



UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”



FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

“Comparativo de 34 clones de papa biofortificadas con alto contenido de hierro y zinc, para contribuir a la seguridad alimentaria en el departamento de Cajamarca, 2019”

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

YHOEL LEIVA TORRES

ASESOR:

Ing. Mg. ADOLFO PADILLA PÉREZ

CO-ASESOR:

Ing. M. Sc. ELISA SALAS MURRUGARRA

LAMBAYEQUE-PERÚ

2021

“Comparativo de 34 clones de papa biofortificadas con alto contenido de hierro y zinc, para contribuir a la seguridad alimentaria en el departamento de Cajamarca, 2019”

Para optar el Título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO



Yhoel Leiva torres
Autor



Ing. Mg. Adolfo Padilla Pérez
Asesor

APROBADO POR:



Dr. Jorge Alberto Llontop Llaque
Presidente del jurado



Ing. M. Sc. Roberto Tirado Lara
Secretario del jurado



Ing. Roso Próspero Pasache Chapoñán
Vocal



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIDAD DE INVESTIGACION



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS VIRTUAL N° 018-2021-UI-FAG

En la ciudad de Lambayeque a los nueve días del mes de setiembre del año dos mil veintiuno, siendo las cuatro de la tarde, se reunieron vía plataforma virtual meet.google.com/mob-uudf-nzg, los Miembros de Jurado evaluador de la tesis titulada: "COMPARATIVO DE 34 CLONES POTENCIALES DE PAPA BIOFORTIFICADAS CON ALTO CONTENIDO DE HIERRO Y ZINC, PARA CONTRIBUIR A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN EL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2019", designados por Decreto N° 517-2018-FAG del 28 de diciembre del 2018, con la finalidad de evaluar y calificar la Sustentación de la Tesis antes mencionada, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Jorge Llontop Llaque
Ing. M.SC. Roberto Tirado Lara
Ing. Roso Prospero Pasache Chapoñan
Ing. Adolfo Padilla Pérez

Presidente
Secretario
Vocal
Patrocinador

El acto de Sustentación fue autorizado por DECRETO No 219-2021-VIRTUAL-D-FAG, con fecha 07 de setiembre del 2021

La tesis fue presentada y sustentada por la Bachiller **YHOEL LEIVA TORRES**, tuvo una duración 2.30 de minutos. Después de la sustentación y absueltas las preguntas y observaciones de los Miembros de Jurado, se procedió a la calificación respectiva otorgándole el calificativo de 17.00 en la escala vigesimal, con mención

MUY BUENO

.....

Por lo que queda APTO para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo de acuerdo con la Ley Universitaria N° 30220 y la Normatividad vigente de la Facultad de Agronomía y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 6.30 pm, se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad el presente acto con las firmas de los Miembros de Jurado.

Dr. Jorge Llontop Llaque
Presidente

Ing. M.SC. Roberto Tirado Lara
Secretario

Ing. Roso Prospero Pasache Chapoñan
Vocal

Ing. Adolfo Padilla Pérez
Patrocinador

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Yhoel Leiva Torres, investigador principal y Adolfo Padilla Pérez asesor de la tesis titulada “**Comparativo de 34 clones de papa biofortificadas con alto contenido de hierro y zinc, para contribuir a la seguridad alimentaria en el departamento de Cajamarca, 2019**”, por lo que declaramos bajo juramento que este proyecto de tesis no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se demostrará lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiera lugar. Que puede conducir a la anulación del título o grado emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, setiembre del 2021



Bach. Yhoel Leiva torres
Autor



Ing. Mg. Adolfo Padilla Pérez
Asesor

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre que nunca la conocí, pero sé que desde el cielo me está guiando a esforzarme y salir adelante.

A mi familia, por enseñarme que la perseverancia y el esfuerzo son el camino para lograr los objetivos.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a la co-asesora de tesis del Centro Internacional de la Papa Ing. M. Sc. Elisa Salas Murrugarra por su amistad, paciencia, exigencia y sobre todo por su valiosa colaboración en el desarrollo de la culminación del proyecto de investigación.

Al asesor de tesis Ing. Mg. Adolfo Padilla Pérez docente de la Universidad Nacional “Pedro Ruíz Gallo”

También renombrar a la Ing. M. Sc. Elisa Salas Murrugarra y sus colaboradores, del Centro Internacional de la Papa (CIP), por haberme dado la oportunidad de ser tesista del proyecto “Potenciales nuevas variedades de papa biofortificada con altos contenidos de hierro y zinc, para contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional en agricultura familiar alto andina”, financiado por la secretaria técnica del CGIAR (STC).

Agradecer a los miembros del jurado calificador: presidente: Dr. Jorge Alberto Llontop Llaque, secretario: Ing. M. Sc. Roberto Tirado Lara, Vocal: Ing. Roso Próspero Pasache Chapoñán, docentes de la Universidad Nacional “Pedro Ruíz Gallo”, por sus contribuciones para terminar con el informe.

Un reconocimiento para la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, y a los docentes de la Facultad de Agronomía, docentes que con sus conocimientos y paciencia contribuyen a formar grandes profesionales.

A los pobladores de la zona de ejecución del proyecto de investigación en la provincia Cutervo, Caserío Urcurume, quienes ayudaron sencillamente, ofreciendo disposiciones para la culminación de la investigación.

Y también a todas las personas que se vieron involucrados en el desarrollo de este trabajo de titulación.

INDICE

Página

RESUMEN.....	14
INTRODUCCIÓN.....	16
UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO	3
FACULTAD DE AGRONOMIA.....	3
UNIDAD DE INVESTIGACION.....	3
ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS VIRTUAL N° 018-2021-UI-FAG	3
I. MARCO TEORICO	18
1.1. Antecedentes.	18
1.2. Bases teóricas	19
1.2.1. Clon.	19
1.2.2. Selección participativa parietal (PVS).	19
1.2.3. Selección de criterios.	19
1.2.4. Azúcares reductores.	19
1.2.5. Compuestos fenólicos.....	19
1.2.6. Pigmentación.	19
1.2.7. Prueba organoléptica.....	20
1.2.8. Aspectos generales del cultivo de la papa.	20
1.2.9. Taxonomía del cultivo de papa.	20
1.2.10. La papa en el Perú.	21
1.2.11. Mejoramiento genético del cultivo.....	22
1.2.12. Industrialización de la papa.....	22
1.2.13. Valor nutricional de la papa.	22
1.2.14. Beneficios del hierro (Fe), zinc (Zn) y Vitamina C en el cuerpo humano.	25
1.2.15. La Biofortificación.	29
1.2.16. La desnutrición.	29
1.2.17. Las consecuencias de la desnutrición.	30
1.2.18. Situación de la desnutrición crónica infantil y anemia infantil en menores de 5 años el Perú.....	31
1.2.19. Causa de la desnutrición crónica infantil.....	31
1.2.20. Seguridad alimentaria	31
1.2.21. Enfoques para la seguridad alimentaria en el Perú.....	31
1.2.22. Variables.....	32
II. MATERIALES Y MÉTODOS	33
2.1. Ámbito de estudio.....	33
2.1.1. Características climáticas de la zona de estudio.....	33
2.1.2. Características edáficas de la zona de estudio.....	34
2.2. Disposición experimental.....	35
2.2.1. Tratamiento en estudio.....	35
2.2.2. Diseño experimental.	37
2.2.3. Características del campo experimental.	38
2.3. Material experimental	38
2.3.1. Características de clones de papa en estudio.	38
2.3.2. Características de las variedades de papa.	39
2.3.3. Equipos, insumos, herramientas y materiales.	40
2.4. Conducción experimental.....	40
2.4.1. Preparación del terreno a utilizar.	40
2.4.2. Semilla.....	41

2.4.3.	Siembra	41
2.4.4.	Labores culturales:	41
2.4.5.	Abonamiento y Fertilización.....	42
2.4.6.	Control fitosanitario.....	42
2.4.7.	Cosecha.....	43
2.5.	Características evaluadas	44
2.5.1.	Selección participativa de variedades de papa (PVS).....	44
2.5.2.	Análisis de componentes de rendimiento, criterios de selección del investigador y variables de los laboratorios de calidad, nutrición y procesamiento.....	47
2.5.4.	Características evaluadas Postcosecha.....	49
2.5.5.	Características evaluadas en laboratorio.....	50
2.6.	Análisis estadísticos.....	54
III.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	56
3.1.	Selección participativa de variedades de papa (PVS).....	56
3.1.1.	Recopilación y priorización de los criterios de selección en la etapa de floración..	56
3.1.2.	Selección de los clones preferidos por parcela en la etapa de la floración.....	58
3.1.3.	Recopilación y priorización de los criterios de selección en la etapa de cosecha....	60
3.1.4.	Selección de clones preferidos por parcela en la etapa de cosecha.....	62
3.1.6.	Recopilación y priorización de los criterios de selección poscosecha.....	66
3.1.7.	Selección de los clones preferidos en poscosecha.....	67
4.2.	Análisis de los resultados de los componentes de rendimiento, criterios de selección del mejorador y variables de los laboratorios de calidad, nutrición y procesamiento.....	69
4.2.1	Vigor de la planta.....	69
4.2.2	Número de tallos por planta.....	71
4.3.	Características evaluadas en etapa de cosecha.....	73
4.3.1.	Apariencia del tubérculo	73
4.3.2.	Tamaño de tubérculo	76
4.3.3.	Número de tubérculos comerciales por parcela	78
4.3.4.	Peso de tubérculos comerciales kg/parcela	80
4.3.5.	Rendimiento de tubérculos comerciales ajustado t/ha.....	83
4.3.6.	Peso promedio de tubérculos comerciales /g.....	86
4.3.7.	Número total de tubérculos /parcela	89
4.3.8.	Peso total de tubérculos /parcela Kg	92
4.3.9.	Rendimiento total de tubérculos t/ha	95
4.3.10.	Peso promedio de tubérculos/g	98
4.4.	Características evaluadas Postcosecha.....	101
4.4.1.	Número de brotes promedio*tubérculo a los 90 y 120 días después de la cosecha (ddc). 101	
4.4.2.	Número de brotes por tubérculo a los 90 y 120 ddc, porcentaje de pérdida de peso de tubérculos en almacén y determinación de patrón de brotamiento.....	102
4.5.	Características evaluadas en laboratorio.....	110
4.5.1.	Parámetros de calidad de la papa: Porcentaje de materia seca (DM), contenido de azúcares y color de hojuela.....	110
4.5.2.	Contenido de hierro, zinc y vitamina C	117
4.5.3.	Evaluación Organoléptica en laboratorio.....	126
4.5.4.	Matriz de selección de clones elites.....	129
4.4.7.	La matriz de correlación entre las variables de estudio	136
IV.	CONCLUSIONES.....	137
V.	RECOMENDACIONES	138

VI. BIBLIOGRAFÍA.....	139
ANEXOS.....	142

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Producción y rendimiento de papa en el Perú año 2017.....	21
Tabla 2. Producción y rendimiento de papa en el departamento de Cajamarca año 2017. ...	21
Tabla 3. Composición por cada 100 g en porción comestible (muestra fresca).	23
Tabla 4. Perfil nutricional de las papas nativas (g/100 g en muestra seca).....	24
Tabla 5. Aporte de nutrientes de las papas nativas, con relación al requerimiento diario. ...	24
Tabla 6. Contenido nutricional de la papa - cruda y referido a peso seco, con otros alimentos.	25
Tabla 7. Requerimientos diarios de Fe tanto para infantes, niños y adultos.	27
Tabla 8. Ingesta diaria recomendada de zinc (Zn) tanto para infantes, niño y adultos.	28
Tabla 9. Datos climatológicos Estación Meteorológica del CIP. Urcurume –Cutervo – Cajamarca. Año 2018 – 2019.....	33
Tabla 10: Resultados del análisis de suelo. Urcurume – Cutervo - Cajamarca. Laboratorio de Química Agrícola “Valle Grande”, Cañete, Lima – Perú. Año 2019.....	35
Tabla 11. Tratamientos de estudio.....	36
Tabla 12. Características del campo experimental.	38
Tabla 13. Descripción de escalas para vigor de planta.....	47
Tabla 14. Descripción de escalas para apariencia del tubérculo	48
Tabla 15. Descripción de escalas para uniformidad del tubérculo.	48
Tabla 16. Descripción de escalas para tamaño de tubérculo.	48
Tabla 17. Forma general del análisis de varianza	54
Tabla 18. Recopilación y priorización de los criterios de selección en la etapa de floración.	57
Tabla 19.- Selección de los clones preferidos por parcela en la etapa de la floración.	59
Tabla 20.- Recopilación y Priorización de los Criterios de Selección en la etapa de Cosecha.....	61
Tabla 21. Selección de los clones preferidos por parcela en la etapa de cosecha.	63
Tabla 22.- Recopilación y Priorización de los Criterios de Selección Poscosecha.....	66
Tabla 23. Selección de los clones preferidos en poscosecha.....	68
Tabla 24. Prueba de significación de escalas en vigor de la planta.....	70
Tabla 25. Comparación de medias entre clones para número de tallos por planta.	72
Tabla 26. Prueba de significación de escalas en apariencia del tubérculo.	75
Tabla 27. Prueba de significación de escalas en tamaño de tubérculo.....	77
Tabla 28. Comparación de medias entre clones para número de tubérculos comerciales por parcela.	79
Tabla 29. Comparación de medias entre clones para peso de tubérculos comerciales kg/parcela	82
Tabla 30. Comparación de medias entre clones para rendimiento de tubérculos comerciales ajustado t/ha	85
Tabla 31. Comparación de medias entre clones para peso promedio de tubérculos comerciales/g.....	88
Tabla 32. Comparación de medias entre clones para número total de tubérculos/parcela....	91
Tabla 33. Comparación de medias entre clones para peso total de tubérculos kg/parcela. ...	94
Tabla 34. Comparación de medias entre clones para rendimiento total de tubérculos ajustado t/ha	97
Tabla 35. Comparación de medias entre clones para peso promedio de tubérculos /g.....	100
Tabla 36. Prueba de significación de porcentaje de pérdida de peso de tubérculos en almacén.....	106

Tabla 37. Comparación y significación del porcentaje de materia seca, contenido de azúcar y color de hojuela.....	114
Tabla 38. Contenido de hierro, Zinc y vitamina C.....	119
Tabla 39. Valores observados de Hierro y Zinc.	122
Tabla 40. Valores observados de Hierro y Vitamina C.	122
Tabla 41. Valores observados de Zinc y Vitamina C.	122
Tabla 42. Valores observados de Hierro, Zinc y Vitamina C.....	122
Tabla 43. Correlaciones de pruebas organoléptica en laboratorio.....	126
Tabla 44. Matriz de selección de clones elites.	131
Tabla 45. Matriz de Selección de los 8 mejores clones biofortificados con relación a las variables y respectivos pesos.	133

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Repartimiento de los tratamientos en la unidad experimental. Fuente: Elaboración propia, 2019.</i> -----	37
<i>Figura 2. Recopilación y priorización de los criterios de selección en la etapa de floración.</i> -	57
<i>Figura 3. Recopilación y Priorización de los Criterios de Selección en la etapa de Cosecha.</i> -	61
<i>Figura 4. Evaluación Organoléptica en campo.</i> -----	65
<i>Figura 5. Recopilación y priorización de los criterios de selección pos-cosecha.</i> -----	67
<i>Figura 6. Número de tallos por planta de clones biofortificados durante la campaña agrícola 2019,Cutervo.</i> -----	73
<i>Figura 7. Número de tubérculos comerciales por parcela.</i> -----	80
<i>Figura 8. Peso de tubérculos comerciales kg/parcela</i> -----	83
<i>Figura 9. Rendimiento de tubérculos comerciales ajustados t/ha</i> -----	86
<i>Figura 10. Peso promedio de tubérculos comerciales/g.</i> -----	89
<i>Figura 11. Número total de tubérculos por parcela.</i> -----	92
<i>Figura 12. Peso total de tubérculos kg/parcela</i> -----	95
<i>Figura 13. Rendimiento total de tubérculos ajustado t/ha.</i> -----	98
<i>Figura 14. Peso promedio de tubérculos /g.</i> -----	101
<i>Figura 15. Evaluación de patrones de brotamiento.</i> -----	105
<i>Figura 16. Número promedio de brotes por tubérculos a los 90 y 120 ddc, pérdida de peso y patrón de brotamiento</i> -----	109
<i>Figura 17. Comportamiento de papa para hojuelas fritas grado 1.</i> -----	112
<i>Figura 18. Comportamiento de papa para hojuelas fritas grado 2.</i> -----	112
<i>Figura 19. Comportamiento de papa para hojuelas fritas grado 3.</i> -----	113
<i>Figura 20. Comportamiento de papa para hojuelas fritas grado 4.</i> -----	113
<i>Figura 21. Análisis de componentes principales de contenido de materia seca % (DM), Azúcares y Color de chip.</i> -----	116
<i>Figura 22. Diagrama de análisis de componentes principales de contenido de hierro, contenido de zinc y Vitamina C.</i> -----	121
<i>Figura 23. Incrementos porcentuales del contenido de Hierro de las papas Biofortificadas con respecto a cada una de las variedades comerciales.</i> -----	123
<i>Figura 24. Incrementos porcentaje del contenido de Zinc de las papas Biofortificadas con respecto a cada una de las variedades comerciales.</i> -----	124
<i>Figura 25. Incrementos porcentaje del contenido de Vitamina C de las papas Biofortificadas con respecto a cada una de las variedades comerciales.</i> -----	125
<i>Figura 26. Análisis de componentes principales de las pruebas organolépticas considerando textura, sabor, sabores extraños y contenido de glicoalcaloides.</i> -----	128

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Prueba de comparación no paramétrica de Friedman al $\alpha < 0.05$.....	142
Anexo 2. Resultados de análisis de Shapiro Wilk.....	142
Anexo 3. Coeficiente de determinación de las variables cuantitativas.....	143
Anexo 4. Análisis de Varianza de las variables.	143
Anexo 5. Medias de variables cualitativas.	150
Anexo 6. Incrementos porcentaje del contenido de Hierro de las papas Biofortificadas con respecto a cada una de las variedades comerciales	151
Anexo 7. Análisis de componentes principales de las pruebas organolépticas considerando textura, sabor y apariencia en campo.....	152
Anexo 8. Láminas fotográficas.	156

“Comparativo de 34 clones de papa biofortificadas con alto contenido de hierro y zinc, para contribuir a la seguridad alimentaria en el departamento de Cajamarca, 2019”

Yhoel Leiva T.

RESUMEN

El proyecto de investigación tuvo como principal objetivo el estudio comparativo de 30 clones potenciales de papa biofortificados con alto contenido de hierro y zinc y cuatro variedades comerciales como testigos (Yungay, Canchan, Seranita y Ccompis), para contribuir a la seguridad alimentaria en el departamento de Cajamarca, durante la campaña agrícola 2019. Este trabajo investigativo se realizó en el caserío Urcurume, distrito y provincia de Cutervo, la metodología que se utilizó fue de selección participativa de variedades de papa (PVS), con los agricultores del lugar, durante la identificación de criterios, y selección de clones en las fases de floración, cosecha, pos-cosecha y prueba organoléptica (calidad culinaria). Tuvo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones, treinta y cuatro tratamientos. Los resultados logrados en la investigación mostraron diferencias significativas entre tratamientos y variedades de papa, para las variables: Contenido de Hierro (Fe), sobresalió el tratamiento BIOT-725.047 con 27.8 mg/kg DW, mientras que las variedades testigo Yungay y Canchan obtuvieron 17.0 mg/kg DW y 13.4 mg/kg DW respectivamente. Para la variable contenido de Zinc (Zn), Vitamina C y alto rendimientos, sobresalieron los clones BIOT-725.047 con 27.8 mg/kg DW, clon BIOT-751.021 con 16.71 mg/kg DW, clon BIOT-764.006 con 88.70 mg/100g y la variedad comercial Yungay con 59.74 t/ha respectivamente.

Los clones biofortificado BIOT-721.074, BIOT-721.245, BIOT-721.163, BIOT-721.286, BIOT-633.294, BIOT-751.025, BIOT-721.038 y BIOT-735.105, fueron los más promisorios por haber alcanzado los mayores índices de selección con 83, 80, 74, 70, 66, 66, 61 y 57 puntos respectivamente, lo que indica que dichos clones reúnen muy buenas características a la floración, cosecha, poscosecha y en laboratorio.

Palabras claves: Comparativo, clones papa, biofortificadas, contenido, hierro, Zinc, Cajamarca, 2019.

"Comparison of 34 biofortified potato clones with high iron and zinc content, to contribute to food security in the department of Cajamarca, 2019"

Yhoel Leiva T.

ABSTRACT

The main objective of the research project was the comparative study of 30 potential biofortified potato clones with high iron and zinc content and four commercial varieties as controls (Yungay, Canchan, Seranita and Ccompis), to contribute to food security in the department. of Cajamarca, during the 2019 agricultural campaign. This investigative work was carried out in the Urcurume farmhouse, district and province of Cutervo, the methodology used was participatory selection of potato varieties (PVS), with local farmers, during the identification of criteria, and selection of clones in the phases of flowering, harvest, post-harvest and organoleptic test (culinary quality). It had a randomized complete block design (DBCA) with three replications, thirty-four treatments. The results obtained in the investigation showed significant differences between treatments and potato varieties, for the variables: Iron (Fe) content, the BIOT-725.047 treatment stood out with 27.8 mg/kg DW, while the control varieties Yungay and Canchan obtained 17.0 mg/kg PS and 13.4 mg/kg PS respectively. For the variable content of Zinc (Zn), Vitamin C and high yields, clones BIOT-725.047 stood out with 27.8 mg/kg DW, clone BIOT-751.021 with 16.71 mg/kg DW, clone BIOT-764.006 with 88 .70 mg/100g and the commercial variety Yungay with 59.74 t/ha, respectively. The biofortified clones BIOT-721.074, BIOT-721.245, BIOT-721.163, BIOT-721.286, BIOT-633.294, BIOT-751.025, BIOT-721.038 and BIOT-735.105, were the most promising for having reached the highest selection rates with 83, 80, 74.70, 66, 66, 61 and 57 points respectively, which indicates that these clones have very good characteristics at flowering, harvest, post-harvest and in the laboratory.

KEY WORDS: *Comparative, potato clones, biofortified, content, iron, Zinc, Cajamarca, 2019.*

INTRODUCCIÓN

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) está dentro de los 4 cultivos más importantes dentro de la alimentación humana, solamente superado por el trigo, arroz y maíz (Contreras, 2005).

La papa es uno de los cultivos que tiene mas alimento nutritivo/ unidad de tiempo. A pesar de presentar climas más adversos contituye para te la alimentación de las personas. Su calidad está asociada a su composición química, influida por factores ambientales, genéticos, prácticas culturales y la maduración de este tubérculo (Bonierbale et al., 2008).

Los contenidos de nutrientes de la papa son controlados por genes. Pero, la madurez fisiológica de los tubérculos, factores abióticos (clima y suelo), prácticas de manejo en almacenar y cultivar; factores que influyen sobre los nutrientes (Zúñiga, 2006).

En el Perú, existen clones biofortificados tetraploides que fueron desarrollados por el Centro Internacional de la Papa (CIP) mediante la estrategia de mejoramiento de interploidia, basada en la tetraploidización sexual unilateral, que combina la diversidad genética y los rasgos valiosos disponibles en híbridos diploides biofortificados, procedentes de la combinación de grupos taxonómicas de variedades nativas diploides como phureja y stenotomum, con los clones tetraploides avanzados con resistencia a enfermedades, buena calidad, alto rendimiento y tolerancia a estrés abiótico, lo que brinda la oportunidad de acercarse a la máxima heterocigosidad en el desarrollo de nuevos cultivares; así como, se han seleccionado clones con altos contenidos de hierro (Fe), zinc (Zn), Vitamina C, además con alto rendimiento, resistencia a factores climáticos, resistencia a plagas y enfermedades y que tenga aprobación entre agricultores y consumidores (Salas et al, 2018).

El propósito del ensayo fue seleccionar los mejores clones biofortificados de papa con alto contenido de minerales (zinc y hierro), vitamina C, buena calidad culinaria, porcentaje de materia seca y menor contenido de glicoalcaloides. En tal sentido, el presente estudio buscó en contestar a la interrogante ¿Cómo es el comparativo de 34 clones de papa biofortificadas con alto contenido de hierro y zinc, para contribuir a la seguridad alimentaria en el departamento de Cajamarca, durante la campaña agrícola 2019?, formulando los siguientes objetivos:

- Comparar 34 clones de papa biofortificadas con alto contenido de hierro y zinc, para contribuir a la seguridad alimentaria en el departamento de Cajamarca, durante la campaña agrícola del 2019.

- Seleccionar los mejores clones con alto rendimiento, buena calidad organoléptica, buen contenido de vitamina C, bajos niveles de glicoalcaloides, así como con otros atributos que le permita continuar la siguiente fase de evaluaciones en otras localidades del norte del Perú.

- Seleccionar ocho clones avanzados de papa biofortificada con alto contenido de hierro y zinc, basado en la selección participativa de variedades de papa (PVS), contribuyendo a reducir los índices de anemia en niños, niñas y mujeres gestantes, del departamento de Cajamarca.

I.MARCO TEORICO

1.1. Antecedentes.

Con el programa de mejoramiento del Centro Internacional de la Papa – CIP, ha avanzado nuevos clones de papa con mayores contenidos de hierro y zinc (biofortificados) a través del mejoramiento convencional. La evaluación de los primeros productos del programa de biofortificación se ha realizado en colaboración con el Programa de Papa del Instituto Nacional de Innovación (INIA), y al momento se tiene un grupo de materiales avanzados con alrededor de 50% mayor contenido de hierro y zinc. Estos primeros productos se han combinado con líneas de mejoramiento avanzadas para que las nuevas papas biofortificadas tengan resistencia a las plagas y enfermedades más importantes en el Perú (caso del tizón tardío), así como tolerancia a altas temperaturas y sequías, rendimientos superiores y calidad culinaria para agricultores y consumidores. Estos materiales necesitan ser evaluados en ensayos en redes en las principales regiones productoras de papa para poder continuar el proceso de evaluación conducente a la liberación formal de nuevas variedades de papa biofortificada en el futuro. (2018, p.4)

El CIP ha desarrollado material biofortificado de papa que llegan a tener hasta 32 mg/kg de hierro (habiendo comenzado con 19 mg/kg) y hasta 28 mg/kg de zinc (habiendo comenzado con 14 mg/kg). Considerando que en estas zonas las mujeres y niños consumen en promedio 500 y 100 gramos de papa al día, la ingesta de papas biofortificadas con niveles de hierro equivalentes a 0.8 mg por 100 gramos de papa en peso fresco (32 mg / k en peso seco considerando 25% de materia seca), cubrirían alrededor del 20% del requerimiento diario de hierro en un niño y alrededor del 50% en una mujer en edad fértil. (2018, p.4)

La papa es un alimento fundamental en las zonas Alto Andinas donde alrededor de 730,000 familias (3.56 millones de personas) cultivan y consumen la papa directamente. Sin embargo, es también en las zonas rurales Alto Andinas donde los niveles de desnutrición en niños y madres gestantes son alarmantemente altos (41% y 21% de prevalencia de anemia respectivamente). (INIA, 2017, p.33)

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Clon.

Un clon es llamado (griego, kion "retoño") es un conjunto de individuos genéticamente idénticos que descienden de un mismo individuo por mecanismo de reproducción sexual (Silver, 2001, p.24).

1.2.2. Selección participativa parietal (PVS).

Es la acción de identificar las opiniones, criterios de selección y preferencias de los agricultores, agricultoras y otros participantes, en la elección de una potencial nueva variedad de un cultivo (CIP, 2018, p.24).

1.2.3. Selección de criterios.

Es identificar ideas y opiniones propuestas por agricultores agricultoras y otros participantes, con relación a las características y/o idiotipo que debe cumplir una nueva variedad de un cultivo (CIP, 2018, p.24).

1.2.4. Azúcares reductores.

Tienen una estructura molecular que tiene un grupo aldehído el cual puede reaccionar con otros elementos, por ejemplo, en un ambiente alcalino reduce (gana -e) metales como Cobre (Cu), Hierro (Fe), Plata (Ag), entre otros. También reaccionan a el ácido ascórbico, aminoácidos y otros elementos orgánicos produciendo pigmentos marrones llamados "melanoidinas"; y esto es debido al "pardeamiento no enzimático o reacción de Maillard" (Woolfe, 1987, p. 21).

1.2.5. Compuestos fenólicos.

Según Salomón, (2000, p.22), menciona que "Los compuestos que poseen un grupo hidroxilo unido en forma directa con el anillo bencénico se llaman fenoles, por tanto, fenol es el nombre específico para el hidroxibenceno y es el nombre general para la familia de compuestos que derivan de este último"

1.2.6. Pigmentación.

Finlay (2003, p. 24) hace mención que un "pigmento es un material que cambia el color de la luz que refleja como resultado de la absorción selectiva del color. Este proceso físico es diferente a fluorescencia, la fosforescencia y otras formas de luminiscencia, en las cuales el propio material emite luz".

1.2.7. Prueba organoléptica.

Es la evaluación perspectiva y degustativa que se realiza una muestra, especialmente de alimentos o bebidas que se apoyada exclusivamente en la valoración de los sentidos de vista, gusto, olfato, etc. (CIP, 2018. p.24).

1.2.8. Aspectos generales del cultivo de la papa.

Spooner et al. (2005), pone en manifiesto que la papa en su orígenes comienza hace 10 mil años iniciando en el Lago Titicaca, a “3800 metros sobre el nivel del mar, en la cordillera de los Andes del sur de Perú”, limitando entre Bolivia y Perú. Los primeros pobladores en esta región domesticaron especies silvestres comestibles de papa como *S. multisectum*, *Solanum bukasovii* y *S. canasense* el cual se piensa que se originó por *S. stenotomum*, conocida como la primera papa domesticada, el cual a su vez dio origen a *S. andigena* con la ayuda de procesos de poliploidización sexual en diferentes lugares; siendo la “hibridación interespecífica e intervarietal” que ayudo a la diversificación y logro que la genética de la papa se adapte en los Andes. A nivel mundial las papas que se siembran son de la especie *Solanum tuberosum* L. (Sponner et al., 2007; Andre et al., 2007).

1.2.9. Taxonomía del cultivo de papa.

Según Egusquiza, (2000 p.20) la papa se encuentra en lo taxones que a continuacion se detalla:

Las papas cultivadas se ubican en las siguientes categorías:

Reyno	:	Plantae
División	:	Magnoliophita
Clase	:	Magnoliopsida
Sub clase	:	Asteridae
Orden	:	Solanales
Familia	:	Solanáceas
Género	:	<i>Solanum</i>
Especie	:	<i>Tuberosum</i>

1.2.10. La papa en el Perú.

Las principales regiones productoras de papa en el Perú son: “Puno, Cusco, Huánuco, Junín, La Libertad, Apurímac, Ayacucho y Cajamarca. La región Cajamarca se encuentra entre las cinco primeras regiones del país con una superficie de 28,201 ha y en producción en el octavo lugar con 309,724 toneladas de papa (7 % de la producción nacional)”. (Tabla 1). (MINAGRI - AAC, 2018).

Tabla 1. Producción y rendimiento de papa en el Perú año 2017.

Región	Cosechas		Rdto. t/ha	Región	Cosechas		Rdto. t/ha
	Ha	Toneladas			Ha	Toneladas	
Total	312,130	4,471,787					
Tumbes	0	0		Huancavelica	27,345	283,473	10.37
Piura	2,123	17,662	8.319	Arequipa	9,295	297,427	32
Lambayeque	893	4,819	5.396	Moquegua	624	8,582	13.75
La Libertad	23,516	378,642	16.102	Tacna	508	8,809	17.34
Cajamarca	28,201	309,724	10.98	Ayacucho	19,670	328,483	16.7
Amazonas	4,402	59,116	13.429	Apurímac	19,181	344,072	17.94
Áncash	10,451	106,273	10.169	Cusco	34,506	430,009	12.46
Lima	7,931	170,329	21.476	Puno	51,429	567,612	11.04
Ica	2,691	86,138	32.01	San Martín	0	0	
Huánuco	37,508	566,988	15.116	Loreto	0	0	
Pasco	8,464	94,226	11.133	Ucayali	0	0	
Junín	23,392	409,402	17.502	Madre de Dios	0	0	

Fuente: Ministerio de Agricultura - MINAGRI, 2017.

Tabla 2. Producción y rendimiento de papa en el departamento de Cajamarca año 2017.

Provincia	Cosecha Has	Producción TM	Rdto. Kg/ha
Regional	28,201	309,724	10,983
Cajabamba	530	5,110	9,641
Cajamarca	3,323	33,359	10,039
Celendín	5,399	47,739	8,842
Chota	5,365	58,643	10,931
Contumazá	107	1,334	12,467
Cutervo	6,279	100,439	15,996
Hualgayoc	1,771	18,661	10,537
Jaén	346	2,325	6,721
San Ignacio	22	135	6,150
San Marcos	1,719	12,361	7,191
San Miguel	950	7,647	8,049
San Pablo	389	2,006	5,156
Santa Cruz	2,001	19,966	9,978

Fuente: MINAGRI, 2017.

En las últimas 4 campañas, se observa que existe un incremento positivo de áreas sembradas, teniendo 450 ha durante la campaña 2013-2014 y 2016-2017. Debido a las buenas condiciones ambientales favorables como también la disponibilidad de insumos necesarios a la siembra, también precios favorables en los productos a utilizar.

A nivel de Cajamarca la provincia de Cutervo se encuentra en una de las provincias con mayor superficie con 22% de área cultivable, como también con una buena producción de 32% de papa en relación con las demás provincias productoras de papa, concentrándose en el distrito capital el 96% de área cultivable.

1.2.11. Mejoramiento genético del cultivo.

Para mejoramiento genético es el arte y la ciencia de modificar o cruzar los genes hereditarios, con la única finalidad de obtener nuevas variedades o híbridos, que tengan buena adaptación a factores adverso, como también altos rendimientos y mejor calidad culinaria. En fitomejoramiento busca generar plantas que tengan caracteres que requieran los productores, industria y consumidores; por lo que el éxito de mejorar depende de elegir: “los progenitores apropiados de manera que el cruzamiento origine nuevos individuos con características valiosas”. (Vallejo, 2002).

1.2.12. Industrialización de la papa.

El cultivo de papa se ha ganado un espacio en la industria de alimentos, mediante sus tubérculos, pasando rigurosos parámetros de calidad (González, 2000).

Hoy en día se tiene un desarrollo tecnológico para el procesamiento industrial de la papa, obtenido así grandes inversiones en la cadena productiva de la papa, para asegurar la alimentación de la población en países en desarrollo y desarrollados (Martínez, 2002).

1.2.13. Valor nutricional de la papa.

Existía mitos que la papa era un alimento de bajo contenido nutricional, que al consumir provocaba sobre peso en las personas; Sin embargo, nuevas investigaciones han demostrado todo lo contrario, ya que la papa contiene vitaminas, aminoácidos y minerales. Su valor biológico en proteínas es un tanto inferior a la de la carne, pero supera a la proteína de los cereales y verduras (Christiansen, 1980, p.17).

Los tubérculos de papa contienen en promedio lo siguiente: “El 74% de agua, 20% de carbohidratos, 2% de proteínas y el resto son minerales como potasio, magnesio, hierro y fósforo. Es rica en carotenoides y vitamina C. La papa es muy baja en grasa, posee

solo el 5% de la que posee el trigo y un cuarto de las calorías de un pan” (Tabla 3) (Sánchez, 2003, p. 9).

Tabla 3. Composición por cada 100 g en porción comestible (muestra fresca).

Componentes	Papa amarilla	Papa blanca
Energía (Kcal)	103	97
Agua (g)	73.2	74.5
Proteína (g)	2	2.1
Grasa (g)	0.4	0.1
Carbohidrato (g)	23.3	22.3
Fibra (g)	0.7	0.6
Ceniza (g)	1.1	1
Calcio (g)	6	9
Fosforo (mg)	52	47
Hierro (mg)	0.4	0.5
Tiamina (mg)	0.07	0.09

Fuente: Collazos, 1996.

En la tabla 4 se observa el perfil nutricional de un grupo de papas nativas, su contenido en fibra va de 1,90 % a 6,07%, con un promedio de 3,50 %. El aporte de fibra al requerimiento diario recomendado por la Organización Mundial de la Salud se observa en la tabla 5 (Verdú, 2005). En grasa tiene un contenido promedio de 0,39% con que varía de 0,24% a 0,68% equivalente a 1,36% del requerimiento diario recomendado. Además también se reporta que “La cantidad de ceniza es un indicativo de la cantidad de minerales presentes en un producto alimenticio, la Tabla 4 muestra un valor promedio de 4,07%; con valores fluctuantes entre 3,34% y 4,79%. Los niveles de proteínas encontrados son insuficientes para cubrir el requerimiento diario, por lo que su ingesta debe acompañarse de otros vegetales o alimentos, que suplementan los nutrientes faltantes en la papa con el objeto de lograr una nutrición equilibrada” (Villacrés E., Quilca N., Montero, 1999, p.30).

Tabla 4. Perfil nutricional de las papas nativas (g/100 g en muestra seca)

Variedades	Fibra (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Ceniza (%)	Almidón (%)
Chaucha Holandesa	6,07	0,51	9,82	4,59	79,01
Santa Rosa	4,17	0,52	10,62	4,44	80,25
Carrizo	4,41	0,30	10,13	4,41	80,76
Puña	5,15	0,27	9,02	4,09	81,47
Orupiña	2,85	0,55	9,98	4,12	82,49
Huagrasinga	2,72	0,32	9,37	4,62	82,98
Chihuila	2,48	0,38	10,46	3,66	83,02
Leona Negra	4,69	0,38	7,91	3,78	83,24
Super Chola	2,50	0,38	8,48	4,15	84,15
Calvache	3,71	0,24	6,43	4,79	84,83
Coneja Negra	4,31	0,45	6,40	4,06	84,79
Milagrosa	2,55	0,30	7,60	3,98	85,57
Chaucha Amarilla	3,16	0,26	7,11	3,96	85,52
Coneja Blanca	4,71	0,34	6,15	3,34	85,45
Yema de Huevo	3,13	0,34	6,42	3,88	86,23
Uvilla	3,49	0,32	6,25	3,93	86,02
Morongra	2,14	0,29	7,15	3,89	86,53
Quillu	1,90	0,68	0,77	3,77	86,88

Fuente: Villacrés E., Qui1ca N., Montero, 2007.

Tabla 5. Aporte de nutrientes de las papas nativas, con relación al requerimiento diario.

Componentes	Raciones diarias Recomendada *	100g de Muestra seca **	Aporte (%)
Energía (Kcal)	2500	398,56 - 340 ,88	15,94 -13,64
Proteína (g)	80	10,62 - 5,59	13,28 - 6,99
Fibra (g)	25	6,07 - 1,90	24,28 - 7,60
Grasa (g)	50	0,68 - 0,24	1,36 - 0,48
Carbohidrato(g)	325	87,49 - 79,09	26,92 - 24,34

Fuente: Verdu, (2005).

Tabla 6. Contenido nutricional de la papa - cruda y referido a peso seco, con otros alimentos.

Componentes	Energía (kcal)	Humedad (%)	Proteína (g)	Grasa (g)	Fibra bruta (g)	Ceniza (g)
Hortalizas	14-13	85-95	0.3 – 0,9	0 – 0,1	1 – 3.4	0 – 0,5
Frutas	25 – 83	80 – 95	0.3 – 1,2	0 – 0,1	1 – 3,4	0 – 0,5
Papa cruda	80,4	78	2,1	0,1	2,1	1
Papa seca	321,8	11,7	8,4	0,4	8,4	4
Arroz	365,5	12	6,8	5	2,4	0,6
Trigo	333,4	12,3	13,3	2	12,1	1,7

Fuente: Egúisquiza, 2000.

La forma de consumir la papa influye en su valor nutricional, tal es el caso de papas fritas, aumentan su valor energético en calorías 4 a 5 veces de un papá sancochado, esto debido a al aceite utilizado para las frituras impregnándose en la papa. Por otro lado, el proceso de pelado genera pérdida en especial proteínas, vitaminas, proteínas y fibra debido que la piel y córtex de la papa contiene los mencionados elementos (Villagarcía, 2003).

Según Villagarcía (2003) menciona: “Las papas presentan variedad en glúcidos, proteínas y energía intermedia. En cuanto al tipo de glúcidos las papas se parecen más a los cereales ricos en almidones que a las frutas y hortalizas ricas en azúcares sencillos; por lo que para los diabéticos es más recomendable que el consumo de frutas ricas en azúcares sencillos. Esto se debe a que los polisacáridos predominantes en tubérculos y cereales son glúcidos de lenta digestión y absorción y, por consiguiente, los picos de glucemia y posterior insulinemia producidos tras la ingesta de este tipo de alimentos son menores lo cual es más conveniente desde un punto de vista fisiológico”

1.2.14. Beneficios del hierro (Fe), zinc (Zn) y Vitamina C en el cuerpo humano.

1.2.14.1. El hierro.

El hierro es uno de los bioelementos indispensables en la nutrición y existen enfermedades relacionadas con su deficiencia o exceso. A nivel mundial existe una alta prevalencia en la deficiencia de hierro, especialmente en los países subdesarrollados, siendo los menores de 5 años y mujeres embarazadas o en lactancia, la más afectada. Entre las etapas de la vida, la gestación y la infancia

necesitan altos requerimientos de hierro con la finalidad de ayudar el desarrollo y crecimiento celular (White P. J. et al 2009).

Según White P. J. et al., (2009) menciona que “a pesar de que la mayoría de personas sufren por déficit de hierro, también hay quienes padecen las consecuencias de tener elevadas concentraciones de este elemento en el cuerpo. A esta afección se le conoce como hemocromatosis que se considera un trastorno genético que se transmite de padres a hijos y es congénito. Las personas con este problema absorben demasiado hierro a través del tubo digestivo, el cual se acumula principalmente en el hígado, los síntomas pueden incluir dolor abdominal, fatiga, oscurecimiento de la piel, dolor articular y falta de energía”.

La anemia, es el resultado de un déficit de hierro en el organismo; el cual se presenta clínicamente con la observación microscópica células rojas pequeñas con poco color cuando. Entre la sintomatología esta palidez, mareos y, en el peor de los casos ocasiona un déficit en el crecimiento corporal y pobre desarrollo del cerebro en los niños. También afecta la capacidad de aprendizaje, disminuye el apetito y se puede notar una reducida capacidad para el trabajo o cualquier actividad física y la presencia de cansancio corporal, tanto en niños como en adultos.

Estudios señalados por White P. J. et al., (2009) indican “Un papel importante del hierro en la modulación inmune, en la síntesis de ADN, en la formación de colágeno, resistencia a las enfermedades y colabora en muchas reacciones químicas. También interviene en el crecimiento celular, desarrollo neurológico, mecanismos de desintoxicación y en la regulación genética, como reguladores de la activación genética a través de la sensibilidad al oxígeno”

Tabla 7. Requerimientos diarios de Fe tanto para infantes, niños y adultos.

Requerimiento de hierro (Fe)	RDA (mg/día)
Lactantes de 0-6 meses	0.27
Lactantes de 7-12 meses	11
Niños de 1-3 años	7
Niños de 4-8 años	10
Varones de 9-13 años	8
Varones 14-18 años	11
Mujeres de 9-13 años	8
Mujeres de 14-18 años	15

Fuente: (White P. J. et al 2009).

