



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**COMPARATIVO DE OCHO CLONES DE PAPA TETRAPLOIDE
CON ALTO CONTENIDO DE ZINC Y DOS VARIEDADES EN EL
CENTRO EXPERIMENTAL ILLPA CAMPAÑA 2020-2021**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. YOOHN ALEX HANCCO CAHUAPAZA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2023



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

COMPARATIVO DE OCHO CLONES DE PAPA TETRAPLOIDE CON ALTO CONTENIDO DE ZINC Y DOS VARIEDADES EN EL CENTRO EXPERIMENTAL ILLPA CAMPAÑA 2020-2021

AUTOR

YOOHN ALEX HANCCO CAHUAPA

RECuento DE PALABRAS

25410 Words

RECuento DE CARACTERES

133934 Characters

RECuento DE PÁGINAS

128 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.2MB

FECHA DE ENTREGA

May 25, 2023 8:59 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 25, 2023 9:01 PM GMT-5

● 19% de similitud general

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

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

ING. M.Sc. L. AMILCAR BUENO HANCCO
REG. CIP. 22203

Ing. M.Sc. ROSARIO BRAVO P

Resumen



DEDICATORIA

A mis amados padres Pascual y Escolástica, por su constante apoyo moral y ser uno de mis motivos para seguir adelante y tener un futuro mejor, con esfuerzo persistencia y muchísima humildad.

A mis hermanos(as) Blanca, David, Liz, German, Eudis, Y a todos aquellos que participaron directa e indirectamente en la elaboración del presente trabajo de investigación, por haberme apoyado en todo momento por sus consejos, por la motivación constante y por su confianza.

A mi hermano Peter Richard Hanco Cahuapaza que en paz descansa, por ser uno de mis motivos en seguir formándome como un buen profesional en el campo de agronomía y la parte social.

Yoohn A. Hanco



AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, a la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, que me ha recibido con las puertas abiertas y me formaron como un buen profesional del campo agronómico.

A todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias y a los que fueron parte del proyecto en la UNA- Puno quienes me brindaron sus sabias enseñanzas durante mi formación profesional.

Al Centro Internacional de la Papa (CIP) por darme la oportunidad de realizar el presente trabajo de investigación, con tubérculos de papa biofortificados con Hierro y Zinc.

A la M.Sc. Rosario Ysabel Bravo Portocarrero, por su constante apoyo y valioso tiempo en la ejecución del presente trabajo de investigación. Y a todos mis jurados por sus oportunas correcciones que contribuyeron a mejorar el contenido del presente trabajo.

A mis amigos y compañeros quienes a cada instante me apoyaron con su valioso tiempo, optimismo y paciencia, y a todos mis compañeros que en algún momento colaboraron en la ejecución de este trabajo de investigación.

Yoohn A. Hanco



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	15
ABSTRACT.....	16
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETIVO GENERAL	18
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ANTECEDENTES	19
2.2. MARCO TEÓRICO	23
2.2.1. Origen de la papa	23
2.2.2. Origen y distribución de la papa	23
2.2.3. Ubicación taxonómica de la papa	24
2.2.4. Habito de crecimiento	25
2.2.5. Descripción botánica de la papa	25
2.2.6. Ciclo vegetativo de la papa	31



2.2.7. Requerimiento climático del cultivo de la papa.....	32
2.2.8. Producción y productividad de papa a nivel mundial, nacional y regional .	33
2.2.9. Procesos para obtener una nueva variedad en papa	36
2.2.10. Manejo agronómico del cultivo de la papa	37
2.2.11. Labores culturales	39
2.2.12. Potencial Nutricional de la Papa	44
2.2.13. Variedad o cultivar.....	45
2.2.14. Variedades nativas	45
2.2.15. Variedades mejoradas	45
2.2.16. Híbrido	46
2.2.17. Clon.....	46
2.2.18. Selección clonal	46
2.2.19. Selección recurrente.....	46
2.2.20. Correlación.....	47
2.2.21. Zinc	47
2.2.22. Acido ascórbico	48
2.2.23. Ácido clorogénico	48

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL	50
3.2. PROCEDENCIA DEL MATERIAL GENÉTICO UTILIZADO	52
3.3. ANÁLISIS DEL SUELO EXPERIMENTAL	53
3.4. MATERIALES UTILIZADOS EN CAMPO	55
3.5. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL	55



