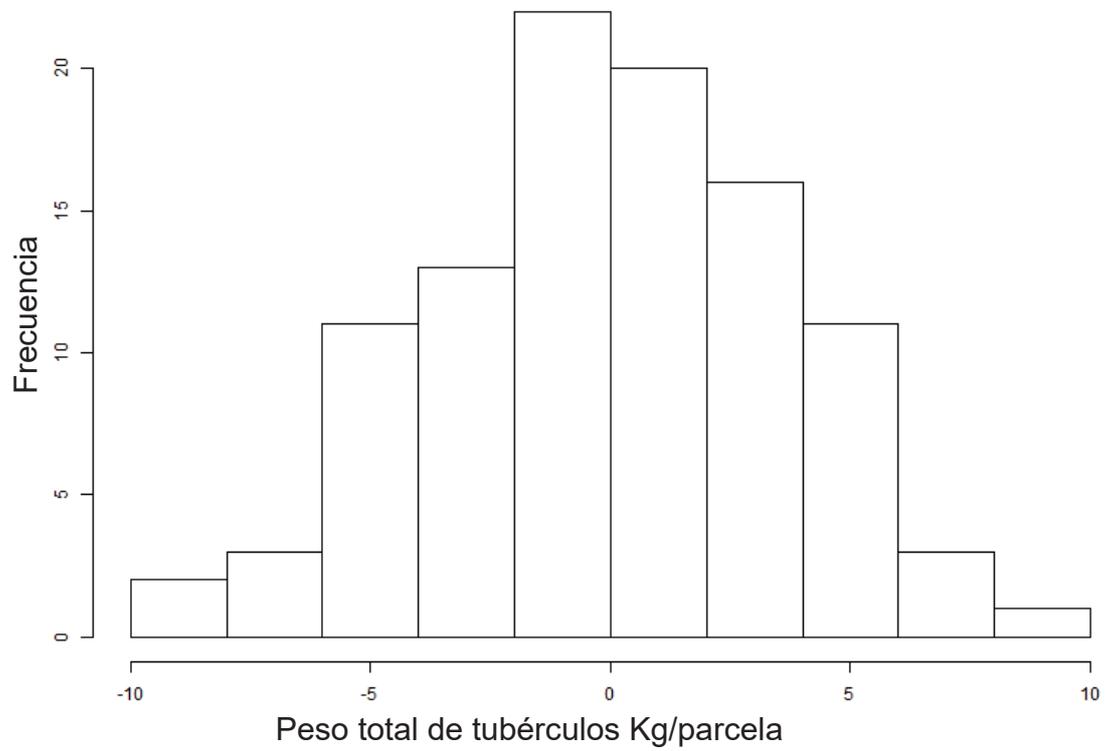
Distribución normal de los errores de los datos



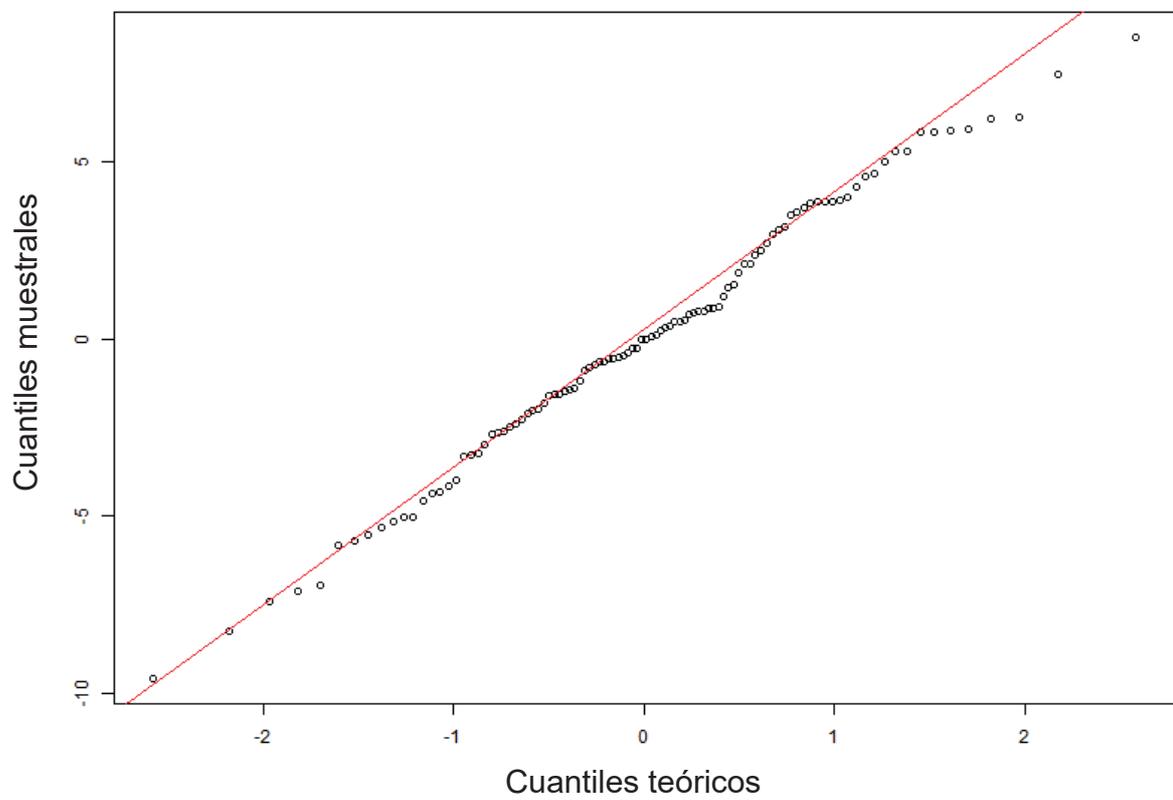
Normalidad de Cuantil-Cuantil (Q-Q plot)



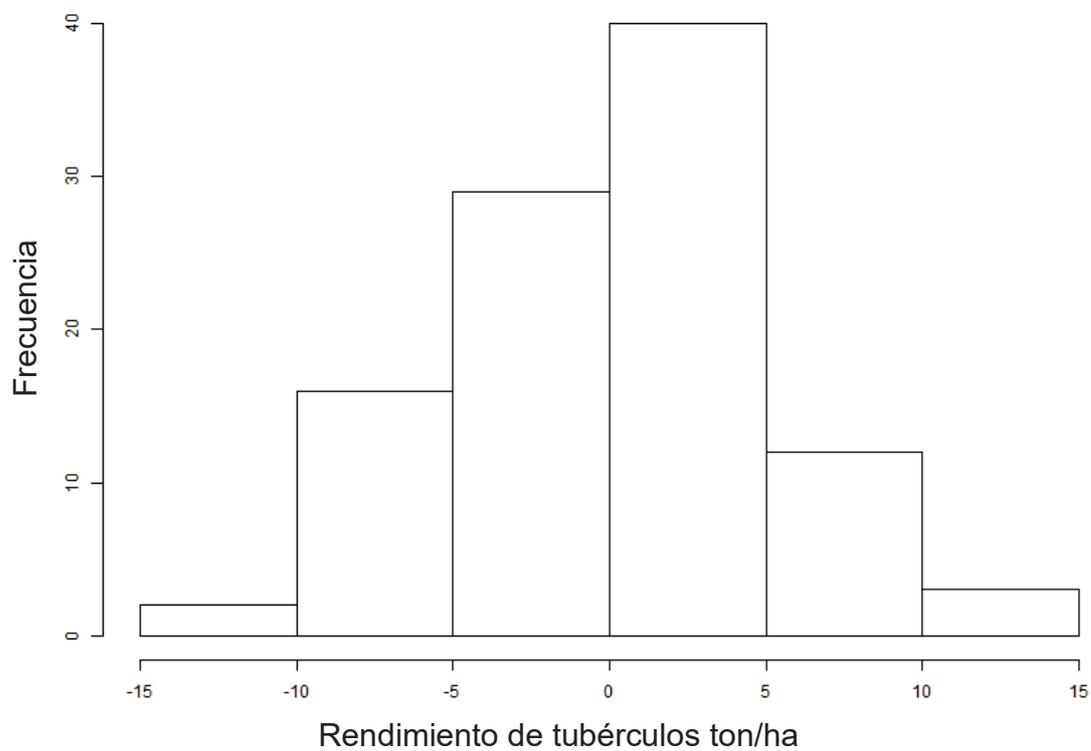
Distribución normal de los errores de los datos