1.2.14.2. El zinc.

Según Jackson et al. (1989) indica que “El zinc participa en una gama de procesos bioquímicos relacionados con el metabolismo humano y no es extraño que múltiples funciones fisiológicas y metabólicas se vean alteradas cuando ocurre su deficiencia. El zinc se encuentra presente en todos los órganos, tejidos, fluidos y secreciones del cuerpo humano. No existe un lugar anatómico específico que funcione como reserva de zinc, por lo tanto, no hay reservas convencionales en tejidos que puedan ser almacenadas y liberadas en respuesta a variaciones en la dieta”.

El zinc se encuentra en una gran variedad de alimentos, las mayores concentraciones de zinc se dan en alimentos de origen animal (Órganos y músculos de vacunos, porcinos, aves, pescados y mariscos) y en menor medida en huevos y lácteos (Lonnerdal, 1989). La carencia de zinc se sitúa en el quinto puesto de los diez principales factores de riesgo para la salud humana; la Organización Mundial de la Salud atribuye a la carencia de zinc 800.000 fallecimientos cada año en el mundo, siendo los más afectados la población que vive en países en vías de desarrollo (IZA, 2003).

Tabla 8. Ingesta diaria recomendada de zinc (Zn) tanto para infantes, niño y adultos.

Requerimiento de zinc	RDA (mg/día)
Lactantes de 7-12 meses	3
Niños de 1-3 años	3
Niños de 4-8 años	5
Varones de 9-13 años	8
Varones 14-70 años	11
Mujeres de 9-13 años	8
Mujeres de 14-18 años	9
Mujeres de 19-70 años	8
Embarazo en mujeres < de 18 años	12
Embarazo en mujeres de 19-50 años	11
Lactancia en mujeres < de 18 años	13
Lactancia en mujeres de 19-50 años	12

Fuente: (White P. J. et al 2009).

1.2.14.3. Vitamina C.

“EL ácido ascórbico conocido como Vitamina C, nutriente hidrosoluble actuando como antioxidante y de esta manera protege las células de los daños causados por los radicales libres, estos 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” (NIH,2019. Pg.1)

1.2.15. La Biofortificación.

La biofortificación es el método da través del cual se seleccionan los cultivos con alta densidad de nutrientes a través de las practica convencionales del mejoramiento genético vegetal (o fitomejoramiento) así como de la biotecnología moderna (PMA, 2010).

“La biofortificación de cultivos permitirá el acceso a alimentos mejorados nutricionalmente por parte de familias que viven en área rurales, y serán de utilidad en aquellas situaciones en las que dichas familias tienen un acceso limitado a los mercados y centros de salud, lugares donde se proporcionan los alimentos fortificados y suplementos nutricionales a través de programas sociales. La implementación de la biofortificación reducirá el número de personas con deficiencia de micronutrientes que dependen de la suplementación y los programas de fortificación”. (PMA, 2010).

Por lo tanto, “la biofortificación complementa otras intervenciones y es un medio para proporcionar micronutrientes a las personas vulnerables en una forma relativamente barata y rentable, utilizando una intervención agrícola sostenible” (PMA, 2010).

1.2.16. La desnutrición.

Según Beltrán (2009) “Una buena alimentación es un indicador de los niveles de vida de una sociedad, y junto con otros indicadores representa el grado de desarrollo de un país. Una de las formas de expresión del atraso y la pobreza de una colectividad está dada por el hambre y la desnutrición”.

Si se consumen insuficientes cantidades de vitaminas y minerales, estos no cubrirán las necesidades del organismo y producirán deficiencias nutricionales. La deficiencia de hierro tiene particular importancia pues afecta a un gran número de personas produciéndoles un grave problema de anemia, enfermedad causada por la carencia de este nutriente. Este es uno de los mayores problemas nutricionales y está difundido en todo el mundo tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo (Salcedo, 2014). La desnutrición es la pérdida anormal de peso del organismo, se puede dar en diferentes grados. Se llama desnutrido a un niño que ha perdido el 15% de su peso a más y relacionando estos datos de peso a lo correspondiente según su edad (Beltrán, 2009).

1.2.17. Las consecuencias de la desnutrición.

Mas de 20 millones de muertes al año en el mundo es ocasionado por la malnutrición (Bouis y Welch 2010). Los seres humanos para tener una vida saludable y productiva, es necesario consumir por lo menos 44 nutrientes en proporciones adecuadas. Que son carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales.

Mas del tercio de la población a nivel mundial es afectado por la malnutrición particularmente en mujer y niños en hogares vulnerables es decir de bajo recursos económicos. ocasionando problemas en la salud pública y desarrollo social. Las deficiencias de los minerales de hierro y zinc continúan siendo las más prevalentes, afectando al menos 2000 millones de personas cada una de ellas (Boy et al. 2009).

Las mujeres embarazadas y niños son los más afectados debido a una alimentación desequilibrada; reportándose un total de 3,5 millones de niños (as).

En el Perú: “la desnutrición crónica infantil mal que se viene acentuándose tornándose grave. Según el Patrón de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2020, reportó un 12,1 % de la población menor de cinco años de edad del país sufrió de desnutrición crónica según. En el área urbana, la desnutrición crónica afecto al 7,2 % de este grupo población y en aérea rural al 24,7 % de los niños (as) menores de cinco años”.

Los departamentos que tienen las tasas altas en desnutrición crónica son: “Huancavelica (31,5%), Loreto (25,2%), Cajamarca (24,4%), Huánuco (19,2%), Ayacucho (18,1%) y Pasco (18,0%). A nivel nacional, la prevalencia de anemia en la población de 6 a 35 meses de edad fue del 40,0%, registrándose mayor incidencia en el área rural (48,4%), que la urbana (36,7%)”.

Los departamentos que mostraron los niveles más altos de anemia fueron: “Puno (69,4%), Ucayali (57,2%), Madre de Dios (54,8%), Cusco (53,7%), Loreto (50,5%) y Apurímac (49,9%), mientras que para el departamento de Cajamarca se registra un 33,8% de anemia en niños de entre 6 a 35 meses de edad”.

1.2.18. Situación de la desnutrición crónica infantil y anemia infantil en menores de 5 años el Perú.

En nuestro país, según “la OMS 2006, acerca de la Desnutrición Crónica mostró una tendencia a decrecer, disminuyendo en el I Semestre 2018, 0,2 puntos porcentuales con relación al 2017, y 0,6 puntos porcentuales con relación al I Semestre 2017. Son 13 las Direcciones Regionales de Salud las que presentan proporciones de Desnutrición Crónica calificadas por la Organización Mundial de la Salud como de proporción moderada, siendo Huancavelica la única que presenta una proporción grave al superar el 30% de niños desnutridos crónicos según. El 59% de las Diresa/Geresa/DISA a nivel nacional presentaron proporciones calificadas como bajas”.

1.2.19. Causa de la desnutrición crónica infantil.

La desnutrición crónica infantil es un problema social muy serio:

La deficiencia de vitamina A en los niños incrementa el riesgo de producir ceguera o causarle la muerte. La deficiencia de hierro produce deterioro neurológico, reduce la función inmune. La deficiencia de zinc retrasa el crecimiento y aumenta la susceptibilidad a las infecciones. A largo plazo, los niños que ha sufrido desnutrición tendrán problemas de desempeño escolar y de rendimiento cognitivo. Al afectarse el rendimiento cognitivo y la educación, la desnutrición repercute posteriormente en una baja productividad y pocos ingresos. Además, está demostrado que la desnutrición es un factor de trasmisión intergeneracional de la pobreza en las zonas andinas, una de las principales causas de la anemia y la desnutrición crónica (Ordinola et al 2014).

1.2.20. Seguridad alimentaria

Una de las funciones del gobierno es garantizar los productos alimenticios en grandes cantidades, calidad y variedad de alimentos suficientes para gozar de buena salud y nutrición a toda la población (FAO, 2020).

1.2.21. Enfoques para la seguridad alimentaria en el Perú

En el Perú la conceptualización del término seguridad alimentaria se originó con el propósito de hacer frente a los desequilibrios entre la demanda y oferta agregada de alimentos. Sin embargo, se observó una persistencia en el acceso de los alimentos en relación a la enorme cantidad de gente que lo requiere, siendo el problema en “la distribución y el ingreso, que por el de la producción” (Ordinola et al 2014).

La definición de seguridad alimentaria es tener “acceso seguro en todo momento a alimentos suficientes para una vida saludable, siendo implícitas en cuatro dimensiones ya aceptadas: Disponibilidad, Acceso, Uso y Estabilidad, que ocupan un lugar central en las discusiones conceptuales y en las mediciones de la seguridad alimentaria. A lo anterior se le debe agregar una dimensión institucional” (Ordinola et al 2014).

1.2.22. Variables

Las variables en estudio fueron:

1.2.22.1. Variables independientes: 34 clones de papa biofortificados.

1.2.22.2. Variables dependientes: Contenido de Fe y Zn

1.2.22.3. Variables intervinientes: Medio ambiente

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. **Ámbito de estudio.**

Este proyecto de investigación se realizó en el caserío Urcurume, distrito y provincia de Cutervo, región Cajamarca, durante el periodo de noviembre del 2018 a abril del año 2019, ubicada dentro de las coordenadas 6° 23' 25.4" S de latitud sur y 78° 51' 23.1" W de longitud oeste, altura de 2,666 m.s.n.m.

2.1.1. **Características climáticas de la zona de estudio.**

Al momento de la siembra se instaló equipos Climatológicos que son HOBOS Pro v₂ – Registra datos de temperatura y humedad relativa. HOBOPAR- es un sensor inteligente de luz fotosintética está destinado a medir la intensidad de la luz para las frecuencias relevantes para la fotosíntesis y HOBOPAR. Este sensor mide y monitorean la temperatura del suelo (Tabla.9)

Tabla 9. Datos climatológicos Estación Meteorológica del CIP. Urcurume – Cutervo – Cajamarca. Año 2018 – 2019.

N°	Month	Ndata	T_min (°C)	T_ave (°C)	T_max (°C)	RH_min (%)	RH_ave (%)	RH_max (%)	PP (mm)
1	2018-11	12	9.87	14.9	21	52.9	70.6	88	77.8
2	2018-12	31	8.76	13	19.1	61.6	79.3	91.5	73.27
3	2019-01	31	9.7	14	20.9	62.6	85.1	96.9	103.5
4	2019-02	28	10.38	14.2	21.4	69	90.3	98.7	120.5
5	2019-03	31	10.99	14.2	20.3	69.9	89.9	98.3	116.6
6	2019-04	11	9.84	13.8	20	68.4	89.4	98.2	95.1
Promedio			9.92	14.02	20.25	64.07	84.1	95.27	97.8

Fuente: CIP, 2019.

2.1.1.1. **Temperatura.**

Las T°. diagnosticadas en los meses que duro la investigación fueron de: 9.92, 14.02 y 20.25 °C para la temperatura mínima, media y máxima respectivamente (Tabla 9). La papa requiere de temperaturas bajas es decir de climas fríos, para garantizar buena producción, durante los primeros meses de crecimiento vegetativo el cultivo necesita un clima templado. Existe especies que sus necesidades climáticas son muy diferentes con otras variedades por lo tanto podemos decir que en promedio necesitan T° máximas o diurnas de 20°C a 25°C y mínimas o

nocturnas de 8 a 13°C que son óptimas para una máxima tuberización. Se dice si la temperatura incrementa por encima de 20°C disminuye la actividad fotosintética y aumenta la transpiración, donde la planta pierde hidratos de carbono almacenados en los tubérculos. Durante la ejecución del trabajo, la temperatura media fue de 14.02, valor que se encuentra en el rango para una buena tuberización del cultivo, que influye en rendimiento y calidad del tubérculo (Egúsquiza, 2012).

2.1.1.2. Humedad relativa

La humedad relativa en promedio fue de 64.07, 84.10 y 95.27% para la mínima, media y máxima respectivamente, teniendo en cuenta que estos valores son propicios para un buen crecimiento y desarrollo del cultivo papa (Tabla. 9).

2.1.1.3. Precipitación.

En el mes de febrero del 2019 se registró las máximas precipitaciones con 120.5 mm, el mínimo valor se registró en el mes de diciembre con 73.27 mm 2018 y un promedio de mm; 97.80 estos datos fueron óptimos para requerimiento de agua para el cultivo (Tabla 9).

2.1.2. Características edáficas de la zona de estudio.

Para el muestreo de suelo se recolectó tres muestras homogéneas por cada repetición, aplicando las técnicas y procedimientos más adecuados y necesarios para determinar las características físicas/químicas del suelo experimental. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Química Agrícola “Valle Grande”, Cañete, Lima – Perú. El suelo presentó una acidez fuerte (pH=5.44), contenido bajo de sales solubles (CE= 0.98 dS/m), contenido medio de materia orgánica (3.06 %), alto contenido de fósforo (297.03 ppm), potasio bajo (225.33 ppm), el suelo pertenece a la clase textural franco arcilloso de alta retención de humedad, se recomienda construir drenes (Tabla 10).

Tabla 10: Resultados del análisis de suelo. Urcurume – Cutervo - Cajamarca. Laboratorio de Química Agrícola “Valle Grande”, Cañete, Lima – Perú. Año 2019.

PARÁMETROS	Rep.	MEDIDA	SD	Uds
Textura	3	Fr. Arcilloso		
Porcentaje de Saturación de Agua	3	48.56	1.3	%
CaCO ₃	3	< 0.01	0	%
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	3	0.98	0.1	dS/ m
pH (1/1) a Temp = 26.1 °C	3	5.44	0	
Fósforo disponible	3	297.03	23.7	Ppm
Materia orgánica		3.06	0.1	%
Nitrógeno total	3	0.18	0	%
Potasio disponible	3	225.33	26.2	Ppm
Cationes cambiables				
Calcio intercambiable	3	8.45	0.3	mEq /100 g
Magnesio Intercambiable	3	1.09	0	mEq /100 g
Sodio intercambiable	3	0.2	0.1	mEq /100 g
Potasio intercambiable	3	0.56	0.1	mEq /100 g
C.I.C.E(Capacidad efectiva de intercambio de cationes)	3	10.31	0.2	mEq /100 g
P.A.I (Porcentaje de acidez intercambiable)	3	0.1	0	%
Aluminio + Hidrógeno	3	< 0.01	0	mEq /100 g
Sales disueltas				
Cloruro soluble	3	4.95	0.5	mEq/L
Sulfato	3	2.86	0.3	mEq / L
Nitrato	3	0.07	0	mEq / L
Carbonato	3	< 0.02	0	mEq / L
Bicarbonato	3	1.79	0	mEq / L
Calcio Soluble	3	2.71	0.3	mEq / L
Magnesio soluble	3	1.02	0.1	mEq / L
Sodio soluble	3	5.68	0.4	mEq /L
Potasio Soluble	3	0.4	0.1	mEq /L
Boro soluble	3	0.37	0.1	mg/L
Micronutrientes				
Cobre Disponible	3	0.85	0.1	Ppm
Zinc disponible	3	1.39	0.1	Ppm
Manganeso Disponible	3	33.9	5.8	Ppm
Hierro disponible	3	98.86	9.5	Ppm
Boro Disponible	3	0.49	0.2	Ppm

Fuente: Laboratorio de Química Agrícola “Valle Grande, 2019.

2.2. Disposición experimental.

2.2.1. Tratamiento en estudio.

Los tratamientos en estudio fueron 34; de los cuales 30 fueron clones tetraploides biofortificados de papa con alto contenido de Fe y Zn y 4 variedades comerciales. (Tabla 11).

Tabla 11. Tratamientos de estudio.

N°	Accession_Number	Name	Accession_Code	Female_AcceNumb	Male_AcceNumb	Pobla-
1	CIP391691.96	Serranita	LB-XI (INIA 309)	381381.9	LB-CUZ.1	A
2	CIP720064	Yungay	KB 507	(Sequoia x Earline)	720020=(Huagalina x Renacimiento(Jiruco x Suito))	SQR's
3	CIP380389.1	Canchan	GP-A (P-10)	BL-1.2	Murillo III-80	
4	Ccompis					
5	CIP312507.311		BIOT-507.311	CIP391058.175	CIP306416.68	Bioforti.
6	CIP312507.312		BIOT-507.312	CIP391058.175	CIP306416.68	Bioforti.
7	CIP312609.247		BIOT-609.247	CIP393083.2	CIP306416.68	Bioforti.
8	CIP312621.069		BIOT-621.069	CIP393382.44	CIP306416.68	Bioforti.
9	CIP312621.097		BIOT-621.097	CIP393382.44	CIP306416.68	Bioforti.
10	CIP312633.294		BIOT-633.294	CIP393536.13	CIP306416.68	Bioforti.
11	CIP312637.001		BIOT-637.001	CIP393536.13	CIP306418.69	Bioforti.
12	CIP312637.089		BIOT-637.089	CIP393536.13	CIP306418.69	Bioforti.
13	CIP312682.042		BIOT-682.042	CIP394600.52	CIP306416.68	Bioforti.
14	CIP312686.019		BIOT-686.019	CIP394600.52	CIP306418.69	Bioforti.
15	CIP312721.036		BIOT-721.036	CIP395017.229	CIP306416.68	Bioforti.
16	CIP312721.038		BIOT-721.038	CIP395017.229	CIP306416.68	Bioforti.
17	CIP312721.074		BIOT-721.074	CIP395017.229	CIP306416.68	Bioforti.
18	CIP312721.163		BIOT-721.163	CIP395017.229	CIP306416.68	Bioforti.
19	CIP312721.245		BIOT-721.245	CIP395017.229	CIP306416.68	Bioforti.
20	CIP312721.286		BIOT-721.286	CIP395017.229	CIP306416.68	Bioforti.
21	CIP312725.024		BIOT-725.024	CIP395017.229	CIP306418.69	Bioforti.
22	CIP312725.047		BIOT-725.047	CIP395017.229	CIP306418.69	Bioforti.
23	CIP312725.050		BIOT-725.050	306418.69	395017.23	Bioforti.
24	CIP312725.067		BIOT-725.067	CIP395017.229	CIP306418.69	Bioforti.
25	CIP312735.105		BIOT-735.105	CIP395017.242	CIP306416.68	Bioforti.
26	CIP312747.056		BIOT-747.056	CIP395112.32	CIP306416.68	Bioforti.
27	CIP312751.021		BIOT-751.021	CIP395112.32	CIP306418.69	Bioforti.
28	CIP312751.025		BIOT-751.025	CIP395112.32	CIP306418.69	Bioforti.
29	CIP312763.051		BIOT-763.051	CIP395443.103	CIP306416.68	Bioforti.
30	CIP312763.441		BIOT-763.441	CIP395443.103	CIP306416.68	Bioforti.
31	CIP312764.006		BIOT-764.006	CIP395443.103	CIP306418.1	Bioforti.
32	CIP312767.014		BIOT-767.014	CIP395443.103	CIP306418.69	Bioforti.
33	CIP312787.011		BIOT-787.011	CIP397060.19	CIP306418.69	Bioforti.
34	CIP312871.043		BIOT-871.043	CIP780278	CIP306418.69	Bioforti.

Fuente: (CIP, 2018)

2.2.2. Diseño experimental.

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) conformado por tres repeticiones y treinta cuatro tratamientos.

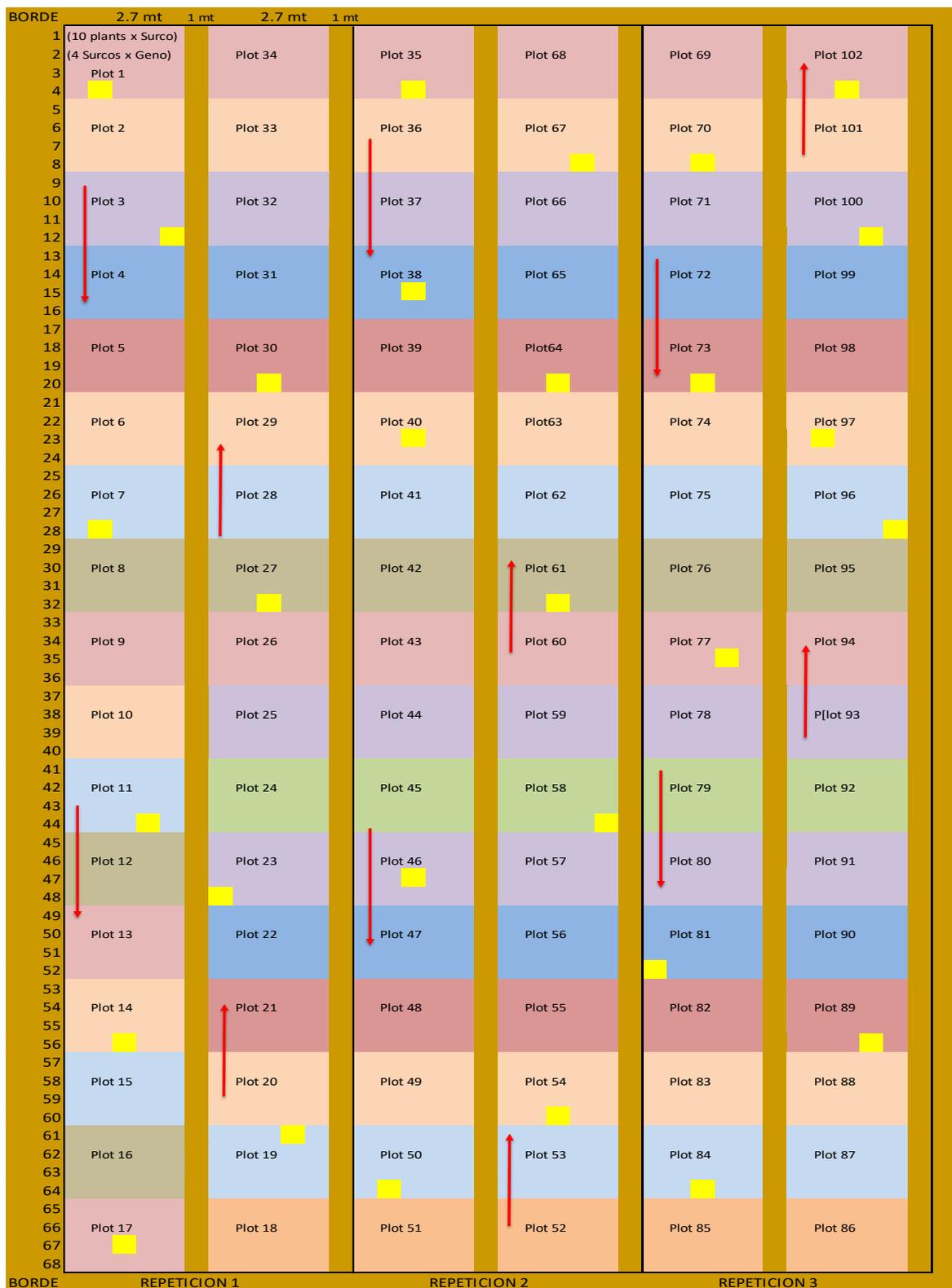


Figura 1. Repartimiento de los tratamientos en la unidad experimental. Fuente: Elaboración propia, 2019.

2.2.3. Características del campo experimental.

Cada parcela estaba a continuación de otra.

Tabla 12. Características del campo experimental.

Área requerida por localidad		
Clones Tetraploides Biofortificados		
N° genotipos	34	
Repeticiones	3	
N° plantas x genotipo x rep	40	
N° plantas x surco	10	
N° surcos x parcela	4	
Distancia entre plantas	0,3	m.
Distancia entre surcos	0,9	m.
Calle	1	m.
Largo neta de parcela	2,7	m.
Largo total parcela	3,7	m.
Área neta de 1 surco	2,43	m.
Área de total 1 surco	3,33	m.
Área neta de parcela	9,72	m ²
Área total parcela	13,32	m ²
Área neta total	991,44	m ²

2.3. Material experimental

2.3.1. Características de clones de papa en estudio.

Estos clones biofortificados tetraploides fueron desarrollado por el Centro Internacional de la Papa (CIP) mediante la estrategia de mejoramiento de interploidia, basada en la tetraploidización unilateral, que combina la diversidad genética y los rasgos valiosos disponibles en híbridos diploides biofortificados, procedentes de la combinación de grupos taxonómicas de variedades nativas diploides como phureja y stenotomum, con los clones tetraploides avanzados con resistencia a enfermedades, buena calidad, alto rendimiento y tolerancia a estrés abiótico, lo que brinda la oportunidad de acercarse a la máxima heterocigosidad en el desarrollo de nuevos cultivares (Salas et ál, 2018).

2.3.2. Características de las variedades de papa.

- **Serranita.** “El Ministerio de Agricultura (MINAG) a través del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) presentó la papa INIA 309, denominada “la serranita ecológica”, debido a que emplea una menor cantidad de pesticidas durante su cultivo, lo que la convierte en una alternativa alimenticia con responsabilidad ambiental”.

“La serranita sólo necesita de cuatro a cinco aplicaciones de fungicida de acción preventiva, mientras que otras variedades como la Canchán o Yungay requieren entre ocho y 16 aplicaciones”.

Explicó que, entre las características de este tubérculo, ésta posee forma oval redondeada, piel morada lisa, pulpa crema, ojos superficiales y concentración de tubérculos alrededor de la raíz de la planta.

Según Infoagro (2010) “el nuevo cultivo tiene como adaptación y precocidad especialmente a la sierra del Perú desde los 2,000 hasta los 4,000 metros sobre el nivel del mar con un periodo vegetativo de 120 días”.

- **Canchan.** La variedad Canchan se acomoda a condiciones climáticas de la sierra media, a una altitud de 2 000 a 3 500 metros y en costa central. (CIP, INIA, 2012). Su vitalidad es buena; con una altura de 90 cm; Presenta 4-6 tallos por planta; con color verde en el tallo y hoja, de tamaño mediano en la hoja, y la flor tiene color de la flor: Lila; escasa floración, bayas: Escasas; raíz: buen desarrollo; con estolones cortos y período vegetativo: 120 días.
- **Yungay.** “Es una variedad liberada en 1971 por el programa de mejoramiento de papa de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM). Se caracteriza por su forma ovalada chata, piel amarillenta con pigmentación rojiza en sus ojos superficiales. El color de su pulpa también es amarillento, posee un periodo vegetativo tardío de entre 6 a 7 meses” (Maldonado, Suarez y Thiele, 2008).
- **Ccompis.** Es una papa nativa con amplia difusión y adaptación en la sierra sur del Perú. Con un buen volumen de producción, de muy buena calidad culinaria y comercial. La madurez de la planta es tardía entre 150 a 180 días. Color de piel del tubérculo rosado, color de pulpa del tubérculo es blanco, tubérculos redondos, ojos profundos, rendimiento: 15 a 30 t/ha,

porcentaje de materia seca: 24 a 26%, adaptación: Sierra Sur, desde 3 830 a 3 900 msnm (INIA 2012).

2.3.3. Equipos, insumos, herramientas y materiales.

2.3.3.1. Equipos

Tractor para preparación de terreno, equipo de cómputo, mochila de aplicación de 20 litros, equipo de protección personal (EPP), balanza digital, cámara fotográfica y equipos meteorológicos (Hobos)

2.3.3.2. Insumos

Semilla de papa (30 clones biofortificados más 4 variedades testigo), 15 sacos de guano de ovino, fertilizantes, pesticidas y yeso.

2.3.3.3. Herramientas

Palanas, rastrillos, machetes, zapapico, lampa y arado (Yunta).

2.3.3.4. Materiales

Cuaderno de registro, estacas, metro, pabilo, etiquetas, bolsas de papel, lápiz, lapicero, etc.

2.3.3.5. Material para la selección participativa (PVS)

Se utilizó una guía para selección participativa, con 34 tarjetas numeradas laminadas (naranja, fucsia y azul). 102 estacas, 102 urnas de votación, gigantografías con formato para votación de los clones preferidos (1 und) y con formato para selección de criterios (1 und), 15 tarjetas para escribir los criterios de selección, material de escritorio, semillas de habas y semillas de maíz.

2.4. Conducción experimental.

2.4.1. Preparación del terreno a utilizar.

Lo primero que se hizo fue erradicar de la maleza presente en el terreno, luego fue pasado arado de disco, dos cruas hasta dejar bien mullido el suelo, el objetivo principal fue asegurar la germinación de la semilla, facilitar la emergencia de los tubérculos para el posterior crecimiento y desarrollo del sistema radicular.

2.4.1.1. Aradura.

Se realizó con yunta, aprovechando la lluvia de la segunda quincena del mes de noviembre.2018.

2.4.1.2. Cruza.

La cruza fue realizada con una yunta días antes de la siembra con la finalidad de mullir bien el terreno experimental.

2.4.1.3. Surcado.

Esta labor se realizó momento antes de la siembra, para aprovechar la humedad del suelo y tener una uniformidad de plantas al germinar. Se realizó con zapapico y lampa, previo a la siembra, con un distanciamiento entre surcos de 0.90 m y con hondura de 0.20 m.

2.4.2. Semilla

El tubérculo semilla de papa, fueron 30 clones y 4 variedades (Yungay, Serranita, Canchan y Compis); fueron proporcionadas CIP.

2.4.3. Siembra

La siembra se realizó en la última semana de noviembre del 2018, a un distanciamiento entre planta de 30 cm y entre surco de 90 cm, se ubicó en la base del surco con dirección hacia la superficie del suelo. La semilla de oculto con zapapicos, a fin de tener una germinación uniforme. También se identificó con etiquetas y estacas para las evaluaciones en floración y en cosecha.

2.4.4. Labores culturales:

2.4.4.1. Riegos.

Durante crecimiento vegetativo no se realizó ningún sistema de riego por motivo que en la zona de intervención del proyecto y época del año se tuvo lluvias frecuentes necesarias para el óptimo crecimiento del cultivo.

2.4.4.2. Deshierbo

Esta actividad se realizó a los 32 días después de la siembra, es decir cuando las plantas tuvieron un aproximado de 20 cm de altura, labor se realizó con lampa proporcionado tierra a los lados del surco.

2.4.4.3. Aporque

El aporque se realizó a los 46 días después de haber sembrado, esta práctica agrícola consistió en agregar más tierra a los costados de la planta, con el fin de cubrir los estolones. Esta actividad fue muy importante para que el cultivo tenga mayor tuberización en consecuencia buen rendimiento.

2.4.5. Abonamiento y Fertilización.

Primera aplicación: Abono orgánico se utilizó 15 sacos (30 kg) de guano de ovino, la cantidad fue de 10 a 15 gramos por planta. También se utilizó La dosis de fertilización NPK fue de 180 – 180 – 160.

La aplicación del nitrógeno se realizó en dos momentos, la primera fertilización fue al momento de la siembra, donde se aplicó el 50 % al aporque el otro 50% restante; el fósforo y potasio se aplicaron al 100% al momento de la siembra. Para la aplicación de los fertilizantes, primero se realizó el surcado, luego se colocó la semilla en el fondo del surco de acuerdo con distancia recomendada y posteriormente se mezcló los fertilizantes de fosfato diamónico, cloruro de potasio y nitrato amonio, la aplicación fue entre tubérculo y tubérculo con una medida ya establecida de 17.429 gramos /planta la dosis para cada tratamiento fue igual, finalmente se tapó la semilla con una capa de tierra de 10 a 15 cm.

2.4.6. Control fitosanitario.

Durante la conducción de experimento, se tomó en cuenta el manejo integrado de plagas (MIP) en papa, y también conocer el comportamiento del insecto plaga, los daños que causa y las condiciones ecológicas para su presencia. Para tener un control eficiente.

Los siguientes ataques de plagas se presentaron durante el desarrollo del cultivo (*Epitrix spp*, *Diabrotica sp*, *Myzus persicae*, *Liriomyza huidobrensis* y *Symmetrischema tangolias*) lo cual fue controlado con DELTAPLUS 2.5% EC (Deltametrina) a dosis de 25 ml/mochila de 20 L Se realizó dos aplicaciones. También se aplicó REGEN (Fipronil) dosis de 25 ml/mochila de 20 L. para controlar la polilla se utilizó ESPARTACUS (Cartap) 26 gr./mochila de 20 L (una cucharada).

Para problema de racha (*Phytophthora infestans*), primero se utilizó un preventivo Antracol (Propineb) a la dosis de 100 gr/mochila de 20 L y también Fitoraz (Propineb + cymoxanil) con aplicaciones cada 8 días, luego se aplicó un curativo Acrobat (Dimetomorf y mancozeb) a la dosis de 50 gr/mochila de 20 L, en total se hicieron doce aplicaciones.

2.4.7. Cosecha.

2.4.7.1. Época de cosecha.

La mayoría de las papas están listas para la cosecha entre 90-145 días después de la siembra. Un indicador para ver si el cultivo de papa está listo para la cosecha es cuando las hojas decaen y están amarillentas y también se puede visualizar que el tubérculo al friccionarlo ya no se pela la piel.

2.4.7.2. Corte de tallo.

El corte del follaje se realizó faltando 15 días para realizar la cosecha, utilizando un machete, se recomienda no realizar la cosecha sin cortar el tallo ya que el tubérculo al friccionar este va a pelarse salvo que se deje secar el follaje.

2.4.7.3. Cosecha.

La cosecha se realizó a los cuatro meses y veinte días después de la siembra, la cosecha se realizó con la ayuda de herramientas como lampas y zapapicos. Se separó los tubérculos de cada planta por surco y parcela, Esta actividad se hizo con la participación de los agricultores de la zona y responsables del proyecto del CIP, para luego ser evaluados utilizando la metodología de la selección participativa de variedades de papa (PVS), para al final obtener datos de la cosecha.

Se utilizaron mallas negras de polietileno, rafia y etiquetas para la identificación y plumones marcadores para el conteo de tubérculos.

2.5. Características evaluadas

2.5.1. Selección participativa de variedades de papa (PVS).

2.5.1.1. Recopilación y priorización de los criterios de selección en la etapa de floración.

La identificación de criterios de selección se realizó cuando los clones y variedades tenían más del 80% de floración, es decir el cultivo tenía 84 días después de la siembra.

Primero se reunió a los agricultores del caserío Urcurume- Cutervo, donde se realizó el ensayo, donde se les explico el objetivo del proyecto y también de la metodología a realizar.

Luego una vez entendido se pasó a preguntar a los agricultores y agricultoras, que opinen sobre cómo les gustaría que sea una nueva variedad de papa, es decir que características o cualidades obtenga dicha variedad; cada criterio o características identificado por los agricultores, se anotó en el póster, también se anotó cada criterio en una cartulina junto a un recipiente color negro cerrado con perforación circular en la tapa.

En la votación se repartió 6 semillas de (maíz) a los varones y 6 semillas de habas las mujeres; la selección se realizó en forma individual, las pautas que se indicó fueron las siguientes: Tres granos para el criterio más importante, dos granos para el segundo criterio importante, Un grano para el tercer criterio importante.

Después de las votaciones y conteo respectivo, el criterio de mayor preferencia fue tallos gruesos en primer lugar, en segundo orden estuvo resistente a Phytophthora infestans, en tercer lugar, estuvo mayor número de tallos.

2.5.1.2. Selección de los clones preferidos por parcela en etapa de floración.

Una vez identificado los criterios de preferencia, los agricultores pasaron al campo a seleccionar los clones, pero antes en el campo se ubicó recipientes de color negro cerrado con perforación circular en la tapa, debidamente identificado y también se utilizó cartulinas de colores para identificar cada repetición, Rep.1 color rosado, Rep.2. Color naranja y Rep. 3 color azul, esto fue ubicado en el centro de cada

parcela, también cartulina tenía un número de tratamiento. Una vez ingresado en el campo se pasó a recorrer los clones, teniendo en cuenta los criterios preferidos, para ello se les dio una hoja de papel y lápiz para que anoten el número de clones preferidos, una vez recorrido la primera repetición se les entregó las semillas teniendo en cuenta los siguientes: Tres granos para el criterio más importante, dos granos para el segundo criterio importante, Un grano para el tercer criterio importante. El mismo paso se realizó en las tres repeticiones.

Una vez realizada la votación se pasó a recoger los recipientes para ser contados y darles los resultados a los agricultores.

2.5.1.3. Recopilación y priorización de los criterios de selección a la cosecha.

Los datos fueron recolectados al momento de la selección participativa de variedades de papa (PVS).

2.5.1.4. Selección de los clones preferidos por parcela en la etapa de la cosecha.

Los datos fueron recolectados al momento de la selección participativa de variedades de papa (PVS).

2.5.1.5. Evaluación organoléptica en campo.

Para la obtención de una buena variedad de papa, se deberá tomar en consideración las propiedades de la calidad culinaria local y las propiedades organolépticas de los nuevos clones a evaluar. Para ello se seleccionó en el momento de la cosecha una muestra de 6 tubérculos medianos por clon y variedad control recientemente cosechados; la muestra se colocó en una malla roja debidamente identificada con etiquetas, para luego ser lavados y cocidos.

Una vez cocidos los tubérculos se colocó en platos con su número de cocción y su etiqueta, los tubérculos se cortaron en trozos pequeños, para su posterior evaluación. Los grupos de agricultores entre varones y mujeres fueron 5 y 6, a los que llamamos paneles.

En la evaluación de calidad culinaria (organoléptica) se tuvo un total de 19 panelistas, donde 13 eran hombres y 6 eran mujeres representando el (68,42%) y (31,57%) respectivamente del total de panelistas.

A cada uno de los participantes o panelistas se le entregó una cartilla de evaluación donde marcaría con un aspa o cruz en cada uno de los tres componentes de la evaluación considerados para las pruebas organolépticas en campo:

La apariencia. Se refiere al aspecto visual de las papas después de ser hervidas; las papas pueden tornarse de color gris u oscuras después de su cocción. Estas características son evaluadas antes de probar las papas; las opciones se mostraron mediante caritas: Buena, regular y mala.

El sabor. Esta describe al agrado que se siente al instante de probar las muestras; las votaciones se mostraron mediante caritas: Buena, regular y mala.

La textura. Se describe al contenido de materia seca o contenido de almidón y la llamada sensación que tiene la boca al probar una muestra de papa cocida; las opciones a marcar se mostraron mediante caritas: Buena (Harinosa), regular (Intermedia) y mala (Aguachenta). Para ello se dio un vasito con agua para tomar y limpiar la boca al momento de probar una nueva muestra. Cada panel estaba conformado por 5 clones, más la variedad comercial Yungay como control, hasta terminar los 34 tratamientos.

Para analizar los datos obtenidos de las pruebas organolépticas realizadas en campo, un control de calidad de datos y un análisis de componentes principales (ACP) fueron realizados.

El análisis de componentes principales (ACP), es una metodología multivariada que consiste en comprimir 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 (34,1) de orden (n x p) corresponde a los n=34 genotipos evaluados en la localidad de p=Urcurume-Cutervo considerándose las variables de sabor, textura y apariencia.

2.5.1.6. Recopilación y priorización de los criterios de selección pos-cosecha.

2.5.1.7. Selección de los clones preferidos en poscosecha.

2.5.2. Análisis de componentes de rendimiento, criterios de selección del investigador y variables de los laboratorios de calidad, nutrición y procesamiento.

2.5.2.1. Vigor de la planta.

Los datos fueron colectados a los 84 días después de la siembra, la evaluación se realizó usando una escala de 1 a 9 (Salas et al., 2004).

Tabla 13. Descripción de escalas para 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.

2.5.2.2. Número de tallos por planta.

A los 84 días después de la siembra fueron recogidos los datos, se evaluaron 10 plantas de los dos surcos centrales de cada tratamiento y por repetición; al momento de la floración, pudiendo diferenciar tallos principales y secundarios.

2.5.3. Características evaluadas en etapa de cosecha.

2.5.3.1. Apariencia del tubérculo

Tabla 14. Descripción de escalas para 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.

2.5.3.2. 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. (Amoros & Gastelo, 2011).

Tabla 15. Descripción de escalas para 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.

2.5.3.3. Tamaño de tubérculo

Esta evaluación se llevó a cabo considerando una escala de 1 a 9.

Tabla 16. Descripción de escalas para 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.

2.5.3.4. Número de tubérculos comerciales/parcela

Se contaron el número de tubérculos comerciales de primera categoría y de segunda categoría. en el momento de la cosecha.

2.5.3.5. Peso de tubérculos comerciales/parcela

Es el peso de tubérculos comerciales categoría I y II.

2.5.3.6. Número total de tubérculos /parcela.

Núm de tub comerciales + Núm de tub no comerciales + Núm de tub descarte

2.5.3.7. Peso total de tubérculos/ parcela

Peso de tub comerciales + Peso de tub no comerciales + Peso de tub descarte

2.5.3.8. Rendimiento total de tubérculos ajustado t/ha

$$\frac{\text{Peso total de tubérculo por parcela} \times \text{Densidad de planta}}{1000}$$

2.5.3.9. Rendimiento de tubérculos comerciales ajustado t/ha

$$\frac{\text{Peso de tubérculo comercial por planta} \times \text{Densidad de planta}}{1000}$$

2.5.3.10. Peso promedio de tubérculos comerciales (g).

$$\frac{\text{Peso de tubérculos comerciales por parcela}}{\text{Número de tubérculos comerciales por parcela}} \times 1000$$

2.5.3.11. Peso promedio de tubérculos/g

$$\frac{\text{Peso total de tubérculos por parcela}}{\text{Número total de tubérculos por parcela}} \times 1000$$

2.5.4. Características evaluadas Postcosecha.

2.5.4.1. “Número de brotes promedio por tubérculo a los 90 y 120 días después de la cosecha (ddc)”.

2.5.4.2. “Número de brotes promedio por tubérculo a los 90 y 120 días después de la cosecha (ddc), porcentaje de pérdida de peso de tubérculos en almacén y determinación del patrón de brotamiento”.

A la cosecha se seleccionó 10 tubérculos por tratamiento y se almacenó con tres repeticiones (BCA), bajo condiciones climatológicas del lugar, las características que se evaluaron fueron las siguientes:

- **Número de brotes promedio/tubérculo (AVSNT_EV1).** Se contó el número de brotes de los 10 tubérculos y luego se dividió entre los 10 tubérculos que es el promedio de brotes por tubérculo, que se evaluó a los 90 d.d.c.
- **Número de brotes promedio/tubérculo (AVSNT_EV2).** Se contó el número de brotes de los 10 tubérculos y luego se dividió entre los 10 tubérculos que es el promedio de brotes por tubérculo, que se evaluó a los 120 d.d.c.

2.5.5. Características evaluadas en laboratorio.

Los siguientes componentes de evaluación se realizaron en los laboratorios de calidad, nutrición y procesamiento del (CIP).

2.5.5.1. Evaluación de parámetros de calidad de la papa: Porcentaje de materia seca (DM), porcentaje de azúcares (APGL) y color de hojuela.

Para la determinación del contenido de materia seca fueron los siguientes pasos.