3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	57
3.7. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	59
3.8. METODOLOGÍA DE CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	60
3.8.1. Preparación del terreno	60
3.8.2. Surcado 60	
3.8.3. Marcado del área experimental.....	60
3.8.4. Siembra o plantío	61
3.8.5. Fertilización.	62
3.8.6. Abonamiento.....	63
3.8.7. Deshierbo	64
3.8.8. Aporque y segundo abonamiento.....	65
3.8.9. Cosecha y selección de tubérculos.....	66
3.9. MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES	68
3.9.1. Periodo de desarrollo vegetativo.....	68
3.9.2. Periodo de cosecha.....	72

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. CLONES CON ALTO CONTENIDO DE ZINC.....	76
4.1.1. Contenido de Zinc mg/kg de papa en BS.....	76
4.2. RENDIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE CLONES Y LAS VARIEDADES.....	82
4.2.1. Número de plantas cosechadas	82
4.2.2. Número de tallo por planta	84
4.2.3. Número de tubérculos comerciales/parcela	85



4.2.4. Peso de tubérculos comerciales/parcela.....	87
4.2.5. Número de tubérculos no comerciales/parcela	89
4.2.6. Peso de tubérculos no comerciales/parcela.....	91
4.2.7. Número de tubérculos descartados/parcela.....	92
4.2.8. Peso de tubérculos descartados/parcela	93
4.2.9. Número total de tubérculos/parcela	93
4.2.10. Peso total tubérculo/parcela	95
4.2.11. Número total de tubérculos/ha	97
4.2.12. Rendimiento/ha	98
4.3. CLONES DE BUENA ADAPTACIÓN A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL ALTIPLANO.	100
4.3.1. Número de plantas emergidas/parcela	100
4.3.2. Altura de planta.....	101
4.3.3. Hábito de crecimiento de la planta.....	103
4.3.4. Uniformidad de la Planta	104
4.3.5. Vigor de la Planta.....	105
4.3.6. Grado de floración	106
4.3.7. Largo de estolones	107
4.3.8. Uniformidad del tubérculo	107
4.3.9. Apariencia del tubérculo	108
4.3.10. Tamaño de tubérculo.....	109
4.3.11. Adaptación de clones a las condiciones climáticas del Altiplano.....	110
V. CONCLUSIONES.....	112
VI. RECOMENDACIONES	113



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114
ANEXOS	120

Área : Ciencias agrícolas

Tema : Manejo agronómico de cultivos

Fecha de sustentación: 31 de mayo del 2023



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Contenido de ácido clorogénico y antocianina en papa.	49
Figura 2. Ubicación exacta satelital del Centro Experimental.....	51
Figura 3. Climograma de la campaña agrícola 2018-2021 CE. Illpa.....	52
Figura 4. Repartimiento en la unidad experimental.	56
Figura 5. Detalle de una parcela experimental.....	57
Figura 6. Marcado de las 30 parcelas a medidas exactas, material utilizado yeso. ...	61
Figura 7. Plantío manual de los tubérculos de papa, a una distancia de 30 cm. Entre tubérculo.	62
Figura 8. Fertilización con la mezcla de Nitrato de amonio, fosfato di amónico y cloruro de potasio.	63
Figura 9. Aplicación de estiércol de ovino a chorro continuo.	64
Figura 10. Deshierbo o desmalezado manual en el campo experimental (Illpa)	65
Figura 11. Primero y segundo aporque de las plantas.	66
Figura 12. Cosecha manual del experimento en forma ordenada.....	67
Figura 13. Selección de tubérculos para su evaluación en el laboratorio.	67
Figura 14. Selección de clones de papa para la adaptación a las condiciones climáticas del altiplano.	110



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ranking de países de américa según nivel de rendimiento de papa.	34
Tabla 2. Perú: indicadores de papa por zona (2015-2019)	35
Tabla 3. Nivel de producción y rendimiento de papa por región.....	36
Tabla 4. Composición nutricional de la papa.....	45
Tabla 5. Datos meteorológicos de la campaña agrícola 2018-2021. En CE Illpa.....	51
Tabla 6. Material genético utilizado en el experimento.....	53
Tabla 7. Análisis del suelo experimental.	54
Tabla 8. Análisis químico del estiércol de ovino utilizado en el experimento.	54
Tabla 9. Cantidad de fertilizantes y estiércol de ovino aplicada en el experimento ..	64
Tabla 10. Categorías de tubérculos comercial y no comercial.	68
Tabla 11. Escala de habito de crecimiento.....	69
Tabla 12. Escala de la uniformidad de planta	70
Tabla 13. Escala del vigor de la planta	71
Tabla 14. Escala de grado de floración.	72
Tabla 15. Escala de largo de estolones.	73
Tabla 16. Escala de la apariencia de tubérculo.	73
Tabla 17. Escala de la uniformidad de tubérculo.....	74
Tabla 18. Escala de tamaño de tubérculo.....	74
Tabla 19. ANVA para contenido de zinc en mg/kg de papa.....	76
Tabla 20. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el contenido de Zinc en mg/kg. BS en tubérculos de papa.....	78