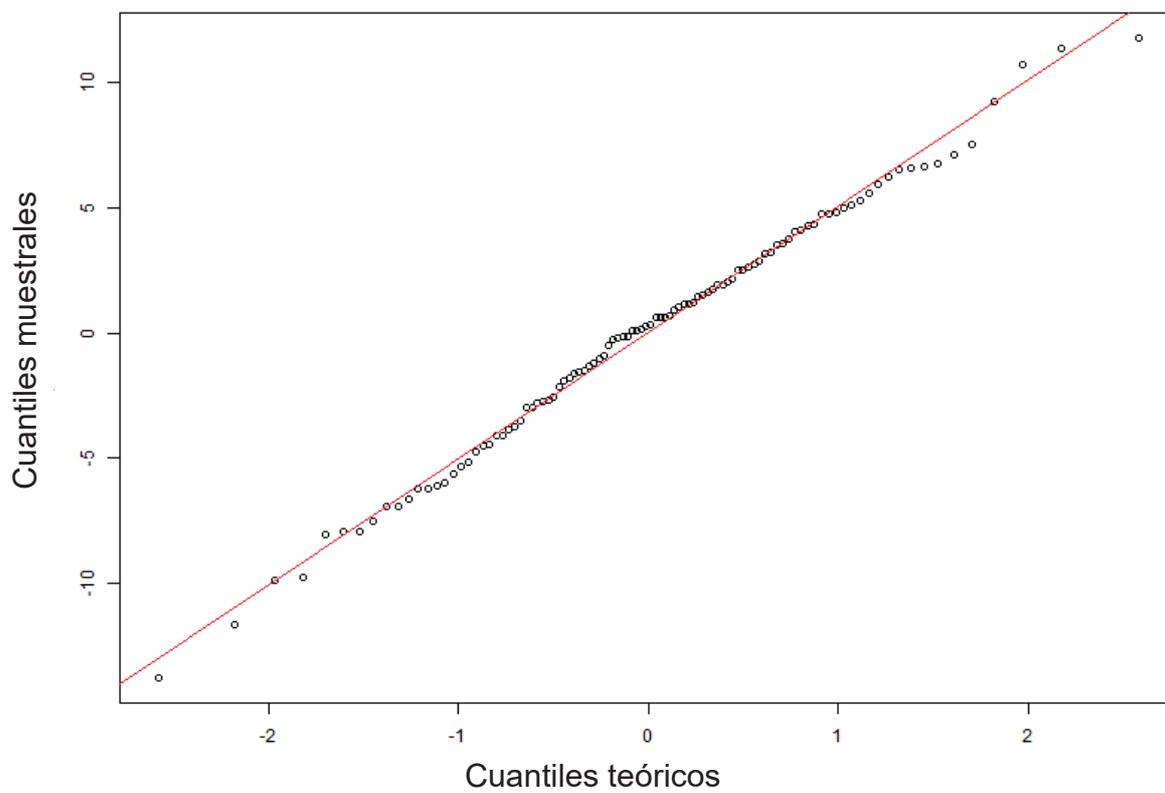
Normalidad de Cuantil-Cuantil (Q-Q plot)



Distribución normal de los errores de los datos

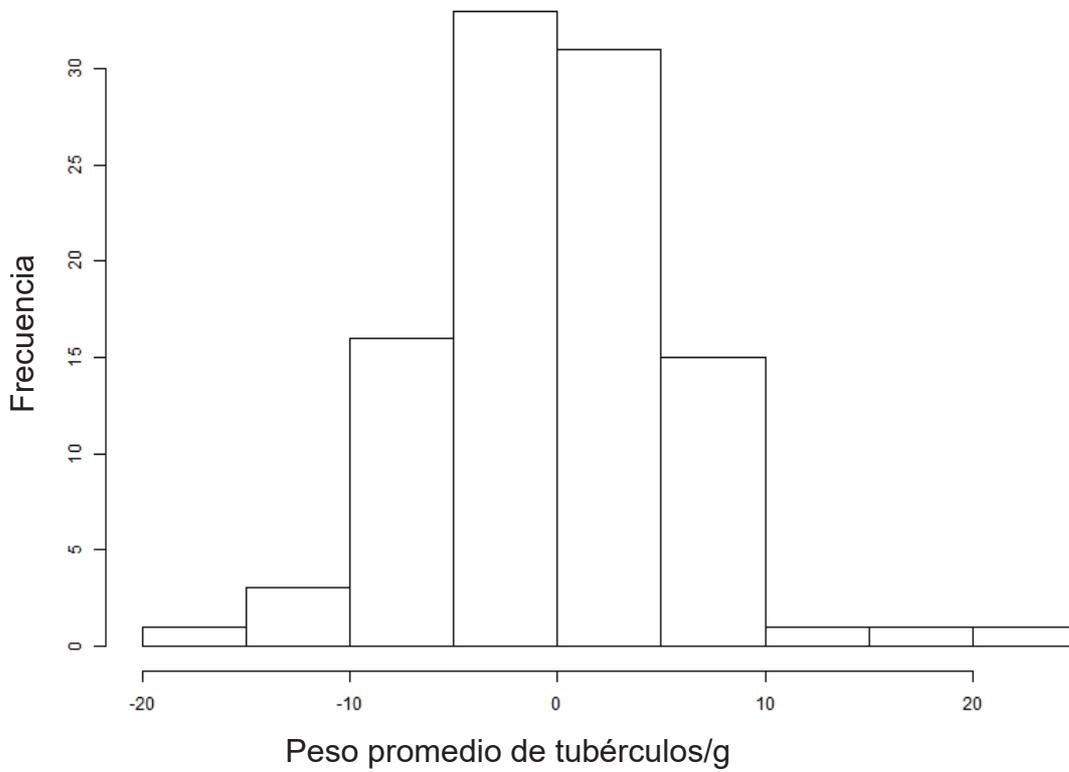


Normalidad de Cuantil-Cuantil (Q-Q plot)