- **Paso 1.** Se extrajo 5 – 6 tubérculos por tratamiento y por repetición, la cantidad de tubérculos fue dependiendo del tamaño de los tubérculos. Y luego se picó en cubos de 1 a 2 cm en la picadora (un total de 500 gramos aproximadamente), se mezcló para obtener dos submuestras uniformes.
- **Paso 2.** Una vez mezclado la muestra se pesaron 200 g en bolsas de papel y se registró como peso fresco en la M_1 y M_2 y luego se llevó al horno por un tiempo de 72 horas a 80 °C hasta que se obtuvo un peso constante y fue pesado y anotado como peso seco.
- **Paso 3.** Se calculó el porcentaje del contenido de materia seca de cada sub-muestra con la siguiente fórmula.

$$\text{Materia seca} = (\text{peso seco} / \text{peso fresco}) \times 100.$$

Porcentaje de Azúcar (APGL). La determinación de azúcares totales se utilizó un equipo llamado refractómetro.

- **Paso 1.** Se extrajo un tubérculo por cada repetición y se identificó para luego ser lavado.
- **Paso 2.** Luego de haber lavado los tubérculos y secados rápidamente, pasamos a cortar en tres partes, extremo apical (donde se encuentran los brotes), medio (parte central) y extremo basal (base del tubérculo).
- **Paso 3.** Se inició a realizar los análisis comenzados con la muestra apical, extrayendo el jugo con una probeta graduada en 250 ml, luego fue colocado en el prisma y presionado el botón start. para su lectura correspondiente.
- **Paso 4.** pasado tres segundos se mostró los grados brix , luego tomado el dato se calibra con agua destilada.

Porcentaje de glucosa. Para poder determinar el contenido de glucosa, se seleccionó un tubérculo por tratamiento y repetición

Paso 1. Se extrajo un tubérculo de cada repetición y luego fue lavado y secado instantáneamente con papel toalla o trapo seco.

- **Paso 2.** Se cortó el tubérculo en tres partes, extremo apical (donde se encuentran los brotes), medio (parte central) y extremo basal (base del tubérculo).
- **Paso 3.** Se insertó el extremo dorado de la tira en la ranura de tiras del medidor, éste encenderá automáticamente.
- **Paso 4.** Una vez colocada la tira reactiva Accu-Chek en le glucómetro, Se extrajo el jugo comenzando por la muestra Apical con una probeta graduada a 100 ml y se coló en la tira una gotita para ser analizada, el tiempo de lectura del glucómetro fue de 5 segundos para aparecer en la pantalla y la unidad de mediad es mg/dL.

Chips (CHIP_Color). Esta variable fue procesada en el “laboratorio de procesamiento del CIP”. Con los siguientes pasos:

- “Se cortó el tubérculo perpendicularmente al eje más largo y se tomó tres rebanadas de 0.5 mm del centro de cada mitad”.
- Luego se enjuagó en agua las rebanadas, sacudiendo en el agua y esperamos a que la superficie se seque.

- Se frío las rebanadas a 176–180° C hasta que el aceite termine de burbujear (aproximadamente 3 minutos).
- Y se evaluó 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.

2.5.5.2. Determinación de hierro, zinc y vitamina C

Se realiza usando el método ICP reportado por Burgos et al (2007) el cual se describe a continuación: “Para ello se pesará 0.6 g de la muestra liofilizada y molida. Se digiere a 40 C en 70 % (W/W) HNO₃/HClO₄. La muestra digerida es sometida a análisis para determinar el contenido de hierro, zinc y aluminio por Espectrometría de Emisión por Plasma Inductivo Acoplado (ICP-OES) usando ARL 3580B ICP. Como aluminio es comúnmente encontrado en altos niveles en el suelo y en muy bajos niveles en los cultivos. El contenido de aluminio es analizado considerándolo como un indicador de la contaminación de hierro con partículas de suelo y polvo”.

Vitamina C (ASC_FW). Se realiza usando el método espectrofotométrico reportado por Burgos et al. (2009), descrito de la siguiente manera “Este método está basado en la capacidad de la vitamina C para reducir el 2,6–Dicloroindofenol. Brevemente el análisis consiste en lo siguiente: se toma 7.5 g de muestra, se realiza la extracción con ácido oxálico y una solución de acetona (0.4 y 20 % respectivamente) por homogenización en un ultraturrax durante 1 minuto a 12000 rpm. El extracto es filtrado por vacío a través de papel filtro whatman # 2 y llevado a una fiola de 50 ml con la misma solución extractante. Se hace reaccionar 1 ml del extracto con 9 ml de 2,6 –Dicloroindofenol (1.6%) durante 1 minuto y lee a 520 nm en un espectrofotómetro. La concentración es cuantificada a través de una comparación con la curva estándar de L-ácido ascórbico”.

2.5.5.3. Prueba organoléptica (calidad culinaria).

Para la obtención de una buena variedad de papa, influirán un conjunto de propiedades y características de calidad culinaria local; Para ello se seleccionó en el momento de la cosecha tubérculos medianos por clon y variedad como control; la muestra se colocó en una malla roja debidamente identificado con etiquetas, para luego ser enviado al laboratorio de procesamiento del CIP.

Una vez llegado el material al laboratorio de procesamiento se seleccionó 5 tubérculos por clon y variedad testigo, plenamente identificado con etiquetas, para luego ser cocidos. Una vez cocidos los tubérculos, se colocaron en platos con su número de cocción, los tubérculos cocidos se cortaron en trozos pequeños, para su posterior evaluación.

El panel de evaluadores estuvo conformado por 5 a 6 personas entre hombres y mujeres. Dicha evaluación de calidad culinaria se tuvo un total de 49 panelistas, donde 16 fueron varones y 33 damas que representan el (32,7%) y (67,3%) de todos los participantes.

Cada uno del panelista se le entrego una cartilla de evaluación donde marcaría con un aspa o cruz en cada uno de los cuatro componentes de la evaluación considerados para las pruebas organolépticas en laboratorio de calidad: Sabor, textura, sabores extraños y oscurecimiento.

A cada panelista se le asignó 5 clones y la variedad Yungay como testigo. A cada evaluador se le entrego un vaso de agua pura para eliminar impurezas y los sabores después de cada evaluación.

Glicoalcaloides .

La determinación del contenido de glicoalcaloides totales se realizó siguiendo el método descrito por Benavides et al 2017, en el cual se detalla a continuación: “Se tomaron muestras de tubérculos de tamaño mediano y uniforme, evitando aquellos tubérculos verdeados, que posteriormente son liofilizadas, molidas y almacenadas a -80 °C. La extracción de glicoalcaloides inicia con una extracción en metanol y cloroformo que es concentrada a 60 °C en un rotavapor. El extracto se transfiere a una solución de ácido acético al 2% y luego se purifica usando hidróxido de amonio a 85 °C y ultracentrifugación a 27,000 rpm. El sedimento se hace reaccionar con ácido ortofosfórico al 85% y se lee a 408 nm. La determinación de los glicoalcaloides totales se logra utilizando una curva estándar de α -chaconina como referencia”.

2.5.5.4. Selección de clones elites.

Selección de 8 clones de papa biofortificados.

2.6. Análisis estadísticos.

Los análisis de variancia cada una de las características evaluadas fueron realizados, según el modelo lineal aditivo siguiente. (Martínez, 2002).

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Observación de la i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque.

μ = Media general del experimento.

t_i = Efecto asociado del i-ésimo tratamiento

β_j = Efecto asociado al j-ésimo bloque

ε_{ij} = Variación aleatoria asociada a la parcela del i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque.

Tabla 17. Forma general del análisis de varianza

Fuentes de varianza	Grados de libertad	Suma de cuadrados
Bloques	$(r-1) = 2$	$\frac{\sum x_j^2}{t} - \frac{(\sum x_j)^2}{rt} = sc. Bloques$
Tratamientos	$(t-1) = 7$	$\frac{\sum x_j^2}{r} - \frac{x^2}{rt} = sc. Tratamientos$
Error	$(r-1)(t-1) = 14$	Por diferencia
Total	$(tr-1) = 23$	$\frac{\sum x^2}{ij} - \frac{(\sum x_i)^2}{rt} = sc. Total$

Fuente: Stell y Torrie (2008)

- Análisis no paramétrico de Friedman ($\alpha=0.05$).

b = número de bloques (repeticiones)

k = número de tratamientos (accesiones)

Chisq: Es el estadístico de Friedman T1

Df: k-1

p.chisq: Es el p valor asociada a una distribución chi-cuadrado con Df grados de libertad

F: Es el estadístico de Friedman ajustado T2

DFerror: $(b-1)(k-1)$

p.F: Es el p valor asociada a una distribución F con $k_1 = Df$ y $k_2 = DFerror$ grados de libertad

- **Prueba de Kruskal-Wallis**

Kruskal-Wallis Formula

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

- **Modelo aditivo lineal**

$$Y_{ijk} = \mu + R_k + T_{ijk} + e_{ijk}$$

T_{ijk} = Efecto del tratamiento

- **Modelo aditivo lineal con 2 factores bajo el diseño de bloques completos al azar**

$$Y_{ijk} = \mu + R_k + A_i + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = Observación realizada en el tratamiento resultante de combinar el nivel i del factor G con el j del factor D en el Bloque k

R_k = Efecto del Bloque k.

A_i = Efecto del nivel I del factor A

B_j = Efecto del nivel j del factor B

$(AB)_{ij}$ = Efecto de interacción del nivel i del factor A con el nivel j del factor B.

e_{ijk} = Efecto aleatorio

III. RESULTADOS Y DISCUSION.

Los resultados obtenidos son acordes a los objetivos planteados, como también materiales empleados y bajo las condiciones en que se realizó, son los siguientes:

3.1. Selección participativa de variedades de papa (PVS).

3.1.1. Recopilación y priorización de los criterios de selección en la etapa de floración.

Para esta actividad participaron 10 varones y 9 mujeres, teniendo como resultado global de votación de los criterios de elección en fase de la floración para la localidad de Cutervo-Cajamarca, fueron en su totalidad 10 criterios de selección, en tanto reagruparon en 6 grupos de variables asociadas: en primer lugar vigor de planta con un total de 47 votos, para segundo lugar fue (resistencia a enfermedades) con 30 votaciones, en tercer lugar floración y fructificación con 12 votos, en cuarto lugar la tolerancia a factores abióticos con 10 votos, en quinto lugar la altura de plantas con 9 votaciones y en sexto la arquitectura de planta con 6 votos. (Tabla 18).

Las características, criterios o cualidades, que mayor prefirieron los agricultores (as) fue “tallos gruesos”, con 10 semillas de maíz y 14 semillas de habas, la razón es que los tallos gruesos se encuentran asociados a un alto rendimiento. En segundo orden de preferencia fue la “resistente a *Phytophthora infestans*”, esta enfermedad es un problema para los agricultores ya que reduce la producción del cultivo y alteran los costos de producción. En tercer lugar, los obtuvo el mayor número de tallos, esta característica está relacionada con buen macollo, mayor fotosíntesis, por lo tanto, mayor producción de tubérculos. (Tabla 18 y figura 2).

Los criterios de preferencia tanto de varones y mujeres tienen un coeficiente de correlación de 0.62, que quiere decir la relación o la correlación es moderada, porque no existe mucha diferencia en preferencia de criterios entre género. (Tabla 18).

Tabla 18. Recopilación y priorización de los criterios de selección en la etapa de floración.

Ord	Grupo variables	Criterio de selección	Puntaje hombres (N° granos maíz)	Puntaje Mujeres (N° granos habas)	A ¹	A ²	A ³
1	Vigor de planta	Tallos gruesos	10	14	24	I	47
		Mayor número de tallos	7	9	16	III	
		Follaje verde	6	1	7	VII	
2	Resistencia a enfermedades	Resistente a <i>Phytophthora infestans</i>	9	11	20	II	30
		Resistente a otras enfermedades	7	3	10	IV	
3	Floración y fructificación	Abundante floración	2	2	4	VIII	12
		Escasa floración	5	3	8	VI	
4	Tolerancia a factores abióticos	Tolerante a sequía	8	2	10	IV	10
5	Altura de planta	Plantas de tamaño mediano	3	6	9	V	9
6	Arquitectura de planta	Hojas anchas	3	3	6	VIII	6
Coefficiente de correlación = 0.62							

A¹: Puntajes globales por criterios de selección, A²: Mayor orden de importancia por criterios de selección; A³: Puntajes globales por grupos de variables.

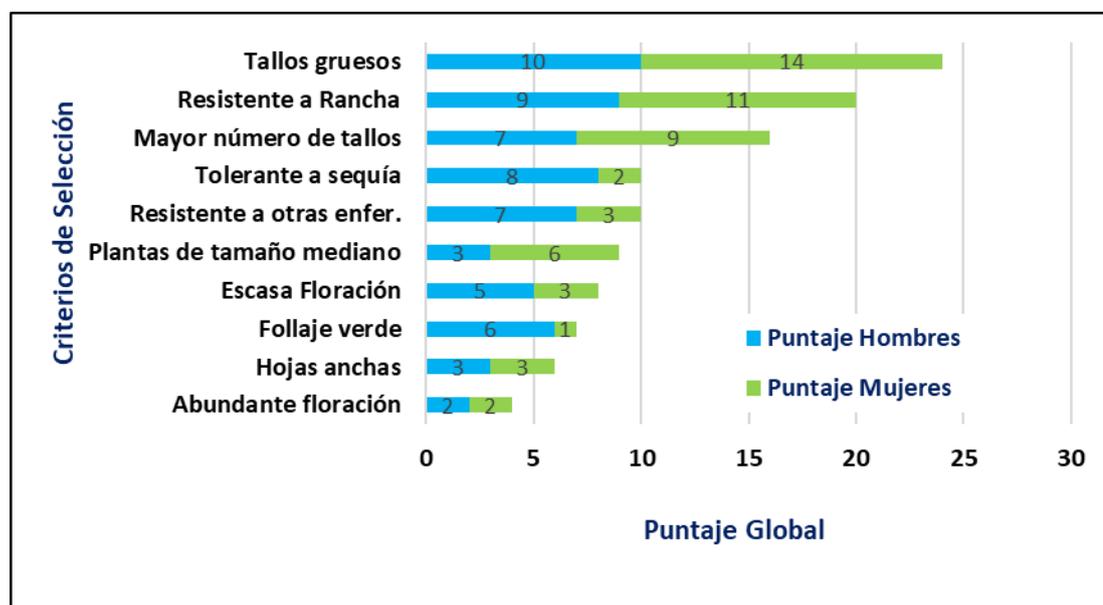


Figura 2. Recopilación y priorización de los criterios de selección en la etapa de floración.

3.1.2. Selección de los clones preferidos por parcela en la etapa de la floración.

Los criterios, características o cualidades de elección que lograron el mayor orden de jerarquía en la variable anterior de selección de criterios, fueron de base para los agricultores(as) para elegir el mejor tratamiento(clon).

La prueba no paramétrica de Friedman, se utilizó para comparar más de dos mediciones de rangos (medianas) y determinar que la diferencia no se deba al azar (que la diferencia sea estadísticamente significativa). Este proceso es clasificarlos, juntando cada hilera o bloque. Teniendo como resultado en esta etapa de evaluación a los siguientes clones y/o variedades como suma de rangos más alto y con diferencias significativas entre ellos: BIOT-725.050, BIOT-721.038, BIOT-751.025, BIOT-721.074, Yungay, BIOT-751.021, BIOT-735.105, BIOT-767.014 y Canchan-INIA. (Tabla 19 y anexos 8).

Tabla 19.- Selección de los clones preferidos por parcela en la etapa de la floración.

Número Institucional	Código de Mejorador	Suma de Rangos de Clones Preferido	Grupos Estadísticos
CIP312725.050	BIOT-725.050	100	A
CIP312721.038	BIOT-721.038	85	AB
CIP312751.025	BIOT-751.025	84.5	AB
CIP312721.074	BIOT-721.074	85	AB
CIP720064	Yungay	78.5	ABC
CIP312751.021	BIOT-751.021	79	ABC
CIP312735.105	BIOT-735.105	76.5	ABCD
CIP312767.014	BIOT-767.014	75	ABCDE
CIP380389.1	Canchan-INIA	74	ABCDEF
CIP312609.247	BIOT-609.247	64.5	BCDEFG
CIP312637.001	BIOT-637.001	64.5	BCDEFG
CIP312507.312	BIOT-507.312	53	BCDEFGH
CIP312725.067	BIOT-725.067	62.5	BCDEFGH
CIP312725.024	BIOT-725.024	55.5	BCDEFGH
CIP312507.311	BIOT-507.311	48	CDEFGH
CIP391691.96	Serranita	48.5	CDEFGH
CIP312637.089	BIOT-637.089	43	DEFGH
CIP312871.043	BIOT-871.043	43	DEFGH
CIP312763.441	BIOT-763.441	43	DEFGH
CIP312721.163	BIOT-721.163	43	DEFGH
CIP312721.036	BIOT-721.036	43	DEFGH
CIP312787.011	BIOT-787.011	42	EFGH
CIP312686.019	BIOT-686.019	41	FGH
CIP312721.286	BIOT-721.286	41	FGH
CIP312763.051	BIOT-763.051	38	GH
CIP312725.047	BIOT-725.047	38	GH
Ccompis	Ccompis	29.5	H
CIP312721.245	BIOT-721.245	29.5	H
CIP312764.006	BIOT-764.006	29.5	H
CIP312633.294	BIOT-633.294	29.5	H
CIP312621.097	BIOT-621.097	29.5	H
CIP312621.069	BIOT-621.069	29.5	H
CIP312682.042	BIOT-682.042	29.5	H
CIP312747.056	BIOT-747.056	29.5	H

Las medianas con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

3.1.3. Recopilación y priorización de los criterios de selección en la etapa de cosecha.

Para la actividad participaron 11 agricultores y 8 agricultoras, teniendo como resultado global la votación de los características identificadas en fase de cosecha en la comunidad perteneciente a Cutervo-Cajamarca, los participantes opinaron 15 características del cultivo a mejorar en fase de cosecha, agrupando en 11 grupos de variables o características asociadas: en primer lugar están los componentes de rendimiento con 30 votos totales, para el segundo lugar fue cantidad de ojos con 15 puntos o votaciones, en tercer lugar fue la característica de tamaño y uniformidad de tubérculo con 14 puntos o votaciones, en cuarto puesto empataron el criterio de color de piel del tubérculo con características después de la cosecha con 12 votos cada uno, en quinto lugar resistencia a enfermedades con 11 votos y en sexto tolerancia plagas con 6 votos. También mencionaron otros grupos de variables con puntajes menores de 2 como: profundidad de ojos, forma de tubérculos color de pila y periodo vegetativo (Precoz) (Tabla 20).

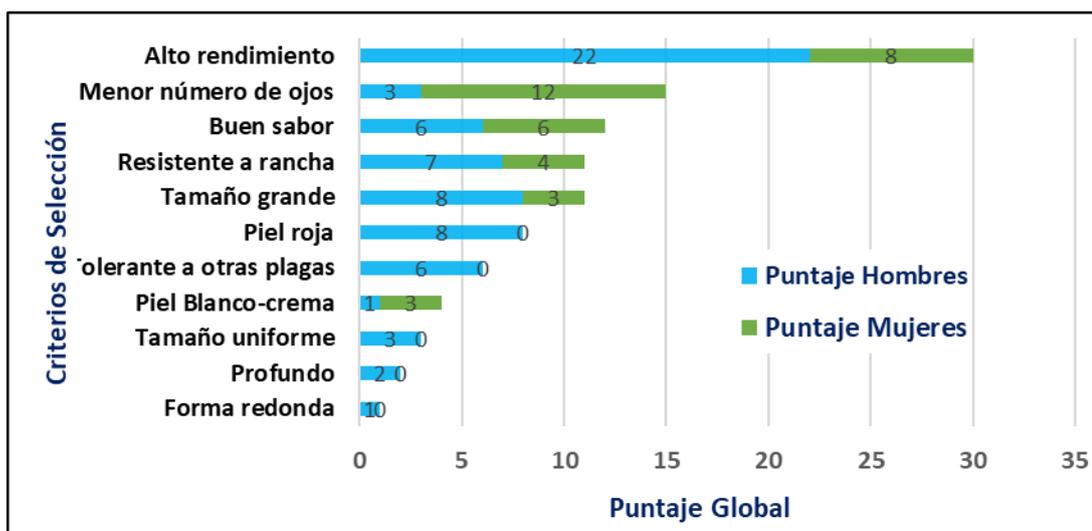
Después de las votaciones y conteo respectivo, el criterio de mayor preferencia para los hombres fue el “alto rendimiento”, ya que a los agricultores les gustan variedades de papa que tenga la capacidad de obtener altos rendimientos de la mano con el manejo agronómico. El criterio de mayor preferencia para las mujeres es el “menor número de ojos”, este criterio o característica está relacionado por la facilidad de pelado de tubérculos. En tercer lugar, entre varones y mujeres, el criterio de preferencia fue buen sabor, este criterio está relacionado para tener aceptación por el consumidor. (Figura 3.)

Los criterios de preferencia tanto de varones y mujeres tienen un coeficiente de correlación de 0.48, que quiere decir la relación es débil, existe una baja diferencia en preferencia de criterios entre género. (Tabla 20).

Tabla 20.- Recopilación y Priorización de los Criterios de Selección en la etapa de Cosecha.

Ord	Grupo de Variables	Criterios de Selección	Puntaje Hombres (N° granos Maíz)	Puntaje Mujeres (N° granos Habas)	A1	A2	A3
1	Rendimiento	Alto rendimiento	22	8	30	I	30
2	Cantidad de ojos	Menor número de ojos	3	12	15	II	15
3	Tamaño y uniformidad del tubérculo	Tamaño grande	8	3	11	IV	14
		Tamaño uniforme	3	0	3	VIII	
4	Color de Piel del Tubérculo	Piel roja	8	0	8	V	12
		Piel oscura	0	0	0		
		Piel Blanco-crema	1	3	4	VII	
5	Características después de la cosecha	Buen sabor	6	6	12	III	12
6	Resistencia a enfermedades	Resistente a otras enfermedades	0	0	0		11
		Resistente a ranchar	7	4	11	IV	
7	Tolerancia a plagas	Tolerante a otras plagas	6	0	6	VI	6
8	Profundidad de ojos	Profundo	2	0	2	IX	2
9	Forma de tubérculo	Forma redonda	1	0	1	X	1
10	Color de Pulpa de Tubérculo	Pulpa amarilla	0	0	0		0
11	Periodo Vegetativo	Precoz	0	0	0		0
Coefficiente de correlación			0.48				

Figura 3. Recopilación y Priorización de los Criterios de Selección en la etapa de Cosecha.



3.1.4. Selección de clones preferidos por parcela en la etapa de cosecha.

En la elección de los clones preferidos por los agricultores(as) fueron los siguientes:

Par ello se utilizó una prueba estadística de Friedman fue utilizada para el análisis de los datos; teniendo como resultado en esta etapa de evaluación a los siguientes clones y/o variedades como suma de rangos más alto y con diferencias significativas entre ellos: Canchan-INIA, Yungay, BIOT-721.163, BIOT-721.245, Serranita, BIOT-751.025, BIOT-721.036, BIOT-633.294, BIOT-747.056 y BIOT-609.247 (Tabla 21 y anexos 8).

Tabla 21. Selección de los clones preferidos por parcela en la etapa de cosecha.

Número Institucional	Código del Mejorador	Suma de Rangos de Clones Preferido/parcela	Grupos Estadísticos
CIP380389.1	Canchan-INIA	101	A
CIP720064	Yungay	97	AB
CIP312721.163	BIOT-721.163	95	AB
CIP312721.245	BIOT-721.245	81.5	ABC
CIP391691.96	Serranita	72.5	ABCD
CIP312751.025	BIOT-751.025	71.5	ABCD
CIP312721.036	BIOT-721.036	70	BCD
CIP312633.294	BIOT-633.294	66.5	BCD
CIP312747.056	BIOT-747.056	59	CDE
CIP312609.247	BIOT-609.247	53	CDE
CIP312787.011	BIOT-787.011	52	CDE
CIP312507.312	BIOT-507.312	62.5	CDE
CIP312721.038	BIOT-721.038	61.5	CDE
CIP312725.050	BIOT-725.050	48.5	CE
CIP312767.014	BIOT-767.014	48	CE
CIP312721.074	BIOT-721.074	50.5	CE
CIP312637.089	BIOT-637.089	50.5	CE
CIP312621.097	BIOT-621.097	46.5	CE
CIP312507.311	BIOT-507.311	50.5	CE
CIP312721.286	BIOT-721.286	50.5	DE
CIP312725.067	BIOT-725.067	35.5	E
Ccompis	Ccompis	35.5	E
CIP312751.021	BIOT-751.021	35.5	E
CIP312763.441	BIOT-763.441	35.5	E
CIP312871.043	BIOT-871.043	35.5	E
CIP312621.069	BIOT-621.069	35.5	E
CIP312637.001	BIOT-637.001	35.5	E
CIP312725.047	BIOT-725.047	35.5	E
CIP312682.042	BIOT-682.042	35.5	E
CIP312725.024	BIOT-725.024	35.5	E
CIP312686.019	BIOT-686.019	35.5	E
CIP312764.006	BIOT-764.006	35.5	E
CIP312735.105	BIOT-735.105	35.5	E
CIP312763.051	BIOT-763.051	35.5	E

3.1.5. Evaluación Organoléptica en campo.

Para la evaluación de la calidad culinaria (organoléptica) participaron un total de 19 panelistas, en la cual 13 varones y 6 mujeres participaron en total, simbolizando el (68,42%) y (31,57%) respectivamente.

Primero se realizó la limpieza de datos, luego se utilizó un análisis de componentes principales (ACP), esta metodología multivariada consiente comprimir 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 x p) que corresponde a seleccionar n=34 clones y a los cuales fueron evaluados en la localidad de p=Urcurume-Cutervo considerándose las variables de sabor, textura y apariencia.

El Componente Principal I calculado establece el 75.98 % de la variabilidad total de los datos y el CP₂ determina el 15.17 % de la variabilidad total de los datos observados, juntos determinan el 91.15 % de la variabilidad total observada (Figura 6)

En los cuadrantes I y II del biplot se muestran los clones biofortificados que manifestaron mayor preferencia por los agricultores(as) en la localidad de Urcurume en función del sabor, textura y apariencia del tubérculo después la cocción siendo: BIOT-735.105, Yungay BIOT-721.074, BIOT-721.245, BIOT-763.441 BIOT-721.036, BIOT-751.025, BIOT-682.042, BIOT-507.312, BIOT-721.286, BIOT-637.089, Canchan-INIA. (Figura 4).

- Análisis de componentes principales de las pruebas organolépticas considerando textura, sabor y apariencia.

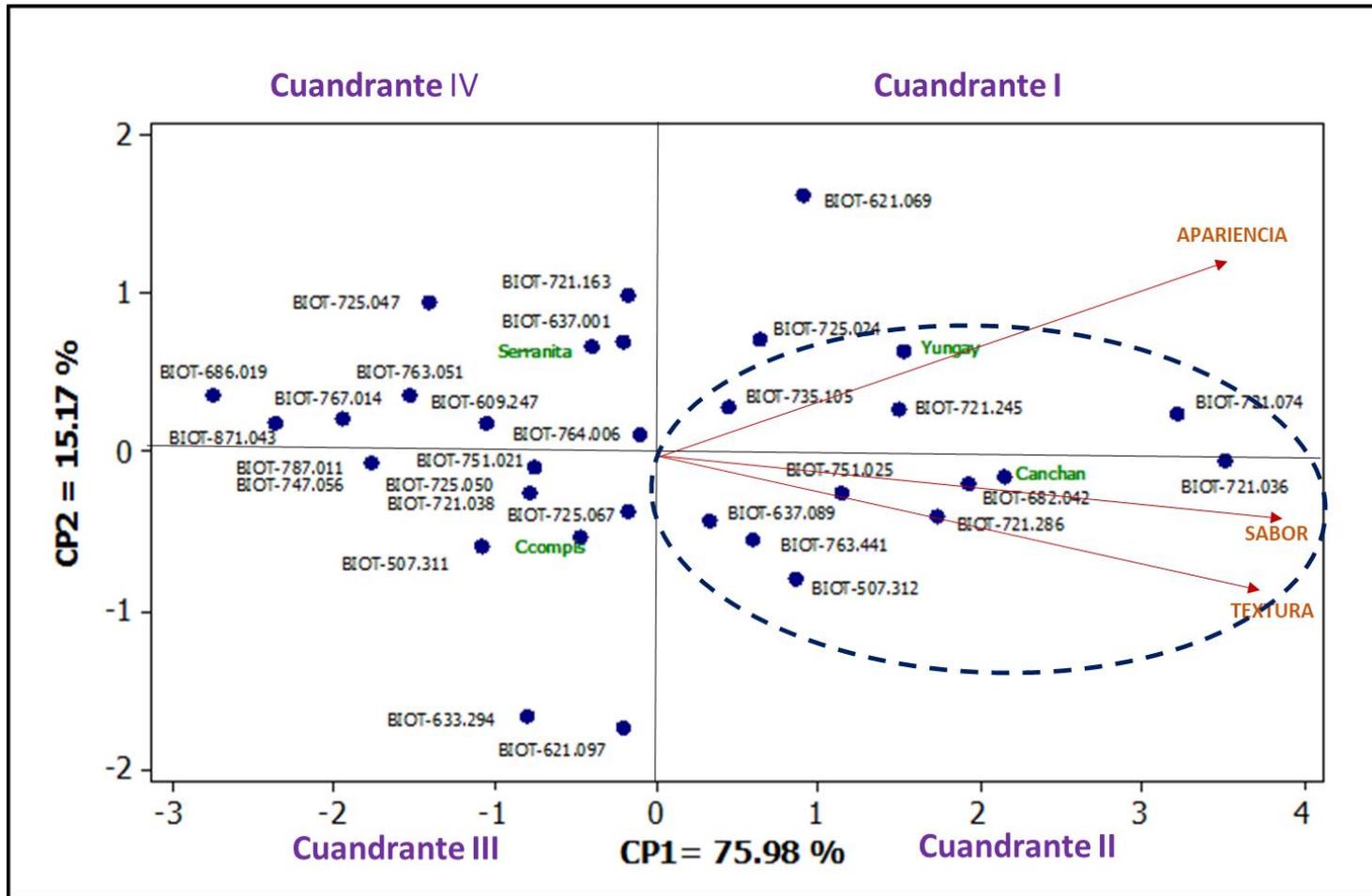


Figura 4. Evaluación Organoléptica en campo.

3.1.6. Recopilación y priorización de los criterios de selección poscosecha.

El resultado global de la votación por criterios de elección en la fase de poscosecha en el lugar de Cutervo-Cajamarca, los participantes caracterizaron o identificaron 8 características, los cuales se reagruparon en 5 grupos de variables asociadas en fase de poscosecha: En 1er.puesto fue la característica tamaño de tubérculo con un total de 44 votaciones, en 2do. Puesto fue tipo de dominancia de los brotes con 22 votos, en tercer lugar empataron sanidad de tubérculo y número de brote con 18 votaciones cada uno y en cuarto puesto profundidad de ojos con 12 votaciones cada uno, en quinto lugar resistencia a enfermedades con 4 votos. (Tabla 22).

Tabla 22.- Recopilación y Priorización de los Criterios de Selección Poscosecha

Ord	Grupo de Variables	Criterios de Selección	Puntaje Hombres (N° granos Maíz)	Puntaje Global	A1	A2	A3
1	Tamaño tubérculo	Tubérculo uniforme	10	10	20	III	44
		Tubérculo mediano	12	12	24	I	
2	Tipo de dominancia de los brotes	Brote apical vigoroso	11	11	22	II	22
3	Sanidad de Tubérculo	Tolerante a enfermedades (Ejemplo pudrición seca)	9	9	18	IV	18
		Tubérculos sanos	0	0	0		
4	Número de brotes	Rotación multiple	9	9	18	IV	18
5	Profundidad de ojos	Ojos profundos	2	2	4	V	4
		Ojos superficiales	0	0	0		

Después de las votaciones y conteo respectivo, el criterio de mayor preferencia fue “tubérculo uniforme”, esta característica es preferida por el agricultor ya que garantiza una germinación y emergencia uniforme en el campo; en segundo lugar “tubérculo mediano” ‘Los tubérculos de semilla medianos tienen más ojos por unidad de peso y por ello producen más tallos. En tercer lugar, brotes vigorosos. (Figura 5.)

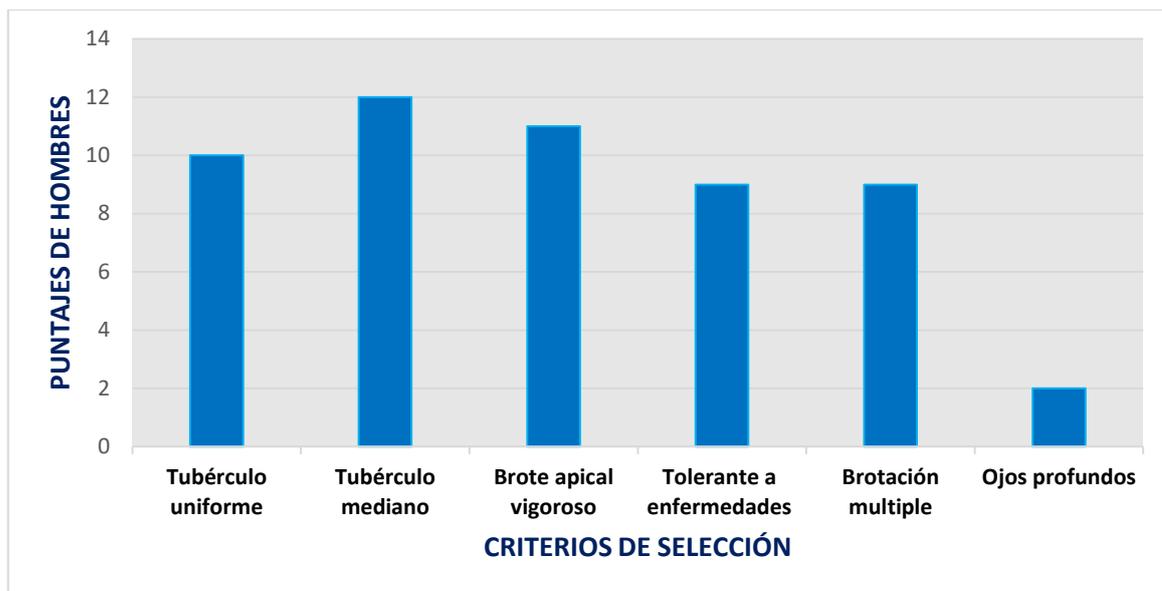


Figura 5. Recopilación y priorización de los criterios de selección pos-cosecha.

3.1.7. Selección de los clones preferidos en poscosecha.

La elección de los clones y/o variedades preferidas por los agricultores en etapa de poscosecha son siguientes clones y/o variedades como suma de rangos más alto y con diferencias significativas entre ellos: Yungay, BIOT-721.038, BIOT-507.312, BIOT-633.294, BIOT-763.051, BIOT-682.042, BIOT-747.056, BIOT-721.286, Canchan-INIA y BIOT-507.311(Tabla 23).

Tabla 23. Selección de los clones preferidos en poscosecha.

Número intitucional	Código de Mejorador	Suma de rangos de clones preferido en Poscosecha	Grupos estadísticas
CIP720064	Yungay	98.5	A
CIP312721.038	BIOT-721.038	96.5	AB
CIP312507.312	BIOT-507.312	94.0	ABC
CIP312633.294	BIOT-633.294	79.5	ABCD
CIP312763.051	BIOT-763.051	78.0	ABCDE
CIP312682.042	BIOT-682.042	67.5	ABCDEF
CIP312747.056	BIOT-747.056	67.0	ABCDEF
CIP312721.286	BIOT-721.286	66.5	ABCDEF
CIP380389.1	Canchan-INIA	64.0	ABCDEFGG
CIP312507.311	BIOT-507.311	61.0	ABCDEFGG
CIP312751.025	BIOT-751.025	58.5	BCDEFG
CIP312637.001	BIOT-637.001	57.0	CDEFG
CIP312721.163	BIOT-721.163	56.5	CDEFG
CIP312621.069	BIOT-621.069	51.5	DEFG
CIP312621.097	BIOT-621.097	51.5	DEFG
CIP312787.011	BIOT-787.011	51.5	DEFG
CIP391691.96	INIA 309;Serranita	51.5	DEFG
CIP312721.245	BIOT-721.245	49.5	DEFG
CIP312735.105	BIOT-735.105	49.5	DEFG
CIP312725.047	BIOT-725.047	47.5	DEFG
CIP312721.036	BIOT-721.036	44.5	DEFG
CIP312721.074	BIOT-721.074	44.5	DEFG
CIP312725.050	BIOT-725.050	44.5	DEFG
CIP312763.441	BIOT-763.441	41.0	DEFG
CIP312725.024	BIOT-725.024	39.0	EFG
Ccompis		36.5	FG
CIP312764.006	BIOT-764.006	36.5	FG
CIP312767.014	BIOT-767.014	36.5	FG
CIP312609.247	BIOT-609.247	35.0	FG
CIP312637.089	BIOT-637.089	26.0	G
CIP312686.019	BIOT-686.019	26.0	G
CIP312725.067	BIOT-725.067	26.0	G
CIP312751.021	BIOT-751.021	26.0	G
CIP312871.043	BIOT-871.043	26.0	G

Las medianas con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

4.2. Análisis de los resultados de los componentes de rendimiento, criterios de selección del mejorador y variables de los laboratorios de calidad, nutrición y procesamiento.

4.2.1 Vigor de la planta.

El valor máximo y mínimo observado fue de 9 y 5 grados respectivamente. La prueba no paramétrica de comparación de tres o más muestras relacionadas, mediante Friedman al $\alpha < 0.05$ de probabilidad muestra diferencias estadísticas altamente significativas entre los genotipos. (p.F = 0.01) (Anexo N°.1) Las medianas observadas de vigor de planta y los 5 grupos formados en la tabla 20, son estadísticamente desiguales o diferentes. En el primer grupo podemos observar 12 clones Biofortificados que no muestran diferencias significativas en vigor de planta con respecto a las variedades comerciales Yungay y Canchan.

Mientras que, en el último grupo encontramos a los clones biofortificados, el BIOT-725.024, BIOT-747.056, BIOT-764.006, BIOT-871.043. con escala 5 junto con la variedad Ccompis (Tabla 24).

Tabla 24. Prueba de significación de escalas en vigor de la planta.

Número Institucional	Código de Mejorador	N	Mediana	Suma de Rangos de Vigor de Planta	Grupos Estadísticos*
CIP720064	Yungay	3	9	98	A
CIP312721.074	BIOT-721.074	3	9	87	AB
CIP312637.089	BIOT-637.089	3	7	77	AB
CIP312609.247	BIOT-609.247	3	9	74	ABC
CIP312725.050	BIOT-725.050	3	9	74	ABC
CIP312725.067	BIOT-725.067	3	9	74	ABC
CIP312507.312	BIOT-507.312	3	7	67	ABCD
CIP312637.001	BIOT-637.001	3	7	67	ABCD
CIP312721.245	BIOT-721.245	3	7	67	ABCD
CIP312725.047	BIOT-725.047	3	7	67	ABCD
CIP312751.025	BIOT-751.025	3	7	67	ABCD
CIP380389.1	Canchan-INIA	3	7	67	ABCD
CIP312633.294	BIOT-633.294	3	7	52	BCDE
CIP312721.036	BIOT-721.036	3	7	52	BCDE
CIP312751.021	BIOT-751.021	3	7	52	BCDE
CIP312763.051	BIOT-763.051	3	7	52	BCDE
CIP312787.011	BIOT-787.011	3	7	52	BCDE
CIP312621.069	BIOT-621.069	3	7	51	BCDE
CIP312621.097	BIOT-621.097	3	7	51	BCDE
CIP312721.038	BIOT-721.038	3	7	51	BCDE
CIP312721.286	BIOT-721.286	3	7	51	BCDE
CIP312767.014	BIOT-767.014	3	7	51	BCDE
CIP391691.96	Serranita	3	7	51	BCDE
CIP312507.311	BIOT-507.311	3	5	38	CDE
CIP312682.042	BIOT-682.042	3	5	38	CDE
Ccompis	Ccompis	3	5	36	DE
CIP312686.019	BIOT-686.019	3	5	36	DE
CIP312721.163	BIOT-721.163	3	5	36	DE
CIP312735.105	BIOT-735.105	3	5	36	DE
CIP312763.441	BIOT-763.441	3	5	36	DE
CIP312725.024	BIOT-725.024	3	5	22	E
CIP312747.056	BIOT-747.056	3	5	22	E
CIP312764.006	BIOT-764.006	3	5	22	E
CIP312871.043	BIOT-871.043	3	5	22	E

*Las medianas con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

4.2.2 Número de tallos por planta

Para contrastar la confiabilidad de los resultados se utilizó el Test Shapiro-Wilk observando el error de los datos de número de tallos/planta. Estas se distribuyen con normalidad, con un nivel de significancia de 0.96, (Anexos 2)

Para determinar diferencias estadísticas significativas entre clones y variedades comerciales testigo, se utilizó un análisis de varianza (ANOVA). Observándose. Como se precisa en la tabla 01 de anexos 4, se observan diferencias estadísticas altamente significativas entre genotipos y/o genotipos, indicando que dicha variable varía entre genotipo y/o tratamiento.

El coeficiente de variación (C.V), observado para la variable número de tallos/planta fue de 18.0 % mostrando buen grado de precisión al registrar los datos durante el experimento. Mientras tanto el coeficiente de determinación $R^2 = 53$ muestra que se ajusta al modelo aditivo lineal utilizado.

La Duncan al 0.5% de probabilidades fue relajado con la finalidad de establecer agrupamientos estadísticos entre las medias de los tratamientos, mostrando diferencias altamente significativas para la variable, número de tallos por planta, como se muestra en la (Tabla 25 y figura 6).

Para el número de tallos/planta en promedio de todos los genotipos fue de $4.0 + 0.77$. Las variedades comerciales, Yungay, Serranita, Ccompis y Chanchan junto con 21 clones biofortificados fueron superiores al promedio general. El máximo valor observado fue de 6 tallo por planta correspondiente al clon BIOT-725.050 y el mínimo valor observado fue de 3 tallos por planta corresponde al clon biofortificado BIOT-721.163.

Tabla 25. Comparación de medias entre clones para número de tallos por planta.