Tabla 21. ANVA para el contenido de ácido ascórbico en mg/100g en BF en tubérculos de papa.	79
Tabla 22. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el ácido ascórbico en mg/100g de BF en tubérculos de papa.....	80
Tabla 23. ANVA para el contenido de ácido clorogénico en peso fresco mg/100g. ...	81
Tabla 24. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el ácido clorogénico en peso fresco mg/100g.	82
Tabla 25. ANVA para número de plantas cosechadas/parcela.	83
Tabla 26. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el número de plantas cosechadas/parcelas.	84
Tabla 27. ANVA para el número de tallos por plantas.	84
Tabla 28. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el número de tallos por planta.	85
Tabla 29. ANVA para número de tubérculos comerciales/parcela.....	86
Tabla 30. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el número de tubérculos comerciables/parcela.....	87
Tabla 31. ANVA para peso de tubérculos comerciales/parcela.....	88
Tabla 32. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el peso de tubérculos comerciables/parcela.	89
Tabla 33. ANVA para número de tubérculos no comerciales/parcela.....	89
Tabla 34. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el número de tubérculos no comerciables/parcela.....	90
Tabla 35. ANVA para peso de tubérculos no comerciales/parcela.....	91
Tabla 36. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el peso de tubérculos no comerciables/parcela.....	92
Tabla 37. ANVA para número de tubérculos descartados/parcela.	93
Tabla 38. ANVA para peso de tubérculos descartados/parcela.	93



Tabla 39. ANVA para número total de tubérculos/parcela.....	94
Tabla 40. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el número total de tubérculos/parcela.	95
Tabla 41. ANVA para peso total de tubérculos/parcela.....	96
Tabla 42. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el peso total de tubérculos/parcela.	97
Tabla 43. ANVA para número de tubérculos/ha.....	97
Tabla 44. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el número total de tubérculos/ha.	98
Tabla 45. ANVA para peso total de tubérculos/ha.	99
Tabla 46. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el peso total de tubérculos/ha.	100
Tabla 47. ANVA para número plantas emergidas por parcela.	101
Tabla 48. ANVA para altura de plantas.	101
Tabla 49. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para la altura de planta.	102
Tabla 50. Hábito de crecimiento de la planta.....	103
Tabla 51. Uniformidad de la Planta	104
Tabla 52. Vigor de la Planta.....	105
Tabla 53. Grado de floración	106
Tabla 54. Largo de estolones	107
Tabla 55. Uniformidad del tubérculo	107
Tabla 56. Apariencia del tubérculo	108
Tabla 57. Tamaño de tubérculo.....	109
Tabla 58. Presencia de plagas y enfermedades encontradas en el experimento.	120
Tabla 59. Presencia de malezas observadas en el experimento.	120
Tabla 60. Evaluación del cultivo de papa a escalas correspondientes.	121



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ANVA:	Análisis de varianza
BF	: Base Fresca
BS	: Base Seca
CE	: Centro Experimental
CIP	: Centro Internacional de la Papa
Cm ²	: Centímetro cuadrado
C.M.	: Cuadrados Medios
CV	: Coeficiente de Variación
°C	: Grados Celsius
F.V.	: Fuentes de variabilidad
G.L.	: Grados de Libertad
INIA	: Instituto Nacional de Innovación Agraria
mg.	: Miligramos
NS	: No significativo
S.C.	: Suma de Cuadrados