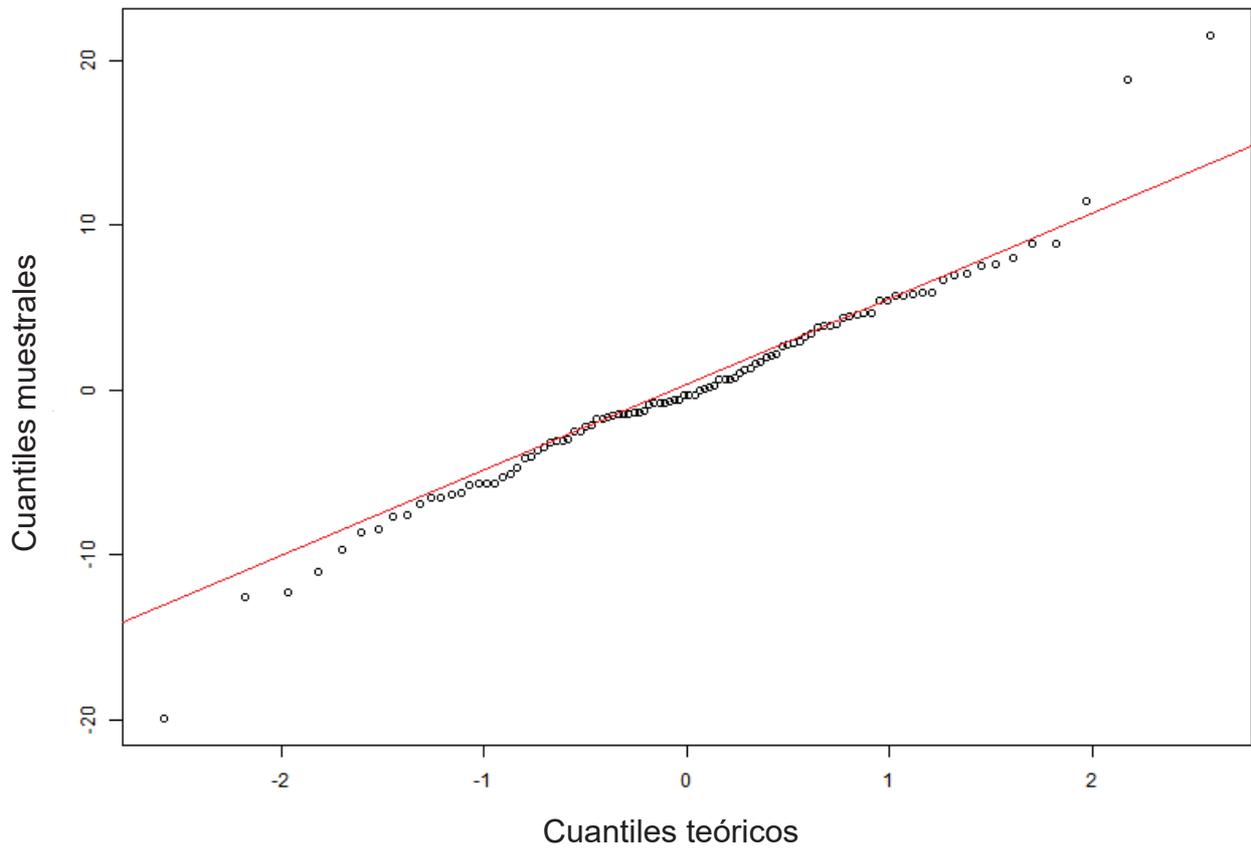


Anexo 24: Normalidad para la variable peso promedio de tubérculos/g.

Distribución normal de los errores de los datos

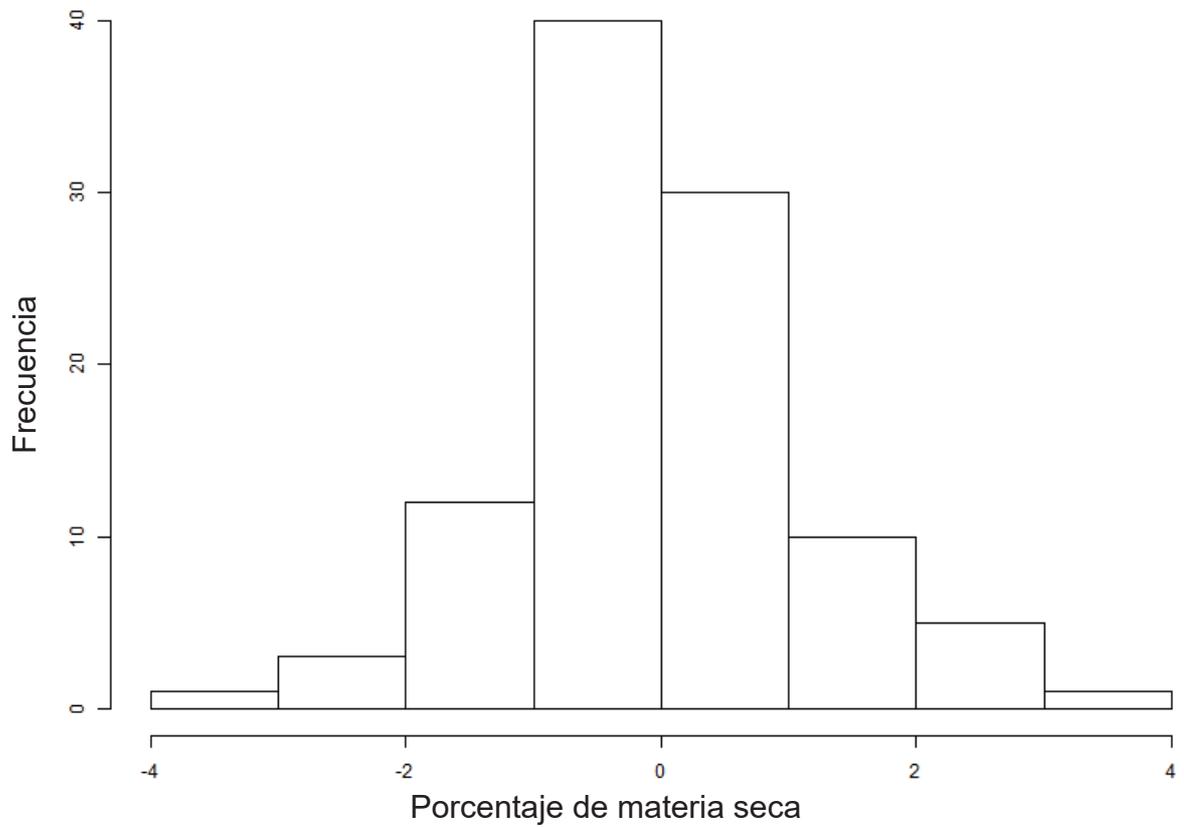


Normalidad de Cuantil-Cuantil (Q-Q plot)