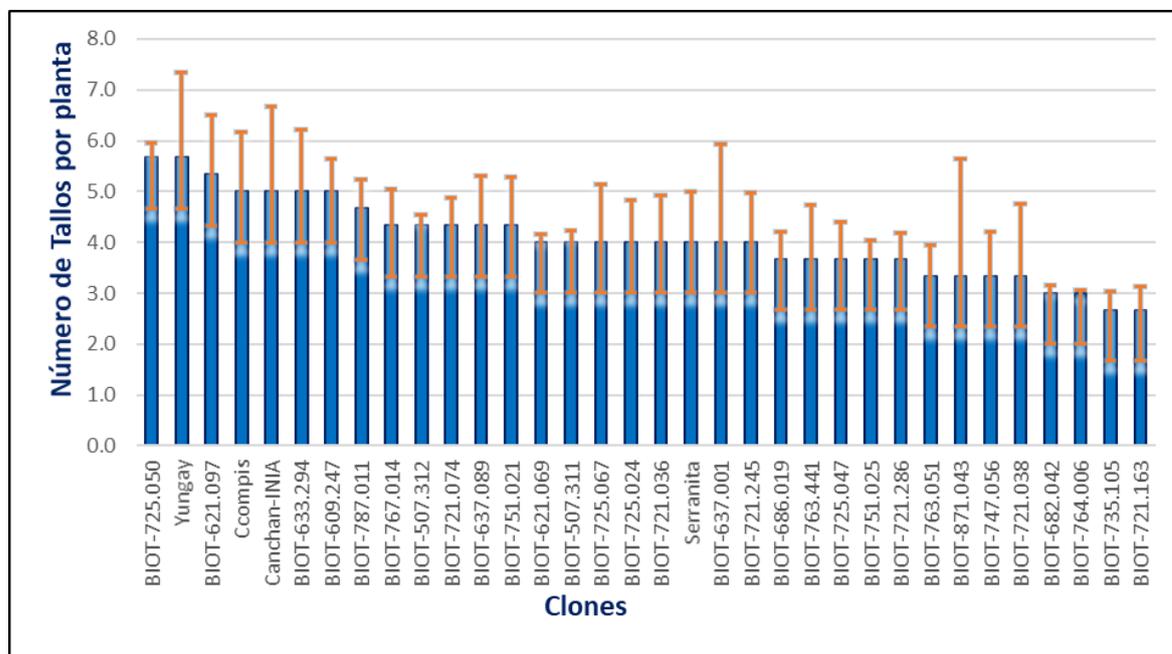
Número Institucional	Código de Mejorador	N	Promedio	SD	Agrupación
CIP312725.050	BIOT-725.050	3	5.7	0.3	A
CIP720064	Yungay	3	5.7	1.7	A
CIP312621.097	BIOT-621.097	3	5.3	1.2	AB
Ccompis	Ccompis	3	5	1.2	ABC
CIP380389.1	Canchan-INIA	3	5	1.7	ABC
CIP312633.294	BIOT-633.294	3	5	1.2	ABC
CIP312609.247	BIOT-609.247	3	5	0.6	ABC
CIP312787.011	BIOT-787.011	3	4.7	0.6	ABCD
CIP312767.014	BIOT-767.014	3	4.3	0.7	ABCDE
CIP312507.312	BIOT-507.312	3	4.3	0.2	ABCDE
CIP312721.074	BIOT-721.074	3	4.3	0.6	ABCDE
CIP312637.089	BIOT-637.089	3	4.3	1	ABCDE
CIP312751.021	BIOT-751.021	3	4.3	1	ABCDE
CIP312621.069	BIOT-621.069	3	4	0.2	ABCDE
CIP312507.311	BIOT-507.311	3	4	0.2	ABCDE
CIP312725.067	BIOT-725.067	3	4	1.1	ABCDE
CIP312725.024	BIOT-725.024	3	4	0.8	ABCDE
CIP312721.036	BIOT-721.036	3	4	0.9	ABCDE
CIP391691.96	Serranita	3	4	1	ABCDE
CIP312637.001	BIOT-637.001	3	4	1.9	ABCDE
CIP312721.245	BIOT-721.245	3	4	1	ABCDE
CIP312686.019	BIOT-686.019	3	3.7	0.5	BCDE
CIP312763.441	BIOT-763.441	3	3.7	1.1	BCDE
CIP312725.047	BIOT-725.047	3	3.7	0.7	BCDE
CIP312751.025	BIOT-751.025	3	3.7	0.4	BCDE
CIP312721.286	BIOT-721.286	3	3.7	0.5	BCDE
CIP312763.051	BIOT-763.051	3	3.3	0.6	CDE
CIP312871.043	BIOT-871.043	3	3.3	2.3	CDE
CIP312747.056	BIOT-747.056	3	3.3	0.9	CDE
CIP312721.038	BIOT-721.038	3	3.3	1.4	CDE
CIP312682.042	BIOT-682.042	3	3	0.2	DE
CIP312764.006	BIOT-764.006	3	3	0.1	DE
CIP312735.105	BIOT-735.105	3	2.7	0.4	E
CIP312721.163	BIOT-721.163	3	2.7	0.5	E

*Las medianas con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

En la prueba de rangos múltiple de Duncan, se estima un grupo estadísticamente superior, formado por 7 clones entre los cuales no existe diferencias significativas entre ellos, los cuales le corresponden a BIOT-725.050 y Yungay, BIOT-621.097, Ccompis, Canchan,

BIOT-633.294, BIOT-609.247.con promedios, 6 ± 0.3 , 6 ± 1.7 , 5 ± 1.2 , 5 ± 1.2 , 5 ± 1.7 , 5 ± 1.2 , 5 ± 0.6 número de tallos por planta respectivamente; en segundo grupos encontramos a 14 clones biofortificados, BIOT-787.011, BIOT-767.014, BIOT-507.312, BIOT-721.074, BIOT-637.089, BIOT-751.021, BIOT-621.069, BIOT-507.311, BIOT-725.067, BIOT-725.024, BIOT-721.036, Serranita, BIOT-637.001, BIOT-721.245 con promedios de 4 tallos por planta, mientras que los clones biofortificados BIOT-735.105 y BIOT-721.163 mostraron el menor número de tallos por planta con un valor promedio de $3 + 0.4$, $3 + 0.5$.A mayor número de tallos por planta, mayor rendimiento productivo.(Tirado, 2014).

Figura 6. Número de tallos por planta de clones biofortificados durante la campaña agrícola 2019,Cutervo.



4.3. Características evaluadas en etapa de cosecha.

4.3.1. Apariencia del tubérculo

El valor máximo y mínimo observado fue de 7 y 1 grados respectivamente, mediante la prueba no paramétrica de comparación de tres o más muestras relacionadas utilizada por Friedman al 0.05 de probabilidad muestra una diferencia estadística altamente significativa/tratamientos. (p.F = 0.000), (Anexo N°.1)

Las medianas observadas en la tabla 22 de apariencia de tubérculo, se observa 5 grupos formados, mostrando diferencias estadísticas. Dentro del primero grupo podemos observar 3 clones Biofortificados que muestran diferencias en apariencia de tubérculo con respecto a

las variedades comerciales Yungay y Canchan las cuales mostraron apariencia de tubérculo de escala 7 bueno: Buen rendimiento, tubérculos muestran buena forma y tamaño uniforme.

En un segundo grupo encontramos 8 clones biofortificados, Mientras que en el tercer, cuarto y quinto grupo encontramos a la papa nativa Ccompis con 2 clones biofortificados los cuales mostraron apariencia de tubérculo con escalas 3 que quiere decir pobre: Rendimiento bajo, tubérculos son deformes y tamaño desuniforme.

Tabla 26. Prueba de significación de escalas en apariencia del tubérculo.

Número Institucional	Código de Mejorador	N	Mediana	Suma de Rangos de Apariencia del Tubérculo	Grupos Estadísticos
CIP720064	Yungay	3	7	100	A
CIP380389.1	Canchan-INIA	3	7	87	AB
CIP312721.286	BIOT-721.286	3	5	78	ABC
CIP312725.050	BIOT-725.050	3	5	78	ABC
CIP312751.025	BIOT-751.025	3	5	78	ABC
CIP312609.247	BIOT-609.247	3	5	65	BCD
CIP312621.097	BIOT-621.097	3	5	65	BCD
CIP312721.038	BIOT-721.038	3	5	65	BCD
CIP312725.067	BIOT-725.067	3	5	65	BCD
CIP312735.105	BIOT-735.105	3	5	65	BCD
CIP312764.006	BIOT-764.006	3	5	65	BCD
CIP312767.014	BIOT-767.014	3	5	65	BCD
CIP391691.96	NIA 309;Serranit	3	5	65	BCD
CIP312507.312	BIOT-507.312	3	5	50	CDE
CIP312763.051	BIOT-763.051	3	5	50	CDE
CIP312633.294	BIOT-633.294	3	5	49	CDE
CIP312637.089	BIOT-637.089	3	5	49	CDE
CIP312682.042	BIOT-682.042	3	5	49	CDE
CIP312686.019	BIOT-686.019	3	5	49	CDE
CIP312721.074	BIOT-721.074	3	5	49	CDE
CIP312721.163	BIOT-721.163	3	5	49	CDE
CIP312721.245	BIOT-721.245	3	5	49	CDE
CIP312725.047	BIOT-725.047	3	5	49	CDE
CIP312747.056	BIOT-747.056	3	5	49	CDE
CIP312763.441	BIOT-763.441	3	5	49	CDE
CIP312507.311	BIOT-507.311	3	3	34	DE
CIP312637.001	BIOT-637.001	3	3	34	DE
CIP312721.036	BIOT-721.036	3	3	34	DE
CIP312751.021	BIOT-751.021	3	3	34	DE
CIP312621.069	BIOT-621.069	3	3	33	DE
CIP312871.043	BIOT-871.043	3	3	33	DE
Ccompis	Ccompis	3	3	18	E
CIP312725.024	BIOT-725.024	3	3	18	E
CIP312787.011	BIOT-787.011	3	3	18	E

Las medianas con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

4.3.2. Tamaño de tubérculo

El valor máximo y mínimo observado fue de 7 y 3 grados respectivamente mediante la prueba no paramétrica de comparación de tres o más muestras relacionadas se utilizó la prueba Friedman al 0.05 de probabilidad muestra una diferencia estadística altamente significativa/tratamientos ($p.F = 0.001$), (Anexo N°.1).

Las medianas observadas en la tabla 27 de tamaño de tubérculo se muestran 5 grupos, los cuales son diferentes estadísticamente. Dentro del primer grupo podemos observar 9 clones Biofortificados que muestran diferencias en tamaño de tubérculo con respecto a las variedades comerciales Yungay, Canchan y Serranita las cuales mostraron un tamaño de tubérculo de escala 7 para Yungay que quiere decir que los tubérculos son grandes, entre 6 a 9 cm. para canchan y serranita escala 5 que quiere decir tubérculos medianos: Los tubérculos son medianos, entre 4 a 6 cm.

En un segundo grupo encontramos 8 clones biofortificados, Mientras que, en el tercero, cuarto y quinto grupo encontramos a la papa nativa Ccompis con 5 clones biofortificados los cuales mostraron tamaño de tubérculo con escalas 3 que quiere decir pequeño: Los tubérculos son pequeños, entre 2 a 4 cm.

Tabla 27. Prueba de significación de escalas en tamaño de tubérculo.

Número Institucional	Código de Mejorador	N	Mediana	Suma de Rangos de Tamaño de Tubérculo	Grupos Estadísticos
CIP312725.067	BIOT-725.067	3	7	92	A
CIP720064	Yungay	3	7	92	A
CIP312871.043	BIOT-871.043	3	5	83	AB
CIP312633.294	BIOT-633.294	3	5	72	ABC
CIP312721.074	BIOT-721.074	3	5	72	ABC
CIP312721.163	BIOT-721.163	3	5	72	ABC
CIP312721.286	BIOT-721.286	3	5	72	ABC
CIP380389.1	Canchan-INIA	3	5	72	ABC
CIP391691.96	INIA 309;Serranita	3	5	72	ABC
CIP312721.038	BIOT-721.038	3	5	57	ABCD
CIP312751.021	BIOT-751.021	3	5	57	ABCD
CIP312767.014	BIOT-767.014	3	5	57	ABCD
CIP312609.247	BIOT-609.247	3	5	56	BCD
CIP312621.097	BIOT-621.097	3	5	56	BCD
CIP312637.001	BIOT-637.001	3	5	56	BCD
CIP312686.019	BIOT-686.019	3	5	56	BCD
CIP312721.245	BIOT-721.245	3	5	56	BCD
CIP312725.050	BIOT-725.050	3	5	56	BCD
CIP312735.105	BIOT-735.105	3	5	56	BCD
CIP312751.025	BIOT-751.025	3	5	56	BCD
CIP312763.441	BIOT-763.441	3	5	56	BCD
CIP312507.311	BIOT-507.311	3	3	41	CDE
CIP312682.042	BIOT-682.042	3	3	41	CDE
CIP312721.036	BIOT-721.036	3	3	41	CDE
CIP312787.011	BIOT-787.011	3	3	41	CDE
CIP312621.069	BIOT-621.069	3	3	39	CDE
CIP312637.089	BIOT-637.089	3	3	39	CDE
CIP312747.056	BIOT-747.056	3	3	39	CDE
Ccompis	Ccompis	3	3	24	DE
CIP312507.312	BIOT-507.312	3	3	24	DE
CIP312725.024	BIOT-725.024	3	3	24	DE
CIP312725.047	BIOT-725.047	3	3	24	DE
CIP312764.006	BIOT-764.006	3	3	24	DE
CIP312763.051	BIOT-763.051	3	3	18	E

Las medianas con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

4.3.3. Número de tubérculos comerciales por parcela

Para obtener una buena rentabilidad en el cultivo de papa, depende del número de tubérculos para mercado, a lo que llamamos tubérculos comerciales, lo cual tiene mayor precio, en comparación a tubérculos no comerciales.

Para contrastar la confiabilidad de los resultados se utilizó el Test Shapiro-Wilk observando el error de los datos del número de tubérculos comerciales/parcela. Estas se distribuyen con normalidad, con un nivel de significancia de 0.08, (ver anexos 2)

Para determinar diferencias estadísticas significativas entre clones y variedades comerciales testigo, se utilizó un análisis de varianza (ANAVA). Observándose en la tabla 02 de anexo 04, se muestran diferencias estadísticas altamente significativas entre genotipos, lo que indica que el número de tubérculos comerciales por parcela varía entre los tratamientos y/o genotipos.

Se ha determinado 17.4% de coeficiente de variación determinando que se tuvo un buen grado de precisión al registrar los datos dentro del experimento. Mientras tanto el coeficiente de determinación 0.71 indica que se ajusta al modelo aditivo lineal utilizado.

Una prueba de Duncan al 0.5% de probabilidades fue relajado con la finalidad de establecer agrupamientos estadísticos entre las medias de los tratamientos, mostrando diferencias altamente significativas para la variable número de tubérculos comerciales por parcela, como se muestra en la (Tabla 28 y figura 7).

Para la variable de número de tubérculos comerciales por parcela en promedio de todos los tratamientos fue de 322.8 ± 89.6 . Las variedades comerciales, Canchan y Yungay junto con 28 clones biofortificados fueron superiores al promedio general. El máximo valor observado fue de 660 tubérculos comerciales por parcela correspondiente al clon BIOT-764.006 y el mínimo valor observado fue de 100 tubérculos comerciales por parcela corresponde al clon BIOT-787.011.

Tabla 28. Comparación de medias entre clones para número de tubérculos comerciales por parcela.

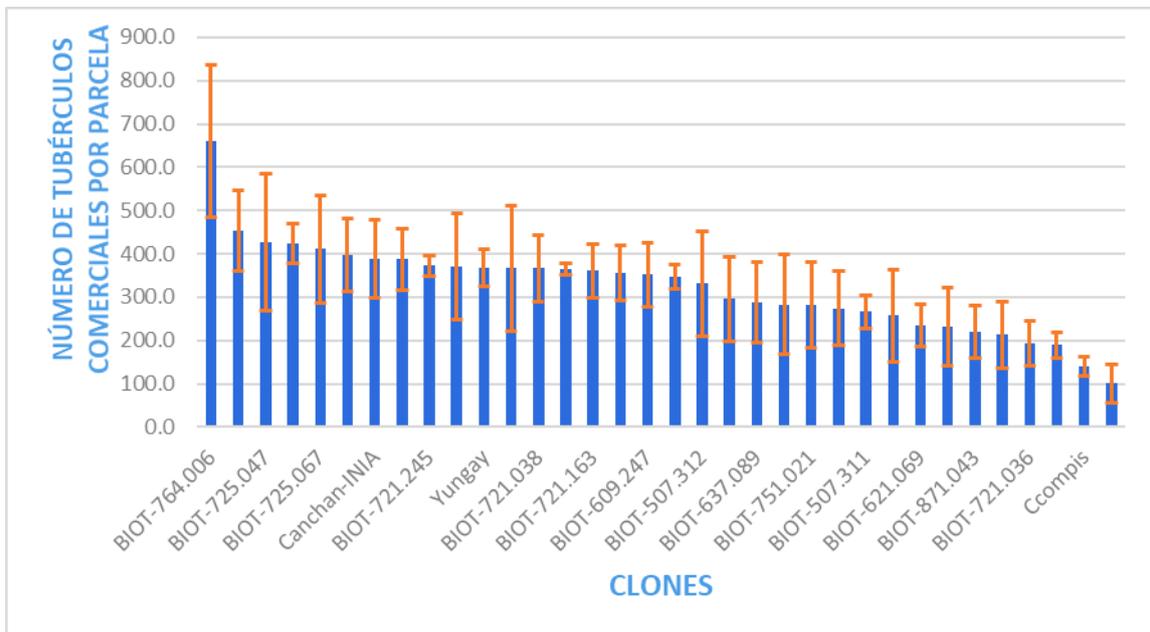
Número institucional	Código de Mejorador	N	Promedio	SD	Agrupación
CIP312764.006	BIOT-764.006	3	660	175.1	A
CIP312621.097	BIOT-621.097	3	453	92.3	B
CIP312725.047	BIOT-725.047	3	426	157.8	BC
CIP312751.025	BIOT-751.025	3	425	45.9	BC
CIP312725.067	BIOT-725.067	3	411	123.3	BC
CIP312763.051	BIOT-763.051	3	398	83.8	BCDE
CIP380389.1	Canchan-INIA	3	389	91.1	BCDEF
CIP312747.056	BIOT-747.056	3	387	71.3	BCDEF
CIP312721.245	BIOT-721.245	3	373	24.5	BCDEFG
CIP312721.286	BIOT-721.286	3	371	123.3	BCDEFG
CIP720064	Yungay	3	368	43.1	BCDEFGH
CIP312682.042	BIOT-682.042	3	366	144.4	BCDEFGH
CIP312721.038	BIOT-721.038	3	366	76.4	BCDEFGH
CIP312735.105	BIOT-735.105	3	364	13.1	BCDEFGH
CIP312721.163	BIOT-721.163	3	361	61.7	BCDEFGH
CIP312725.050	BIOT-725.050	3	357	63.1	BCDEFGHI
CIP312609.247	BIOT-609.247	3	352	74.8	BCDEFGHI
CIP312686.019	BIOT-686.019	3	347	28.6	BCDEFGHIJ
CIP312507.312	BIOT-507.312	3	332	120.7	BCDEFGHIJ
CIP312725.024	BIOT-725.024	3	296	97.9	CDEFGHIJK
CIP312637.089	BIOT-637.089	3	288	92.2	CDEFGHIJK
CIP312763.441	BIOT-763.441	3	283	116.3	DEFGHIJK
CIP312751.021	BIOT-751.021	3	282	98.4	DEFGHIJK
CIP312721.074	BIOT-721.074	3	274	84.9	DEFGHIJKL
CIP312507.311	BIOT-507.311	3	266	38.1	EFGHIJKL
CIP312633.294	BIOT-633.294	3	257	106.2	FGHIJKL
CIP312621.069	BIOT-621.069	3	235	49	GHIJKLM
CIP312637.001	BIOT-637.001	3	232	89.6	HIJKLM
CIP312871.043	BIOT-871.043	3	220	60.8	IJKLM
CIP312767.014	BIOT-767.014	3	213	76.8	JKLM
CIP312721.036	BIOT-721.036	3	193	52	KLM
CIP391691.96	Serranita	3	189	29.7	KLM
Ccompis	Ccompis	2	141	22.5	LM
CIP312787.011	BIOT-787.011	3	100	43.4	M

Las medianas con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

En la prueba de rangos múltiple de Duncan, se aprecia un grupo estadísticamente superior, formado por un clon biofortificado, correspondiente al BIOT-764.006, con promedio, 660 ± 175.1 , tubérculos comerciales por parcela; en segundo grupos encontramos a 4 clones biofortificados, BIOT-621.097, BIOT-725.047, BIOT-751.025, BIOT-725.067 con promedios de

453 y 411 tubérculos comerciales , mientras que el tratamiento que obtuvo menor número de tubérculos comerciales por parcela fue la variedades comerciales Serranita y Ccompis juntamente con el clon biofortificado BIOT-787.011 con promedios de 189 ± 29.7 , 141 ± 22.5 , 100 ± 43.4 tubérculos comerciales por parcela (Tabla 28 y figura 7).

Figura 7. Número de tubérculos comerciales por parcela.



4.3.4. Peso de tubérculos comerciales kg/parcela

Para contrastar la confiabilidad de los resultados se utilizó el Test Shapiro-Wilk observando el error de los datos de peso de tubérculos comerciales kg/parcela. Estas se distribuyen con normalidad, con un nivel de significancia es 0.95, (ver anexos 2).

Para determinar diferencias estadísticas significativas entre clones y variedades comerciales testigo, se utilizó un análisis de varianza (ANOVA). Observándose en la tabla 03 de anexos 04, se muestran diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, lo que indica que el peso de tubérculos comerciales por parcela varía por su potencial de rendimiento para cada genotipo.

El coeficiente de variación observado para esta variable fue de 11.6 % indicando que se tuvo un buen grado de precisión al tomar los datos dentro de este experimento. Mientras que el coeficiente de determinación 0.80 indica que se ajusta al modelo aditivo lineal utilizado.

Una prueba Duncan al 0.5% de probabilidades fue realizado con la finalidad de establecer agrupamientos estadísticos entre las medias de los tratamientos, mostrando diferencias altamente significativas para la variable peso de tubérculos comerciales por parcela, como se muestra en la (Tabla 29 y figura 8).

En el estudio realizado el peso de tubérculos comerciales por parcela en promedio de todos los genotipos fue de 27.4 ± 2.4 Las variedades comerciales, Yungay y Canchan junto con 17 clones biofortificados fueron superiores al promedio general. El máximo valor observado fue de 44.8 kg de tubérculos comerciales por parcela correspondiente a la variedad Yungay y el mínimo valor observado fue de 9.4 kg de tubérculos comerciales/parcela corresponde a la papa nativa Ccompis. (Tabla 29)

Tabla 29. Comparación de medias entre clones para peso de tubérculos comerciales kg/parcela

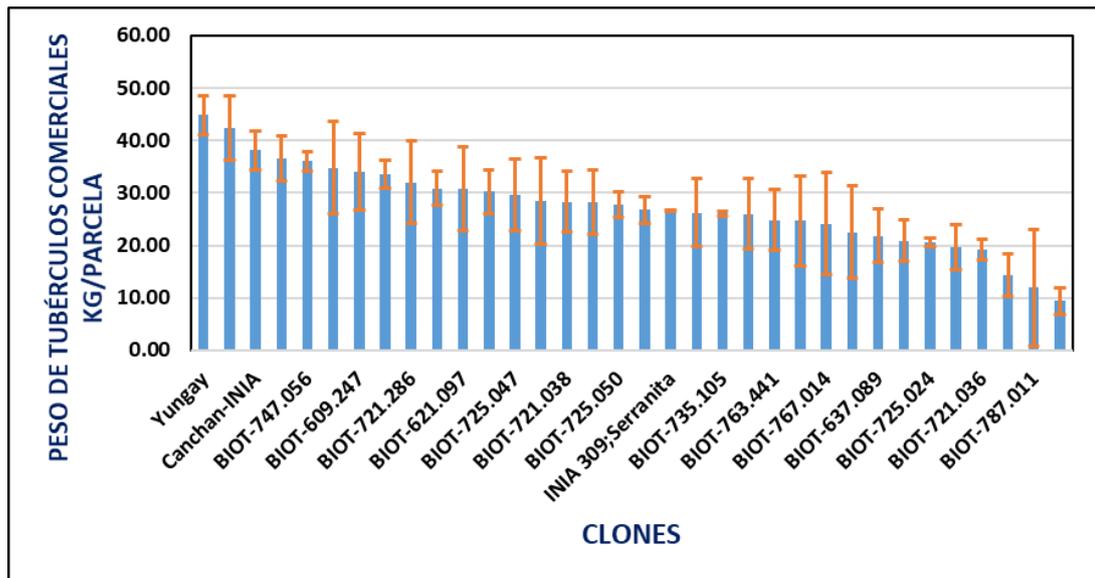
Número institucional	Código de Mejorador	N	Promedio	SD	Agrupación
CIP720064	Yungay	3	44.8	3.7	A
CIP312751.025	BIOT-751.025	3	42.4	6.1	AB
CIP380389.1	Canchan-INIA	3	38.1	3.7	ABC
CIP312764.006	BIOT-764.006	3	36.5	4.3	BCD
CIP312747.056	BIOT-747.056	3	36	1.9	BCDE
CIP312721.163	BIOT-721.163	3	34.8	8.7	BCDEF
CIP312609.247	BIOT-609.247	3	34.1	7.3	CDEFG
CIP312721.245	BIOT-721.245	3	33.6	2.6	CDEFGH
CIP312721.286	BIOT-721.286	3	32	7.8	CDEFGHI
CIP312633.294	BIOT-633.294	3	30.8	3.2	CDEFGHIJ
CIP312621.097	BIOT-621.097	3	30.7	8	CDEFGHIJ
CIP312721.074	BIOT-721.074	3	30.3	4.2	DEFGHIJK
CIP312725.047	BIOT-725.047	3	29.6	6.8	DEFGHIJKL
CIP312682.042	BIOT-682.042	3	28.5	8.2	EFGHIJKLM
CIP312721.038	BIOT-721.038	3	28.3	5.8	EFGHIJKLMN
CIP312507.311	BIOT-507.311	3	28.3	6.2	EFGHIJKLMN
CIP312725.050	BIOT-725.050	3	27.7	2.4	FGHIJKLMN
CIP312686.019	BIOT-686.019	3	26.8	2.5	GHIJKLMNO
CIP391691.96	INIA 309;Serranita	2	26.7	0.1	GHIJKLMNO
CIP312725.067	BIOT-725.067	3	26.2	6.5	HIJKLMNO
CIP312735.105	BIOT-735.105	3	26.1	0.4	HIJKLMNO
CIP312751.021	BIOT-751.021	3	26	6.7	HIJKLMNO
CIP312763.441	BIOT-763.441	3	24.9	5.8	IJKLMNO
CIP312507.312	BIOT-507.312	3	24.7	8.6	IJKLMNO
CIP312767.014	BIOT-767.014	3	24.1	9.7	JKLMNO
CIP312763.051	BIOT-763.051	3	22.6	8.8	KLMNO
CIP312637.089	BIOT-637.089	3	21.8	5.1	LMNOP
CIP312621.069	BIOT-621.069	3	20.9	3.9	MNOP
CIP312725.024	BIOT-725.024	3	20.7	0.8	NOP
CIP312871.043	BIOT-871.043	3	19.7	4.3	OPQ
CIP312721.036	BIOT-721.036	3	19.1	1.9	OPQ
CIP312637.001	BIOT-637.001	3	14.3	4.1	PQR
CIP312787.011	BIOT-787.011	3	12	11.1	QR
Ccompis	Ccompis	3	9.4	2.6	R

*Las medianas con una letra común no son significativamente diferentes ($p < -0.05$)

En la prueba de rangos múltiple de Duncan, se aprecia un grupo estadísticamente superior, formado por 3 clones entre los cuales no existe diferencias significativas entre ellos, los cuales le corresponden a Yungay, BIOT-751.025 y Canchan-INIA, con promedios, 44.8 ± 3.7 , 42.4 ± 6.1 , 38.1 ± 3.7 , kg de tubérculos comerciales por parcela respectivamente;

en segundo grupos encontramos a 3 clones biofortificados, BIOT-764.006, BIOT-747.056, BIOT-721.163 con promedios de 36.5 a 34.8 kg/parcela de tubérculos comerciales, mientras que el tratamiento que obtuvo menor peso de tubérculos comerciales por parcela fue la variedades comerciales Ccompis con promedios de 9.4 ± 2.6 .kg/parcela (Tabla 29 y figura 8).

Figura 8. Peso de tubérculos comerciales kg/parcela



4.3.5. Rendimiento de tubérculos comerciales ajustado t/ha

Los dos factores claves en el cultivo de papa para el rendimiento es: La cantidad de tubérculos por área, tamaño y peso de cada tubérculo. Por lo tanto, es muy importante este componente en la rentabilidad del cultivo de papa.

Para contrastar la confiabilidad de los resultados se utilizó el Test Shapiro-Wilk observando el error de los datos de rendimiento de tubérculos comerciales ajustados t/ha estas se distribuyen con normalidad, con un nivel de significancia es 0.80, (ver anexos 2).

Para la evaluación de rendimiento de tubérculos comerciales ajustado t/ha. Fue calculado mediante el peso de tubérculos comerciales /planta*densidad de planta, sobre 1000. Por tratamiento/repetición, Para determinar diferencias estadísticas significativas entre clones y variedades comerciales testigo, se utilizó un análisis de varianza (ANAVA). Observándose en la Tabla 04 de anexos 04, diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, indicando que varía por su potencial de rendimiento para cada genotipo.

El C.V. para la variable de rendimiento de tubérculos comerciales t/ha. Fue de 13.8 % encontrándose en el rango excelente, indicando que hubo un buen grado de precisión al tomar los datos dentro de este experimento. Mientras que el C.D. es 0.83 indica que se ajusta al modelo aditivo lineal utilizado.

Una prueba Duncan al 0.5% de probabilidades fue realizado con la finalidad de establecer agrupamientos estadísticos entre las medias de los tratamientos, mostrando diferencias altamente significativas para la variable rendimiento de tubérculos comerciales ajustado t/ha., como se muestra en la (Tabla 30 y figura 9).

En el estudio realizado de rendimiento de tubérculos comerciales ajustado t/ha. en promedio de todos los tratamientos fue de 27.65 ± 7.96 . Las variedades comerciales, Yungay, Canchan y INIA 309; Serranita junto con 18 clones biofortificados fueron superiores al promedio general. El máximo valor observado fue de 45.5 t/ha de rendimiento de tubérculos comerciales ajustado correspondiente a la variedad Yungay y el mínimo valor observado fue de 9.0 t/ha de tubérculos comerciales ajustado corresponde a la papa nativa Ccompis.

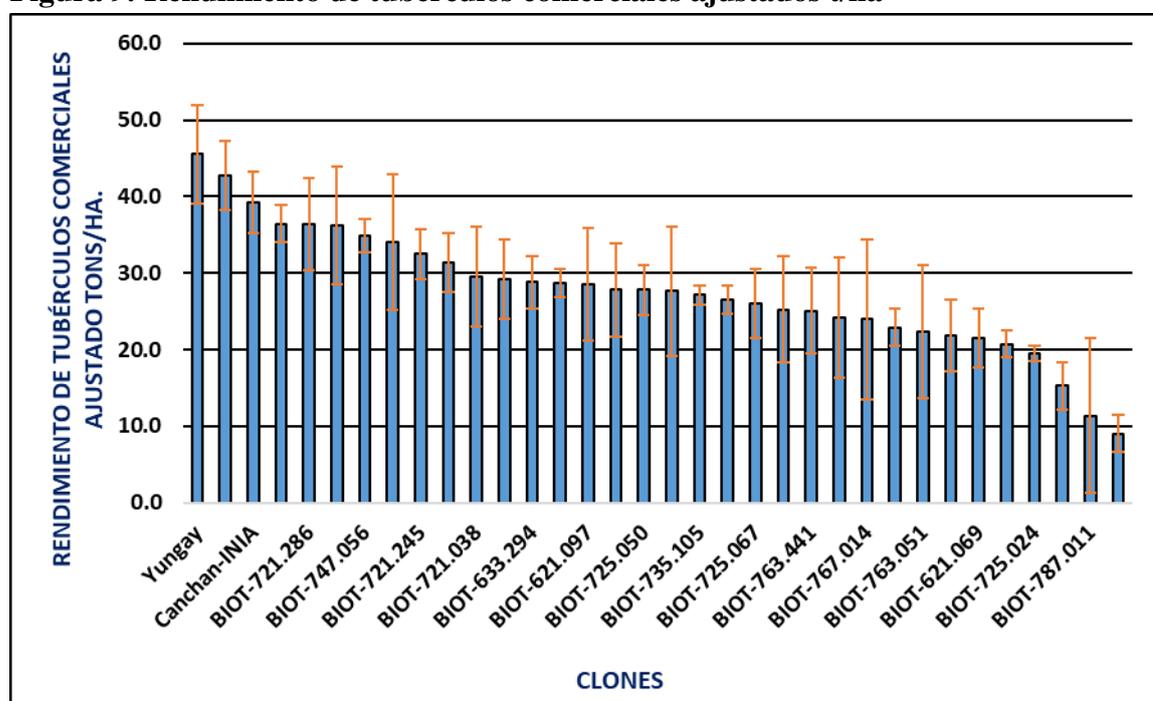
Tabla 30. Comparación de medias entre clones para rendimiento de tubérculos comerciales ajustado t/ha

Número institucional	Código de Mejorador	N	Promedio	SD	Agrupación
CIP720064	Yungay	3	45.5	6.5	A
CIP312751.025	BIOT-751.025	3	42.8	4.5	AB
CIP380389.1	Canchan-INIA	3	39.3	4	ABC
CIP312764.006	BIOT-764.006	3	36.5	2.5	BCD
CIP312721.286	BIOT-721.286	3	36.4	6	BCD
CIP312721.163	BIOT-721.163	3	36.2	7.6	BCD
CIP312747.056	BIOT-747.056	3	34.8	2.2	CDE
CIP312609.247	BIOT-609.247	3	34.1	8.9	CDEF
CIP312721.245	BIOT-721.245	3	32.5	3.3	CDEFG
CIP312721.074	BIOT-721.074	3	31.4	3.9	DEFGH
CIP312721.038	BIOT-721.038	3	29.5	6.6	DEFGHI
CIP312725.047	BIOT-725.047	3	29.2	5.2	DEFGHI
CIP312633.294	BIOT-633.294	3	28.8	3.4	EFGHIJ
CIP391691.96	INIA 309;Serranita	2	28.7	1.9	EFGHIJ
CIP312621.097	BIOT-621.097	3	28.5	7.4	EFGHIJ
CIP312507.311	BIOT-507.311	3	27.8	6.1	EFGHIJK
CIP312725.050	BIOT-725.050	3	27.8	3.3	EFGHIJK
CIP312682.042	BIOT-682.042	3	27.7	8.5	EFGHIJK
CIP312735.105	BIOT-735.105	3	27.1	1.3	FGHIJK
CIP312686.019	BIOT-686.019	3	26.5	1.8	GHIJKL
CIP312725.067	BIOT-725.067	3	26.1	4.5	GHIJKL
CIP312751.021	BIOT-751.021	3	25.2	6.9	HIJKL
CIP312763.441	BIOT-763.441	3	25.1	5.6	HIJKL
CIP312507.312	BIOT-507.312	3	24.2	7.9	HIJKL
CIP312767.014	BIOT-767.014	3	24	10.5	IJKL
CIP312637.089	BIOT-637.089	3	22.9	2.4	IJKL
CIP312763.051	BIOT-763.051	3	22.3	8.6	IJKLM
CIP312721.036	BIOT-721.036	3	21.8	4.7	JKLM
CIP312621.069	BIOT-621.069	3	21.6	3.9	JKLM
CIP312871.043	BIOT-871.043	3	20.7	1.8	KLM
CIP312725.024	BIOT-725.024	3	19.5	1	LM
CIP312637.001	BIOT-637.001	3	15.3	3.1	MN
CIP312787.011	BIOT-787.011	3	11.4	10.1	N
Ccompis	Ccompis	3	9	2.4	N

*Las medianas con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

En la prueba de rangos múltiple de Duncan, se aprecia un grupo estadísticamente superior, formado por dos variedades comerciales juntamente con un clon, entre los cuales no existe diferencias significativas entre ellos, los cuales son Yungay, BIOT-751.025, Canchan-INIA con promedios, 45.5 ± 6.5 , 42.8 ± 4.5 , 39.3 ± 4.0 , t/ha de rendimiento para tubérculos comerciales ajustados respectivamente; en segundo grupos encontramos a 3 clones biofortificados, BIOT-764.006, BIOT-721.286, BIOT-721.163, con promedios de 36.5 a 36.2 t/ha. mientras los tratamientos que obtuvo menor rendimiento de tubérculos comerciales ajustado t/ha, fue el clon BIOT-787.011, juntamente con la variedad comercial Ccompis con promedios de 11.4 ± 10.1 , 9 ± 2.4 , t/ha. (Tabla 30 y figura 9)

Figura 9. Rendimiento de tubérculos comerciales ajustados t/ha



4.3.6. Peso promedio de tubérculos comerciales /g.

Para contrastar la confiabilidad de los resultados se utilizó el Test Shapiro-Wilk observando el error de los datos de peso promedio de tubérculos comerciales, estos se distribuyen con normalidad un nivel de significancia es 0.50 (ver anexos 2).

La evaluación de peso promedio de tubérculos comerciales g. Fue calculado mediante peso de tubérculos comerciales/parcela, entre número de tubérculos comerciales/parcela*1000; para cada tratamiento y repetición. Para determinar diferencias estadísticas significativas entre clones y variedades comerciales testigo, se utilizó un análisis de varianza (ANAVA). Observándose en la tabla 05 de anexos 04, diferencias estadísticas significativas entre

genotipos, indicando varía por su potencial de rendimiento de cada genotipo y/o tratamiento.

El C.V. de peso promedio de tubérculos comerciales fue de 15.4 % encontrándose en el rango de excelente al registrar los datos del experimento. Mientras que el C.D. (R_2) 0.80 reflejando la bondad del ajuste del modelo aditivo lineal utilizado.

Una prueba Duncan al 0.5% de probabilidades fue relazado a con la finalidad de establecer agrupamientos estadísticos entre las medias de los tratamientos, mostrando diferencias altamente significativas para la variable peso promedio de tubérculos comerciales/g, como se muestra en la tabla 31 y figura 10.

En la investigación realizada para peso de los tubérculos comerciales la mediana los tratamientos fue 90.27 ± 21.28 . Las variedades comerciales, Serranita, Yungay y Canchan junto con 14 clones biofortificados fueron superiores al promedio general. El máximo valor observado fue de 142.9 g. por tubérculo comercial correspondiente a la variedad Yungay y el mínimo valor observado fue de 55 g. por tubérculo comercial corresponde al clon BIOT-763.051.

Tabla 31. Comparación de medias entre clones para peso promedio de tubérculos comerciales/g

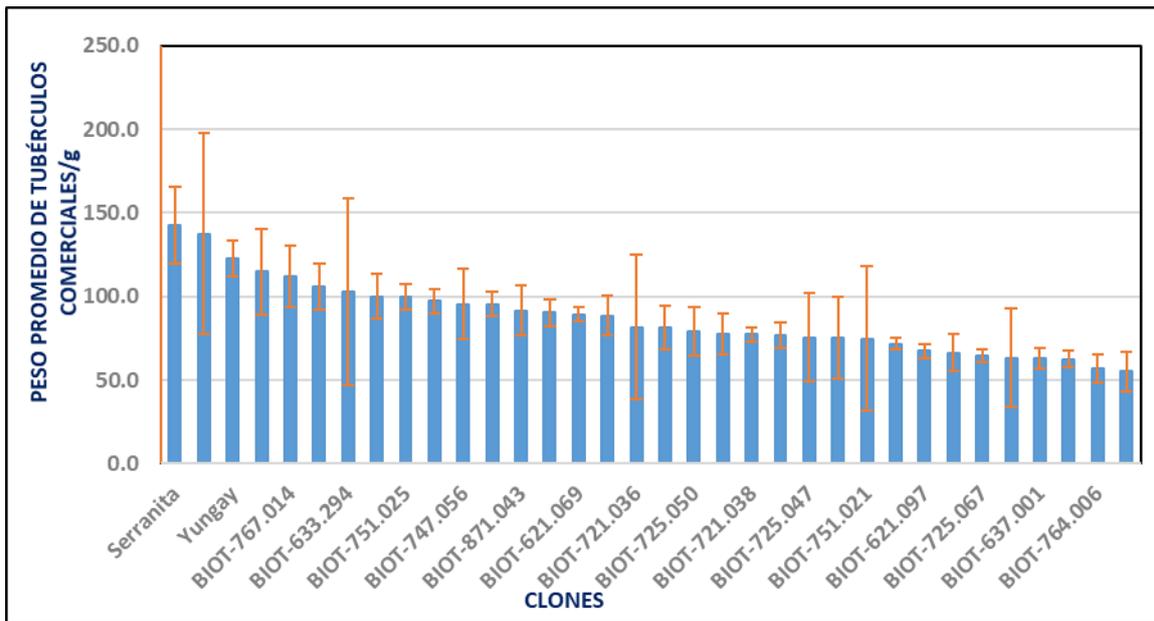
Número institucional	Código de Mejorador	N	Promedio	SD	Agrupación
CIP391691.96	Serranita	3	142.9	23	A
CIP312787.011	BIOT-787.011	3	137.7	60	A
CIP720064	Yungay	3	122.5	10.7	AB
CIP312721.074	BIOT-721.074	3	114.9	25.8	BC
CIP312767.014	BIOT-767.014	3	112.2	18.6	BCD
CIP312507.311	BIOT-507.311	3	105.7	13.7	BCDE
CIP312633.294	BIOT-633.294	3	102.9	55.9	BCDE
CIP380389.1	Canchan-INIA	3	100.2	13.4	CDEF
CIP312751.025	BIOT-751.025	3	99.7	7.6	CDEFG
CIP312609.247	BIOT-609.247	3	97.2	7.3	CDEFGH
CIP312747.056	BIOT-747.056	3	95.5	20.7	CDEFGHI
CIP312721.163	BIOT-721.163	3	95.5	7.4	CDEFGHI
CIP312871.043	BIOT-871.043	3	91.7	14.6	DEFGHIJ
CIP312721.245	BIOT-721.245	3	90.3	7.9	EFGHIJ
CIP312621.069	BIOT-621.069	3	89.3	4.3	EFGHIJ
CIP312721.286	BIOT-721.286	3	88.5	11.8	EFGHIJ
CIP312721.036	BIOT-721.036	3	81.5	43.3	FGHIJK
CIP312682.042	BIOT-682.042	3	81.2	13.1	FGHIJK
CIP312725.050	BIOT-725.050	3	79.2	14.3	GHIJK
CIP312686.019	BIOT-686.019	3	77.8	12.4	HIJK
CIP312721.038	BIOT-721.038	3	77.3	4.3	HIJKL
CIP312637.089	BIOT-637.089	3	77.1	7.7	HIJKL
CIP312725.047	BIOT-725.047	3	75.4	26.4	IJKLM
CIP312725.024	BIOT-725.024	3	75.1	24.6	IJKLM
CIP312751.021	BIOT-751.021	3	74.8	43.1	JKLM
CIP312735.105	BIOT-735.105	3	71.7	3.6	JKLM
CIP312621.097	BIOT-621.097	3	67.3	4.3	KLM
Ccompis	Ccompis	3	66.2	11.2	KLM
CIP312725.067	BIOT-725.067	3	64.4	3.7	KLM
CIP312507.312	BIOT-507.312	3	63.2	29.4	KLM
CIP312637.001	BIOT-637.001	3	63	5.9	KLM
CIP312763.441	BIOT-763.441	3	62.5	5	KLM
CIP312764.006	BIOT-764.006	3	56.8	8.2	LM
CIP312763.051	BIOT-763.051	3	55.1	12	M

*Las medianas con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

En la prueba de rangos múltiple de Duncan, se aprecia un grupo estadísticamente superior, formado por 3 clones entre los cuales no existe diferencias significativas entre ellos, que son Serranita, BIOT-787.011, Yungay, con promedios, 142.9 ± 23.0 , 137.7 ± 55.9 , 122.5

± 10.7 ,g promedio por tubérculo comercial respectivamente; en segundos grupos encontramos a 4 clones biofortificados, BIOT-721.074, BIOT-767.014, BIOT-507.311, BIOT-633.294, con promedios de 114.9 a 100.2 g promedio por tubérculo comercial, mientras que el tratamiento que obtuvo menor peso promedio de tubérculos comerciales fueron los clones biofortificados BIOT-764.006 y BIOT-763.051 con promedio de 56.8 ± 8.2 , 55.1 ± 12.0 g por tubérculo comerciales (Tabla 31 y figura 10).