RESUMEN

La papa es un alimento básico en las zonas rurales alto Andinas donde los niños y mujeres en edad fértil consumen en promedio 300 gr. de papa al día, en el Perú aún se mantiene altos niveles de desnutrición materno-infantil en zonas rurales altoandinas teniendo problemas en el crecimiento y aprendizaje de los niños a la vez enfermedades diarreicas a falta de zinc; por ese motivo la presente investigación se realizó en el Centro Experimental Illpa de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, ubicado a 3849 msnm, en el distrito de Paucarcolla, provincia y región Puno, durante la campaña agrícola 2020-2021, con la perspectiva de disminuir los problemas de mal nutrición, se evaluó el contenido de zinc en tubérculos de ocho clones de papa tetraploides mejoradas biofortificadas, frente a dos variedades comerciales Serranita y Yungay, material genético proporcionado por el Centro Internacional de la Papa. se evaluó el nivel de rendimiento y la adaptabilidad a los factores ambientales propios del altiplano. Metodológicamente se ejecutaron diferentes actividades agrícolas, desde la preparación del terreno hasta la cosecha. Se desarrolló bajo diseño de bloque completo al azar con diez tratamientos y tres repeticiones, se evaluaron características durante el desarrollo fenológico, principalmente en floración y cosecha. Los resultados obtenidos muestran que, con el mayor contenido de zinc, fue el tratamiento BIOT-633.294 con 18.99 mg/kg. Base Seca en promedio, con el mayor rendimiento refleja la variedad Yungay con 52 705 00 kg/ha, y con las mejores características de adaptación a las condiciones climáticas del altiplano, los clones BIOT-767.014 y BIOT-633.294; con apariencia de tubérculo en escala bueno, teniendo uniformidad de tubérculo; a pesar de haber soportado fuertes heladas, granizos y sequía.

Palabras Clave: Biofortificados, Clon, Tetraploides, Variedad, Zinc.



ABSTRACT

Potato is a staple food in rural high Andean areas where children and women of childbearing age consume an average of 300 gr. of potatoes a day, in Peru there are still high levels of maternal and child malnutrition in rural high Andean areas, having problems in the growth and learning of children at the same time as diarrheal diseases due to a lack of zinc; For this reason, the present investigation was carried out at the Illpa Experimental Center of the National University of the Altiplano-Puno, located at 3849 meters above sea level, in the Paucarcolla district, Puno province and region, during the 2020-2021 agricultural season, with the perspective of To reduce malnutrition problems, the zinc content in tubers of eight improved biofortified tetraploid potato clones was evaluated against two commercial varieties Serranita and Yungay, genetic material provided by the International Potato Center. the level of performance and the adaptability to the environmental factors typical of the altiplano were evaluated. Methodologically, different agricultural activities were carried out, from the preparation of the land to the harvest. It was developed under a randomized complete block design with ten treatments and three repetitions, characteristics were evaluated during the phenological development, mainly in flowering and harvest. The results obtained show that, with the highest zinc content, was the BIOT-633.294 treatment with 18.99 mg/kg. Dry Base on average, with the highest yield reflects the Yungay variety with 52 705 00 kg/ha, and with the best characteristics of adaptation to the climatic conditions of the altiplano, the clones BIOT-767.014 and BIOT-633.294; tubercle-like in scale good, having tubercle uniformity; despite having endured strong frosts, hail and drought.

Keywords: Biofortified, Clone, Tetraploids, Variety, Zinc.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La papa es un componente esencial en la dieta alimenticia de los hogares peruanos, especialmente en los pobladores de las zonas rurales alto andinas, por cuanto al estimado del consumo diario alcanza una media de 400 gramos por día, (CIP, 2021). Pese a que es un producto que se consume a nivel mundial, su productividad se ha reducido a causas de factores bióticos y abióticos (Israel et al., 2016). Por otro lado deficiencia de zinc afecta aproximadamente un tercio de la población mundial, principalmente en los países en vía de desarrollo, en las áreas rurales y en las comunidades más pobres, donde constituye un importante factor de riesgo asociados a enfermedades (Caro et al., 2016), porque el zinc es de vital importancia para mantener las células de los intestinos, para generar el desarrollo óseo y generar la función inmune según las investigaciones que se conoce, por ende si hay una deficiencia de zinc en el organismo humano llega generar alteraciones inmunitarias, afecciones al cutis, anorexia y problemas en el crecimiento y aprendizaje de los niños, la implementación de suplementos de zinc que pueden ser inclusive en dosis bajas de 3 mg/d, permite el incremento de la concentración del plasma de zinc y reduce significativamente las enfermedades diarreicas. Por lo que el zinc aporta en la reducción de la probabilidad de contraer infecciones continuas de las vías respiratorias, ya que permiten la regulación de la capacidad inmunitaria para resistir, permiten a las células de la respiración integrarlas y recomponerlas frente a una lesión o inflamación pulmonar (Rojas, 2018). Al ver el mayor consumo de tubérculos de papa en las zonas rurales altoandinas y la presencia de la deficiencia del zinc en el organismos humano, se hizo esta investigación del contenido de zinc en los tubérculos de papa, se hizo un análisis comparativo de ocho clones de papa



tetraploide con alto contenido de zinc y dos variedades en el Centro Experimental Illpa en la campaña 2020-2021, considerando que el zinc tiene una alta capacidad de proteger las células de los intestinos y potencializar el desarrollo óseo fortaleciendo la inmunidad en el organismos humano (Rojas, 2018).