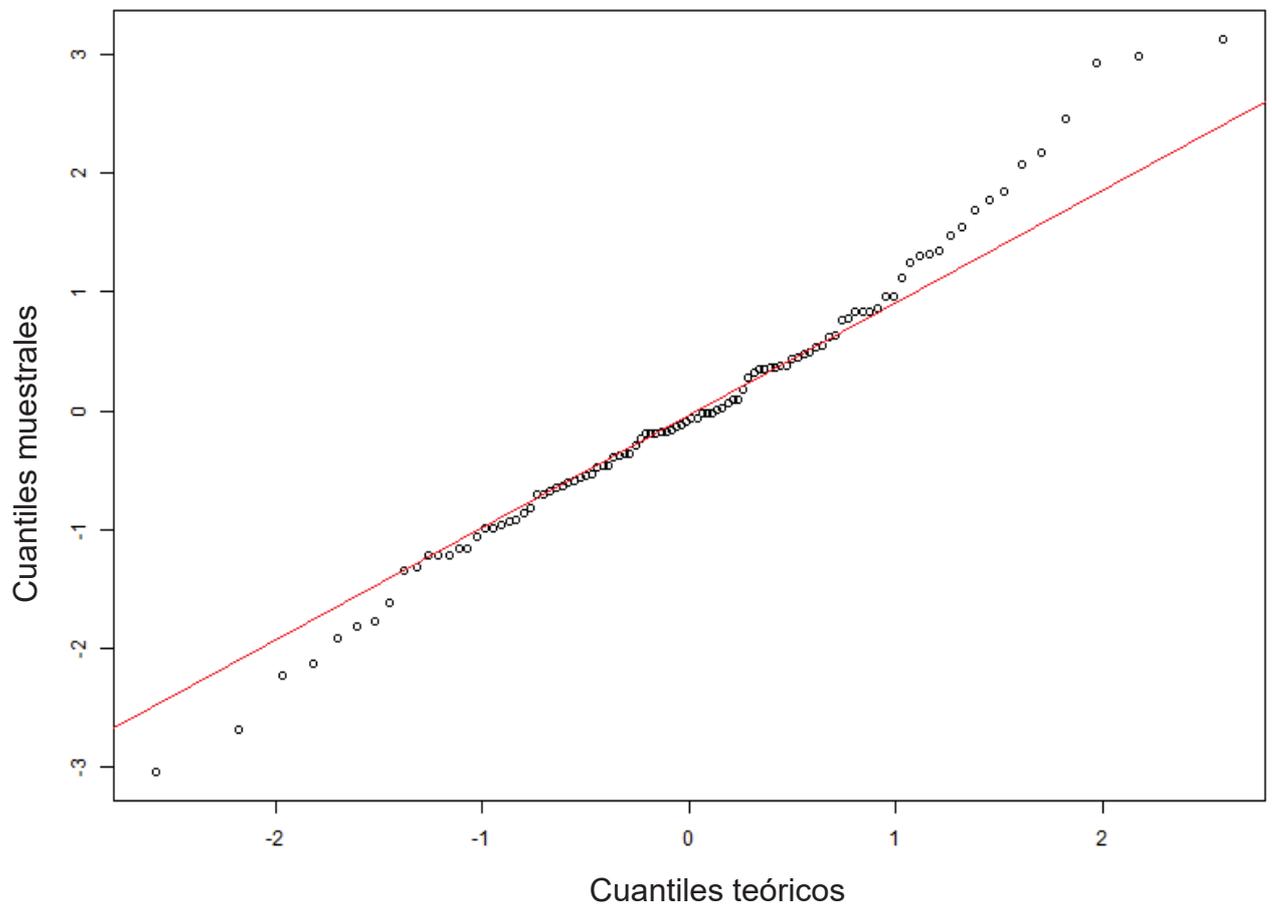


Anexo 25: Normalidad para la variable porcentaje de materia seca.

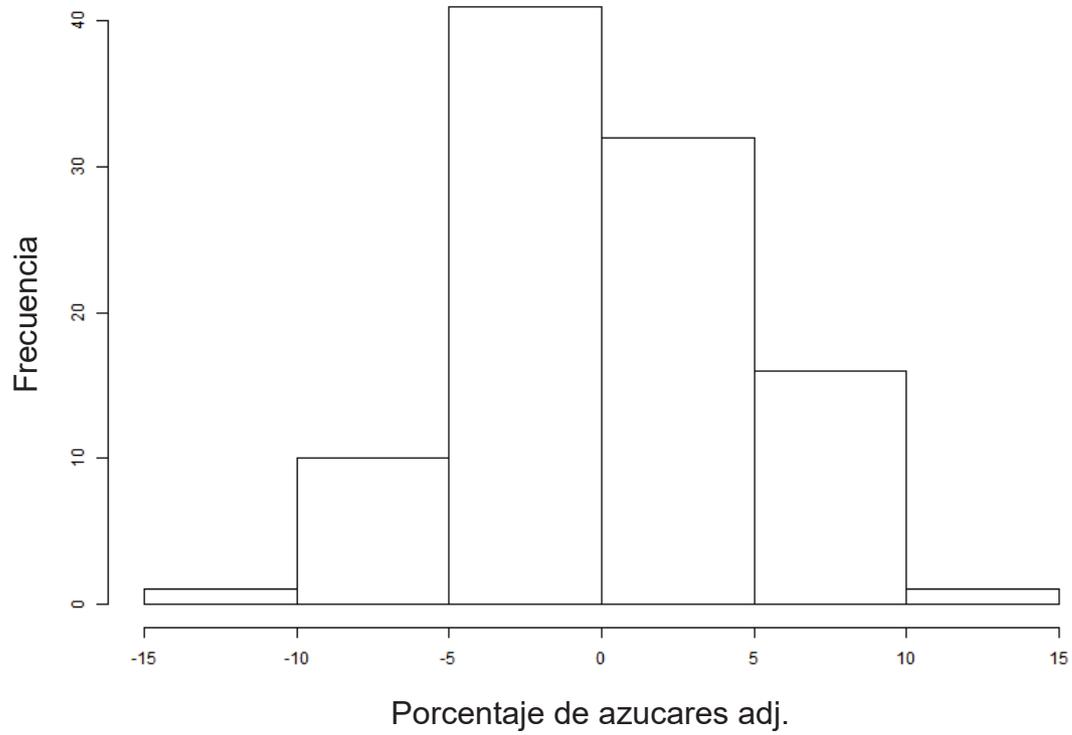
Distribución normal de los errores de los datos



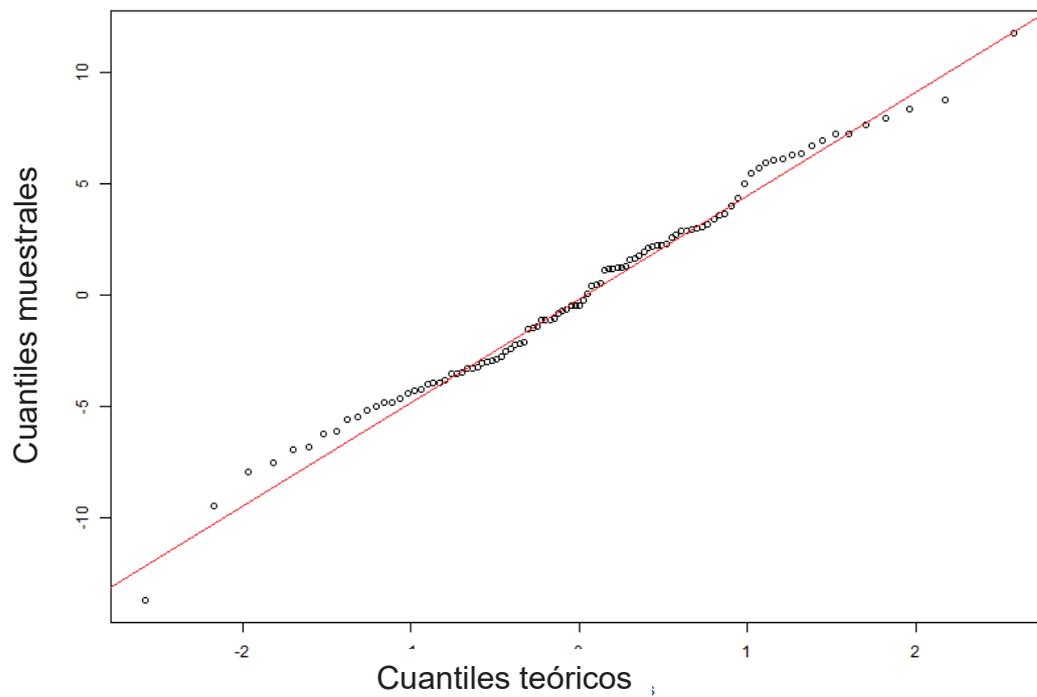
Normalidad de Cuantil-Cuantil (Q-Q plot)