Figura 10. Peso promedio de tubérculos comerciales/g.



4.3.7. Número total de tubérculos /parcela

Para contrastar la confiabilidad de los resultados se utilizó el Test Shapiro-Wilk observando el error de los datos de número total de tubérculos/parcela, están distribuidos con normalidad, con un nivel de significancia es 0.02 (ver anexos 2).

La evaluación de número total de tubérculos por parcela. Fue calculado mediante la suma del número de tubérculos comerciales + tubérculos no comerciales + tubérculos de descarte; para cada tratamiento y repetición. Para determinar diferencias estadísticas significativas entre clones y variedades comerciales testigo, se utilizó un análisis de varianza (ANAVA). Observándose en la tabla 06 de anexos 04, se observa diferencias estadísticas significativas entre genotipos, indicando que el número total de tubérculos/parcela varía de acuerdo a los tratamientos.

El C.V. Para la variable número total de tubérculos/parcela fue 16.8 % encontrándose en el rango de excelente al registrar los datos del experimento, también el C.D. (R^2) 0.87 reflejando la bondad del ajuste del modelo aditivo lineal utilizado.

Una prueba Duncan al 0.5% de probabilidades fue realizado con la finalidad de establecer agrupamientos estadísticos entre las medias de los tratamientos, mostrando diferencias altamente significativas para la variable número total de tubérculos/parcela, como se muestra en la (Tabla 32 y figura 11).

En la investigación se muestra el número total de tubérculos/parcela en las medias de todos los tratamientos fue de 545.6 ± 184.27 . Las variedades comerciales, Yungay y Canchan junto con 16 clones biofortificados fueron superiores al promedio general. El máximo valor observado fue de 1309.7 tubérculos por parcela correspondiente al clon BIOT-764.006 y el mínimo valor observado fue de 224 tubérculos total por parcela corresponde al clon BIOT-787.011.

Tabla 32. Comparación de medias entre clones para número total de tubérculos/parcela.

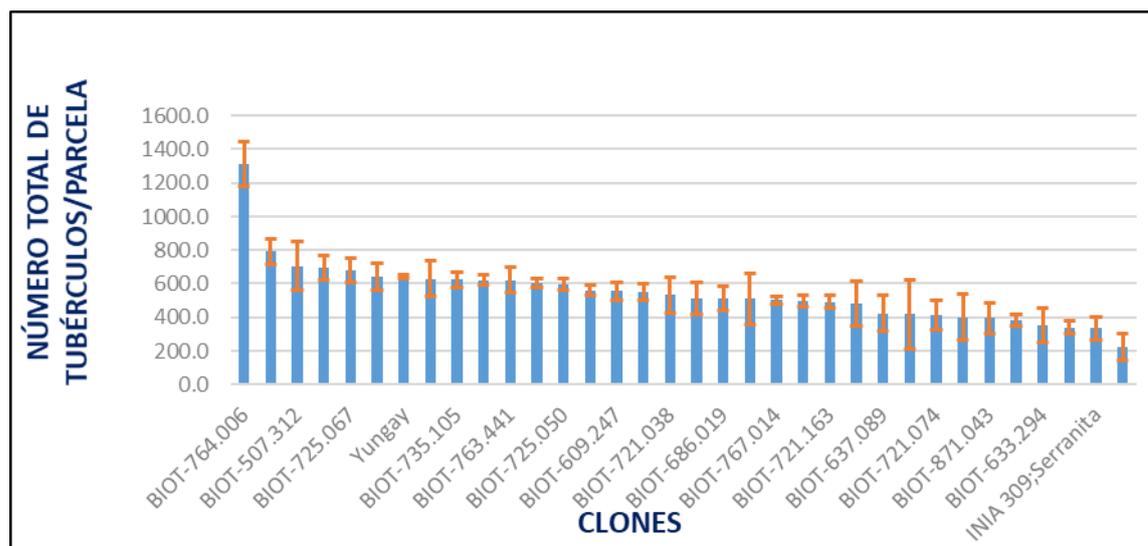
Número institucional	Código de Mejorador	N	Promedio	SD	Agrupación
CIP312764.006	BIOT-764.006	3	1309.7	133	A
CIP312763.051	BIOT-763.051	3	791	73.3	B
CIP312507.312	BIOT-507.312	3	704	143.8	BC
CIP312725.047	BIOT-725.047	3	695	70.1	BC
CIP312725.067	BIOT-725.067	3	680.7	74	BCD
CIP312621.097	BIOT-621.097	3	642	83.3	CDE
CIP720064	Yungay	3	641	13.9	CDEF
CIP312751.021	BIOT-751.021	3	628.3	105	CDEFG
CIP312735.105	BIOT-735.105	3	624.7	47.4	CDEFGH
CIP380389.1	Canchan-INIA	3	621.3	28.1	CDEFGH
CIP312763.441	BIOT-763.441	3	620	76.5	CDEFGHI
CIP312751.025	BIOT-751.025	3	607	26.3	CDEFGHIJ
CIP312725.050	BIOT-725.050	3	596	32.5	CDEFGHIJ
CIP312682.042	BIOT-682.042	3	560.3	31.5	DEFGHIJ
CIP312609.247	BIOT-609.247	3	554.7	50.8	DEFGHIJ
CIP312747.056	BIOT-747.056	3	551.7	51.9	DEFGHIJK
CIP312721.038	BIOT-721.038	3	531.3	106.3	EFGHIJKL
CIP312721.245	BIOT-721.245	3	514.3	94.1	EFGHIJKLM
CIP312686.019	BIOT-686.019	3	512.7	75.7	FGHIJKLMN
CIP312725.024	BIOT-725.024	3	509.7	151.1	GHIJKLMN
CIP312767.014	BIOT-767.014	3	501	26	GHIJKLMN
CIP312507.311	BIOT-507.311	3	498.7	32.3	HIJKLMN
CIP312721.163	BIOT-721.163	3	491.3	37.1	IJKLMN
CIP312721.286	BIOT-721.286	3	482.3	131.1	JKLMNO
CIP312637.089	BIOT-637.089	3	423.7	106.5	KLMNOP
CIP312637.001	BIOT-637.001	3	417	209.2	LMNOP
CIP312721.074	BIOT-721.074	3	413.7	90.5	LMNOP
CIP312721.036	BIOT-721.036	3	399.3	136.7	MNOP
CIP312871.043	BIOT-871.043	3	394.7	91.2	MNOP
CIP312621.069	BIOT-621.069	3	384	32.4	NOP
CIP312633.294	BIOT-633.294	3	354.3	103.4	OP
Ccompis	Ccompis	3	338.7	39.3	PQ
CIP391691.96	INIA 309;Serranita	2	334	67.9	PQ
CIP312787.011	BIOT-787.011	3	224	80.5	Q

*Las medianas con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

En la prueba de rangos múltiple de Duncan, se aprecia un grupo estadísticamente superior, formado por un solo clon, el cual le corresponden a BIOT-764.006 con un promedio de 1309.7 ± 133.0 , tubérculos por parcela respectivamente; en segundo grupo encontramos a

4 clones biofortificados, BIOT-763.051, BIOT-507.312, BIOT-725.047, BIOT-725.067 con promedios 791.0 a 680.7 tubérculos por parcela, mientras que el el genotipo que obtuvo un número más bajo en tubérculos por parcela fue la variedad comercial Serranita ,juntamente con el clon biofortificado BIOT-787.011 con valores promedios de 334.0 ± 67.9 , 224 ± 89.5 respectivamente.(Tabla 34 y figura 11).

Figura 11. Número total de tubérculos por parcela.



4.3.8. Peso total de tubérculos /parcela Kg

Para contrastar la confiabilidad de los resultados, se utilizó el Test Shapiro-Wilk observando el error de los datos de peso total de tubérculos kg*parcela, están distribuidos con normalidad, con un nivel de significancia es 0.20 (ver anexos 2).

La evaluación de peso total de tubérculos por parcela. Fue calculado mediante la suma del peso de tubérculos comerciales + peso de tubérculos no comerciales + peso de tubérculos de descarte.; para cada tratamiento y repetición. Para determinar diferencias estadísticas significativas entre clones y variedades comerciales testigo, se utilizó un análisis de varianza (ANAVA). Observándose en la Tabla 07 de anexos 04, se observar diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, lo que indica que el peso total de tubérculos kg/parcela varía por su potencial de rendimiento de cada genotipo.

El C.V. Fue de 11.0 % para esta variable, mostrando obtuvo buena precisión al momento de registrar los datos en la investigación, el C.D. (R^2) 0.80 reflejando la bondad del ajuste del modelo aditivo lineal utilizado.

Una prueba Duncan al 0.5% de probabilidades fue realizado con la finalidad de establecer agrupamientos estadísticos entre las medias de los tratamientos, mostrando diferencias altamente significativas para la variable peso total de tubérculos kg/parcela, como se muestra en la (Tabla 33 y figura 13).

En la investigación el peso de tubérculo/parcela en las medianas de los tratamientos fue de 34.96 ± 7.96 . Las variedades comerciales, Yungay, Canchan y serranita junto con 16 clones biofortificados fueron superiores al promedio general. El máximo valor observado fue de 58.9 kg del total de tubérculos por parcela correspondiente a la variedad Yungay y el mínimo valor observado fue de 14.0 kg del total de tubérculos por parcela corresponde a la papa nativa Ccompis.

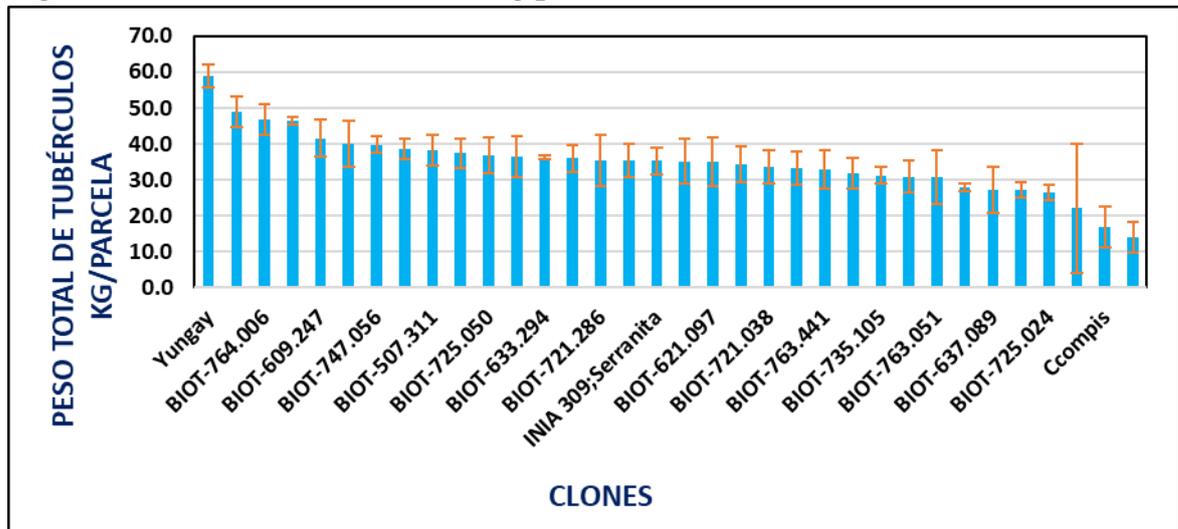
Tabla 33. Comparación de medias entre clones para peso total de tubérculos kg/parcela.

Número institucional	Código de Mejorador	N	Promedio	SD	Agrupación
CIP720064	Yungay	3	58.9	3.1	A
CIP312751.025	BIOT-751.025	3	49	4.3	B
CIP312764.006	BIOT-764.006	3	46.7	4.2	BC
CIP380389.1	Canchan-INIA	3	46.5	1	C
CIP312609.247	BIOT-609.247	3	41.5	5.1	CD
CIP312721.163	BIOT-721.163	3	40	6.3	DE
CIP312747.056	BIOT-747.056	3	39.8	2.2	DEF
CIP312721.245	BIOT-721.245	3	38.6	2.7	DEFG
CIP312507.311	BIOT-507.311	3	38.2	4.3	DEFGH
CIP312721.074	BIOT-721.074	3	37.4	4	DEFGHI
CIP312725.050	BIOT-725.050	3	36.7	5	DEFGHIJ
CIP312725.047	BIOT-725.047	3	36.4	5.8	DEFGHIJK
CIP312633.294	BIOT-633.294	3	36.2	0.6	DEFGHIJKL
CIP312725.067	BIOT-725.067	3	36	3.8	DEFGHIJKL
CIP312721.286	BIOT-721.286	3	35.5	7.1	EFGHIJKL
CIP312682.042	BIOT-682.042	3	35.4	4.6	EFGHIJKL
CIP391691.96	INIA 309;Serranita	2	35.3	3.7	EFGHIJKL
CIP312767.014	BIOT-767.014	3	35.1	6.4	EFGHIJKL
CIP312621.097	BIOT-621.097	3	35	6.8	EFGHIJKL
CIP312507.312	BIOT-507.312	3	34.2	5	FGHIJKL
CIP312721.038	BIOT-721.038	3	33.6	4.7	GHIJKL
CIP312751.021	BIOT-751.021	3	33.3	4.6	GHIJKLM
CIP312763.441	BIOT-763.441	3	32.8	5.2	HIJKLMN
CIP312686.019	BIOT-686.019	3	31.9	4.2	IJKLMNOP
CIP312735.105	BIOT-735.105	3	31.2	2.4	JKLMNO
CIP312871.043	BIOT-871.043	3	30.8	4.6	Klmno
CIP312763.051	BIOT-763.051	3	30.6	7.5	LMNO
CIP312721.036	BIOT-721.036	3	27.9	1	MNO
CIP312637.089	BIOT-637.089	3	27.2	6.4	NOP
CIP312621.069	BIOT-621.069	3	27.1	2.3	OP
CIP312725.024	BIOT-725.024	3	26.4	2	OP
CIP312637.001	BIOT-637.001	3	22.1	18	PQ
Ccompis	Ccompis	3	16.9	5.8	QR
CIP312787.011	BIOT-787.011	3	14	4.3	R

En la prueba de rangos múltiple de Duncan, se aprecia un grupo estadísticamente superior, formado por un clon el cual corresponde a la variedad comercial Yungay con promedio, 58.9 ± 3.1 kg de peso total de tubérculos por parcela ; en segundo grupos encontramos a 2

clones biofortificados BIOT-751.025 y BIOT-764.006 con promedios de 49.0 y 46.7 kg de peso total de tubérculos por parcela respectivamente, mientras que el tratamiento que obtuvo menor peso total de tubérculos kg/parcela, fue la variedad Ccompis juntamente con el clon biofortificado BIOT-787.011 con promedios de 16.9 ± 5.8 , 14.0 ± 4.3 kg de peso total de tubérculos por parcela (Tabla 33 y figura 12).

Figura 12. Peso total de tubérculos kg/parcela



4.3.9. Rendimiento total de tubérculos t/ha

Para contrastar la confiabilidad de los resultados se utilizó el Test Shapiro-Wilk observando el error de los datos de rendimiento total de tubérculos t/ha, estos se distribuidos con normalidad con un nivel de significancia de 0.17 (ver anexos 2).

La evaluación de rendimiento total de tubérculos se realizó de la siguiente manera: Se cosechó las plantas de cada parcela que corresponde a 9.72 m², se contó el número de plantas a cosechar en el área útil de cada parcela, la producción de todas las plantas del área útil de cada parcela se colocaron juntas en un solo lugar. El peso del área de cada parcela y el número de plantas cosechas se transformó en k/ha.

Para determinar diferencias estadísticas significativas entre clones y variedades comerciales testigo, un análisis de varianza (ANAVA) ha sido realizado. Tabla 08 de anexos 04, se observa diferencia estadística altamente significativa entre los genotipos, indicando que el rendimiento total de tubérculos varía por su potencial de rendimiento de cada genotipo.

El C.V. Para la variable rendimiento total de tubérculos t/ha fue de 11.0 % encontrándose en el rango de excelente al registrar los datos del experimento. el coeficiente de determinación(R^2) 0.82 reflejando la bondad del ajuste del modelo aditivo lineal utilizado.

Una prueba Duncan al 0.5% de probabilidades fue realizado con la finalidad de establecer agrupamientos estadísticos entre las medias de los tratamientos, mostrando diferencias altamente significativas para la variable rendimiento total de tubérculos ajustado t/ha, como se muestra en la (Tabla 34).

En la investigación realizada de rendimiento total de tubérculos t/ha en las medianas de los tratamientos fue de 35.3 ± 8.2 . Las variedades comerciales, Yungay, Canchan y INIA 309; Serranita junto con 15 clones biofortificados fueron superiores al promedio general. El máximo valor observado fue de 59.7 t/ha de rendimiento total de tubérculos ajustado correspondiente a la variedad Yungay y el mínimo valor observado fue de 14.0 t/ha de tubérculos ajustado corresponde a la papa nativa Ccompis.

Tabla 34. Comparación de medias entre clones para rendimiento total de tubérculos ajustado t/ha

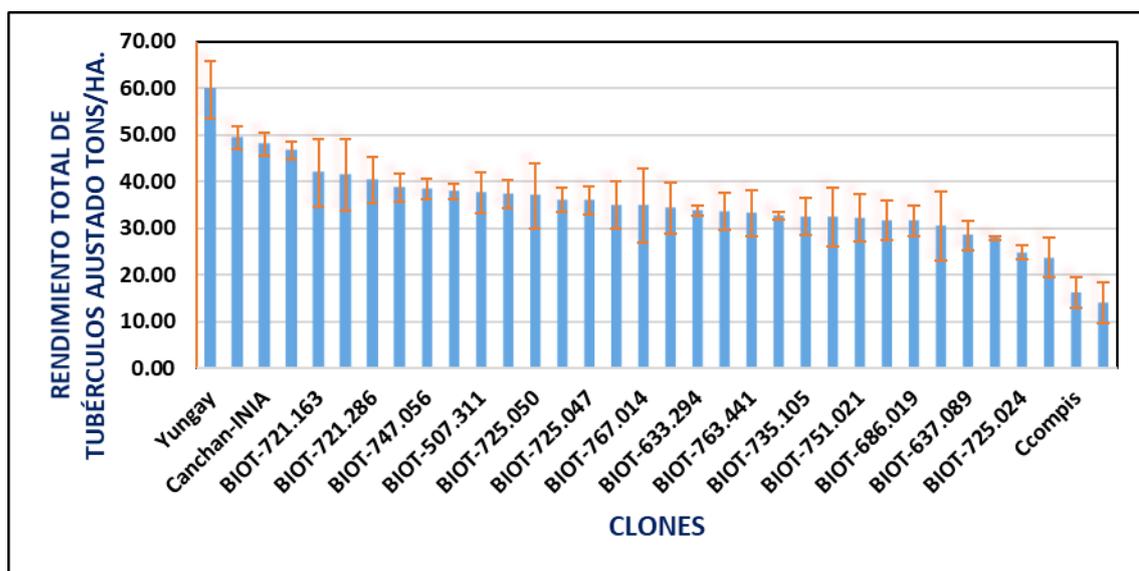
Número institucional	Código de Mejorador	N	Promedio	SD	Agrupación
CIP312751.025	BIOT-751.025	3	49.5	2.4	B
CIP380389.1	Canchan-INIA	3	48	2.6	B
CIP312764.006	BIOT-764.006	3	46.7	1.9	BC
CIP312721.163	BIOT-721.163	3	41.9	7.2	CD
CIP312609.247	BIOT-609.247	3	41.5	7.7	CDE
CIP312721.286	BIOT-721.286	3	40.4	4.9	DEF
CIP312721.074	BIOT-721.074	3	38.7	3	DEFG
CIP312747.056	BIOT-747.056	3	38.5	2.1	DEFG
CIP391691.96	INIA 309;Serranita	2	37.8	1.6	DEFGH
CIP312507.311	BIOT-507.311	3	37.6	4.4	DEFGH
CIP312721.245	BIOT-721.245	3	37.3	3	DEFGHI
CIP312725.050	BIOT-725.050	3	37	6.9	DEFGHI
CIP312725.067	BIOT-725.067	3	36.1	2.7	EFGHIJ
CIP312725.047	BIOT-725.047	3	35.9	2.9	EFGHIJ
CIP312721.038	BIOT-721.038	3	35	5.2	FGHIJ
CIP312767.014	BIOT-767.014	3	34.8	7.9	FGHIJ
CIP312682.042	BIOT-682.042	3	34.3	5.5	GHIJ
CIP312633.294	BIOT-633.294	3	33.8	1	GHIJK
CIP312507.312	BIOT-507.312	3	33.6	4	GHIJKL
CIP312763.441	BIOT-763.441	3	33.2	5	GHIJKL
CIP312871.043	BIOT-871.043	3	32.7	0.7	HIJKL
CIP312735.105	BIOT-735.105	3	32.5	3.9	HIJKL
CIP312621.097	BIOT-621.097	3	32.4	6.3	HIJKL
CIP312751.021	BIOT-751.021	3	32.2	5.1	HIJKL
CIP312721.036	BIOT-721.036	3	31.7	4.4	IJKL
CIP312686.019	BIOT-686.019	3	31.6	3.3	IJKL
CIP312763.051	BIOT-763.051	3	30.4	7.4	JKLM
CIP312637.089	BIOT-637.089	3	28.5	3.2	KLMN
CIP312621.069	BIOT-621.069	3	27.9	0.4	LMN
CIP312725.024	BIOT-725.024	3	24.8	1.6	MN
CIP312637.001	BIOT-637.001	3	23.6	4.3	N
Ccompis	Ccompis	3	16.2	3.3	O
CIP312787.011	BIOT-787.011	3	14	4.3	O

*Las medianas con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

En la prueba de rangos múltiple de Duncan, se aprecia un grupo estadísticamente superior, formado por un clon el cual corresponde a la variedad comercial Yungay con promedio, 59.7 ± 3.1 t/ha de rendimiento total de tubérculos ajustado; en segundo grupo encontramos

a 2 clones biofortificados juntamente con la variedad comercial Canchan-INIA entre los cuales no existe diferencias significativas entre ellos, los cuales le corresponden a BIOT-751.025, BIOT-764.006 y Canchan-INIA con promedios de 49.5 a 46.7 t/ha de rendimiento del total de tubérculos ajustado respectivamente, mientras que el tratamiento que obtuvo menor rendimiento total de tubérculos ajustado t/ha, fue la variedad Ccompis juntamente con el clon biofortificado BIOT-787.011 con promedios de 16.2 ± 5.8 , 14.0 ± 4.3 t/ha de rendimiento del total de tubérculos ajustado (Tabla 34 y figura 13).

Figura 13. Rendimiento total de tubérculos ajustado t/ha.



4.3.10. Peso promedio de tubérculos/g

Para contrastar la confiabilidad de los resultados se utilizó el Test Shapiro-Wilk observando el error de los datos de peso promedio de tubérculos, están distribuidos con normalidad con un nivel de significancia de 0.26 (**ver anexos 2**).

La evaluación de peso promedio de tubérculos g. Fue calculado mediante peso total de tubérculos por parcela, entre número total de tubérculos por parcela*1000; para cada tratamiento y repetición. Para determinar diferencias estadísticas significativas entre clones y variedades comerciales testigo, se utilizó un análisis de varianza (ANOVA). Observándose en la Tabla 09 de anexos 04 se observar diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, indicando que el peso promedio de tubérculos varía por su potencial de rendimiento de cada genotipo.

El C.V. Para la variable peso promedio de tubérculos fue de 12.3 % encontrándose en el rango de excelente al registrar los datos del experimento, el coeficiente de determinación (R^2) 0.71 reflejando la bondad del ajuste del modelo aditivo lineal utilizado.

Una prueba Duncan al 0.5% de probabilidades fue realizado con la finalidad de establecer agrupamientos estadísticos entre las medias de los tratamientos, mostrando diferencias altamente significativas para la variable peso promedio de tubérculos. (Tabla 35 y figura 14).

En la investigación el peso promedio de tubérculos d las medianas de los tratamientos fue de 68.49 ± 17.98 . Las variedades comerciales, Serranita, Yungay y Canchan junto con 14 clones biofortificados fueron superiores al promedio general. El máximo valor observado fue de 109.5 g por tubérculo correspondiente a la variedad Yungay y el mínimo valor observado fue de 35.7 g por tubérculo corresponde al clon BIOT-764.006.

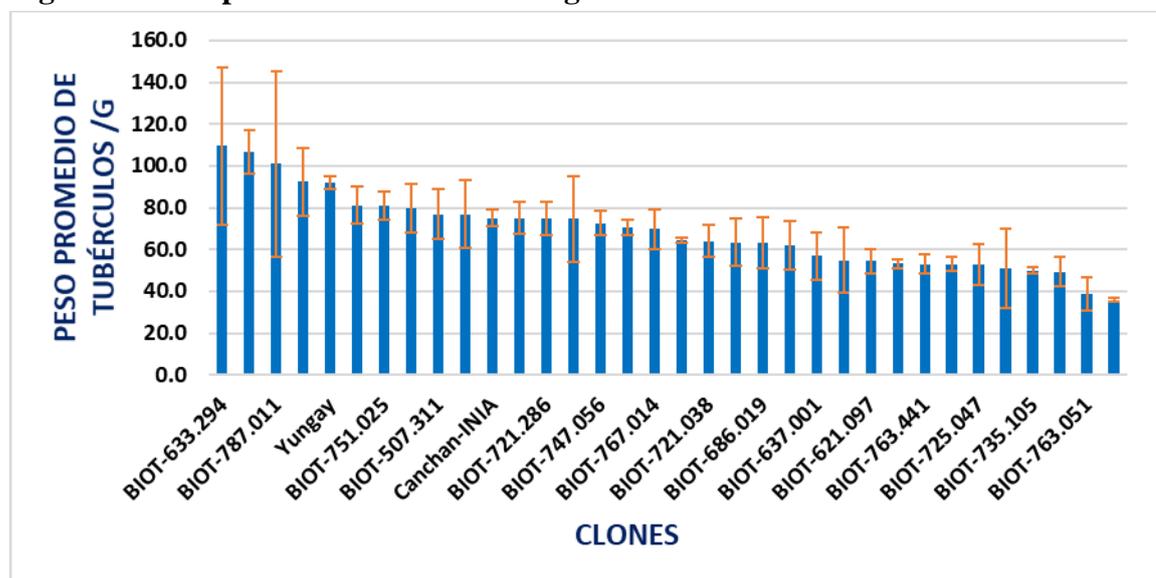
Tabla 35. Comparación de medias entre clones para peso promedio de tubérculos /g.

Número institucional	Código de Mejorador	N	Promedio	SD	Test Tuckey
CIP312633.294	BIOT-633.294	3	109.5	37.5	A
CIP391691.96	INIA 309;Serranita	2	106.7	10.6	AB
CIP312787.011	BIOT-787.011	3	101.1	44.4	AB
CIP312721.074	BIOT-721.074	3	92.4	16.4	ABC
CIP720064	Yungay	3	91.8	3	ABC
CIP312721.163	BIOT-721.163	3	81.2	9.1	ABCD
CIP312751.025	BIOT-751.025	3	80.8	6.8	ABCD
CIP312871.043	BIOT-871.043	3	79.6	11.8	ABCD
CIP312507.311	BIOT-507.311	3	77	11.9	ABCD
CIP312721.245	BIOT-721.245	3	76.9	16.4	ABCD
CIP380389.1	Canchan-INIA	3	75	4.1	ABCD
CIP312609.247	BIOT-609.247	3	75	7.8	ABCD
CIP312721.286	BIOT-721.286	3	74.7	8.2	ABCD
CIP312721.036	BIOT-721.036	3	74.6	20.4	ABCD
CIP312747.056	BIOT-747.056	3	72.5	5.8	ABCD
CIP312621.069	BIOT-621.069	3	70.7	3.6	ABCD
CIP312767.014	BIOT-767.014	3	69.8	9.4	ABCD
CIP312637.089	BIOT-637.089	3	64.4	1.1	ABCD
CIP312721.038	BIOT-721.038	3	64	7.6	ABCD
CIP312682.042	BIOT-682.042	3	63.5	11.1	ABCD
CIP312686.019	BIOT-686.019	3	63	12.3	ABCD
CIP312725.050	BIOT-725.050	3	62	11.8	ABCD
CIP312637.001	BIOT-637.001	3	56.8	11.5	BCD
CIP312725.024	BIOT-725.024	3	54.9	15.7	BCD
CIP312621.097	BIOT-621.097	3	54.5	6	BCD
CIP312751.021	BIOT-751.021	3	53.1	2.2	CD
CIP312763.441	BIOT-763.441	3	53	4.5	CD
CIP312725.067	BIOT-725.067	3	53	3.3	CD
CIP312725.047	BIOT-725.047	3	52.8	9.9	CD
CIP312507.312	BIOT-507.312	3	51	18.8	CD
CIP312735.105	BIOT-735.105	3	49.9	1.6	CD
Ccompis	Ccompis	3	49.4	7.2	CD
CIP312763.051	BIOT-763.051	3	38.6	7.9	D
CIP312764.006	BIOT-764.006	3	35.7	0.8	D

*Las medianas con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

Una prueba de comparación de medias de Tuckey fue realizado a fin de determinar los diferentes grupos estadísticos significativamente diferentes. En la tabla 37. Se observa 4 grupos estadísticos significativamente diferentes, el clon biofortificado BIOT-633.294 mostro un valor promedio de 109.5 ± 37.5 g de peso promedio de tubérculos, el cual es significativamente diferente al resto de genotipos; lo que indica que obtuvo mayor peso promedio de tubérculos, seguido de la variedad comercial Serranita con promedios de 106.7 ± 10.6 respectivamente. Mientras que los clones biofortificados, BIOT-763.051, BIOT-764.006, juntamente con la variedad nativa Ccompis, mostraron un peso promedio de tubérculos más bajos con valores promedio de 38.6 ± 7.9 , 35.7 ± 0.8 , 49.4 ± 7.2 respectivamente (Figura 14)

Figura 14. Peso promedio de tubérculos /g.



4.4. Características evaluadas Postcosecha.

4.4.1. Número de brotes promedio*tubérculo a los 90 y 120 días después de la cosecha (ddc).

La evaluación del número de brotes promedio por tubérculos se realizó bajo condiciones de almacenamiento con luz difusa, por la cual a la cosecha se seleccionaron 10 tubérculos en una malla roja por tratamiento y se almaceno con tres repeticiones bajo un diseño de DBCA. Las evaluaciones se realizaron a los 90 días y 120 días después de la cosecha; las características que se evaluaron fueron las siguientes:

- **Número de brotes promedio/tubérculo a los 90 y 120 ddc.** Para ello primero se enumeró del 1 al 10, luego se contó el número de brotes.
- **Porcentaje de pérdida de peso.** Se determinó por el $PI = \text{Peso Inicial (gr.)}$ $PF = \text{Peso Final (gr.)}$
- **Tipo de Brote.** Los patrones de brotamiento fueron: Dominancia apical (AD), dominancia parcial (PD) y dominancia múltiple (MD).

Para determinar si existen diferencias significativas entre los genotipos, un análisis factorial de genotipos (G34) por días de almacenamiento (DA2) fue realizado. En la Tabla 10 de anexos 04 se puede observar que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre genotipos (G) ($P > 0.001$), diferencias estadísticas altamente significativa ($P > 0.001$) entre días de almacenamiento ddc (DA) y una interacción significativa ($p > 0.01$) para el efecto de interacción GxDA.

El efecto genotípico fue la mayor fuente de variación para la variable en estudio seguido por la variable días de almacenamiento con un 58 % y un 32% de la variación total observada respectivamente. Mientras que la porción más pequeña de variación total observada corresponde a los efectos de interacción GxDA, con un 8.28%.

El C.V. Para la variable Número de brotes promedio*tubérculo a los 90 y 120 días después de la cosecha fue de 21.7 % encontrándose en el rango de excelente al registrar los datos del experimento, el coeficiente de determinación (R^2) 0.87 reflejando la bondad del ajuste del modelo aditivo lineal utilizado.

4.4.2. Número de brotes por tubérculo a los 90 y 120 ddc, porcentaje de pérdida de peso de tubérculos en almacén y determinación de patrón de brotamiento.

La dormancia del tubérculo está definida como la ausencia de crecimiento visible de los brotes (Suttle, 2007). La dormancia total se induce con la tuberización y se prolonga hasta el inicio de la brotación, aunque, comúnmente y para fines prácticos, se utiliza el término dormancia en postcosecha.

El efecto de interacción al ser significativa, para la variable número de brotes por tubérculo, indica que las diferencias entre los niveles del factor Genotipo (G) no son igual en los diferentes niveles del factor días de almacenamiento (AD); por lo tanto, el factor las diferencias ente los niveles del Genotipo depende de los niveles del factor tiempo de

amamantamiento, que interaccionan. Es por ello se realizó un análisis de efectos simples permitiendo identificar que combinaciones de tratamientos son estadísticamente significativos. (Tabla 38).

El resultado que se obtuvo a los 90 ddc. Del número de brotes promedio/tubérculos. con el promedio de los tratamientos fue de 2.40 ± 0.99 . La variedad comercial Canchan junto con 16 clones biofortificados fueron superiores al promedio general. El máximo valor promedio observado fue de 6.5 ± 0.25 brotes por tubérculos correspondiente al clon BIOT-735.105 y el valor mínimo promedio observado fue de $0,3 \pm 0.07$ brotes por tubérculos corresponde al clon BIOT-621.069.

El resultado que se obtuvo a los 120 ddc. Del número de brotes promedio/tubérculos en promedio de los tratamientos fue de 4.14 ± 1.31 . La variedad comercial Canchan junto con 16 clones biofortificados fueron superiores al promedio general. El máximo valor promedio observado fue de 7.3 ± 0.71 brotes por tubérculos correspondiente al clon BIOT-735.105 y el mínimo valor promedio observado fue de $2,1 \pm 0.31$ brotes por tubérculos corresponde al clon BIOT-721.163.

Para determinar el tiempo de dormancia en nuestro estudio se realizaron evaluaciones a los 90 y 120 ddc , teniendo como resultado las variedades comerciales Serranita, Yungay, Canchan , Ccompis juntamente a 24 clones biofortificados BIOT-787.011, BIOT-637.001, BIOT-751.021, BIOT-507.311, BIOT-721.036, BIOT-725.024, BIOT-764.006, BIOT-767.014, BIOT-735.105, BIOT-751.025, BIOT-721.074, , BIOT-507.312, BIOT-621.069, BIOT-721.286, BIOT-747.056, BIOT-763.051, BIOT-609.247, BIOT-721.038, BIOT-721.163, BIOT-725.067, BIOT-763.441, BIOT-637.089BIOT-725.047 y BIOT-725.050 que no muestran diferencias estadísticas significativas en el número promedio de brotes por tubérculo, entre las fechas evaluadas 90 y 120 ddc. Por lo tanto, estos clones biofortificados brotaron un 62 % a los 90 ddc. Por lo tanto, estos clones son de dormancia corta. (Tabla 36).

También se observa 6 clones (BIOT-871.043, BIOT-621.097, BIOT-721.245, BIOT-686.019, BIOT-633.294 y BIOT-682.042) que muestran diferencias estadísticas altamente significativas del número promedio de brotes/tubérculo entre las dos épocas evaluadas (90-120 ddc), indicando que estos genotipos brotaron un 58 % a los 120 ddc. Por lo tanto, estos clones son de dormancia larga. (Tabla 36).

Manrique, K. s/f, Pingle, B. y otros (2009), sostienen que el agua es el principal componente del tubérculo de papa, con más del 75% de su contenido; ésta se pierde por efecto de la respiración.

La fórmula utilizada para determinar el porcentaje de pérdida de agua o peso de los tubérculos semilla en almacén es:

$$\text{Porcentaje de pérdida de peso} = \left[\frac{(PI - PF)}{PI} \right] \% 100.$$

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 no paramétrica de comparación de Friedman al $\alpha < 0.05$ de probabilidad muestra diferencias estadísticas altamente significativas entre los genotipos. (p.F = 0.01)

Media general del experimento fue de 18.6 % +7.5 de pérdida de peso, el valor mínimo observado fue de 0.9 % + de pérdida de peso por tubérculos, corresponde al clon biofortificado BIOT-682.042 y el valor máximo observado fue de 40.8 %+ de pérdida de peso por tubérculos correspondiente al clon biofortificado BIOT-787.011.

Los clones que estuvieron por debajo del valor promedio general (18.6 % +7.5) del porcentaje de pérdida de peso por tubérculos en almacén, fue la variedad comercial Canchan con valor promedio de 9.1%, junto con 15 clones biofortificado, BIOT-682.042, BIOT-725.050, BIOT-725.047, BIOT-637.089, BIOT-721.038, BIOT-721.163, BIOT-633.294, BIOT-609.247, BIOT-725.067, BIOT-763.441, BIOT-507.312, BIOT-621.069, BIOT-747.056, BIOT-763.051, con valores promedios 0.9%, 2.3%, 3.0%, 6.3%, 6.3%, 6.6%, 7.2%, 7.4%, 10.2%, 11.9%, 13.5%, 15.2%, 15.3%, 17.8% de pérdida de peso.

En cuanto a los clones que estuvieron sobre el promedio general (18.6 % +7.5) del porcentaje de pérdida de peso por tubérculos en almacén, fue la variedad comercial Serranita, Yungay y Ccompis con valor promedio 34.6%, 24.8% y 22.4% junto con 15 clones biofortificados BIOT-787.011, BIOT-725.024, BIOT-637.001, BIOT-507.311, BIOT-751.021, BIOT-764.006, BIOT-871.043, BIOT-767.014, BIOT-721.074, BIOT-735.105, BIOT-721.036, BIOT-621.097, BIOT-751.025, BIOT-721.286, BIOT-686.019, BIOT-721.245, con promedio de 40.8%, 34.6%, 31.7%, 30.2%, 29.8%, 29.4%, 28.5%, 26.2%, 25.5%, 25.2%, 24.8%, 22.8%, 22.8%, 22.4%, 22.0%, 21.7%, 21.3%, 20.1%, 18.9% de pérdida de peso; por lo tanto se puede decir que clones tuvieron una mayor tasa de deshidratación.

Para el patrón de brotamiento, las evaluaciones se dieron a los 120 ddc. Teniendo en cuenta que se puede encontrar hasta tres tipos de dominancia de brotes. (Figura 15).



Figura 15. Evaluación de patrones de brotamiento.

Los tubérculos semilla que mostraron dominancia apical fueron: La variedad comercial Serranita juntamente con 8 clones biofortificados, BIOT-633.294, BIOT-751.021, BIOT-764.006, BIOT-763.051, BIOT-721.036, BIOT-767.014, BIOT-751.025 y BIOT-621.069. (Tabla 36).

Con dominancia parcial tenemos a la variedad testigo Yungay, Ccompis, junto a 14 clones biofortificados, BIOT-787.011, BIOT-725.024, BIOT-637.001, BIOT-507.311, BIOT-871.043, BIOT-721.074, BIOT-735.105, BIOT-621.097, BIOT-721.245, BIOT-747.056, BIOT-763.441, BIOT-725.067, BIOT-721.163, BIOT-725.050, (Tabla 49) Presentaron también tubérculo semilla con dominancia múltiple, la variedad comercial Canchan junto a 8 clones biofortificados, BIOT-721.286, BIOT-686.019, BIOT-721.038, BIOT-682.042, BIOT-637.089, BIOT-725.047, BIOT-507.312 y BIOT-609.247, (Tabla 36)

Tabla 36. Prueba de significación de porcentaje de pérdida de peso de tubérculos en almacén.

Código de Mejorador	N	Número de brotes/tubérculo						Porcentaje de pérdida de peso			Patrón de brotamie nto*
		90 DDC		120 DDC		Efectos Simples Pr > F	Tipo de Dormanci a	Mean	Sd	Grupos estadísticos	
		Mea n	sd	Mea n	sd						
BIOT-787.011	3	1.3 ^a	0	2.5 ^a	1	Ns	Corta	40.8	23.0	A	P
Serranita	3	2.1 ^a	1	3.4 ^a	0	Ns	Corta	34.6	17.9	A	A
BIOT-637.001	3	3.4 ^a	1	4.9 ^a	1	Ns	Corta	30.2	24.8	AB	P
BIOT-751.021	3	2.6 ^a	0	3.0 ^a	1	Ns	Corta	29.4	21.0	ABC	A
BIOT-507.311	3	1.8 ^a	1	3 ^a	1	Ns	Corta	29.8	24.3	ABCD	P
BIOT-721.036	3	2.6 ^a	1	2.9 ^a	1	Ns	Corta	22.8	6.9	ABCD	A
BIOT-725.024	3	3.2 ^a	1	5.5 ^a	2	Ns	Corta	31.7	26.6	ABCD	P
BIOT-764.006	3	2.4 ^a	0	3.9 ^a	1	Ns	Corta	28.5	19.2	ABCD	A
BIOT-767.014	3	1.2 ^a	0	2.7 ^a	1	Ns	Corta	25.5	15.5	ABCD	A
BIOT-871.043	3	0.8 ^a	0	5.3 ^b	1	***	Larga	26.2	16.1	ABCD	P
Ccompis	3	1.9 ^a	0	2.4 ^a	0	Ns	Corta	22.4	12.9	ABCD	P
BIOT-735.105	3	6.5 ^a	0	7.3 ^a	1	Ns	Corta	22.8	16.1	ABCDE	P
BIOT-751.025	3	1.7 ^a	0	2.3 ^a	1	Ns	Corta	21.7	7.7	ABCDE	A
BIOT-621.097	3	2.2 ^a	0	5.3 ^b	1	***	Larga	22	24.4	ABCDEF	P
BIOT-721.074	3	2.7 ^a	1	3.6 ^a	0	Ns	Corta	25.2	21.9	ABCDEF	P
Yungay	3	1.4 ^a	0	3.1 ^a	0	Ns	Corta	24.8	26.3	ABCDEF	P
BIOT-507.312	3	2.6 ^a	1	3.6 ^a	1	Ns	Corta	13.5	11.7	ABCDEFG	M
BIOT-621.069	3	0.4 ^a	0	2.3 ^a	1	Ns	Corta	15.2	13.1	ABCDEFG	A
BIOT-686.019	3	2.3 ^a	1	5.5 ^b	1	***	Larga	20.1	18.6	ABCDEFG	M
BIOT-721.245	3	2.9 ^a	0	5.4 ^b	1	***	Larga	18.9	24.1	ABCDEFG	P
BIOT-721.286	3	4.1 ^a	1	6.3 ^a	1	Ns	Corta	21.3	22.9	ABCDEFG	M
BIOT-747.056	3	1.9 ^a	1	4.2 ^a	0	Ns	Corta	15.3	15.8	ABCDEFG	P
BIOT-763.051	3	2.1 ^a	0	3.1 ^a	0	Ns	Corta	17.8	10.7	ABCDEFG	A
BIOT-609.247	3	2.2 ^a	0	3.5 ^a	1	Ns	Corta	7.4	5.4	BCDEFG	M
BIOT-721.038	3	4.3 ^a	1	5.5 ^a	1	Ns	Corta	6.3	9.2	BCDEFG	M
BIOT-721.163	3	0.7 ^a	0	2.1 ^a	0	Ns	Corta	6.6	5.2	BCDEFG	P
BIOT-725.067	3	3.2 ^a	1	4.1 ^a	1	Ns	Corta	10.2	15.1	BCDEFG	P
BIOT-763.441	3	2.5 ^a	0	4.6 ^a	1	Ns	Corta	11.9	19.6	BCDEFG	P
Canchan-INIA	3	2.5 ^a	1	4.4 ^a	0	Ns	Corta	9.1	7.7	BCDEFG	M
BIOT-637.089	3	2.9 ^a	1	5.1 ^a	2	Ns	Corta	6.3	7.3	CDEFG	M
BIOT-633.294	3	2.7 ^a	0	5.5 ^b	1	***	Larga	7.2	7.1	DEFG	A
BIOT-725.047	3	3.9 ^a	0	5.1 ^a	1	Ns	Corta	3	5.3	EFG	M
BIOT-725.050	3	1.5 ^a	0	3.2 ^a	1	Ns	Corta	2.3	3.5	FG	P
BIOT-682.042	3	2.9 ^a	1	5.4 ^b	1	***	Larga	0.9	1.0	G	M

*** . * significativo al 1 y 5 %, respectivamente - M=Dominancia múltiple; A= Dominancia Apical; P=Dominancia Parcial

En la figura 16, se muestra en el eje vertical al número promedio de brotes por tubérculos, paralelo a este eje se encuentra el porcentaje de pérdida de peso y el eje horizontal se observa a los genotipos.