1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar comparativamente el contenido de zinc en ocho clones biofortificados frente a las variedades comerciales Yungay y Serranita.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Seleccionar clones de papa con alto contenido de zinc, en el Centro Experimental Illpa.
- Obtener clones de papa con aceptables rendimientos de productividad, en el Centro Experimental Illpa.
- Seleccionar clones de papa con buena adaptación a las condiciones climáticas del Altiplano, en el Centro de Experimental Illpa.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Según (Burgos & de Hann, 2019) el Centro Internacional de la Papa ha perfeccionado un tipo de papa con considerables niveles de zinc y hierro que sobresalen en un 50% a 80% en comparación con las papas nativas.

El programa de mejoramiento del Centro Internacional de la Papa (CIP) desarrolló novísimos procesos de clonación de papas con mayor cantidad de zinc y hierro (biofortificados) mediante el mejoramiento convencional. Con la colaboración del programa de papa del Instituto Nacional de Innovación (INIA) se ha realizado exitosamente los primeros programas de fortificación, teniendo hasta la actualidad un avance considerable del 50% de mayor contenido de zinc y hierro. Dichos productos se han mezclado con procesos de mejoramiento altamente avanzados para que dichas papas biofortificadas tengan una resistencia mucho mayor a las plagas o enfermedades más conocidas (como es el caso de tizón tardío), así como una gran resistencia a las temperaturas extremas y sequías a la vez, estas papas tienen rendimientos superiores a lo normal y una calidad de sabor para los agricultores y consumidores. Estos materiales necesitan ser evaluados en ensayos en redes en las principales regiones productoras de papa para lograr la continuidad en el proceso de evaluación conducente a la liberación formal de nuevas variedades de papa biofortificada que son necesarias para el futuro (CIP, 2021)

Desde el año 2004, mediante el CIP se viene produciendo material biofortificado de la papa llegando a obtener 32mg/kg de hierro, de los 19 mg/kg que era normalmente, también se ha obtenido de zinc 28 mg/kg, de los 14 mg/kg que era normalmente. Tomando



en cuenta que en estos lugares los niños y mujeres se aproximan a un consumo de 500 y 100 gramos de papa al día, el consumo constante de papas biofortificadas tienen un nivel equivalente a 0.8 mg de hierro 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. (CIP, 2021)

Collanqui (2019) considera que, para el contenido nutricional, en materia seca fue el clon 509140.15 con 28.04 %; en carotenoides totales fue el clon 508110.11B con 154570.12 ug/100g BS y 1545.70 ug/100g BF, en Hierro fue el 508110.11B con 21.02 mg/kg BS, el 509140.15 con 5.68 ug/kg BF y en Zinc fue el clon 509140.20B con 10.33 mg/kg BS y 2.92 mg/kg BF.

No obstante, En el trabajo de investigación de Collanqui (2019) “características morfológicas, agronómicas, rendimiento y contenido nutricional de clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) de pulpa amarilla en salcedo Puno, Perú.” obtuvieron, en mejores rendimientos agronómicos, los clones 508110.02B, 509130.20 y 509140.15 presentan rendimientos promedios de 616.98, 587.96 y 501.89 g/planta respectivamente; en rendimiento total, el clon 508110.02B presento 19383.33 kg/ha siendo mayor a las variedades Andina e Imilla negra.

En el trabajo de investigación de (Leiva, 2020) se evaluó un “Comparativo de 34 clones de papa biofortificadas con niveles altos de zinc y hierro, en la región Cajamarca, 2019”. Referente al contenido de zinc obtuvieron 30, 39, 45, 41, 50, 14 y 35% de zinc en comparación a la variedad comercial Yungay. En ello el máximo valor observado fue de 16.71 mg/kg BS de zinc correspondiente al clon BIOT-751.021 y el mínimo valor observado fue de 9.44 mg/kg BS de zinc correspondiente a la variedad comercial Canchan-INIA.