Distribución normal de los errores de los datos



Normalidad de Cuantil-Cuantil (Q-Q plot)



Anexo 27: Fotografías del catálogo de clones procesado en hojuelas.



CIP312735.105



CIP312751.025



CIP312764.006



CIP312747.056



CIP312763.051



CIP312767.014



CIP312751.021



CIP312763.441



CIP312787.011



CIP391691.96



CIP380389.1



CIP312871.043



Ccompis



CIP312609.247



CIP312633.294



CIP312507.311



CIP312621.069



CIP312637.001



CIP312507.312



CIP312621.097



CIP312637.089



CIP312721.036



CIP312686.019



CIP312682.042



CIP312721.038



CIP312721.245



CIP312725.047



CIP312721.074



CIP312721.286



CIP312725.050



CIP312721.163



CIP312725.024



CIP312725.067



CIP720064



CIP391691.96

Fuente: CIP.

Anexo 28: Cuadro de componentes principales para las variables de porcentaje de Materia seca, color de hojuelas y porcentaje de azúcar.

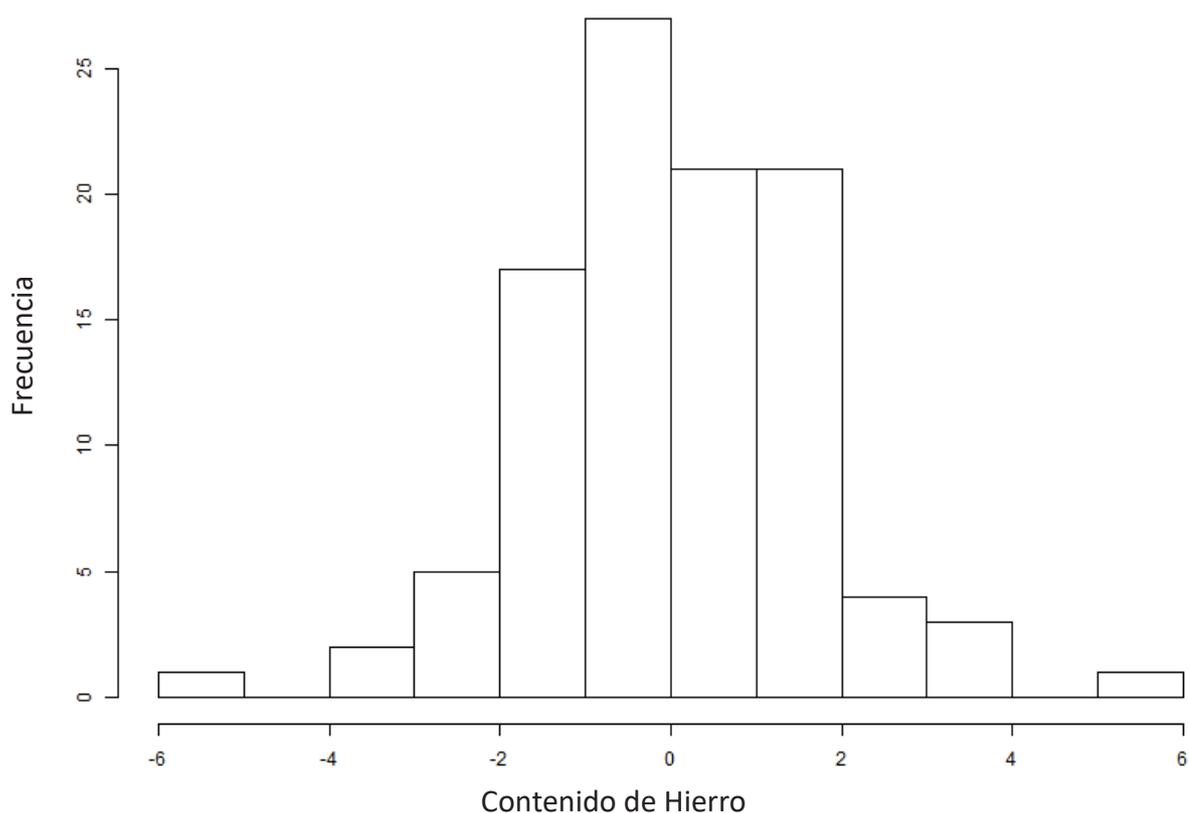
Clones	Prin1	Prin2	MS	CHIP	APGL
BIOT-871.043	-2.06531	-0.63635	24.87	1	0.05
BIOT-721.163	-2.03597	0.95692	27.81	2	0.06
BIOT-735.105	-1.62447	0.17785	25.74	2	0.05
BIOT-633.294	-1.57816	0.51796	26.41	2	0.08
BIOT-721.074	-1.52499	0.43505	26.18	2	0.08
BIOT-507.312	-1.36785	-0.22229	24.63	2	0.05
BIOT-637.089	-1.35703	1.26241	27.36	3	0.05
BIOT-637.001	-1.26617	-0.65571	23.61	2	0.03
BIOT-621.097	-1.20373	-0.61564	23.63	2	0.04
BIOT-721.245	-0.53384	0.8035	25.54	3	0.11
BIOT-751.025	-0.44151	-0.16511	23.4	3	0.05
BIOT-621.069	-0.41596	0.48225	24.74	3	0.1
BIOT-686.019	-0.39191	0.0427	24.18	2	0.18
BIOT-609.247	-0.35597	-0.29849	23.03	3	0.05
BIOT-725.047	-0.31652	0.46464	24.6	3	0.11
Ccompis	-0.29791	1.12282	25.97	3	0.16
BIOT-767.014	-0.2071	-1.07011	21.64	2	0.12
BIOT-747.056	-0.20334	-0.26161	22.95	3	0.07
BIOT-725.024	-0.09687	0.25958	23.94	3	0.12
BIOT-507.311	-0.01614	-0.96581	21.27	3	0.04
BIOT-763.441	0.01632	-0.46667	22.29	3	0.08
BIOT-764.006	0.0587	-1.89688	19.62	2	0.09
BIOT-751.021	0.3424	-0.42534	22.04	3	0.12
BIOT-763.051	0.39013	0.58947	23.74	4	0.09
Serranita	0.39107	0.18597	23.28	3	0.17
BIOT-682.042	0.61272	-1.80893	18.84	3	0.05
BIOT-721.038	0.75165	-0.7886	20.85	3	0.14
BIOT-787.011	0.81329	0.34199	22.78	4	0.12
BIOT-721.286	0.95674	0.80551	23.61	4	0.17
BIOT-725.050	1.39374	0.39899	22.3	4	0.19
BIOT-721.036	1.55469	0.82496	22.64	5	0.13
Canchan	2.60552	0.43368	21.12	4	0.33
BIOT-725.067	2.63322	0.11562	20.42	4	0.31
Yungay	4.78056	0.05567	17.68	5	0.44

Anexo 29: Cuadro de correlación entre variables de porcentaje de materia seca, color de hojuelas y porcentaje de azúcar.