Para una mejor interpretación de los resultados se ha clasificado de los clones por el tipo de dominancia que mostraron

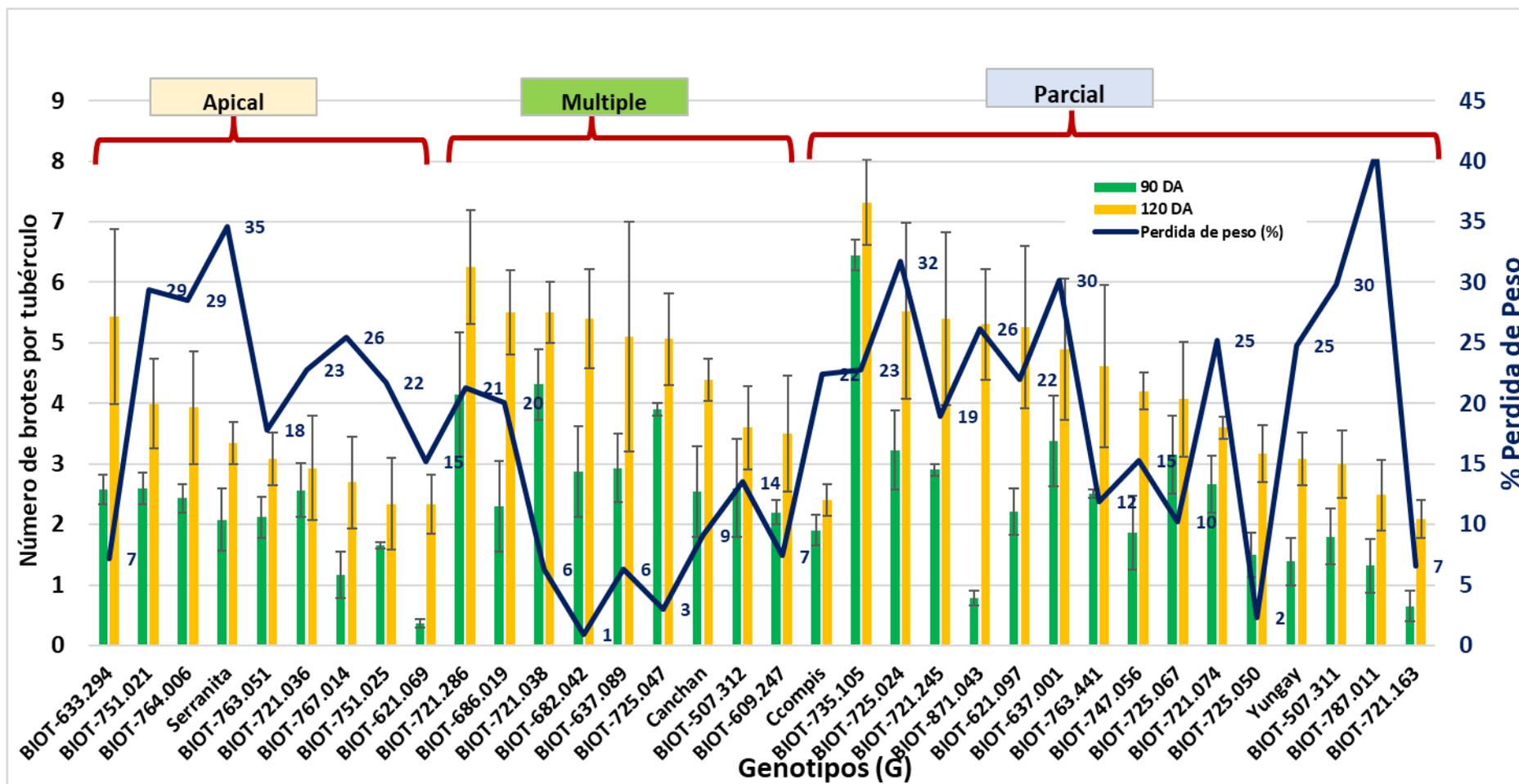
Dentro del grupo con dominancia apical podemos destacar al clon biofortificado BIOT-633.294 que mostro diferencias estadísticas altamente significativas entre los diferentes días de almacenamiento (DA), es decir entre los 90 y 120 ddc, alcanzando su mayor número promedio de brotes por tubérculo a los 120 ddc con $5.4+1.4$ b/t por lo que se ha considerado de dormancia larga, mostrando una tasa menor de deshidratación de $7.2\% +7.1$ bajo las condiciones de almacenamiento de luz difusa. También, dentro de este grupo de dominancia apical se encuentra la variedad comercial Serranita, que no mostro diferencias estadísticas significativas entre diferentes días de almacenamiento (DA), es decir el número promedio de brotes por tubérculo no mostro diferencias a los 90 y 120 ddc con un valor de $3.4 + 0.4$, por lo que se ha considerado como de dormancia corta, mostrando un porcentaje de pérdida de peso de $34.6\% + 17.9$ bajo las mismas condiciones de almacenamiento.

Para el grupo con dominancia múltiple podemos destacar al clon biofortificado BIOT-686.019, BIOT-682.042 que mostraron diferencias estadísticas altamente significativas entre los diferentes días de almacenamiento (DA), es decir entre los 90 y 120 ddc, alcanzando su mayor número promedio de brotes por tubérculo a los 120 ddc con $5.5 + 0.7, 5.4 + 0.8$ b/t por lo que se ha considerado de dormancia larga, mostrando una tasa de deshidratación de $20.1\% + 18.6$ bajo las condiciones de almacenamiento de luz difusa. También se observó al clon biofortificado BIOT-721.286 con relación a los demás clones que están dentro de este grupo fue quien tuvo mayor número promedio de b/t $6.3 + 0.9$, pero un mayor % de deshidratación de $21.3 + 22.9$; existe también un grupo de clones BIOT-721.038, BIOT-682.042, BIOT-637.089, BIOT-725.047 que tienen un promedio de número de brotes por tubérculo que van desde $5.1 + 0.8$ a $5.5 + 0.5$. con una tasa de deshidratación de 4.1% , a estos se les atribuyo clones con dormancia corta. Mientras tanto se observó a la variedad comercial Canchan, que no mostro diferencias estadísticas significativas entre diferentes días de almacenamiento (DA), es decir el número promedio de brotes por tubérculo no mostro diferencias a los 90 y 120 ddc con un valor de $4.4 + 0.3$,

por lo que se ha considerado como de dormancia corta, mostrando un porcentaje de pérdida de peso de $9.1\% + 7.7$, bajo las mismas condiciones de almacenamiento. (Figura 16)

Dentro del grupo dominancia parcial podemos observar al clon biofortificado : BIOT-735.105 quien fue superior al número promedio de brotes por tubérculo, tanto en dominancia apical como en dominancia múltiple, alcanzado un valor promedio de $7.3 + 0.7$ b/t. a la que presento dormancia corta y una deshidratación de 22.8% . Por otra parte dentro del grupo de dominancia parcial, los clones biofortificados que mostraron diferencias estadísticas altamente significativas entre los diferentes días de almacenamiento (DA), es decir entre los 90 y 120 ddc, BIOT-721.245, BIOT-871.043, BIOT-621.097 alcanzando su mayor número promedio de brotes por tubérculo a los 120 ddc con $5.4 + 1.4$, $5.3 + 0.9$, 0.7 , $5.3 + 1.3$ b/t por lo que se ha considerado de dormancia larga, mostrando una tasa de deshidratación de 18.9% , 26.2% , 22.1% bajo las condiciones de almacenamiento de luz difusa. También se observó a la variedad comercial Yungay y Ccompis, que no mostraron diferencias estadísticas significativas entre diferentes días de almacenamiento (DA), es decir el número promedio de brotes por tubérculo no mostro diferencias a los 90 y 120 ddc con un valor de $3.1 + 0.4$, $2.4 + 0.3$ por lo que se ha considerado como de dormancia corta, mostrando un porcentaje de pérdida de peso de $24.8\% + 22.3$, $26.3\% + 12.9$, bajo las mismas condiciones de almacenamiento. (Figura 16)

Figura 16. Número promedio de brotes por tubérculos a los 90 y 120 ddc, pérdida de peso y patrón de brotamiento



4.5. Características evaluadas en laboratorio.

4.5.1. Parámetros de calidad de la papa: Porcentaje de materia seca (DM), contenido de azúcares y color de hojuela.

Los análisis para la determinación del porcentaje de materia seca en los tubérculos se realizaron en laboratorio de procesamiento del CIP. Para determinar diferencias estadísticas significativas entre clones y variedades comerciales testigo, se utilizó un análisis de varianza (ANAVA). Observándose en la Tabla 11 de anexos 04, se observan diferencias estadísticas altamente significativas entre genotipos, indicando que el porcentaje de materia seca varía de acuerdo a las características genotípicas. Y en lo que corresponde al contenido de azúcar se puede observar que existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, lo que indica que el porcentaje de azúcar en los tratamientos varían de acuerdo a las características genotípicas.

Para contrastar la confiabilidad de los resultados se utilizó el Test Shapiro-Wilk observando el error de los datos de porcentaje de materia seca y de azúcar, están distribuidas con normalidad, en nivel de significancia de 0.99 y 0.000g. (ver anexos 2).

El coeficiente de variación observado para estas variables % de materia seca fue de 7.1 % encontrándose en el rango de excelente al registrar los datos del experimento, mientras que para el contenido de azúcar el coeficiente de variación fue de 45.4 % indicando un menor grado de precisión. Esto se debe a que las muestras para la determinación de azúcar se tomaron solo de la parte basal de tubérculo para este experimento. Cuando la metodología recomendaba tomar muestras de las tres partes del tubérculo: parte apical, parte central y basal del tubérculo.

Por otro lado, el coeficiente de determinación fue de 0.72 y 0.79 para el porcentaje de materia seca y determinación de azúcar respectivamente, lo que indica que ambas variables se ajustan al modelo aditivo lineal utilizado.

En la Tabla 37 se observa que el porcentaje de materia seca en promedio de todos los tratamientos fue de 23.0 ± 1.64 . La variedad comercial, Canchan junto con 18 clones biofortificados fueron superiores a este promedio general. El máximo valor observado fue de 26.7% de materia seca correspondiente al clon BIOT-633.294 y el mínimo valor observado fue de 18.8 % de materia seca correspondiente al clon BIOT-725.050. Una prueba Duncan al 0.5% de probabilidades fue rechazado a con la finalidad de establecer

agrupamientos estadísticos entre las medias de los tratamientos, mostrando diferencias altamente significativas para la variable % de materia seca (Tabla 37).

El contenido de azúcar (%) en promedio de todos los genotipos fue de 0.04 ± 0.46 . Las variedades comerciales, Yungay junto con 9 clones biofortificados fueron superiores al promedio general. El máximo valor observado fue de $0.29\% \pm 0.2$ de azúcar correspondiente al clon BIOT-787.011 y el mínimo valor observado fue de $0.01\% \pm 0.0$ de azúcar correspondiente al clon BIOT-871.043. Una prueba Duncan al 0.5% de probabilidades fue realizado con la finalidad de establecer agrupamientos estadísticos entre las medias de los tratamientos, mostrando diferencias altamente significativas para la variable porcentaje de azúcar (Tabla 37).

También se realizó una prueba no paramétrica de comparación de Friedman al $\alpha < 0.05$ de probabilidad para la variable color de hojuelas (chip), que muestra diferencias estadísticas altamente significativas entre los genotipos. (p.F = 0.00) (Tabla 37).

Los clones que mostraron grado 1 de fritura son los clones biofortificados BIOT-686.019, BIOT-633.294, BIOT-721.163, BIOT-751.021 (Figura 17); Con grado 2 los clones biofortificados BIOT-621.069, BIOT-621.097, BIOT-637.001, BIOT-637.089, BIOT-682.042, BIOT-721.036, BIOT-721.074, BIOT-721.286, BIOT-725.024, BIOT-725.050, BIOT-725.067, BIOT-747.056, BIOT-751.025, BIOT-767.014, BIOT-871.043 (Figura 18); Con grado 3 se encuentra a las variedades comerciales Canchan-INIA, Ccompis, INIA 309; Serranita junto a 11 clones biofortificado BIOT-507.311, BIOT-507.312, BIOT-609.247, BIOT-721.038, BIOT-721.245, BIOT-725.047, BIOT-735.105, BIOT-763.051, BIOT-763.441, BIOT-764.006, BIOT-787.011 (Figura 19) y con grado 4 encontramos a la variedad comercial Yungay (Figura 20).

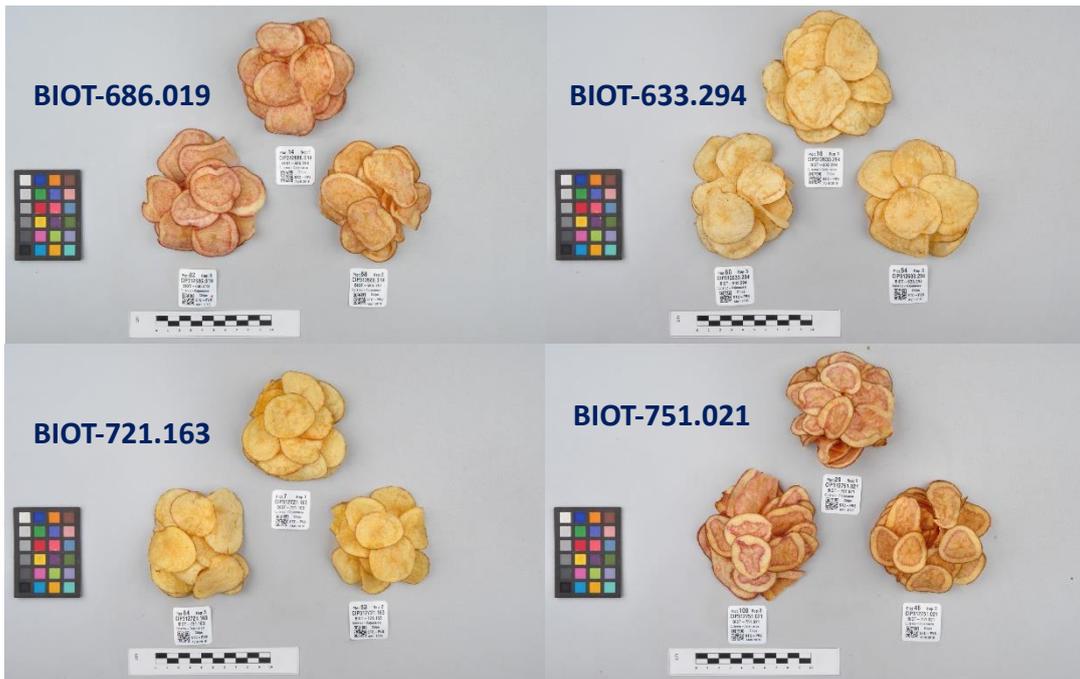


Figura 17. Comportamiento de papa para hojuelas fritas grado 1.

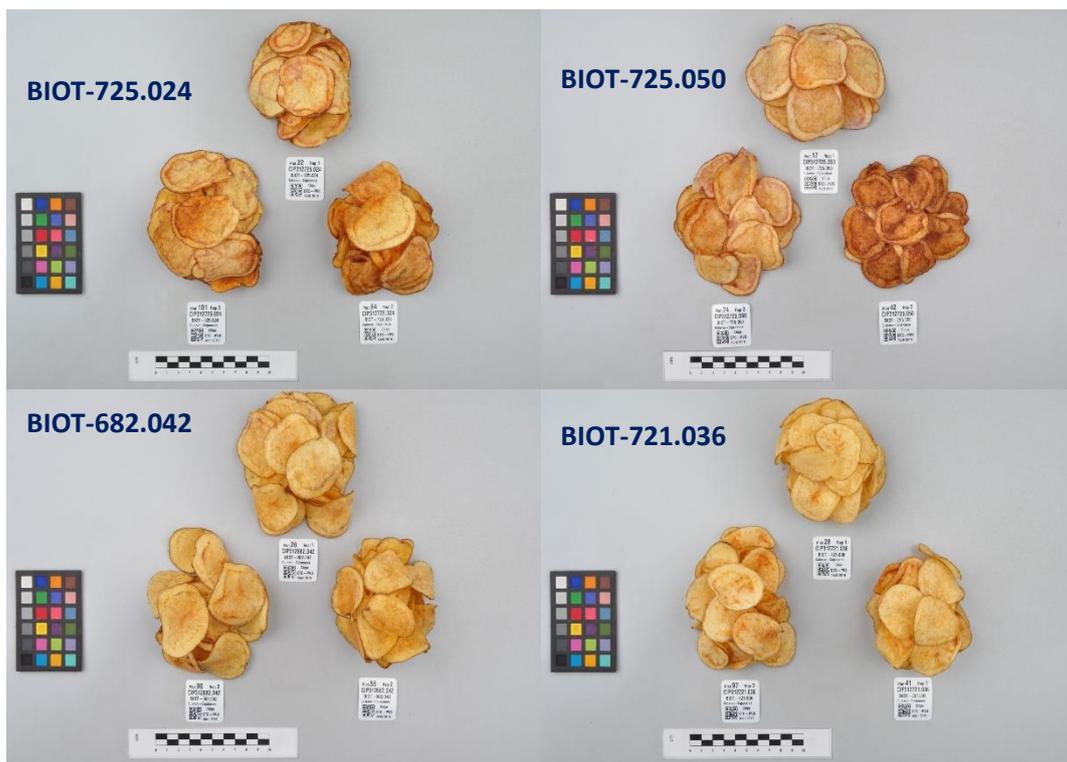


Figura 18. Comportamiento de papa para hojuelas fritas grado 2.

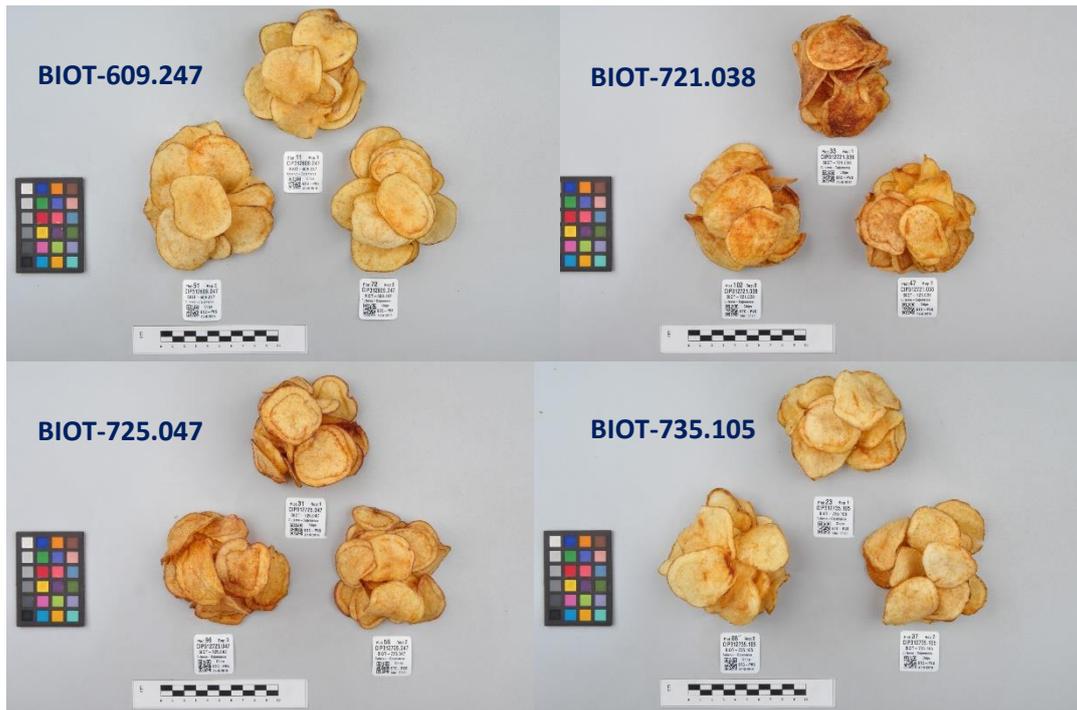


Figura 19. Comportamiento de papa para hojuelas fritas grado 3.



Figura 20. Comportamiento de papa para hojuelas fritas grado 4.

Tabla 37. Comparación y significación del porcentaje de materia seca, contenido de azúcar y color de hojuela.

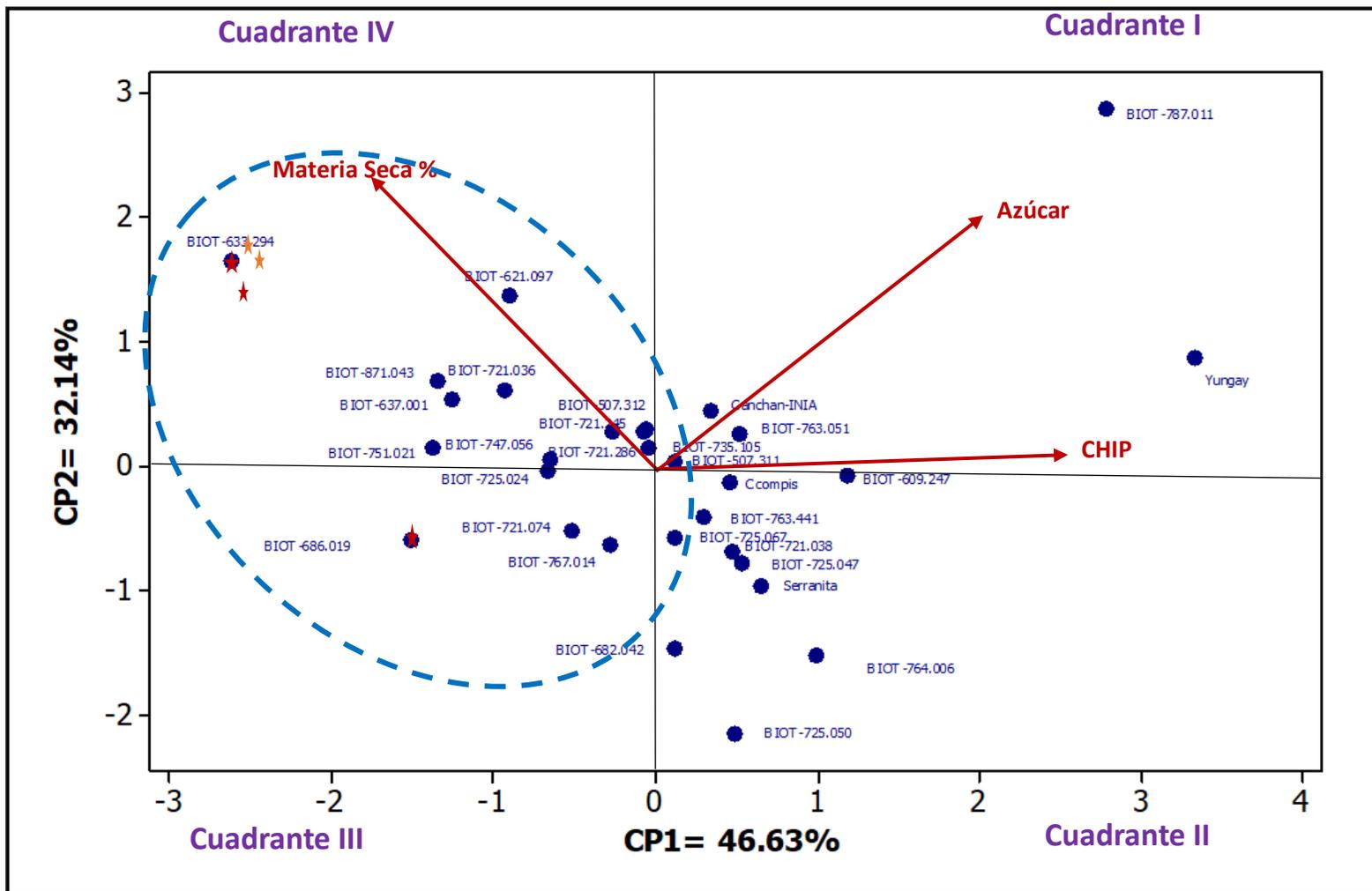
Código de Mejorador	N	Materia seca			Color de hojuelas (Chips)			% Contenido de Azúcar		
		Promedio	SD	Grupo Estadístico Duncan	Mediana	Suma de Rangos	Grupos estadísticos Friedman	Promedio	SD	Waller-Duncan
BIOT-686.019	3	22.3	1.7	FGHIJK	1	19	EF	0.01	*	D
BIOT-507.311	3	23.4	1	BCDEFGHI	3	69	BC	0.01	0.0	D
BIOT-507.312	3	24	1	BCDEFG	3	67	BC	0.01	0.0	D
BIOT-609.247	3	21.7	1.6	HIJK	3	81	AB	0.08	0.0	BC
BIOT-621.069	3	24	2.5	BCDEFG	2	40	CDE	--	--	--
BIOT-621.097	3	25.2	0.3	ABC	2	30	DEF	0.06	0.1	CD
BIOT-633.294	3	26.7	2	A	1	10	F	0.03	*	CD
BIOT-637.001	3	24.7	1.3	ABCDE	2	30	DEF	0.01	0.0	D
BIOT-637.089	3	24.1	3.1	BCDEFG	2	29	DEF	--	--	--
BIOT-682.042	3	20.2	0.6	KL	2	54	BCD	0.02	0.0	CD
BIOT-721.036	3	24.3	0.5	BCDEF	2	54	BCD	0.03	0.0	CD
BIOT-721.038	3	22	1.8	GHIJK	3	81	AB	0.01	0.0	D
BIOT-721.074	3	22.3	0.6	FGHIJK	2	29	DEF	0.01	0.0	D
BIOT-721.163	3	25.3	1.3	AB	1	10	F	--	--	--
BIOT-721.245	3	24	1.1	BCDEFG	3	67	BC	0.01	0.0	D
BIOT-721.286	3	22.9	2	DEFGHIJ	2	53	BCD	0.06	0.0	CD
BIOT-725.024	3	23.1	0.7	CDEFGHIJ	2	55	BCD	0.02	0.0	CD
BIOT-725.047	3	21.8	2.1	HIJK	3	81	AB	0.01	0.0	D
BIOT-725.050	3	18.8	0.2	L	2	55	BCD	0.01	0.0	D
BIOT-725.067	3	21.3	0.7	IJK	2	29	DEF	0.05	0.0	CD
BIOT-735.105	3	23.8	0.4	BCDEFGH	3	81	AB	0.01	0.0	D
BIOT-747.056	3	23.2	1.4	BCDEFGHIJ	2	40	CDE	0.03	0.0	CD
BIOT-751.021	3	23	0.7	DEFGHIJ	1	20	EF	0.05	0.0	CD
BIOT-751.025	3	24.1	0.9	BCDEFG	2	29	DEF	--	--	--
BIOT-763.051	3	23.1	1.2	CDEFGHIJ	3	69	BC	0.05	0.1	CD
BIOT-763.441	3	22.6	0.9	FGHIJ	3	67	BC	0.01	0.0	D
BIOT-764.006	3	20.2	0.7	KL	3	81	AB	0.01	0.0	D
BIOT-767.014	3	21.8	0.8	HIJK	2	40	CDE	0.02	*	CD
BIOT-787.011	3	23	4.1	DEFGHIJ	3	67	BC	0.29	0.2	A
BIOT-871.043	3	25	0.8	ABCD	2	40	CDE	0.01	0.0	D
Canchan-INIA	3	23.6	1.1	BCDEFGH	3	69	BC	0.04	0.0	CD
Ccompis	3	22.7	0.9	EFGHIJ	3	75	AB	0.03	*	CD
INIA 309;Serranita	2	21.4	0.7	IJK	3	69	BC	0.01	0.0	D
Yungay	3	21.1	1.5	JK	4	102	A	0.19	0.1	AB

Un análisis de componentes principales (ACP) fue utilizado para analizar los datos obtenido de las evaluaciones de parámetros de calidad de la papa: Porcentaje de materia seca (DM), Contenido de azúcares y Color de hojuelas. 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 x p) que corresponde a seleccionar $n=34$ clones y a los cuales fueron evaluados en la localidad de $p=Urcurume-Cutervo$ considerándose las variables porcentaje de materia seca (DM), contenido de azúcares y color de hojuelas. Figura 24, se puede observar que el CP1 calculado determina el 46.63 % de la variabilidad total de los datos observados y el CP2 determina el 32.14 % de la variabilidad total de los datos observados, juntos determinan el 78.77 % de la variabilidad total observada. (Figura 21)

En el cuadrante III y IV del biplot se encuentran los clones biofortificados que mostraron mayor porcentaje de materia seca, menos porcentaje de azúcar y menor grado de color de hojuela siendo los clones: BIOT-621.097, BIOT-633.294, BIOT-871.043, BIOT-721.036, BIOT-637.001, BIOT-507.312, BIOT-721.245, BIOT-751.021, BIOT-747.056, BIOT-721.286, BIOT-725.024, BIOT-721.074, BIOT-767.014, BIOT-686.019 (Figura 24.) En el cuadrante I y II del biplot se encuentran los clones biofortificados que mostraron menor porcentaje de materia seca y alto porcentaje de azúcar y alto grado de color de hojuela siendo los clones: BIOT-735.105, BIOT-763.051, BIOT-507.311, BIOT-609.247, BIOT-763.441, BIOT-725.067, BIOT-725.047, BIOT-721.038, BIOT-764.006, BIOT-725.050, juntamente con las variedades comerciales, Ccompis, Canchan, Serranita y Yungay. (Figura 21)

Figura 21. Análisis de componentes principales de contenido de materia seca % (DM), Azúcares y Color de chip.



4.5.2. Contenido de hierro, zinc y vitamina C

Los análisis realizados de contenido de hierro y zinc se realizaron en el Laboratorio de Calidad y Nutrición del CIP-Lima. Para determinar diferencias estadísticas significativas entre clones y variedades comerciales testigo, se utilizó un análisis de varianza (ANAVA). Observándose en la Tabla 12, de anexos 04, se observar diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos y variedades comerciales, para el contenido de Hierro y Zinc, lo que indicaría que ambas variables varían de acuerdo a las características genotípicas.

Para contrastar la confiabilidad de los resultados se utilizó el Test Shapiro-Wilk observando el error de los datos de contenido de hierro y de zinc, están distribuidos con normalidad, con un nivel de significancia de 0.25 y 0.40. (ver anexos 2).

El C.V. observado para estas variables fue de 13.7 % y 13.2 %, para el contenido de hierro y Zinc respectivamente. encontrándose en el rango de excelente al registrar los datos del experimento. Por otro lado. Mientras que el coeficiente de determinación fue de 0.68 y 0.77 para el contenido de hierro y contenido de zinc respectivamente, lo que indica que ambas variables se ajustan al modelo aditivo lineal utilizado.

En la Tabla 38 se observa que el contenido de hierro en promedio de todos los genotipos fue de 21.94 ± 2.99 mg/kg DW, solo 18 clones biofortificados fueron superiores al promedio general, mientras que las variedades comerciales presentaron valores inferiores al promedio general. El máximo valor observado fue de 27.77 mg/kg DW de hierro correspondiente al clon BIOT-725.047 y el mínimo valor observado fue de 13.43 mg/kg DW de hierro correspondiente a la variedad comercial Canchan-INIA. La prueba Duncan al 0.5% de probabilidades fue realizado a con la finalidad de establecer agrupamientos estadísticos entre las medias de los tratamientos, mostrando diferencias altamente significativas para la variable contenido de hierro.

De acuerdo a White P. J.2009, encontró contenidos de Hiero en papa Amarilla, Peruanita y Huamantanga 18.17 mg/kg DW , 17.09 mg/kg DW y 20. 45 mg/kg DW. En contenido de Zinc 10.10 mg/kg DW , 10.60 mg/kg DW y 10.02 mg/kg DW y Vitamina C 17.025 mg/kg DW , 9.694 mg/kg DW y 13.861 mg/kg DW.

En la investigación contenido de zinc en promedio de todos los genotipos fue de 13.73 ± 1.81 mg/kg DW. La variedad comercial serranita junto con 17 clones biofortificados

fueron superiores al promedio general. El máximo valor observado fue de 16.71 mg/kg DW de zinc correspondiente al clon BIOT-751.021 y el mínimo valor observado fue de 9.44 mg/kg DW de zinc correspondiente a la variedad comercial Canchan-INIA. Una prueba Duncan al 0.5% de probabilidades fue realizado con la finalidad de establecer agrupamientos estadísticos entre las medias de los tratamientos, mostrando diferencias altamente significativas para la variable contenido de zinc (Tabla 38).

En la tabla 38 se observa el contenido de vitamina C, datos que viene del “Bulk” de las 3 repeticiones físicas registradas en campo, que luego se envió al laboratorio de calidad del CIP. para su análisis. El promedio general fue de 59.28 + 11.02 mg/100 (BS). La variedad comercial Yungay y Canchan, junto con 12 clones biofortificados fueron superiores al promedio general. El máximo valor observado fue de 88.70 mg/kg DW de vitamina C correspondiente al clon BIOT-764.006 y el mínimo valor observado fue de 39.28 mg/kg DW de vitamina C correspondiente al clon biofortificado BIOT-686.019. (Tabla 38).

Tabla 38. Contenido de hierro, Zinc y vitamina C.

Código de Mejorador	N	Contenido de Hierro mg/kg (BS) *			Contenido de Zinc mg/kg (BS) *			Vitamina C mg/100 (BS)**
		Pro medio	SD	Agrupación	Promedio	SD	Agrupación	Valor observado
BIOT-725.047	3	27.8	1.3	A	15.9	0.3	ABC	59.05
BIOT-751.021	3	25.6	2.4	AB	16.7	1.9	A	55.53
BIOT-725.067	3	25.4	3.1	ABC	15.7	2.1	ABCD	47.9
BIOT-637.089	3	25.1	3.2	ABCD	15.3	1.7	ABCDE	42.64
BIOT-682.042	3	24.8	0.6	ABCDE	15.7	1.5	ABCD	64.35
BIOT-721.286	3	24.7	3	ABCDE	13	0.2	GHIJKLM	62.26
BIOT-767.014	3	24.5	2.2	ABCDE	15.4	1.1	ABCDE	54.07
BIOT-721.038	3	24.4	2.4	ABCDE	13.9	0.9	DEFGHIJK	71.4
BIOT-735.105	3	24.1	3.1	ABCDEF	14.5	0.7	BCDEFGH	59.98
BIOT-751.025	3	23.9	3.5	ABCDEFGH	14.1	1.3	CDEFGHI	50.37
BIOT-725.024	3	23.9	1.8	ABCDEF	13.5	0.7	EFGHIJKL	49.95
BIOT-764.006	3	23.7	2.4	ABCDEFGH	16.4	0.7	AB	88.7
BIOT-725.050	3	23.7	0.7	ABCDEFGH	14.9	0.7	ABCDEFGH	55.8
BIOT-633.294	3	22.9	1.8	BCDEFGHI	15	1.4	ABCDEF	54.74
BIOT-721.163	3	22.6	0.3	BCDEFGHI	11.4	0.6	MNO	61.38
BIOT-747.056	3	22.4	3.2	BCDEFGHI	14.3	0.5	CDEFGHI	61.24
BIOT-621.069	3	22.2	2.3	BCDEFGHI	12.8	1.4	HIJKLM	63.6
BIOT-763.051	3	22.1	0.1	BCDEFGHI	15.8	1.8	ABCD	70.87
BIOT-686.019	3	21.9	5.2	BCDEFGHI	11.5	2.3	MN	39.28
BIOT-871.043	3	21.5	0.3	BCDEFGHI	14	0.9	CDEFGHIJ	53.59
BIOT-721.074	3	21.4	2.1	CDEFGHIJ	13.5	0.9	EFGHIJKL	53.34
BIOT-787.011	3	21.3	2.4	CDEFGHIJ	15.2	1.1	ABCDE	56.68
BIOT-721.245	3	21.3	1.7	CDEFGHIJ	13.2	1.1	FGHIJKLM	64.45
BIOT-637.001	3	21.1	4.5	DEFGHIJK	12.6	2.2	HIJKLM	46.05
BIOT-721.036	3	20.8	0.8	EFGHIJK	15	1.2	ABCDEF	43.97
BIOT-621.097	3	19.9	2.6	FGHIJKL	13	0.5	GHIJKLM	54.66
BIOT-609.247	3	19.7	0.8	GHIJKL	12.1	1	JKLM	59.21
BIOT-763.441	3	19.5	1.6	HIJKL	12.2	0.6	JKLM	76.72
BIOT-507.311	3	19.5	3.8	HIJKL	11.6	1.4	LMN	56.1
BIOT-507.312	3	19.4	4.8	IJKL	12.4	2.1	IJKLM	76.49
Serranita	3	18.4	3.2	JKL	14.8	1	ABCDEFGH	55.43
Yungay	3	17	0.7	KLM	10	0.4	NO	82.07
Ccompis	3	15.9	2.1	LM	12	1.3	KLM	56.11
Canchan-INIA	3	13.4	1.7	M	9.4	1.6	O	67.46
Media General		21.93 ±2.99			13.73±1.81			59.27 ± 11.02

*Las medianas con una letra común no son significativamente diferentes (p<0.05).

** Dato provenientes del "Bulk" de las 3 repeticiones físicas de campo

Para analizar los datos obtenidos de las evaluaciones de parámetros de calidad de la papa: Contenido de hierro, contenido de zinc y vitamina C un análisis de componentes principales fue utilizado. 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 $n=34$ clones y a los cuales fueron evaluados en la localidad de $p=Urcurume-Cutervo$ considerándose las variables de contenido de hierro, contenido de zinc y vitamina C. Figura 25, se puede observar que el CP1 calculado determina el 60.6 % de la variabilidad total de los datos observados y el CP2 termina el 30.62 % de la variabilidad total de los datos observados, juntos determinan el 91.22 % de la variabilidad total observada.

La correlación de Pearson entre Hierro e Zinc es de 0.73, lo que indica que existe una correlación positiva y altamente significativa entre las dos variables. Mientras que el análisis de correlación de Pearson muestra que no existe correlación entre el Hierro y la Vitamina C, así como el Zinc y la Vitamina C.

En el cuadrante I y II del biplot, se muestran a los clones biofortificados que obtuvieron mayor contenido de hierro: BIOT-725.047, BIOT-751.021, BIOT-725.067, BIOT-637.089, BIOT-682.042, BIOT-721.286, BIOT-767.014, BIOT-721.038, los clones que obtuvieron mayor contenido de zinc fueron: BIOT-751.021, BIOT-764.006, BIOT-725.047, BIOT-763.051, BIOT-725.067, BIOT-682.042, BIOT-767.014, BIOT-637.089.

En el cuadrante IV del biplot, se muestran a los clones que obtuvieron mayor contenido de Vitamina C: BIOT-725.047, BIOT-764.006, Yungay, BIOT-763.441, BIOT-507.312, BIOT-721.038, BIOT-763.051, Canchan-INIA. (Figura 22)

Figura 22. Diagrama de análisis de componentes principales de contenido de hierro, contenido de zinc y Vitamina C.

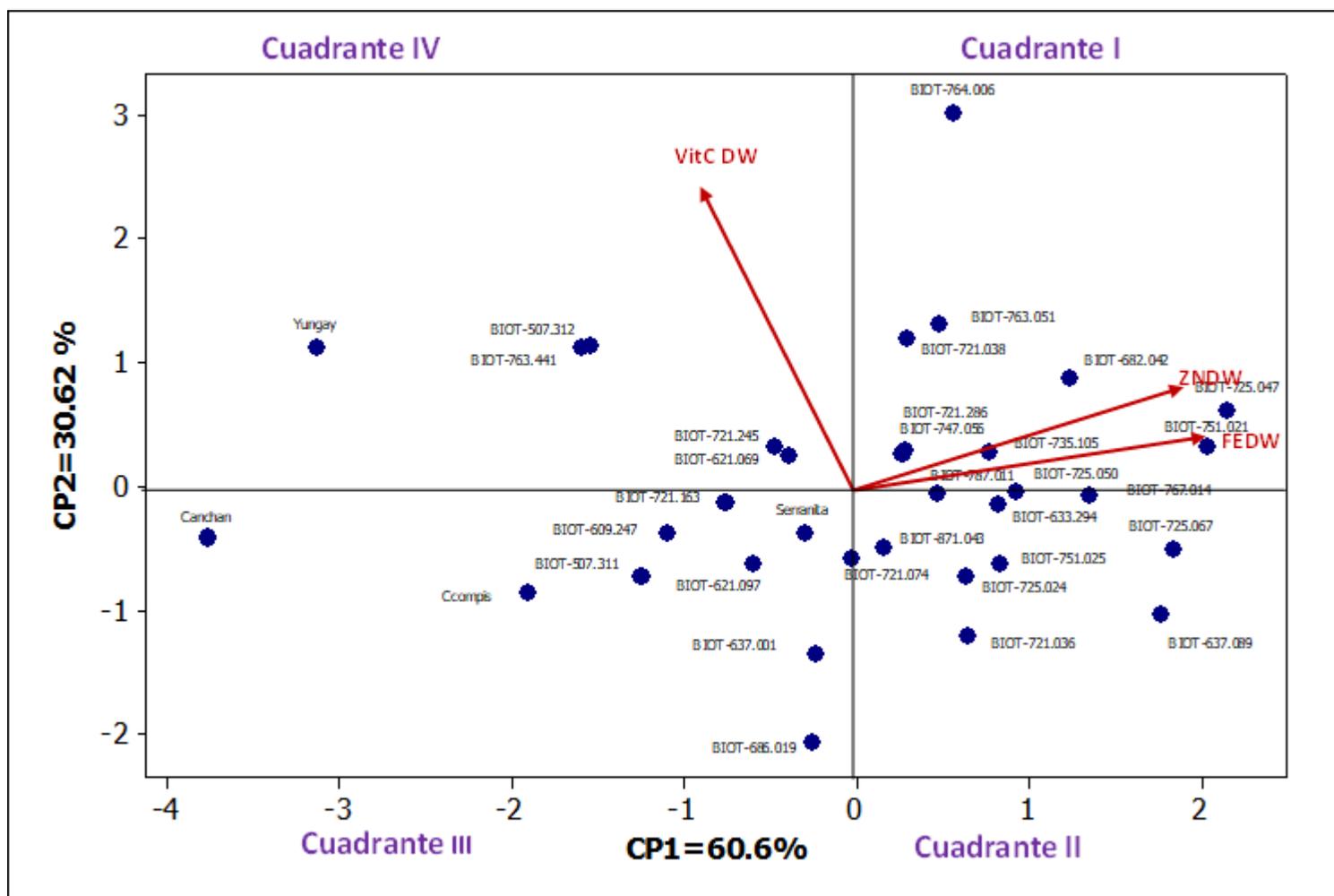


Tabla 39. Valores observados de Hierro y Zinc.