Con respecto al rendimiento de la productividad Leiva (2020) evaluó el total de tubérculos (t/ha) de los ocho mejores clones biofortificados en los que cual obtuvieron 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 atribuye a que es una variedad mejorada.

Leiva (2020) determinó que fueron ocho los mejores clones biofortificados seleccionados: 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, dichos clones implican mayores promesas en cuanto a lograr indicadores superiores que corresponden a la selección con 83 ,80, 74, 70, 66, 66, 61, y 57, en los cuales se menciona que reúnen características específicas relativas a la floración, actividades de cosecha y postcosecha, también los procedimientos que deben realizarse en laboratorio.

Igualmente se cita a Oxa (2022) en su trabajo de investigación “Validación de Clones Potenciales de Papas Biofortificadas en Agricultura Familiar Alto Andina bajo Condiciones del Distrito de Ccorca - Cusco”, se muestra que para el contenido de Zinc en papa fluctuaron con un máximo y mínimo valor de 13.56 y 11.27 mg/kg en comparación con las variedades testigo: Canchan, Yungay, Ccompis y Serranita que obtuvieron 10.15, 8.93, 7.61, y 7.59 mg/kg (BF).

Con el trabajo de investigación de Quispe (2019), “calidad nutricional y productividad de clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) con pulpa de pigmentación morada en la localidad de Salcedo – Puno” evalúa Con relación al contenido de zinc en base seca, el clon 511114.5 (T3) presentó el más alto contenido de zinc con 13.09 mg/kg, seguido por el clon 511110.33 (T2) con 11.48 mg/kg y el clon 511114.11 (T5) con 11.40



mg/kg, estos resultados obtenidos indicarían que los clones con pulpa de pigmentación morada presentaron los más altos contenidos de zinc frente a los testigos de las variedades Imilla negra (T9) y Andina (T10).

Tito (2017) examinó el contenido de vitamina C, zinc y hierro en la obtención de 20 clones de la biofortificada papa en el distrito de Yauli, concluyendo que, el mayor contenido de zinc se ha logrado con el c14 con una media de 15.003 Zn (mg/kg DW), Para la vitamina C se obtuvo con el clon 1 con una media de 17.025 mg/100g DW.

Según MINAM (2019) considera que en nuestro país, la papa es ancestralmente parte de nuestro legado cultural, de nuestros acontecimientos históricos, de nuestra variedad de colores y nuestros juegos ancestrales; es el soporte con el que las familias han logrado enfrentar los desafíos de la vida para hacer estudiar a sus primogénitos, por lo que sus cultivo genera una conexión con el pasado majestuoso. En la mayor de los casos de las personas que viven en el altiplano es una de las principales actividades el sembrío de papas, por lo que hay una vinculación estrecha con el medio rural.

El cultivo de papa es considerado el tercer cultivo alimentario más importante de la humanidad, solamente superado por el trigo y el arroz, ya que genera un gran aporte en calorías, puede ser sometida a alta producción y tiene un fácil manejo. Tiene una larga historia de domesticación por el hombre andino que se inicia hace más de 7000 años en las orillas del lago Titicaca que comprende los territorios de Perú y Bolivia, este tubérculo tiene hasta el momento una cantidad de 4000 variedades. Nuestro país cuenta con la mayor cantidad de variedades de papa esta biodiversidad alcanza 100 especies, que son cercanas a las papas silvestre. Por lo que se hace necesario mantener los parientes silvestres y el habitan donde estas se han desarrollado (MINAM, 2019).



En el Perú, aproximadamente en los años cuarenta del siglo pasado se inicia el mejoramiento genético de la papa. Fue Carlos Ochoa quien tuvo el atrevimiento de ser el primero en mejorar este producto, fue precisamente entre los años 1947 y 1952 que realizó una selección masal entre las variedades nativas obteniendo las primerizas variedades comerciales mejoradas, cuyas denominaciones fueron Casablanca y Chata Negra, la primera es honorífica al lugar donde se efectuaron los experimentos (Gambardella, 2012)

En los años 90 del siglo pasado e inicios del presente siglo, por efecto del deterioro ambiental, producto del calentamiento global y cambio climático, se está dando mayor importancia al mejoramiento genético para que los productos sean resistentes a la sequía y al calor, Por otro lado, se está mejorando en el manejo de los micronutrientes como hierro, vitamina C y zinc para enfrentar exitosamente a la desnutrición (Gambardella, 2012)

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Origen de la papa

Es un producto de gran valor alimenticio y de calidad nutritiva en los países subdesarrollados, muy bien valorada en los países desarrollados. Este producto es originario de la región andina de Sudamérica, especialmente en la región Cusco y en el altiplano donde se encuentra una gran variedad de especies cultivadas y silvestres. Con respecto a las especies cultivadas existen más de 6,214 variedades de papas nativas dulces y amargas (Cahuana & Arcos, 2002).