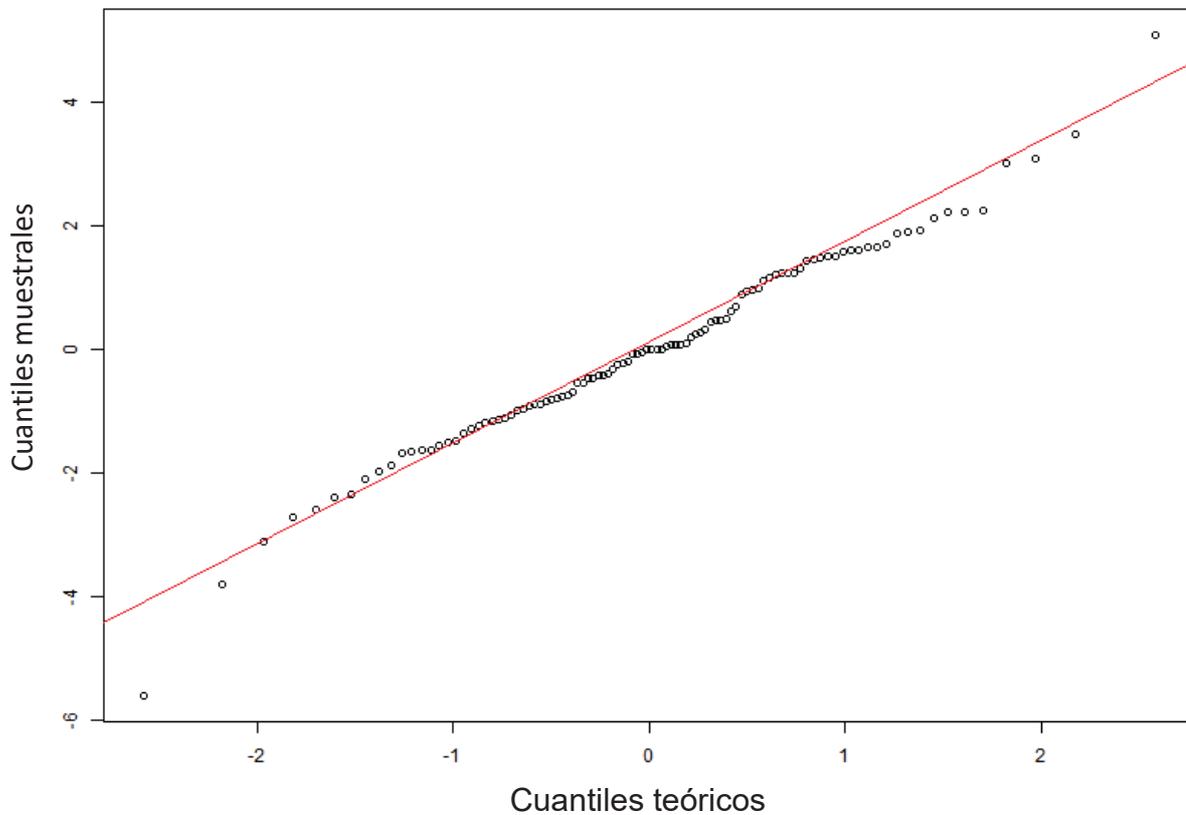
Correlación de Pearson						
Variable	Con variable	N	Correlación	Límite de confianza al 95%		Valor de P
MS	CHIP	34	-0.45349	-0.682744	-0.129465	0.0065
MS	APGL	34	-0.49339	-0.708956	-0.179089	0.0026
CHIP	APGL	34	0.62608	0.356999	0.792264	<.0001

Anexo 30: Normalidad para la variable contenido de Hierro.

Distribución normal de los errores de los datos

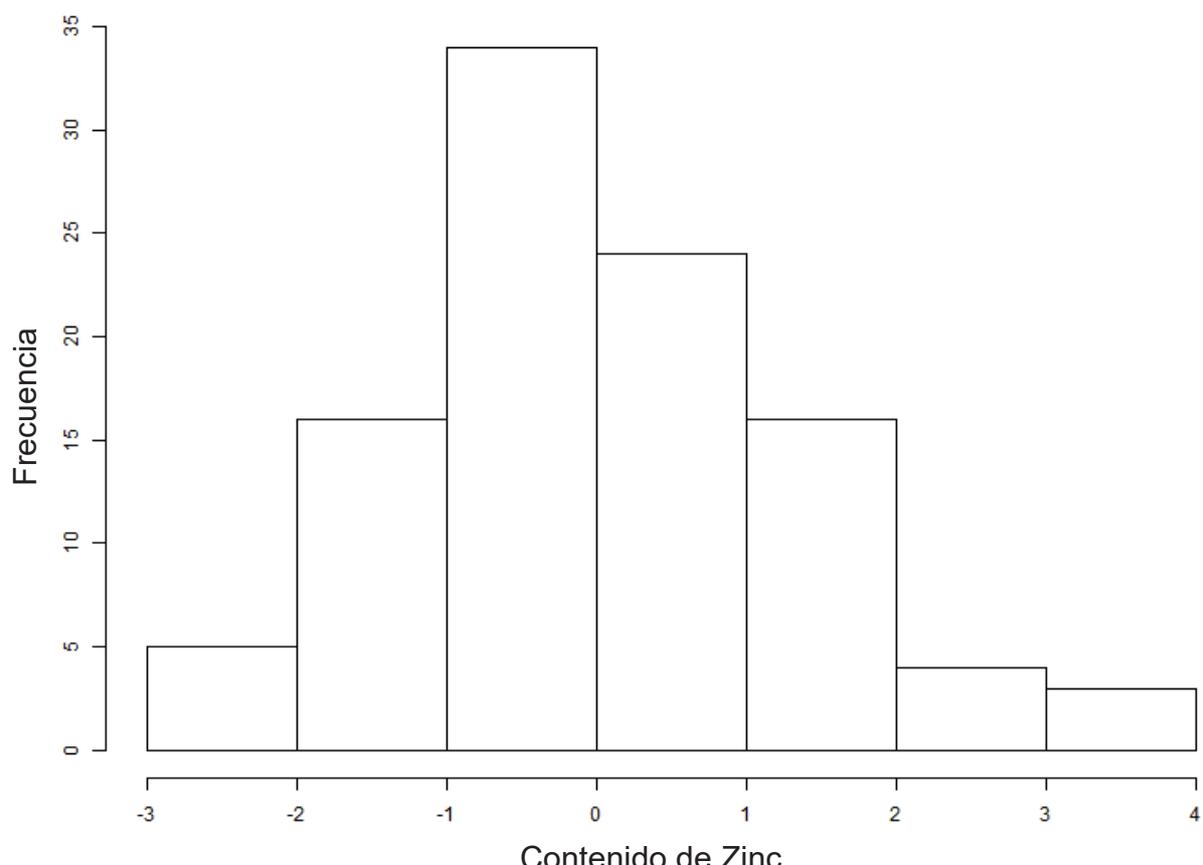


Normalidad de Cuantil-Cuantil (Q-Q plot)