Clon	Fe(mg/kg DW)	Zn(mg/kg DW)	Vit C (mg/100g DW)
BIOT-725.047	27.8	15.9	-
BIOT-751.021	25.6	16.7	
BIOT-725.067	25.4	15.7	
BIOT-637.089	25.1	15.3	
BIOT-682.042	24.8	15.7	
BIOT-767.014	24.5	15.4	

Tabla 40. Valores observados de Hierro y Vitamina C.

Clon	Fe(mg/kg DW)	Zn(mg/kg DW)	Vit C (mg/100g DW)
BIOT-682.042	24.8		64.4
BIOT-721.038.	24.4		71.4

Tabla 41. Valores observados de Zinc y Vitamina C.

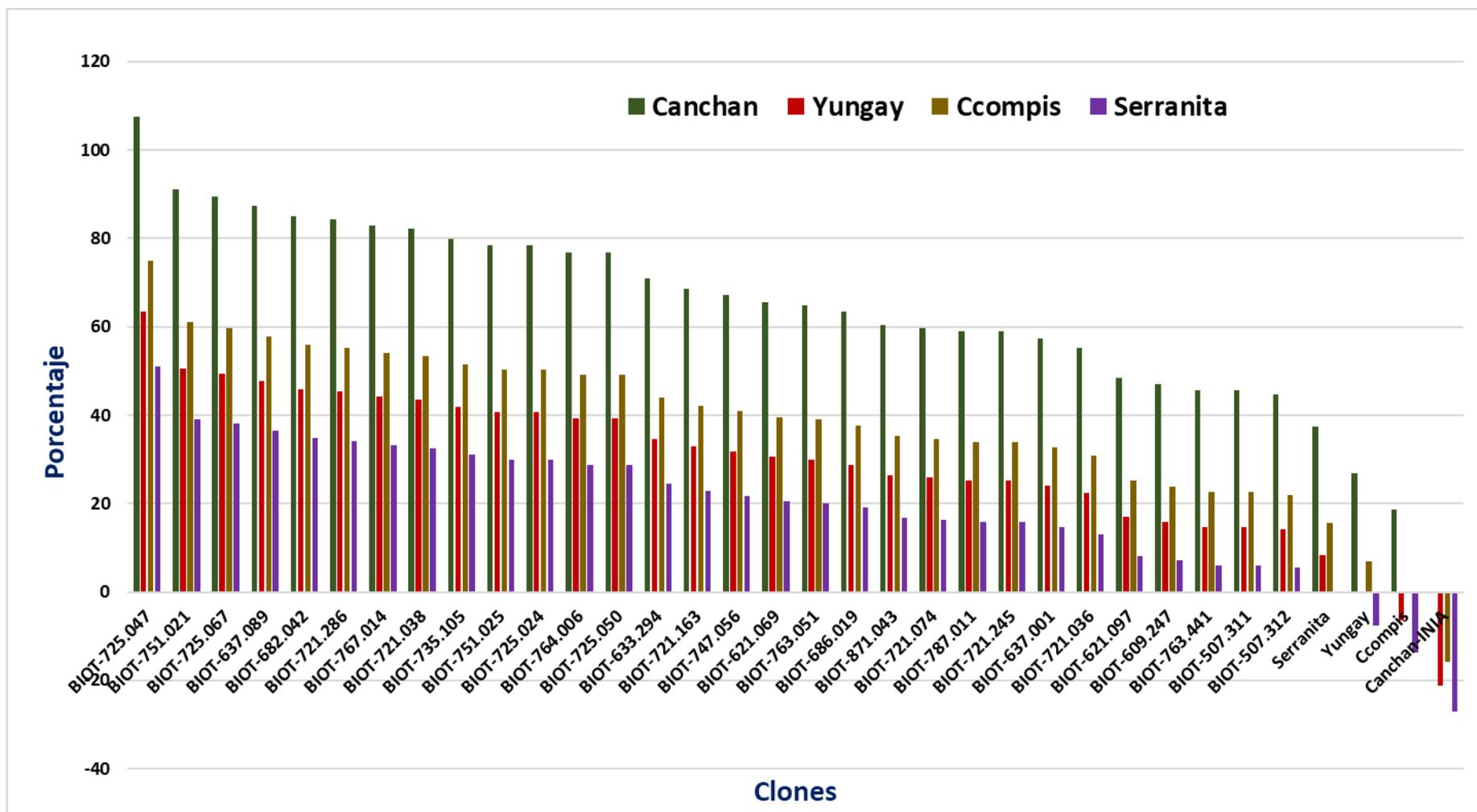
Clon	Fe(mg/kg DW)	Zn(mg/kg DW)	Vit C (mg/100g DW)
BIOT-764.006.		16.4	88.7
BIOT-763.051		15.8	70.9
BIOT-682.042		15.7	64.4

Tabla 42. Valores observados de Hierro, Zinc y Vitamina C.

Clon	Fe(mg/kg DW)	Zn(mg/kg DW)	Vit C (mg/100g DW)
BIOT-682.042	24.8	15.7	64.4

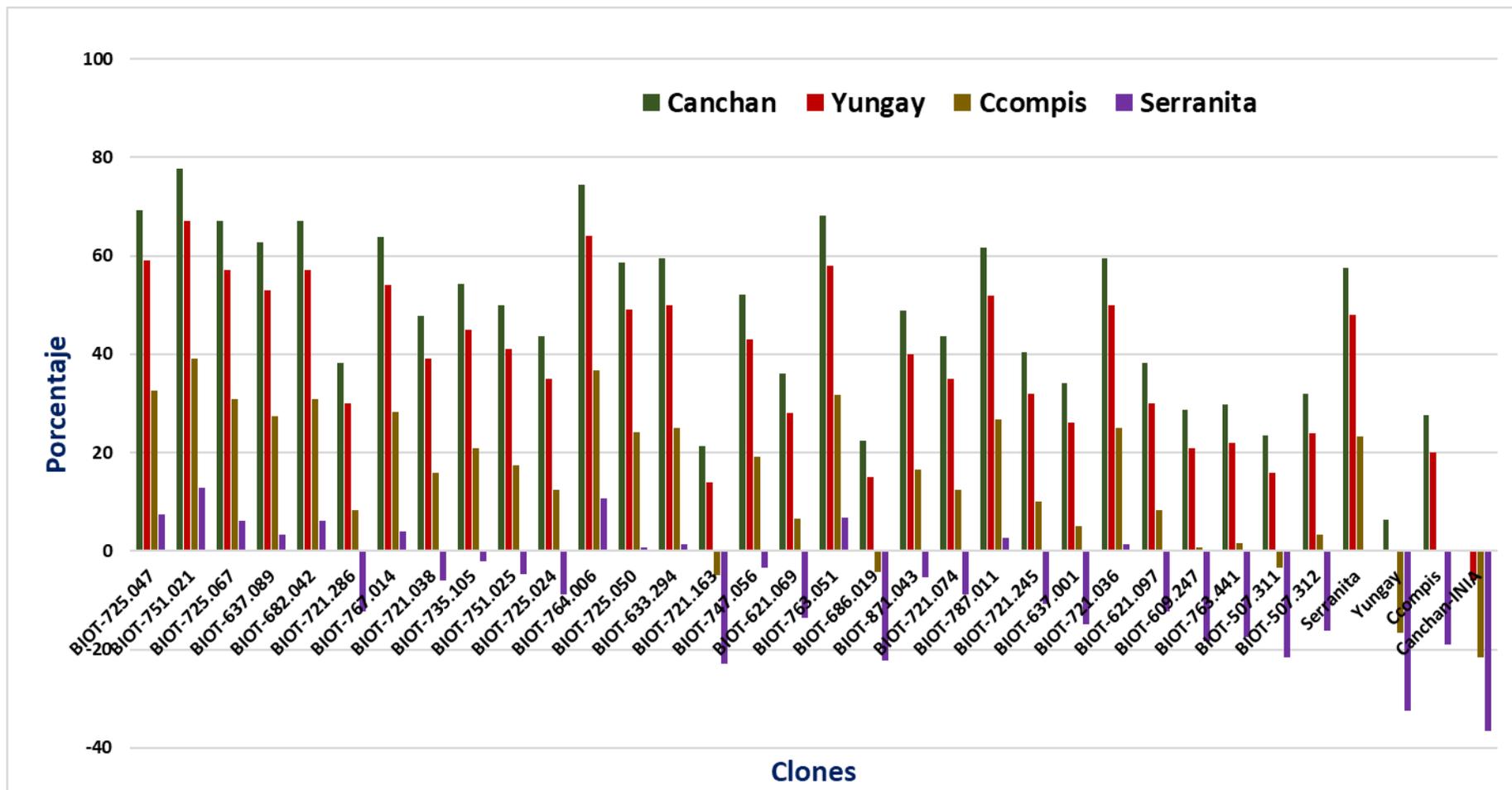
4.5.2.1.Incremento porcentual de Hierro con respecto a las variedades comerciales.

Figura 23.Incrementos porcentuales del contenido de Hierro de las papas Biofortificadas con respecto a cada una de las variedades comerciales.



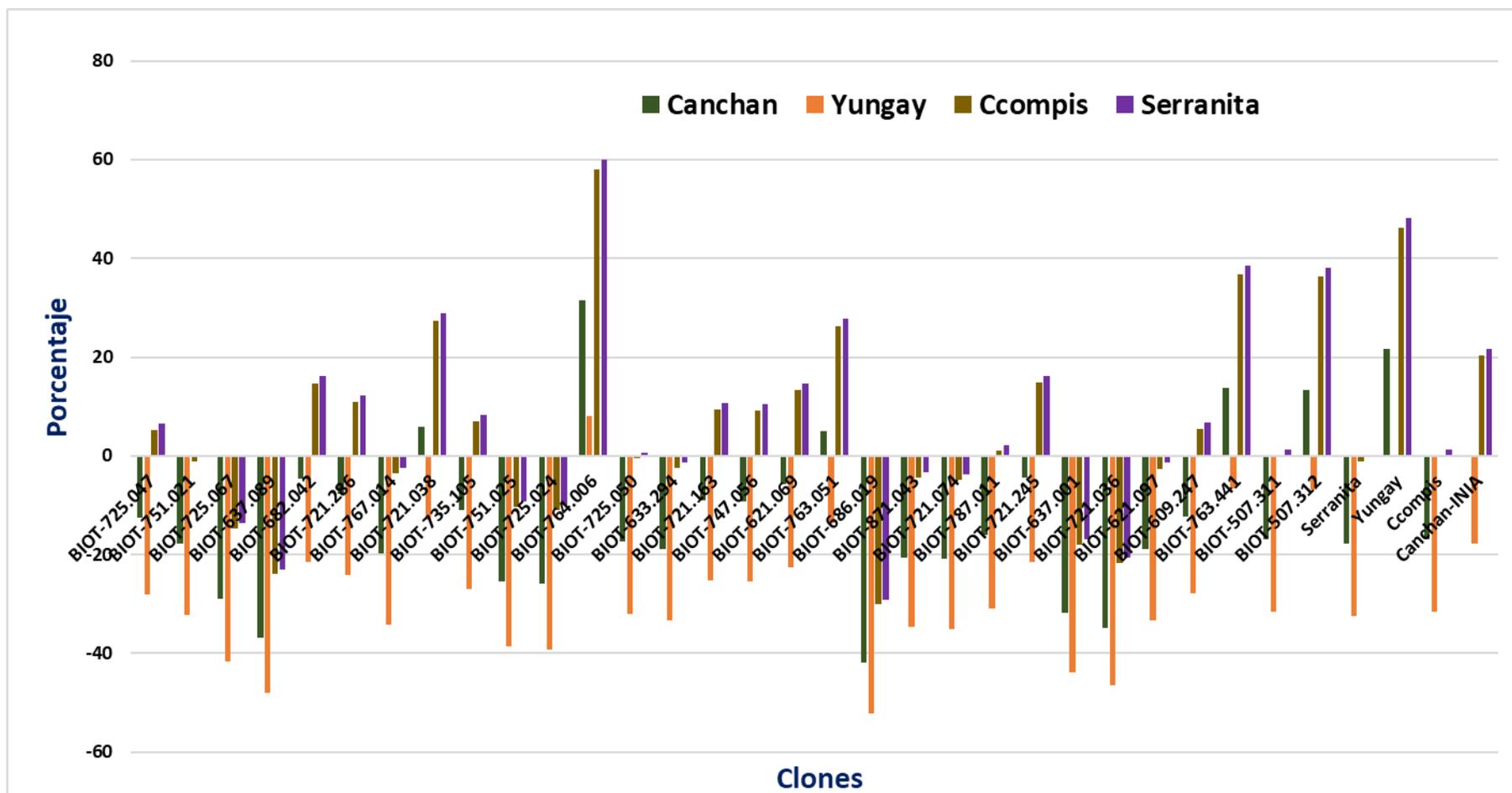
4.5.2.2. Incremento porcentual de Zinc con respecto a las variedades comerciales.

Figura 24. Incrementos porcentaje del contenido de Zinc de las papas Biofortificadas con respecto a cada una de las variedades comerciales.



4.5.2.3.Incremento porcentual de Vitamina C con respecto a las variedades comerciales.

Figura 25. Incrementos porcentaje del contenido de Vitamina C de las papas Biofortificadas con respecto a cada una de las variedades comerciales.



4.5.3. Evaluación Organoléptica en laboratorio.

El panel de evaluadores estuvo conformado por 5 a 6 personas entre hombres y mujeres. En esta evaluación organoléptica se contó con un total de 49 participantes, de los cuales 16 fueron hombres y 33 mujeres que representan el (32,7%) y (67,3%) respectivamente del total de participantes.

Un análisis de componentes principales (ACP) fue utilizado para analizar los datos obtenidos 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 (nxp) que corresponde a seleccionar n=34 clones y a los cuales fueron evaluados en la localidad de p=Urcurume-Cutervo considerándose las variables de Textura, sabor, sabores extraños y oscurecimiento.

En la figura 26, se puede observar que el CP1 calculado determina el 38.00 % de la variabilidad total de los datos y el CP2 termina el 25.85 % de la variabilidad total de los datos observados, juntos determinan el 63.85 % de la variabilidad total observada.

En la tabla 43. Se puede observar que solo existe correlación entre el contenido de glicoalcaloides de tubérculos y sabor de -0.37 lo que indica que existe una correlación negativa y estadísticamente significativa entre estas dos variables.

Tabla 43. Correlaciones de pruebas organoléptica en laboratorio.

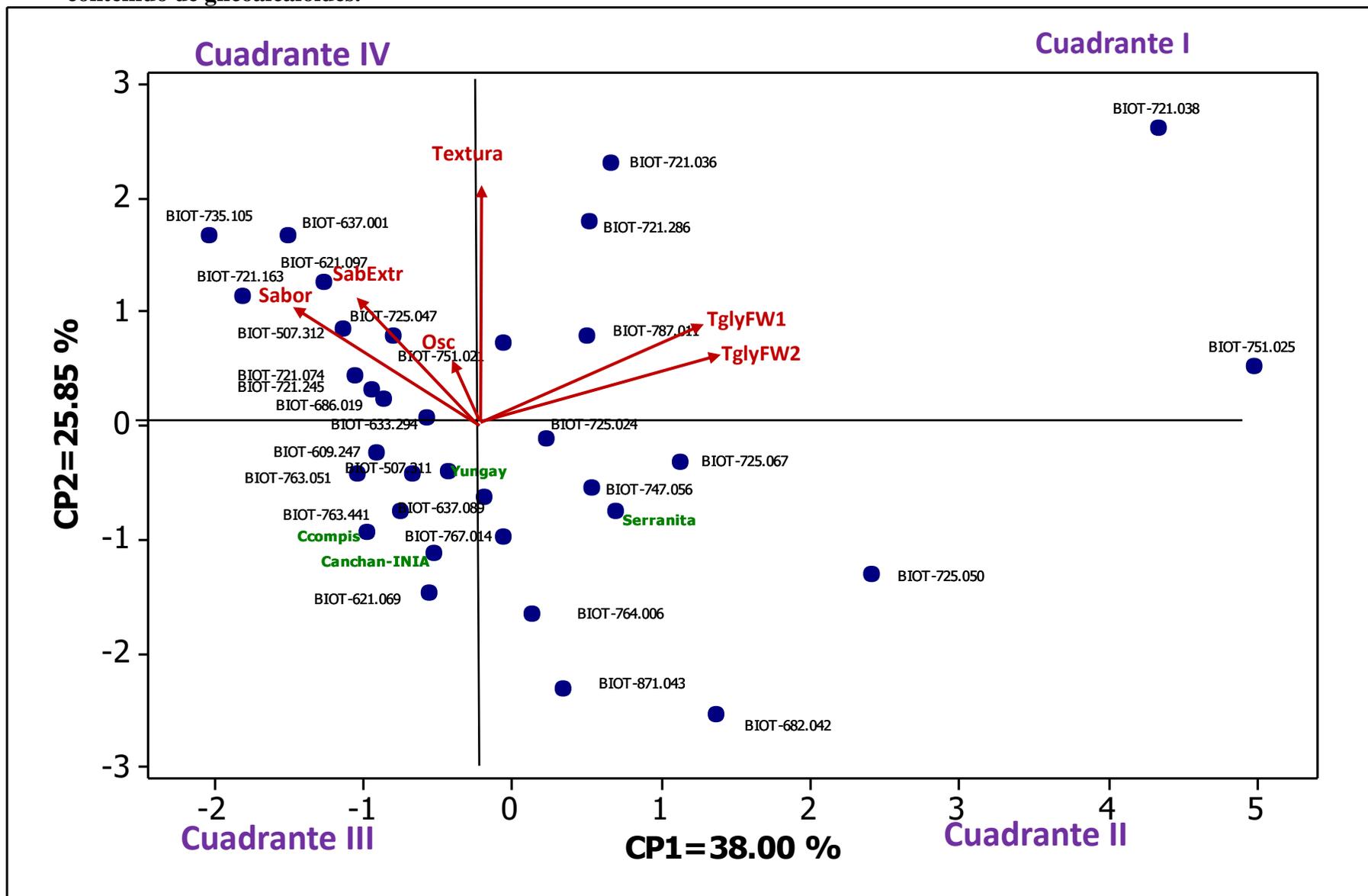
Variables	Correlación	95% Límites de confianza		p Value for H0:Rho=0	Sig.
		Glicoalcalides vs Textura	0.24096	-0.109433	
Glicoalcaloides vs Sabor	-0.37683	-0.630754	-0.038609	0.0273	*
Glicoalcalides vs Sabores extraños	-0.28113	-0.562629	0.067267	0.1077	NS
Glicoalcalides vs oscurecimiento	-0.00674	-0.344029	0.332276	0.9701	NS

Por otro lado, el análisis de correlación de Pearson mostro que no existe correlación entre textura y oscurecimiento, así como el sabor y oscurecimiento, también sabores extraños y oscurecimiento, glicoalcaloides y oscurecimiento, es decir existe una correlación negativa por parte de la variable oscurecimiento.

En los cuadrantes I y II del biplot se encuentran los clones biofortificados que mostraron mayor contenido de Glicoalcaloides, BIOT-721.038, BIOT-721.286, BIOT-725.050, BIOT-725.067, BIOT-751.025, etc.

En el cuadrante II y el cuadrante III del biplot se encuentra los clone biofortificados que mostraron una textura aguachenta, en este grupo encontramos a la variedad comercial Yungay y los clones biofortificados BIOT-637.089, BIOT-507.311, BIOT-767.014, etc. y en el cuadrante IV del biplot se encuentran los clones con textura arenosa. BIOT-637.001, BIOT-621.097, etc

Figura 26. Análisis de componentes principales de las pruebas organolépticas considerando textura, sabor, sabores extraños y contenido de glicoalcaloides.



4.5.4. Matriz de selección de clones elites.

Para la selección de los 8 mejores clones de papa biofortificada para la localidad de Cutervo, primero se generó una matriz con los resultados de las pruebas de comparación de medias de las variables cualitativas y cuantitativas estudiadas en las fases de floración, cosecha y postcosecha.

Para la matriz de selección fueron consideradas aquellas variables informativas, es decir, que mostraron diferencias estadísticas entre los clones. En la tabla 44. Se observan las variables utilizadas en la matriz de selección, así como los pesos asignados a cada variable considerándose un peso de 3 para las variables de menor importancia, un peso de 5 para las variables de importancia intermedia y un peso de 7 para las variables consideradas de mayor importancia. Luego dentro de cada variable se colocó el peso correspondiente (3, 5 o 7) solo a los clones que mostraron un valor mayor a la suma promedio de rangos cuando se trataron de variables cualitativas o cuantitativas no continuas y cuando mostraron un valor mayor al promedio general cuando se trata de una variable cuantitativa. La suma de los valores multiplicativos considerando todas las características, para cada clon, solo puede dar un valor máximo de 88 puntos para ser considerado TOP. Este “Índice de selección” nos permitirá identificar los clones biofortificados con las mejores características y mejor performance en la localidad de Cutervo.

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

Seis variables fueron consideradas de mayor importancia asignándoseles en la matriz el peso correspondiente de 7, siendo:

- **Rendimiento total de tubérculos ajustado t/ha (TTYA)**, el rendimiento productivo en una variedad es de mucha importancia, depende del rendimiento para que un cultivo sea rentable; pero sobre todo con los tubérculos comerciales ajustado t/ha (MTTYA), esta variable tiene mucho valor, ya que esta categoría principalmente se transforma en beneficio o utilidad (dinero).
- Dentro de los objetivos planteados en este trabajo, se priorizo obtener clones de papa biofortificados con altos contenidos de hierro, que sean estables a diferentes condiciones ambientales, con la única finalidad de contribuir a

reducir los niveles de anemia y desnutrición infantil en la localidad de Cutervo y el país.

- Dentro de la variable organoléptica, el sabor de un tubérculo es uno de los factores determinantes en su composición, ya que difícilmente serán consumidos si no tienen un sabor agradable.
- Otra a la que se le asignó este mayor peso, fueron los clones que obtuvieron un menor contenido de glicoalcaloides, esto se debe que un alto contenido glicoalcaloides puede producir toxicidad al consumirlo y está relacionado directamente con el sabor desagradable o picor en el tubérculo.
- Para la variable color de pulpa de tubérculo, se priorizó clones que tengan color de pulpa predominante “amarillo claro” y “crema”, a estos clones se les asignó un peso de 7. Ya que los clones que presenta pigmentaciones (rojas, azules o púrpuras) en la pulpa de los tubérculos podría estar asociado con la presencia alta de ciertos compuestos fenólicos que estaría actuando como un inhibidor para la absorción del hierro.

Tabla 44. Matriz de selección de clones elites.

Ord	Nombre de la Variable	Tipo	Test	Peso
1	Votaciones- PVS fase floración	Cuantitativo	Test de Friedman	3
2	Votaciones- PVS fase cosecha	Cuantitativo	Test de Friedman	3
3	Votaciones- PVS fase post cosecha	Cuantitativo	Test de Friedman	3
5	Plant_Vigor	Cualitativo	Test de Friedman	3
7	Número de tallos por planta	Cuantitativo	Prueba de Waller Duncan	3
10	Tuber_Apper	Cualitativo	Test de Friedman	3
11	Tub_Unif	Cualitativo	Test de Friedman	--
12	Tub_size	Cualitativo	Test 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	Test 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	Glicoalcoides peso fresco	Cuantitativo	Componentes principales	7
28	Contenido de Hierro mg/kg (BS)	Cualitativo	Test de Friedman	7
29	Contenido de Zinc mg/kg (BS) *	Cualitativo	Test de Friedman	5
30	Vitamina C mg/100 (BS)	Cualitativo	--	--
31	Color de pulpa de tubérculo	Cuantitativo	Descriptivo	7
			Peso total	88

En las tablas 47 y tabla 47.1, 47.2 y 47.3.se observa los 8 clones que obtuvieron los mayores índices de selección, donde destaca el clon BIOT-721.074 que obtuvo el mayor índice de selección con 83 puntos. Este clon fue seleccionado por los agricultores en las etapas de floración y en cosecha, tiene una escala 7 de uniformidad de planta, muy vigoroso con escala 9, es decir con abundante follaje y con número de tallos de 4. Lo que se refiere a las características de tubérculo, este clon tiene buena apariencia de tubérculos, tienen buen tamaño con un rendimiento de tubérculos

comerciales ajustado 31.4 t/ha. Con un peso promedio de tubérculos comerciales de 115 gr, también tiene un rendimiento total de tubérculos ajustado 38.7 t/ha con un peso promedio de tubérculos de 92.4 gramos.

Con lo que respecta al contenido de minerales este clon obtuvo 21.40 mg/kg (BS), con un 26 % más hierro con respecto a la variedad comercial Yungay (17.0 mg/Kg (BS)). Por otro lado, el contenido de Zinc fue de 13.5 mg/kg (BS) para este clon, con un 35% más Zinc con respecto a la variedad comercial Yungay.

Presenta un alto porcentaje de materia seca en los tubérculos de un 22.3 %, un bajo contenido de azúcar (0.01 %), un color de pulpa amarillo claro y con buena calidad culinaria.

Este clon fue seguido por los clones biofortificados: BIOT-721.245, BIOT-721.163, BIOT-721.286, BIOT-633.294, BIOT-751.025, BIOT-721.038 y BIOT-735.105 con índices de selección de 83, 80, 74, 70, 66, 66, 61 y 57 puntos respectivamente.

Tabla 45. Matriz de Selección de los 8 mejores clones biofortificados con relación a las variables y respectivos pesos.

ORD	CIP Number	Código de Mejorador	PVS-Floración			PVS-Cosecha			PVS-Poscosecha			Plant_Vigor				Número de tallos por planta				Apariencia de Tubérculo			
			SR	Gr	Peso	SR	Gr	Peso	SR	Gr	Peso	Med	SR	F-Test	Peso	Prom	SD	Waller-Duncan	Peso	Med	SR	F-Test	Peso
1	CIP312721.074	BIOT-721.074	85	AB	3	51	de	3	45	DEFG	3	9	87	AB	3	4.3	0.6	ABCDE	3	5	49	CDE	3
2	CIP312721.245	BIOT-721.245	30	H		82	abc	3	50	DEFG	3	7	67	ABCD	3	4	1	ABCDE	3	5	49	CDE	3
3	CIP312721.163	BIOT-721.163	43	DEFGH		95	ab	3	57	CDEFG	3	5	36	DE		2.7	0.5	E		5	49	CDE	3
4	CIP312721.286	BIOT-721.286	41	FGH		51	de	3	67	ABCDEF	3	7	51	BCDE	3	3.7	0.5	BCDE		5	78	ABC	3
5	CIP312633.294	BIOT-633.294	30	H		67	bcd	3	80	ABCD	3	7	52	BCDE	3	5	1.2	ABC	3	5	49	CDE	3
6	CIP312751.025	BIOT-751.025	85	AB	3	72	abcd	3	59	BCDEFG	3	7	67	ABCD	3	3.7	0.4	BCDE		5	78	ABC	3
7	CIP312721.038	BIOT-721.038	85	AB	3	62	cde	3	97	AB	3	7	51	BCDE	3	3.3	1.4	CDE		5	65	BCD	3
8	CIP312735.105	BIOT-735.105	77	ABCD	3	36	e		50	DEFG	3	5	36	DE		2.7	0.4	E		5	65	BCD	3

Tabla 47.1 Matriz de Selección de los 8 mejores clones biofortificados con relación a las variables y respectivos pesos.

ORD	CIP Number	Código de Mejorador	Tamaño de Tubérculo				Tubérculos comerciales ajustado t/ha (MTIYA).				Peso promedio de tubérculos comerciales /g. (MATW)				Rendimiento total de tubérculos ajustado t/ha (TIYA)				Peso promedio de tubérculos/g (ATW).				Porcentaje de Materia seca			
			Med	SR	F-Test	Peso	Prom	SD	Waller-Duncan	Peso	Prom	SD	Waller-Duncan	Peso	Prom	SD	Waller-Duncan	Peso	Prom	SD	Waller-Duncan	Peso	Prom	SD	Waller-Duncan	Peso
1	CIP312721.074	BIOT-721.074	5	72	ABC	3	31.4	3.9	DEFGH	7	114.9	25.8	BC	5	38.7	3	DEFG	7	92.4	16.4	ABC	5	22.3	0.6	FGHIJK	5
2	CIP312721.245	BIOT-721.245	5	56	BCD	3	32.5	3.3	CDEFG	7	90.3	7.9	EFGHIJ	5	37.3	3	DEFGHI	7	76.9	16.4	ABCD	5	24	1.1	BCDEFG	5
3	CIP312721.163	BIOT-721.163	5	72	ABC	3	36.2	7.6	BCD	7	95.5	7.4	CDEFGHI	5	41.9	7.2	CD	7	81.2	9.1	ABCD	5	25.3	1.3	AB	5
4	CIP312721.286	BIOT-721.286	5	72	ABC	3	36.4	6	BCD	7	88.5	11.8	EFGHIJ	5	40.4	4.9	DEF	7	74.7	8.2	ABCD	5	22.9	2	DEFGHIJ	5
5	CIP312633.294	BIOT-633.294	5	72	ABC	3	28.8	3.4	EFGHIJ	7	102.9	55.9	BCDE	5	33.8	1	GHIJK		109.5	37.5	A	5	26.7	2	A	5
6	CIP312751.025	BIOT-751.025	5	56	BCD	3	42.8	4.5	AB	7	99.7	7.6	CDEFG	5	49.5	2.4	B	7	80.8	6.8	ABCD	5	24.1	0.9	BCDEFG	5
7	CIP312721.038	BIOT-721.038	5	57	ABCD	3	29.5	6.6	DEFGHI	7	77.3	4.3	HIJKL		35	5.2	FGHIJ	7	64	7.6	ABCD	5	22	1.8	GHIJK	5
8	CIP312735.105	BIOT-735.105	5	56	BCD	3	27.1	1.3	FGHIJK	7	71.7	3.6	JKLM		32.5	3.9	HIJKL		49.9	1.6	CD		23.8	0.4	BCDEFGH	5

Tabla 47.2 Matriz de Selección de los 8 mejores clones biofortificados con relación a las variables y respectivos pesos

ORD	CIP Number	Código de Mejorador	Contenido de Hierro mg/kg (BS) *				Contenido de Zinc mg/kg (BS) *				Textura			Sabor			Contenido de Glicoalcaloides			Color de pulpa de tuberculo				Peso Total de selección
			Prom	SD	Waller-Duncan	Peso	Prom	SD	Waller-Duncan	Peso	Prom	SD	Peso	Prom	SD	Peso	Prom	SD	Peso	Color predominante	Color secundario	Distribución del color secundario	Peso	
1	CIP312721.074	BIOT-721.074	21.4	2.1	CDEFGHIJ	7	13.5	0.9	EFGHIJKL	5	28.1	3.8	5	34	2.5	7	0.62		7	Amarillo Claro	Ausente	Ausente	7	83
2	CIP312721.245	BIOT-721.245	21.3	1.7	CDEFGHIJ	7	13.2	1.1	FGHIJKLM	5	29.4	5.2	5	31	7.2	7	0.23		7	Crema	Ausente	Ausente	7	80
3	CIP312721.163	BIOT-721.163	22.6	0.3	BCDEFGHIJ	7	11.4	0.6	MNO		27	4.1	5	33	2.7	7	0.16		7	Amarillo Claro	Ausente	Ausente	7	74
4	CIP312721.286	BIOT-721.286	24.7	3	ABCDE	7	13	0.2	GHIJKLM	5	29.5	4.5	5	33	6.6	7	6.21		7	Crema	Violetas	Pocas manchas		70
5	CIP312633.294	BIOT-633.294	22.9	1.8	BCDEFGHI	7	15	1.4	ABCDEF	5	29.2	6.3	5	24	7.2	7	0.25		7	Crema	Violeta	Areas		66
6	CIP312751.025	BIOT-751.025	23.9	3.5	ABCDEF	7	14.1	1.3	CDEFGHI	5	32.5	3.5	5	18	6.1		9.2		7	Crema	Morado	Anillo Vascular Angosto		66
7	CIP312721.038	BIOT-721.038	24.4	2.4	ABCDE	7	13.9	0.9	DEFGHIJK	5	32.5	3.5	5	31	7.2	7	16.81			Amarillo Claro	Morado	Pocas manchas		61
8	CIP312735.105	BIOT-735.105	24.1	3.1	ABCDEF	7	14.5	0.7	BCDEFGH	5	29.4	5.2	5	35	4.1	7	0.18		7	Crema	Ausente	Ausente	7	57

4.4.7. La matriz de correlación entre las variables de estudio

La matriz de correlación de las variables en estudio mostro:

- a. Una correlación positiva y altamente significativa entre el contenido de Fe y Zn ($r= 0.66$), lo que en términos de selección indica que es posible seleccionar un clon que sea alto tanto en hierro y zinc.
- b. Una correlación positiva y altamente significativa ($r=0.72$ y $r=0.69$) entre la apariencia de tubérculo con los componentes de rendimiento, lo que en términos de mejoramiento estaría indicando que esta variable cualitativa es un buen criterio para la selección de clones avanzados y/o clones promisorios.
- c. Si bien se pudo encontrar una correlación que es positiva y altamente significativa ($r = 0.74$) entre el vigor y número de tallos. No se pudo encontrar correlación entre el número de tallo y los componentes del rendimiento.
- d. Finalmente, se observó una esperada correlación positiva y altamente significativa ($r=0.52$) entre el porcentaje de materia seca y la textura de los tubérculos después de la cocción. Es decir, clones con alto contenido de materia seca tienen a ser de textura más harinosos.

IV. CONCLUSIONES

Bajo las circunstancias en las que se desarrolló el proyecto investigativo, los materiales utilizados, las fechas programadas y los objetivos propuestos, se concluye lo siguiente:

1. Los criterios en la fase de floración estuvieron relacionados con la morfología: Tallos gruesos, mayor número de tallos y resistencia a *Phytophthora infestans* (Rancha). En la fase de cosecha los criterios fueron inclinados por el rendimiento, morfología del tubérculo, menor número de ojos en tubérculos y buen sabor después de la cocción.
2. En la selección participativa de variedades (PVS), se logró integrar las opiniones de los agricultores (as) con una buena participación de mujeres en la fase de floración y cosecha. Se observó una correlación moderada de $r = 0.62$ y $r = 0.48\%$ entre los criterios de selección de hombres y mujeres a la floración y cosecha respectivamente; indicando que tanto hombres como mujeres en esta comunidad tiene similares criterios al momento de seleccionar buenos clones de papa.
3. Los 8 mejores clones biofortificados seleccionados fueron: BIOT-721.074, BIOT-721.245, BIOT-721.163, BIOT-721.286, BIOT-633.294, BIOT-751.025, BIOT-721.038 y BIOT-735.105, estos clones fueron los más promisorios por haber alcanzado los mayores índices de selección con 83, 80, 74, 70, 66, 66, 61, y 57 puntos respectivamente, lo que indica dichos clones reúnen muy buenas características a la floración, cosecha, poscosecha y de análisis en laboratorio.
4. El rendimiento total de tubérculos (t/ha) de los 8 mejores clones biofortificado obtuvieron fueron de 49.5, 41.9, 40.4, 38.7, 37.3, 35.0, 33.8 y 32.5 t/ha para los clones BIOT-751.025, BIOT-721.163, BIOT-721.286, BIOT-721.074, BIOT-721.245, BIOT-721.038, BIOT-633.294 y BIOT-735.105 respectivamente. Mientras que la variedad testigo Yungay, obtuvo un rendimiento de 59.7 t/ha, se tribuye a que es una variedad mejorada.
5. Los 8 clones selectos tuvieron un alto contenido de hierro con 24.70, 24.40, 24.1, 23.90, 22.90, 22.60, 21.40 y 21.30 mg/kg b.s para los clones BIOT-721.286, BIOT-721.038, BIOT-735.105, BIOT-751.025, BIOT-633.294, BIOT-721.163, BIOT-721.074 y BIOT-721.245 respectivamente, mostraron un 45%, 44%, 42%, 41%, 35%, 33%, 26% y 25% más hierro (Fe) en relación a la variedad comercial Yungay. En cuanto al contenido de zinc (Zn) obtuvieron 30%, 39%, 45%, 41%, 50%, 14% y 35% más zinc con respecto a la variedad comercial Yungay.

V. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda seguir con la metodología de la selección participativa de variedades en el cultivo de la papa (PVS), puesto que los criterios y conocimiento que poseen los agricultores son en base a sus necesidades o cualidades de acorde a su localidad.
2. Continuar con la investigación de los 8 clones biofortificados selectos que alcanzaron un % alto de contenido de Hierro, Zinc, Vitamina C, rendimiento, calidad culinaria y otras características con la finalidad de obtener una variedad que contribuya a reducir los niveles de anemia y desnutrición crónica en la provincia de Cutervo explotando el concepto de adaptación específica.
3. Se debe realizar análisis de compuestos fenólicos ya que estas sustancias podrían estar correlacionadas con la inhibición en la absorción del hierro en el cuerpo humano.

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Andre, C.; Ghislain, M.; Bertin, P.; Oufir, M.; Herrera, M.; Hoffmann, L.; Hausman, J.; Larondelle, y. Y Evers, D. 2007. Andean potato cultivars (*Solanum tuberosum L.*) as a source of antioxidant and mineral micronutrients. *Journal of Agricultura! And Food Chemistry* 55 (2): 366- 378p.
2. Beltrán A. y Seinfeld J. 2009. Desnutrición crónica infantil en el Perú un problema persistente Centro de investigación de la universidad del pacifico.
3. Benavides, Manuel A. Gastelo, Luis Diaz, & Gabriela Burgos, 2017. Heritability for Yield and Glycoalkaloid Content in Potato Breeding under Warm Environments. *Open Agriculture*. 2(1): 561-570. Retrieved 14 Mar. 2020, from doi:10.1515/opag-2017-0059
4. Bendezú S. 2011. Tesis para optar el grado de lng. Agrónomo de la Universidad Nacional del Centro del Perú, titulado: "Determinación de los tipos y concentración de antocianinas en cinco clones y una variedad de papa (*Solanum tuberosum L.*) con genes ppRRAcAc", pp. 75.
5. Bouis, H. and Welch, R. (2010) Biofortification—A Sustainable Agricultural Strategy for Reducing Micronutrient Malnutrition in the Global South. *Crop Science*, 50, 20-32.
6. Boy, E., Mannar, V., Pandav, C., De Benoist, B., Viteri, F., Fontaine, O., & Hotz, C. (2009). Achievements, challenges, and promising new approaches in vitamin and mineral deficiency control. *Nutrition Reviews*, 67(suppl_1), S24-S30.
7. Burgos, G., Auqui, S., Amoros, W., Salas, E., & Bonierbale, M. 2009. Ascorbic acid concentration of native Andean potato cultivars as affected by environment, cooking and storage. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(6), 533–538.
8. Burgos, G; Amoros, W; Morote, M; Stangoulis, J and Bonierbale M. 2007. Iron and zinc concentration of native Andean potato varieties from a human nutrition perspective. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 87 (4): 668-675.
9. Centro Internacional de la Papa (CIP). 1998. Informe técnico anual 1.997-1.998 del proyecto PROMESPA para el Mejoramiento y Semilla de Papa. Centro Internacional de la Papa-CIP. Lima, Perú. pp. 54.
10. Centro Internacional de la Papa (CIP). 2002. Informe Técnico Anual 2001-2002 del Proyecto FONTAGRO. Selección y Utilización de Variedades de Papa con Resistencia a Enfermedades para el Procesamiento Industrial de América Latina. Centro Internacional de la Papa – CIP. Lima, Perú. pp. 84.
11. Collazos C. 1996. Tablas peruanas de composición de alimentos. MINSA. Perú.

12. Contreras, 2005. Ana M. Tesis para optar el grado de Ing. Agrónomo Universidad Nacional del Centro del Perú, titulado “Efecto genotipo - ambiente sobre la calidad de procesamiento y nutricional de variedades nativas de papa (*solanum spp.*) a nivel de macro y micro – ambientes”
13. Egusquiza R. 2000. La papa: Producción, transformación y comercialización. Manual Técnico; Cápac Perú.
14. Egúsquiza, R. 2012. Producción de papa en la sierra. Lima – Perú. 26 pág.
15. González H. 2000. Producción de patatas: consideraciones sobre su cultivo y conservación, Revista Patatas. Victoria-Gastéis. V. 5, p. 70.
<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=bac.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=044721>
16. https://www.infoagro.com/noticias/2010/10/16919_la_serranita_nueva_variedad_papa_e_cologica.asp
17. Instituto Nacional de Salud/Centro Nacional de Alimentación y Nutrición/Dirección, 2017. Ejecutiva de Vigilancia Alimentaria y Nutricional/ Sistema de Información del Estado Nutricional (en línea) dirección URL disponible en: <https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/cenan/van/informes/INFORME%20GERENCIAL%20SIEN%20I%20Sem%202018.pdf>
18. IV Censo Nacional Agropecuario – CENAGRO, INEI, 2012. Ministerio de Agricultura y Riego. Lima – Perú.
19. Jackson M. Physiology of zinc: general aspects. In Milis C. Zinc in Human Biology. London F. Springer-Verlag, 1-14 p. 1989. Citado por David Enrique Ortega Ruiz 2014.
20. Lonnerdal, B. Intestinal absorption of zinc. In: MILIS, CF. Zinc in Human Biology. London, FRA. Springer-Verlag. p. 33-55. 1989. Citado por David Enrique Ortega Ruiz 2014.
21. Martínez A. 2002. Alcaloides esteroidales de solanáceas. Colombia: Universidad de Antioquia. 100. p.
22. MINAGRI – Ministerio de Agricultura y Riego – Agencia Agraria de Cutervo. 2018. Exposición Situación actual, tendencia y perspectiva del cultivo de papa en la provincia de Cutervo – Cajamarca.
23. Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). 2014. Informe técnico anual 2013-2014. Principales Aspectos Agroeconómicos de la Cadena Productiva de la Papa. Ministerio de Agricultura y Riego – MINAGRI. Lima, Perú. 94 pp.