2.2.2. Origen y distribución de la papa

En relación con la papa cultivada, las últimas investigaciones indican que es un producto de procesos híbridos sucesivos que corresponde a los diploides del complejo S.



brevicaule, junto a procedimientos de réplica cromosómica de las cuales resulta las formas tetraploides.

Seleccionada a partir de las especies silvestres se considera la especie de papa diploide cultivada más antigua, la cual habría dado origen a las papas tipo Andígena. Posteriormente, estas habrían sido modificadas por poliploidización sexual e hibridación intervarietal o introgresiva, para luego dispersarse ampliamente. En la actualidad se les conoce como *S. andigena* o grupo Andígena. Este grupo se caracteriza por ser tetraploide y altamente polimórfico, y desde el punto de vista genético se considera como el más estrechamente relacionado con Grupo como su posible ancestro. Estos tubérculos se siembran en las regiones costeras de Chile, desde donde se habrían dispersado hacia el resto del mundo, conociéndose colectivamente como *Solanum tuberosum* (Rodríguez, 2010)

2.2.3. Ubicación taxonómica de la papa

Solano (2006) señala que, de acuerdo con la taxonomía Filogenética de Adolph Engler, la papa se ubica en la siguiente clasificación:

REINO:	Vegetal
SUBREINO:	Phanerogamae
DIVISIÓN:	Angiospermae
CLASE:	Dicotyledoneae
SUB-CLASE:	Methachlamideae
ORDEN:	Solanaceae
FAMILIA:	Solanácea
GÉNERO:	<i>Solanum</i>
ESPECIE:	<i>Solanum tuberosum L</i>

2.2.4. Habito de crecimiento

Como cultivo andino, la papa se sujeta a un proceso de crecimiento dinámico y varía dentro de cada especie. Respecto al desarrollo de las hojas se ubican cerca de la base, tomando en cuenta los tallos cortos que están cerca del suelo, su crecimiento de dicha planta es arrosetado o semiarrosetado. Existen especies muy resistentes a las heladas como *S. x juzepczukii*, *S. x curtilobum* y *S.x ajanhuiri*, cuyas características tienen los hábitos de crecimiento mencionados. Entre las otras especies se pueden apreciar otros hábitos de crecimiento como: rastrero (tallos que crecen horizontalmente sobre el suelo), decumbente (tallos que se arrastran pero que levantan el ápice), semi-erecto y erecto (INIA, 2002).

2.2.5. Descripción botánica de la papa

a) Raíz

Las plantas de la papa se desarrollan mediante un tubérculo o semilla. Cuando se crece mediante una semilla se forman una raíz delicada axonomorfa con sus respectivas ramificaciones laterales. Cuando su crecimiento es mediante tubérculos forman raíces fortuitas en la base de donde brota y posteriormente encima de los nudos en la parte subterránea de cada tallo. Ocasionalmente se forman raíces también en los estolones.

Comparando con otros cultivos, la papa muestra un procedimiento radicular frágil, por lo que necesita un suelo óptimo con condiciones químicas y físicas para su mejor desarrollo. Su tipología de procedimiento radicular varía de ser delicado y superficial a profundo y fibroso.

Las hojas que se aíslan, los tallos y demás partes de la planta tienen la capacidad de formar raíces, sobre todo cuando han sido sometidos a tratamientos con hormonas.



Estas cualidades de la planta que de sus diferentes partes forman raíces se aprovecha positivamente en las técnicas de rápida multiplicación (Inostroza et al., 2016)

b) Tallos

La papa tiene un sistema de tallos que consta de tallos, estolones y tubérculos. Sin embargo, las plantas que provienen de semillas reales tienen un solo tallo que es primordial, mientras que, las provenientes de tubérculos-semilla logran producir muchos tallos. Las que se forman como tallos laterales son esas ramas que provienen de los tallos principales.

En el corte colateral, se muestran formas angulares y circulares en sus tallos. Frecuentemente, en las partes angulares se forman costillas o alas. Estas alas pueden ser dentadas, rectas u onduladas. Normalmente, el tallo se muestra de color verde, en otros tallos también pueden mostrarse de color morado o marrón-rojizo. Los tallos se muestran sólidos o parcialmente tubulares debido a la transformación de las células que se manifiestan en la medula.