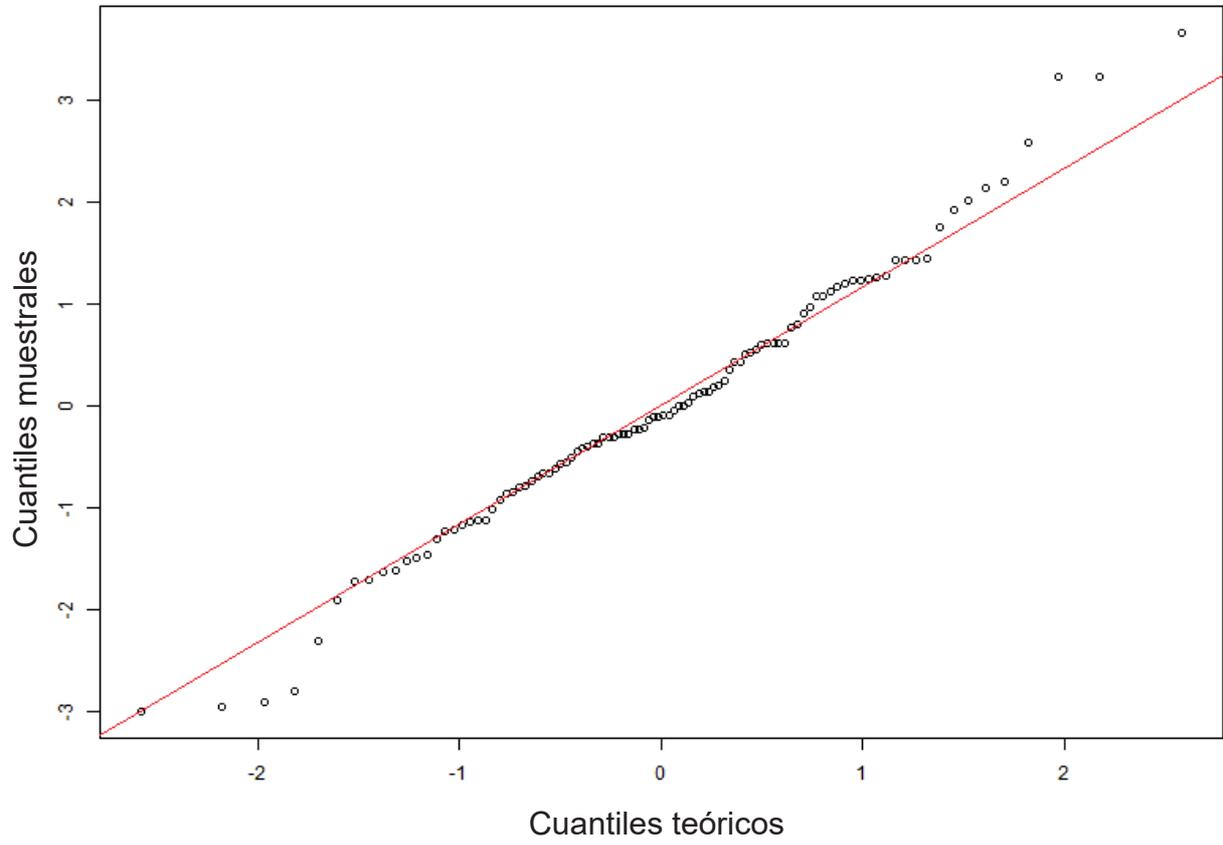


Anexo 31: Normalidad para la variable contenido de Zinc.

Distribución normal de los errores de los datos



Normalidad de Cuantil-Cuantil (Q-Q plot)



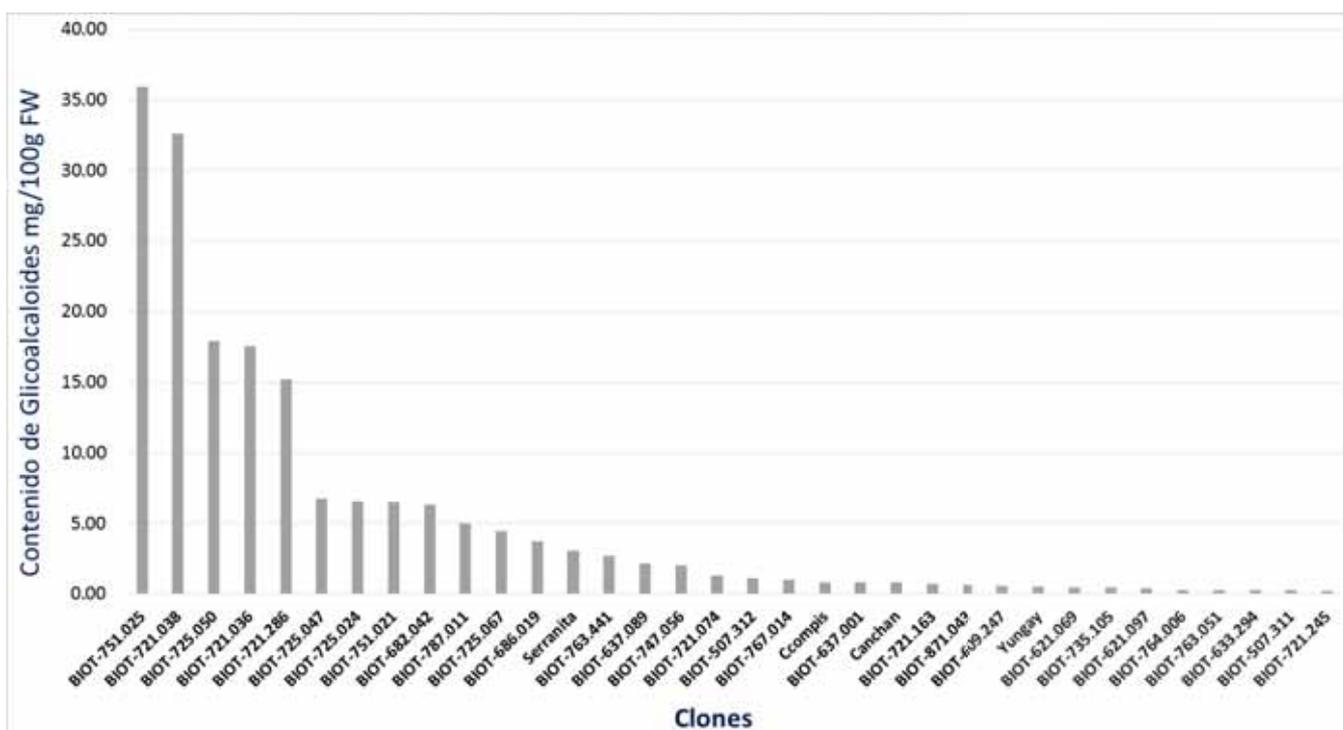
Anexo 32: Cuadro de componentes principales para las variables de contenido de Hierro, Zinc y Vitamina C.