24. Ordinola, M.; Fonseca, C.; Vela, A.M.; Devaux, A. 2014. Desarrollando innovaciones para la seguridad alimentaria y nutricional con base en la biodiversidad. Lima (Peru). Centro Internacional de la Papa (CIP). ISBN 978-92-9060-451-8. 82 p
25. Programa Mundial de Alimento (PMA) de las Naciones Unidas. 2010. La biofortificación de los cultivos para combatir la anemia y las deficiencias de micronutrientes en Peru. Lima, Perú.40 pp.
26. Salcedo S.2014. Desnutrición infantil en el Peru. Informe de la investigación N° 65 /2014-2015 Congreso de la Republica Lima.
27. Sánchez, R. 2003. “Cultivo y Comercialización de la Papa“. Primera impresión. Lima – Perú, 43 – 44 pp.
28. Seguridad alimentaria FAO, 2020.
29. Silver L. M. 2001. ¿ What are clones? They're not what you they are. Nature. 412 (6842), 21.
30. Spooner, D.M. y W.L.A.Hetterscheid. 2005. Origins, evolution, and group classification of cultivated potatoes. pp. 285-307. En: Motley, T.J., N. Zerega y H. Cross (eds.). Darwin’s harvest: new approaches to the origins, evolution, y conservation of crops. Columbia University Press, NY.
31. Tirado, J. 2005. Determinación de calidad de 18 ecotipos de papa amarilla (*Solanum phureja* Juz et Buck) en Cutervo-Cajamarca. Tesis de ingeniero, Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, Lambayeque. Perú. 87 pp.
32. Vallejo C. 2002. Fitomejoramiento; producción vegetal; mejoramiento genético; plantas.
33. Verdú. J. 2005. Nutrición y alimentación Humana. Nutrientes y alimentos. Vol. 1. Editorial OCEANO 1 ergon. Barcelona. España. Pp.121, 134.
34. Villacrés E., Brito, B. 1999. Raíces y tubérculos andinos. Avance de investigación 1.EDS. J. Fairlie, M. Morale, M. Holle. 1999. Lima.Perú.CIP.CONDENSAN. p.33
35. White P. J. and M.R. Broadley. 2009. Biofortification of crops with seven mineral elementsoften lacking in human diets – iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine. New Phytologist 182: 49-84. Citado por Gabriel J.1, R. Botello, A. Angulo, J. Velasco, F.Rodríguez 2012
36. Woolfe J. A.1987.La papa en la dieta humana. Prensa de la Universidad de Cambridge, Cambridge, 231.

ANEXOS

Anexo 1. Prueba de comparación no paramétrica de Friedman al $\alpha < 0.05$.

Estadísticos	Vigor de Planta		Apariencia de tubérculo		Uniformidad del tubérculo		Chips		% perdida de agua	
Chisq	50.50		57.33		40.26		72.52		42.25	
Df	33		33		33		33.00		33	
p.chisq	0.03	*	0.01	**	0.18	ns	0.00		0.13	Ns
F	2.08		2.75		1.37		5.48		1.49	
DFerror	66		66		66		66		66	
p.F	0.01	**	0.00	**	0.14	ns	0.00	**	0.08	Ns
t.value	2.00		2.00		2.00		2.00		2.00	
LSD	37.30		32.93		37.39		28.60		45.05	

Anexo 2. Resultados de análisis de Shapiro Wilk.

N°	variables	p_value	is.normal
1	Snp	0.96	VERDADERO
2	Plahe	0.17	VERDADERO
3	Nmtp	0.08	VERDADERO
4	Mtwp	0.95	VERDADERO
5	Mtlya	0.80	VERDADERO
6	Matw	0.50	VERDADERO
7	Tntp	0.00	FALZO
8	Ttwp	0.20	VERDADERO
9	Ttya	0.17	VERDADERO
10	Atw	0.26	VERDADERO
11	avsnt_ev1	0.65	VERDADERO
12	avsnt_ev2	0.15	VERDADERO
13	percent_ltw	0.43	VERDADERO
14	Dm	0.99	VERDADERO
15	Appl	0.00	FALZO
16	Fedw	0.25	VERDADERO
17	Zndw	0.40	VERDADERO
18	asc_fw	0.47	VERDADERO
19	tgly_fw	0.00	FALZO
20	apgl_adj	0.00	FALSE
21	tntp_adj	0.02	FALZO

Anexo 3. Coeficiente de determinación de las variables cuantitativas.

N°	variables	r_squared	r_squared_adj
1	snpp	0.53	0.28
2	plahe	0.65	0.46
3	nntp	0.71	0.55
4	mtwp	0.8	0.70
5	mttya	0.83	0.73
6	matw	0.49	0.21
7	tntp	0.87	0.80
8	ttwp	0.8	0.70
9	ttya	0.82	0.73
10	atw	0.71	0.55
11	avsnt_ev1	0.68	0.51
12	avsnt_ev2	0.78	0.66
13	percent_ltw	0.5	0.23
14	dm	0.72	0.58
15	apgl	0.46	0.09
16	fedw	0.68	0.51
17	zndw	0.77	0.65
18	apgl_adj	0.53	0.21
19	tntp_adj	0.84	0.76

Anexo 4. Análisis de Varianza de las variables.

Tabla 01 A. 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	57.99	1.76	1.98	0.01	**
Bloques	2	7.69	3.85	4.34	0.02	*
Error	66	58.47	0.89			
Total	101	124.15				
CV (%)		18.0				
Promedio		4.04				
r ²		0.53				

Tabla 02. A. 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	1065285.0	32281.4	4.50	1.2E-07	**
Bloques	2	57834.9	28917.5	4.03	2.2E-02	**
Error	65	465959.1	7168.6			
Total	100	1589079.01				
CV (%)		17.4				
Promedio		322.8				
r ²		0.71				

Tabla 03. A. Análisis de varianza para peso de tubérculos comerciales kg/parcela

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor P	Sig.
Tratamientos	33	6103.8	185.0	7.26	7.01E-12	*
Bloques	2	642.8	321.4	12.61	2.36E-05	**
Error	65	1656.7	25.5			
Total	100	8403.2				
CV (%)		11.6				
Promedio		27.43				
r ²		0.80				

Tabla 04 A. Análisis de varianza para rendimiento de tubérculos comerciales ajustado t/ha.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor P	Sig.
Tratamientos	33	6285.1	190.5	8.501	1.84E-13	***
Bloques	2	662.4	331.2	14.784	5.10E-06	**
Error	65	1456.2	22.4			
Total	100	8403.8				
CV (%)		13.8				
Promedio		27.65				
r ²		0.82				

Tabla 05 A. Análisis de varianza para peso promedio de tubérculo comerciales/g

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor P	Sig.
Tratamientos	33	42043.2	1274.04	1.833	0.02	*
Bloques	2	1211.3	605.67	0.872	0.42	NS
Error	65	45172.4	694.96			
Total	100	88427.0				
CV (%)		15.4				
Promedio		90.27				
r ²		0.80				

Tabla 06 A. Análisis de varianza para número total de tubérculos por parcela

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor P	Sig.
Tratamientos	33	3316213.3	100491.3	13.34	2E-18	***
Bloques	2	51290.2	25645.1	3.40	0.04	*
Error	65	489801.8	7535.4			
Total	100	3857305.3				
CV (%)		16.8				
Promedio		545.6				
r ²		0.87				

Tabla 07 A. Análisis de varianza para peso total de tubérculos kg/parcela.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor P	Sig.
Tratamientos	33	6284.7	190.4	7.53	3E-12	***
Bloques	2	397.9	199.0	7.86	0.001	**
Error	65	1645.0	25.3			
Total	100	8327.6				
CV (%)		11.0				
Promedio		34.96				
r ²		0.80				

Tabla 08 A. Análisis de varianza para rendimiento total de tubérculos ajustado t/ha.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor P	Sig.
Tratamientos	33	6578.3	199.3	8.74	9.68E-14	**
Bloques	2	392.1	196.0	8.59	0.000	**
Error	65	1483.3	22.8			
Total	100	8453.7				
CV (%)		11.0				
Promedio		35.26				
r ²		0.82				

Tabla 09 A. Análisis de varianza para peso promedio de tubérculos /g.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor P	Sig.
Tratamientos	33	30566.2	926.2	4.735	4.6E-08	**
Bloques	2	443.9	222.0	1.135	0.33	NS
Error	65	12716.0	195.6			
Total	100	43726.2				
CV (%)		12.3				
Promedio		68.49				
r ²		0.71				

Tabla 10 A. Número de brotes promedio por tubérculos a los 90 y 120 días d.d.c.

Fuentes de variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor P	Sig.	% de la variación total observada
Modelo	69	451.24	6.50	12.78	<.0001	***	
REP	2	0.97	0.49	0.95	0.389		
Genotipo (G)	33	265.60	8.05	15.73	<.0001	***	58.86%
Días de almacenamiento (DA)	1	147.27	147.27	287.86	<.0001	***	32.63%
G*DA	33	37.40	1.13	2.21	0.0008	**	8.28%
Error	134	68.56	0.51				
CV (%)	21.7						
Promedio	3.29						
r²	0.87						

Tabla. 11 A. Análisis de varianza del porcentaje de materia seca y contenido azúcar.

Variables	% Materia seca				% Azúcares			
	GL	SC	Cuadrados medios	Sig.	GL	SC	Cuadrados medios	Sig.
Tratamientos	33	262.85	7.97	**	28	5.097	0.18	**
Bloques	2	35.08	17.54	**	2	0.341	0.17	*
Error	65	113.25	1.74		10	1.342	0.13	
Total	100	411.17			40	6.779		
CV (%)		7.1				45.4		
Promedio		22.96				0.04		
r ²		0.72				0.79		

Tabla 12 A. Análisis de varianza para contenido de hierro y contenido de zinc.

Variables	Contenido de hierro				Contenido de zinc			
	GL	SC	CM	Sig.	GL	SC	CM	Sig.
Tratamientos	33	875.83	26.54	**	33	322.29	9.77	**
Bloques	2	13.82	6.91	ns	2	10.5	5.25	*
Error	65	421.7	6.49		65	99.6	1.53	
Total	100	1311.35			100	432.4		
CV (%)		13.7				13.2		
Promedio		21.94				13.73		
r ²		0.68				0.77		

Tabla 13 A. Pruebas organolépticas considerando textura, sabor, sabores extraños y contenido de glicoalcaloides.

Código de Mejorador	N	Textura		N	Sabor		N	Sab.Extr		N	Oscurecimiento		Tgly_FW
		Mean	Std Dev		Mean	Std Dev		Mean	Std Dev		Mean	Std Dev	
BIOT-507.311	3	25.0	4.33	5	27	7.83	5	17.00	4.47	5	9.0	1.37	0.17
BIOT-507.312	5	29.0	6.27	5	30	6.85	5	19.00	2.24	5	8.0	1.12	0.33
BIOT-609.247	5	25.5	6.71	5	32	5.48	5	16.00	4.18	5	8.5	1.37	0.23
BIOT-621.069	5	19.5	6.71	5	31	5.12	5	15.00	3.54	5	7.5	2.50	0.36
BIOT-621.097	4	31.9	6.25	3	32	2.89	3	18.33	2.89	3	8.3	1.44	0.63
BIOT-633.294	3	29.2	6.29	4	24	7.18	3	18.33	2.89	4	7.5	2.04	0.25
BIOT-637.001	4	31.3	2.50	5	32	5.48	5	20.00	0.00	5	8.5	1.37	1.00
BIOT-637.089	4	24.4	3.75	4	26	4.33	3	16.67	2.89	3	8.3	1.44	1.21
BIOT-682.042	5	16.0	6.27	5	21	6.27	5	14.00	4.18	5	9.0	1.37	2.24
BIOT-686.019	5	27.5	8.66	5	35	3.54	5	17.00	4.47	5	5.0	1.77	0.64
BIOT-721.036	5	32.0	2.74	5	33	2.74	5	18.00	4.47	5	9.5	1.12	5.59
BIOT-721.038	2	32.5	3.54	3	31	7.22	4	15.00	4.08	4	8.1	1.25	16.81
BIOT-721.074	4	28.1	3.75	4	34	2.50	4	16.25	2.50	4	8.8	1.44	0.62
BIOT-721.163	5	27.0	4.11	5	33	2.74	4	20.00	0.00	5	9.0	1.37	0.16
BIOT-721.245	4	29.4	5.15	4	31	7.18	4	16.25	2.50	4	8.1	1.25	0.23
BIOT-721.286	5	29.5	4.47	5	33	6.61	5	18.00	2.74	5	8.5	2.24	6.21
BIOT-725.024	3	30.8	7.22	3	31	7.22	4	13.75	4.79	4	6.9	2.39	0.76
BIOT-725.047	4	29.4	5.15	4	33	2.89	4	17.50	5.00	4	6.9	2.39	0.54
BIOT-725.050	3	15.8	6.29	4	21	3.75	4	16.25	2.50	2	8.8	1.77	7.33
BIOT-725.067	5	18.5	7.83	5	27	7.83	5	18.00	2.74	4	7.5	2.89	6.89
BIOT-735.105	4	29.4	5.15	4	35	4.08	4	20.00	0.00	4	9.4	1.25	0.18
BIOT-747.056	5	23.5	7.20	4	32	7.47	5	15.00	5.00	4	5.6	3.75	4.37
BIOT-751.021	5	26.5	5.76	5	31	5.12	5	18.00	2.74	5	7.5	3.06	3.44
BIOT-751.025	2	32.5	3.54	4	18	6.12	3	13.33	5.77	4	7.5	2.04	9.20
BIOT-763.051	5	22.5	5.30	5	31	2.24	5	17.00	4.47	5	9.0	1.37	0.29
BIOT-763.441	3	20.8	10.10	4	32	7.47	4	16.25	4.79	4	8.1	2.39	0.48
BIOT-764.006	4	20.6	3.75	4	24	3.75	4	16.25	2.50	4	6.3	1.44	1.16
BIOT-767.014	5	21.0	3.35	4	33	2.89	5	15.00	3.54	5	6.0	2.85	2.79
BIOT-787.011	5	31.5	5.48	4	26	7.50	4	17.50	2.89	5	7.0	2.09	3.86
BIOT-871.043	4	20.6	7.18	4	27	8.75	4	12.50	5.00	3	7.5	2.50	0.48
Canchan-INIA	29	20.5	7.24	32	28	7.68	31	16.61	4.54	32	7.8	2.08	0.60
Ccompis	5	18.5	7.83	5	33	7.50	5	16.00	5.48	5	9.5	1.12	0.58
Serranita	5	24.0	6.27	5	25	7.71	5	15.00	5.00	3	10.0	0.00	2.78
Yungay	32	27.2	7.45	31	29	7.93	31	15.32	4.64	32	8.5	1.89	0.46

Tabla 14. A. Correlación de variables estudiadas.

Variable	Con Variable	N	Correlación	Fisher's z	Ajustado parcial	Correlación Estimación	95% límites de confianza		p Value for H0:Rho=0	Sig.
Hierro	Zinc	32	0.66348	0.799	0.0107	0.65745	0.4	0.82	<.0001	***
Peso promedio de tubérculos comerciales g	Peso promedio de tubérculos/g	32	0.90034	1.47402	0.01452	0.89756	0.8	0.95	<.0001	***
Rendimiento de tubérculos comerciales t/ha	Rendimiento total de tubérculos t/ha	32	0.95246	1.85766	0.01536	0.95101	0.9	0.98	<.0001	***
PVS_C	Rendimiento de tubérculos comerciales t/ha	32	0.56	0.63114	0.00901	0.55261	0.3	0.76	0.0007	**
PVS_C	Peso promedio de tubérculos comerciales g	32	0.56	0.62905	0.00899	0.55117	0.3	0.75	0.0007	**
PVS_C	Rendimiento total de tubérculos t/ha	32	0.54	0.60043	0.00867	0.53117	0.2	0.74	0.0012	**
PVS_C	Peso promedio de tubérculos/g	32	0.64	0.75995	0.01034	0.63492	0.4	0.81	<.0001	***
Tub_APP	Rendimiento de tubérculos comerciales t/ha	32	0.72761	0.92364	0.01174	0.72204	0.5	0.86	<.0001	***
Tub_APP	Rendimiento total de tubérculos t/ha	32	0.69816	0.8637	0.01126	0.69234	0.5	0.84	<.0001	***
Vigor	Número de Tallos	32	0.63311	0.74659	0.01021	0.62695	0.4	0.8	<.0001	***
DM	Textura	32	0.52436	0.58233	0.00846	0.5182	0.2	0.73	0.0017	***

Anexo 5. Medias de variables cualitativas.

Código de Mejorador	N	Vigor de planta	Apariencia del tubérculo	Uniformidad del tubérculo	Tamaño de tubérculo	Chips
		M	M	M	M	M
Ccompis	3	5	3	5	3	3
BIOT-507.311	3	5	3	5	3	3
BIOT-507.312	3	7	5	3	3	3
BIOT-609.247	3	9	5	5	5	3
BIOT-621.069	3	7	3	3	3	2
BIOT-621.097	3	7	5	5	5	2
BIOT-633.294	3	7	5	3	5	1
BIOT-637.001	3	7	3	5	5	2
BIOT-637.089	3	7	5	5	3	2
BIOT-682.042	3	5	5	5	3	2
BIOT-686.019	3	5	5	3	5	1
BIOT-721.036	3	7	3	3	3	2
BIOT-721.038	3	7	5	5	5	3
BIOT-721.074	3	9	5	3	5	2
BIOT-721.163	3	5	5	5	5	1
BIOT-721.245	3	7	5	3	5	3
BIOT-721.286	3	7	5	5	5	2
BIOT-725.024	3	5	3	5	3	2
BIOT-725.047	3	7	5	5	3	3
BIOT-725.050	3	9	5	5	5	2
BIOT-725.067	3	9	5	5	7	2
BIOT-735.105	3	5	5	5	5	3
BIOT-747.056	3	5	5	5	3	2
BIOT-751.021	3	7	3	3	5	1
BIOT-751.025	3	7	5	5	5	2
BIOT-763.051	3	7	5	5	3	3
BIOT-763.441	3	5	5	5	5	3
BIOT-764.006	3	5	5	5	3	3
BIOT-767.014	3	7	5	5	5	2
BIOT-787.011	3	7	3	3	3	3
BIOT-871.043	3	5	3	5	5	2
Canchan-INIA	3	7	7	5	5	3
INIA 309;Serranita	3	7	5	5	5	3
Yungay	3	9	7	5	7	4

Anexo 6. Incrementos porcentaje del contenido de Hierro de las papas Biofortificadas con respecto a cada una de las variedades comerciales

Código de Mejorador	N	Contenido de hierro mg/kg (BS) *			Canchan	Yungay	Ccompis	Serranita	Contenido de zinc mg/kg (BS) *			Cancha	Yungay	Ccompis	Serranita	Canchan	Yungay	Ccompis	Serranita	
		Promedio	SD	Agrupación	% de Hierro con Respecto al Testigo Canchan	% de Hierro con Respecto al Testigo Yungay	% de Hierro con Respecto al Testigo Ccompis	% de Hierro con Respecto al Testigo Serranita	Promedio	SD	Agrupación	% de Zinc con Respecto al Testigo Canchan	% de Zinc con Respecto al Testigo Yungay	% de Zinc con Respecto al Testigo Ccompis	% de Zinc con Respecto al Testigo Serranita	Vitamina C mg/100 (BS)**	% de Vitac con Respecto al Testigo Canchan	% de Vitac con Respecto al Testigo Yungay	% de Vitac con Respecto al Testigo Ccompis	% de Vitac con Respecto al Testigo Serranita
					Valor observado															
BIOT-725.047	3	27.8	1.3	A	107.46	63.53	74.84	51.09	15.9	0.3	ABC	69.15	59.00	32.50	7.43	59.05	-12.47	-28.05	5.24	6.53
BIOT-751.021	3	25.6	2.4	AB	91.04	50.59	61.01	39.13	16.7	1.9	A	77.66	67.00	39.17	12.84	55.53	-17.68	-32.34	-1.03	0.18
BIOT-725.067	3	25.4	3.1	ABC	89.55	49.41	59.75	38.04	15.7	2.1	ABCD	67.02	57.00	30.83	6.08	47.9	-28.99	-41.64	-14.63	-13.58
BIOT-637.089	3	25.1	3.2	ABCD	87.31	47.65	57.86	36.41	15.3	1.7	ABCDE	62.77	53.00	27.50	3.38	42.64	-36.79	-48.04	-24.01	-23.07
BIOT-682.042	3	24.8	0.6	ABCDE	85.07	45.88	55.97	34.78	15.7	1.5	ABCD	67.02	57.00	30.83	6.08	64.35	-4.61	-21.59	14.69	16.09
BIOT-721.286	3	24.7	3	ABCDE	84.33	45.29	55.35	34.24	13	0.2	GHIJKLM	38.30	30.00	8.33	-12.16	62.26	-7.71	-24.14	10.96	12.32
BIOT-767.014	3	24.5	2.2	ABCDE	82.84	44.12	54.09	33.15	15.4	1.1	ABCDE	63.83	54.00	28.33	4.05	54.07	-19.85	-34.12	-3.64	-2.45
BIOT-721.038	3	24.4	2.4	ABCDE	82.09	43.53	53.46	32.61	13.9	0.9	DEFGHIJ	47.87	39.00	15.83	-6.08	71.4	5.84	-13.00	27.25	28.81
BIOT-735.105	3	24.1	3.1	ABCDEF	79.85	41.76	51.57	30.98	14.5	0.7	BCDEFG	54.26	45.00	20.83	-2.03	59.98	-11.09	-26.92	6.90	8.21
BIOT-751.025	3	23.9	3.5	ABCDEF	78.36	40.59	50.31	29.89	14.1	1.3	CDEFGH	50.00	41.00	17.50	-4.73	50.37	-25.33	-38.63	-10.23	-9.13
BIOT-725.024	3	23.9	1.8	ABCDEF	78.36	40.59	50.31	29.89	13.5	0.7	EFGHIJK	43.62	35.00	12.50	-8.78	49.95	-25.96	-39.14	-10.98	-9.89
BIOT-764.006	3	23.7	2.4	ABCDEF	76.87	39.41	49.06	28.80	16.4	0.7	AB	74.47	64.00	36.67	10.81	88.7	31.49	8.08	58.08	60.02
BIOT-725.050	3	23.7	0.7	ABCDEF	76.87	39.41	49.06	28.80	14.9	0.7	ABCDEF	58.51	49.00	24.17	0.68	55.8	-17.28	-32.01	-0.55	0.67
BIOT-633.294	3	22.9	1.8	BCDEFGH	70.90	34.71	44.03	24.46	15	1.4	ABCDEF	59.57	50.00	25.00	1.35	54.74	-18.86	-33.30	-2.44	-1.24
BIOT-721.163	3	22.6	0.3	BCDEFGH	68.66	32.94	42.14	22.83	11.4	0.6	MNO	21.28	14.00	-5.00	-22.97	61.38	-9.01	-25.21	9.39	10.73
BIOT-747.056	3	22.4	3.2	BCDEFGH	67.16	31.76	40.88	21.74	14.3	0.5	CDEFGH	52.13	43.00	19.17	-3.38	61.24	-9.22	-25.38	9.14	10.48
BIOT-621.069	3	22.2	2.3	BCDEFGH	65.67	30.59	39.62	20.65	12.8	1.4	HIJKLM	36.17	28.00	6.67	-13.51	63.6	-5.72	-22.51	13.35	14.74
BIOT-763.051	3	22.1	0.1	BCDEFGH	64.93	30.00	38.99	20.11	15.8	1.8	ABCD	68.09	58.00	31.67	6.76	70.87	5.05	-13.65	26.31	27.85
BIOT-686.019	3	21.9	5.2	BCDEFGH	63.43	28.82	37.74	19.02	11.5	2.3	MN	22.34	15.00	-4.17	-22.30	39.28	-41.77	-52.14	-29.99	-29.14
BIOT-871.043	3	21.5	0.3	BCDEFGH	60.45	26.47	35.22	16.85	14	0.9	CDEFGH	48.94	40.00	16.67	-5.41	53.59	-20.56	-34.70	-4.49	-3.32
BIOT-721.074	3	21.4	2.1	CDEFGHIJ	59.70	25.88	34.59	16.30	13.5	0.9	EFGHIJK	43.62	35.00	12.50	-8.78	53.34	-20.93	-35.01	-4.94	-3.77
BIOT-787.011	3	21.3	2.4	CDEFGHIJ	58.96	25.29	33.96	15.76	15.2	1.1	ABCDE	61.70	52.00	26.67	2.70	56.68	-15.98	-30.94	1.02	2.26
BIOT-721.245	3	21.3	1.7	CDEFGHIJ	58.96	25.29	33.96	15.76	13.2	1.1	FGHIJKL	40.43	32.00	10.00	-10.81	64.45	-4.46	-21.47	14.86	16.27
BIOT-637.001	3	21.1	4.5	DEFGHIJK	57.46	24.12	32.70	14.67	12.6	2.2	HIJKLM	34.04	26.00	5.00	-14.86	46.05	-31.74	-43.89	-17.93	-16.92
BIOT-721.036	3	20.8	0.8	EFGHIJK	55.22	22.35	30.82	13.04	15	1.2	ABCDEF	59.57	50.00	25.00	1.35	43.97	-34.82	-46.42	-21.64	-20.67
BIOT-621.097	3	19.9	2.6	FGHIJKL	48.51	17.06	25.16	8.15	13	0.5	GHIJKLM	38.30	30.00	8.33	-12.16	54.66	-18.97	-33.40	-2.58	-1.39
BIOT-609.247	3	19.7	0.8	GHIJKL	47.01	15.88	23.90	7.07	12.1	1	JKLM	28.72	21.00	0.83	-18.24	59.21	-12.23	-27.85	5.52	6.82
BIOT-763.441	3	19.5	1.6	HIJKL	45.52	14.71	22.64	5.98	12.2	0.6	JKLM	29.79	22.00	1.67	-17.57	76.72	13.73	-6.52	36.73	38.41
BIOT-507.311	3	19.5	3.8	HIJKL	45.52	14.71	22.64	5.98	11.6	1.4	LMN	23.40	16.00	-3.33	-21.62	56.1	-16.84	-31.64	-0.02	1.21
BIOT-507.312	3	19.4	4.8	IJKL	44.78	14.12	22.01	5.43	12.4	2.1	IJKLM	31.91	24.00	3.33	-16.22	76.49	13.39	-6.80	36.32	37.99
Serranita	3	18.4	3.2	JKL	37.31	8.24	15.72	0.00	14.8	1	ABCDEF	57.45	48.00	23.33	0.00	55.43	-17.83	-32.46	-1.21	0.00
Yungay	3	17	0.7	KLM	26.87	0.00	6.92	-7.61	10	0.4	NO	6.38	0.00	-16.67	-32.43	82.07	21.66	0.00	46.27	48.06
Ccompis	3	15.9	2.1	LM	18.66	-6.47	0.00	-13.59	12	1.3	KLM	27.66	20.00	0.00	-18.92	56.11	-16.82	-31.63	0.00	1.23
Canchan-INIA	3	13.4	1.7	M	0.00	-21.18	-15.72	-27.17	9.4	1.6	O	0.00	-6.00	-21.67	-36.49	67.46	0.00	-17.80	20.23	21.70

Anexo 7. Análisis de componentes principales de las pruebas organolépticas considerando textura, sabor y apariencia en campo.

ORD	INSTN	Código de Mejorador	TEXTURA			SABOR			APARIENCIA			PCA	
			n	Media	Sd	N	Media	Sd	n	Media	Sd	CP1	CP2
1	Ccompis		4	3.5	1.91	4	2.5	1.91	4	3	0	-0.48	-0.53
2	CIP312507.311	BIOT-507.311	4	2.5	1	4	3	0	4	2.5	1	-1.08	-0.6
3	CIP312507.312	BIOT-507.312	6	4	1.1	6	3.67	1.03	6	3.33	1.51	0.86	-0.8
4	CIP312609.247	BIOT-609.247	4	2	1.15	4	3	0	4	3	0	-1.06	0.18
5	CIP312621.069	BIOT-621.069	4	3	0	4	3	1.63	4	5	0	0.91	1.61
6	CIP312621.097	BIOT-621.097	5	3.8	1.1	5	3.4	0.89	5	2.2	1.1	-0.21	-1.74
7	CIP312633.294	BIOT-633.294	4	3.5	1	4	3	1.63	4	2	1.15	-0.8	-1.66
8	CIP312637.001	BIOT-637.001	4	2.5	1	4	3	0	5	3.8	1.1	-0.21	0.7
9	CIP312637.089	BIOT-637.089	5	3.8	1.1	5	3	0	5	3.4	0.89	0.32	-0.44
10	CIP312682.042	BIOT-682.042	4	3.5	1	4	5	0	4	4	1.15	1.92	-0.2
11	CIP312686.019	BIOT-686.019	4	1.5	1	4	1.5	1	4	2.5	1	-2.74	0.36
12	CIP312721.036	BIOT-721.036	4	5	0	4	5	0	4	5	0	3.52	-0.05
13	CIP312721.038	BIOT-721.038	4	3	1.63	4	2.5	1	4	3	0	-0.78	-0.25
14	CIP312721.074	BIOT-721.074	4	4.5	1	4	5	0	4	5	0	3.21	0.23
15	CIP312721.163	BIOT-721.163	6	2.33	1.03	6	3	1.26	6	4	1.1	-0.18	0.99
16	CIP312721.245	BIOT-721.245	4	4.5	1	4	3	1.63	4	4.5	1	1.5	0.26
17	CIP312721.286	BIOT-721.286	6	4.33	1.03	6	4	1.67	6	4	1.1	1.75	-0.4
18	CIP312725.024	BIOT-725.024	5	3	1.41	5	3.4	0.89	5	4.2	1.1	0.65	0.71
19	CIP312725.047	BIOT-725.047	4	2	1.15	4	2	1.15	4	3.5	1	-1.41	0.95
20	CIP312725.050	BIOT-725.050	4	3	1.63	4	2.5	1.91	4	3	0	-0.78	-0.25
21	CIP312725.067	BIOT-725.067	6	2.67	0.82	6	3.67	1.03	6	3	1.26	-0.18	-0.37
22	CIP312735.105	BIOT-735.105	4	3	0	4	3.5	1	5	3.8	1.1	0.45	0.28
23	CIP312747.056	BIOT-747.056	6	2.33	1.03	6	2	1.1	6	2.67	0.82	-1.76	-0.07
24	CIP312751.021	BIOT-751.021	4	2.5	1	4	3	1.63	4	3	1.63	-0.75	-0.1
25	CIP312751.025	BIOT-751.025	5	3.8	1.1	5	3.8	1.1	5	3.8	1.1	1.15	-0.25
26	CIP312763.051	BIOT-763.051	6	2	1.1	6	2.33	1.03	6	3	0	-1.52	0.36
27	CIP312763.441	BIOT-763.441	5	3.8	1.1	5	3.4	0.89	5	3.4	1.67	0.6	-0.54
28	CIP312764.006	BIOT-764.006	4	3	1.63	4	3	1.63	4	3.5	1	-0.1	0.12
29	CIP312767.014	BIOT-767.014	6	1.67	1.03	6	2.33	1.03	6	2.67	0.82	-1.94	0.22
30	CIP312787.011	BIOT-787.011	6	2.33	1.03	6	2	1.1	6	2.67	0.82	-1.76	-0.07
31	CIP312871.043	BIOT-871.043	4	2	1.15	4	1.5	1	5	2.6	1.67	-2.36	0.18
32	CIP380389.1	Canchan-INIA	4	5	0	4	3.5	1.91	4	4.5	1	2.15	-0.15
33	CIP391691.96	INIA 309;Serranita	6	2.33	1.03	6	3	0	6	3.67	1.03	-0.4	0.66
34	CIP720064	Yungay	19	3.63	1.5	19	3.74	1.52	19	4.58	1.07	1.52	0.64

Anexo 6. Resultado análisis de suelos: Laboratorio de Química Agrícola “Valle Grande”, Cañete, Lima – Perú. Año 2019.



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

ANÁLISIS N° : 337-16S -21
 LUGAR : CAJAMARI
 FECHA DE RECEP. : 18/03/2019

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

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	20.38	%		
Limo	47.25	%		
Arcilla	32.37	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO ARCILLOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	47.14	%	MES - 002	Gravimétrica
Carbonato de Calcio Total	<0.01	%	MES - 003	Gravimétrica
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	1.05	dS / m	MES - 004	Electrométrica
pH (1/1) a Temp = 26.1 °C	5.43		MES - 005	Electrométrica
Fósforo Disponible	289.29	ppm	MES - 006	Bray I
Materia Orgánica	3.10	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.18	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	229.20	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante:Ac. Amonio
Calcio	8.32	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.10	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.15	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.57	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
Aluminio + Hidrógeno	<0.01	mEq / 100 g	MES - 014	KCl / Volumétrico
P.A.I	<0.1	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	10.14	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	5.51	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	3.05	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrito	0.08	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	1.81	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	2.92	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	1.03	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	6.15	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.42	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	0.36	ppm (*)	ISO 6390 1990	Colorimétrico

DONDE:

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 Catiónico Eléctrico
 % : Masa / Masa
 ppm : mg / Kg
 ppm(*) : mg / L.

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.

SM : Standard Methods
 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



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

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

ANÁLISIS N° : 337-16S -2019
LUGAR : CAJAMARCA
FECHA DE RECEP. : 18/03/2019

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - MICRONUTRIENTES DISPONIBLES

MUESTRA : STC - Cutervo - r1 (PS)

PARÁMETRO	RESULTADOS	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Cobre Disponible (Cu)	0.87	ppm	MES - 018	Extractante: DTPA FAAS
Zinc Disponible (Zn)	1.55	ppm	MES - 019	FAAS
Manganeso Disponible (Mn)	31.65	ppm	MES - 020	FAAS
Hierro Disponible (Fe)	109.56	ppm	MES - 021	FAAS
Boro Disponible (B)	0.60	ppm	MES - 022	Extractante: CaCl ₂ ·2H ₂ O Colorimétrico

DONDE:

DTPA : Pentaacetato de Dietilentríamina
MES : Método propio del Laboratorio
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Línea
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

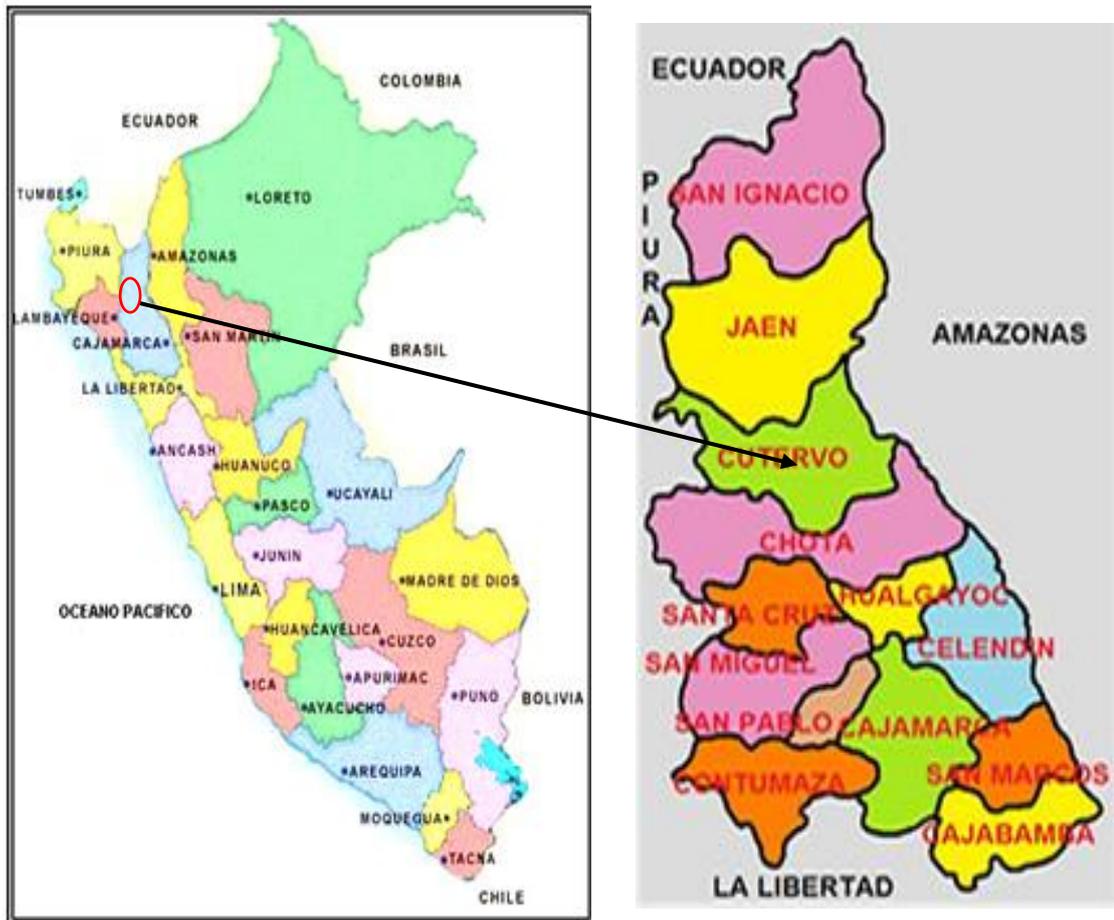

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




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 7. Mapa de la provincia de Cutervo.



Anexo 8. Láminas fotográficas.



FOTO 01. Preparación del terreno.



FOTO 02. Instalación del estudio.



FOTO 03. Emergencia de las plantas



FOTO 04. Deshierbo.



FOTO 05. Aporque del cultivo.



FOTO 06. Evaluación de PVS en floración (identificación de criterios)



FOTO 07. Evaluación de PVS en floración (selección de clones).



FOTO 08. Cosecha.



FOTO 09. Evaluación de PVS en cosecha (Identificación de criterio).



FOTO 10. Evaluación de PVS en cosecha (Selección de clones).



FOTO 9. Prueba organoléptica campo.



FOTO 11. Determinación de glucosa y azúcares totales.





UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIDAD DE INVESTIGACION



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS VIRTUAL N° 018-2021-UI-FAG

En la ciudad de Lambayeque a los nueve días del mes de setiembre del año dos mil veintiuno, siendo las cuatro de la tarde, se reunieron vía plataforma virtual meet.google.com/mob-uudf-nzg, los Miembros de Jurado evaluador de la tesis titulada: “COMPARATIVO DE 34 CLONES POTENCIALES DE PAPA BIOFORTIFICADAS CON ALTO CONTENIDO DE HIERRO Y ZINC, PARA CONTRIBUIR A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN EL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2019”, designados por Decreto N° 517-2018-FAG del 28 de diciembre del 2018, con la finalidad de evaluar y calificar la Sustentación de la Tesis antes mencionada, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Jorge Llontop Llaque
Ing. M.SC. Roberto Tirado Lara
Ing. Roso Prospero Pasache Chapoñan
Ing. Adolfo Padilla Pérez

Presidente
Secretario
Vocal
Patrocinador

El acto de Sustentación fue autorizado por DECRETO No 219-2021-VIRTUAL-D-FAG, con fecha 07 de setiembre del 2021

La tesis fue presentada y sustentada por la Bachiller **YHOEL LEIVA TORRES**, tuvo una duración 2.30 de minutos. Después de la sustentación y absueltas las preguntas y observaciones de los Miembros de Jurado, se procedió a la calificación respectiva otorgándole el calificativo de 17.00 en la escala vigesimal, con mención

MUY BUENO

Por lo que queda APTO para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo de acuerdo con la Ley Universitaria N° 30220 y la Normatividad vigente de la Facultad de Agronomía y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 6.30 pm, se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad el presente acto con las firmas de los Miembros de Jurado.

Dr. Jorge Llontop Llaque
Presidente

Ing. M.SC. Roberto Tirado Lara
Secretario

Ing. Roso Prospero Pasache Chapoñan
Vocal

Ing. Adolfo Padilla Pérez
Patrocinador

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Adolfo Padilla Pérez, Asesor de Tesis, del Bachiller Yhoel Leiva Torres egresado de la escuela profesional de agronomía identificado con DNI N° 47612732 código 120031A, he elaborado la Tesis titulada: "Comparativo de 34 clones de papa biofortificadas con alto contenido de hierro y zinc, para contribuir a la seguridad alimentaria en el departamento de Cajamarca, 2019", luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 19% verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Lambayeque, 01 de junio del 2022.



Adolfo Padilla Pérez

16725584

Asesor



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Yhoel Leiva Torres
Título del ejercicio: INFORMES DE TESIS
Título de la entrega: Comparativo de 34 clones de papa biofortificadas con alto c...
Nombre del archivo: INFORME_FINAL_TESIS_YHOEL_LEIVA_mayo_2022.docx
Tamaño del archivo: 3.92M
Total páginas: 129
Total de palabras: 21,692
Total de caracteres: 118,938
Fecha de entrega: 30-may.-2022 10:04p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre... 1847546919



Comparativo de 34 clones de papa biofortificadas con alto contenido de hierro y zinc, para contribuir a la seguridad alimentaria en el departamento de Cajamarca, 2019

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to unsaac Trabajo del estudiante		8%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet		4%
3	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	1%	
4	repositorio.iica.int Fuente de Internet	1%	
5	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1%	
6	repositorio.unprg.edu.pe:8080 Fuente de Internet	<1%	
7	cia.uagraria.edu.ec Fuente de Internet	<1%	
8	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%	

9	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet		<1 %
10	es.slideshare.net Fuente de Internet		<1 %
11	gestionparticipativa.pe.iica.int Fuente de Internet		<1 %
12	research.cip.cgiar.org Fuente de Internet		<1 %
13	cipotato.org Fuente de Internet		<1 %
14	empresasenperu.blogspot.mx Fuente de Internet		<1 %
15	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet		<1 %
16	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet		<1 %
17	issuu.com Fuente de Internet		<1 %
18	revistas.unal.edu.co Fuente de Internet		<1 %
19	consejosdesaludynutricion.com Fuente de Internet		<1 %
20	documentop.com Fuente de Internet		<1 %



21	1library.co Fuente de Internet	<1 %
22	Repositorioacademico.Upc.Edu.Pe Fuente de Internet	<1 %
23	dspace.utb.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	moam.info Fuente de Internet	<1 %
27	www.sabiia.cnptia.embrapa.br Fuente de Internet	<1 %
28	fatcat.wiki Fuente de Internet	<1 %
29	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
30	redepapa.org Fuente de Internet	<1 %
31	Çifci, Deniz I., Cumali Kınacı, and Osman A. Arikani. "Occurrence of Phthalates in Sewage Sludge from Three Wastewater Treatment	<1 %

Plants in Istanbul, Turkey", CLEAN - Soil Air
Water, 2013.

Publicación

32	engrxiv.org Fuente de Internet		<1 %
33	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet		<1 %
34	www.farmalisto.com.mx Fuente de Internet		<1 %
35	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet		<1 %
36	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet		<1 %
37	Submitted to Atlantic International University Trabajo del estudiante		<1 %
38	María Alejandra Aké-Chiñas, Claudia Iveth Mendoza-López, Javier Del-Angel-Caraza, Israel Alejandro Quijano-Hernández et al. "Urolitiasis de estruvita en perros: Características epidemiológicas y clínicas en México", Revista MVZ Córdoba, 2021 Publicación		<1 %
39	documents.mx Fuente de Internet		<1 %
40	repositorio.espam.edu.ec Fuente de Internet		<1 %