Clones	Prin1	Prin2	Fe	Zn	VitC
Canchan	-2.78824	0.65077	13.98	7.59	18.19
BIOT-621.069	-2.04281	1.07582	17.73	7.8	18.4
Yungay	-1.80553	-1.22586	14.24	7.61	11.37
Ccompis	-1.55736	0.00019	14.94	8.93	14.55
BIOT-721.036	-1.31985	-1.15564	14.93	8.31	10.88
BIOT-871.043	-1.04933	0.43414	18.14	8.93	15.12
BIOT-721.074	-0.98535	-0.3416	18.39	8.22	12.8
BIOT-735.105	-0.90062	2.52632	22.87	9.13	21.01
BIOT-725.024	-0.88976	0.0454	18.68	8.64	13.78
BIOT-725.050	-0.84323	0.15273	17.52	9.33	14
Serranita	-0.77023	0.15095	15.94	10.15	13.86
BIOT-507.312	-0.70596	-0.47619	18.53	8.57	12.01
BIOT-621.097	-0.4997	1.3584	18.6	10.65	16.99
BIOT-721.286	-0.35909	-0.03951	17.82	9.95	12.75
BIOT-763.441	-0.31429	0.38386	20.93	9.09	13.96
BIOT-721.163	-0.27687	0.01428	19.16	9.58	12.81
BIOT-751.025	-0.15762	-1.25119	19.36	8.54	9
BIOT-686.019	-0.14961	-0.95039	18.61	9.16	9.84
BIOT-767.014	0.0348	-0.93522	20.46	8.73	9.65
BIOT-751.021	0.06239	-0.34628	18.59	10.14	11.27
BIOT-725.067	0.08437	-0.89563	18.17	9.85	9.65
BIOT-609.247	0.10916	-0.06273	19.25	10.21	12.03
BIOT-633.294	0.13892	-0.12068	19.79	9.98	11.83
BIOT-787.011	0.72976	-0.66449	18.25	11.27	9.38
BIOT-721.245	0.80579	-0.51235	21.12	10.32	9.76
BIOT-764.006	0.80615	0.98505	19.08	12.6	14.03
BIOT-763.051	0.93973	2.07905	22.16	12.55	17.04
BIOT-725.047	1.00396	-0.95117	22.21	9.82	8.23
BIOT-747.056	1.14817	-0.7465	18.96	11.69	8.55
BIOT-507.311	1.61629	0.10239	22.07	12.04	10.37
BIOT-637.089	1.80117	0.50354	24.48	11.73	11.3
BIOT-682.042	1.98712	-0.09588	26.35	10.72	9.34
BIOT-637.001	2.00748	-0.47997	23.87	11.47	8.16
BIOT-721.038	4.1402	0.78838	31.26	13.56	8.85

Anexo 33: Cuadro de correlación entre variables contenido de Hierro, Zinc y Vitamina C evaluada base seca (DW).

Correlación de Pearson						
Variable	Con variable	N	Correlación	Límite de confianza al 95%		Valor de P
FEDW	ZNDW	34	0.65924	0.404863	0.812211	<.0001
FEDW	VitCDW	34	-0.30271	-0.578316	0.044082	0.0819
ZNDW	VitCDW	34	-0.29225	-0.57074	0.055364	0.0937

Anexo 34: Grafico de contenido de glicoalcaloides.



Anexo 35: Cuadro de componentes principales para glicoalcaloides y prueba organoléptica en laboratorio.

Clones	Prin1	Prin2	Textura	Sabor	SabExtr	Osc	TglyFW1	TglyFW2
BIOT-751.025	-7.12	0.09	20	15	15	4.38	35.92	17.62
BIOT-721.038	-3.76	1.85	22.5	31.67	16.25	8.75	32.56	15.46
BIOT-725.050	-2.00	0.49	24	31.5	17	6.5	17.94	8.6
BIOT-787.011	-1.59	-2.25	28.13	28.75	13.75	3.75	5.01	3.49
BIOT-721.036	-0.98	1.07	32.5	32.5	18.75	9.38	17.56	8.68
BIOT-682.042	-0.94	-1.01	30	29.17	16.67	5.63	6.33	4.2
BIOT-747.056	-0.68	-3.43	35	30.83	16.25	0	2.01	3.25
BIOT-751.021	-0.53	-0.77	28.75	34.38	15	6.88	6.53	4.2
BIOT-725.024	-0.49	0.07	29.17	30.63	16.25	9.17	6.56	3.38
BIOT-721.286	-0.42	1.52	31.25	31.88	20	10	15.22	6.66
Yungay	0.02	1.22	16.21	31.05	17.5	8.95	0.5	0.56
Serranita	0.02	-0.16	31.67	31.88	16.25	9.38	3.04	3.23
BIOT-507.311	0.05	1.01	15.63	30.83	18.33	7.5	0.26	0.32
BIOT-767.014	0.13	0.67	22.5	30.83	18.33	8.13	1.03	1.76
BIOT-725.047	0.18	-0.15	31.25	32.5	18.75	6.88	6.72	2.85
BIOT-621.069	0.25	-0.52	26.25	33.75	15	8.13	0.45	0.38
BIOT-725.067	0.31	0.41	28.13	35	20	6.25	4.43	5.98
BIOT-763.441	0.42	-0.95	29.17	33.33	18.75	4.17	2.73	1.42
BIOT-621.097	0.48	-0.67	29.17	33.33	16.25	7.5	0.38	0.47
BIOT-763.051	0.54	0.14	29.17	30.63	17.5	9.38	0.29	0.27
BIOT-686.019	0.60	-0.58	32.5	33.13	18.75	6.25	3.7	1.62
BIOT-637.089	0.69	-1.61	36.67	35	16.25	6.25	2.17	1.18
Canchan	0.75	0.44	28.87	31.77	18.17	9.52	0.8	0.56
BIOT-735.105	0.79	-0.22	32	33.5	16	10	0.44	0.27
BIOT-871.043	0.85	0.21	29.38	32.5	18.33	8.75	0.64	0.48
BIOT-721.074	1.00	-0.61	33.75	33.33	18.75	6.88	1.3	0.64
BIOT-507.312	1.06	0.84	20.63	36.67	20	6.25	1.15	1.19
BIOT-609.247	1.27	-0.26	29.38	35	20	5.63	0.57	0.33
BIOT-764.006	1.35	1.21	18.75	38.33	20	6.88	0.31	0.83
BIOT-637.001	1.36	-0.10	33.75	33.75	20	7.5	0.8	0.7
BIOT-721.245	1.44	0.40	31.25	35	18.75	9.38	0.24	0.22
Ccompis	1.59	0.60	31.88	36.25	18.75	10	0.83	0.6
BIOT-721.163	1.65	0.68	31.88	35	20	9.38	0.69	0.35
BIOT-633.294	1.67	0.36	29.38	36.67	20	7.5	0.27	0.22

Anexo 36: Cuadro de correlación entre variables organolépticas (Textura, sabor, sabores extraños y oscurecimiento) y el contenido de glicoalcaloides.

Correlación de Pearson						
Variable	Con Variable	N	Correlación	Límite de confianza al 95%		Valor de P
Sabor	SabExtr	34	0.5211	0.214543	0.726827	0.0013
Sabor	TglyFW1	34	-0.63323	-0.79659	-0.3672	<.0001
Sabor	TglyFW2	34	-0.64047	-0.80096	-0.37759	<.0001
TglyFW1	TglyFW2	34	0.97987	0.958524	0.989693	<.0001