Las yemas formadas en el tallo que se encuentran a la altura de las axilas de sus hojas llegan a desarrollarse otros tallos laterales, inflorescencias y estolones, en otros casos, se forman tubérculos aéreos (Inostroza *et al.*, 2016)

c) Estolones

Morfológicamente descritos, los estolones de la papa son tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo a partir de yemas de la parte subterránea de los tallos. Los estolones largos son comunes en las papas silvestres y el mejoramiento de la papa tiene como una de las metas obtener estolones cortos.

Los estolones pueden formar tubérculos mediante un agrandamiento de su extremo terminal. Sin embargo, no todos los estolones llegan a formar tubérculos. Un



estolón no cubierto con suelo puede desarrollarse en un tallo vertical con follaje normal. (Inostroza et al., 2016).

d) Tubérculos

Los tubérculos de la papa son tallos transformados y son los principales órganos de provisión de la planta de papa. El tubérculo muestra dos extremos: el extremo expuesto, que se llama extremo apical o distal y el basal, o extremo ligado al estolón, que se llama talón.

Los ojos de la papa se ubican en diferentes partes del tubérculo siguiendo una espiral, de modo que se permita su concentración en las partes extremas, apicales localizadas en las exilas de las hojas que presentan escamas denominadas cejas, las mismas que pueden ser superficiales, profundas o elevadas.

Los ojos de la papa son precisamente los nudos de los tallos; sus cejas son las hojas, mientras que las yemas de sus ojos son las yemas axilares, que pueden desarrollarse formando una nueva estructura donde se visualizan los tallos principales, laterales y estolones. Cuando el producto ha madurado las yemas de se encuentran en un estado de reposo, por lo que no pueden desarrollarse, sin embargo, después de un determinado tiempo en función de la especie y variedad, las yemas de los ojos apicales pueden salir de ese estado de reposo, lo que se llama dominancia apical. Luego de un intervalo de tiempo, los demás ojos se desarrollan hasta transformarse en brotes.

El mayor porcentaje de variedades comerciales presentan características de forma, como por ejemplo la redonda, ovalada y oblonga, además de presentar otras formas irregulares.



Cuando se realiza un corte longitudinal, la papa presenta componentes desde el exterior hasta el interior, los que son peridermo o piel, corteza, sistema vascular, parénquima de reserva y tejido medular o médula.

El peridermo equivale a la piel conformada por una capa delgada cuya función es proteger a la piel de la parte exterior del producto, con diferentes colores como el blanco, crema, amarillo, entre otros, con la singularidad de que algunas papas presentan hasta dos colores. Cuando se hace la selección de los clones con mejor adaptación a las condiciones climáticas, es necesario considerar los factores climáticos más influyentes. Conviene subrayar que, cuando la papa se expone a la luz por mucho tiempo, presenta una coloración verdosa donde su piel que es suave en algunos casos, pero en otros es áspera y tosca, se desprende con gran facilidad cuando se le frota, ocasionando daños en el tubérculo.

Asimismo, se observan lenticelas que son poros respiratorios, las que están distribuidas entre el tubérculo y el medio ambiente, por lo que, en condiciones húmedas estas lenticelas aumentan de tamaño presentándose como puntos blancos que sobresalen, lo cual son parámetros no que nos permitirán realizar la evaluación comparativa sobre el contenido mencionado de los clones.

Con el fin de hacer la selección de clones de papa con alto contenido de zinc, se requiere caracterizar la posición de la corteza se encuentra debajo de la piel y presenta una capa delgada que equivale a un tejido de reserva, la misma que está conformada por proteínas y almidones.

En lo que concierne al sistema vascular hace posible la conexión del tubérculo con otras partes de la planta. En el interior del anillo vascular se localiza el parénquima de reserva conformado por el tejido principal de almacenamiento que ocupa la mayor



parte de la papa. La parte central del tubérculo es la medula. Como se observa, se ha ejecutado la distribución de los componentes de la planta, lo cual nos permitirá seleccionar clones con buenos rendimientos, en el centro Experimental Illpa.

Los componentes de la corteza y la medula equivalen a la parte carnosa de la papa que en las especies comerciales se presentan con coloraciones blancas, cremas, amarillas o pálidas, con excepciones de otras especies que muestran coloraciones oscuras o bicoloras. (Inostroza et al., 2016)

e) Brotes

En el caso de los brotes crecen en las yemas que están localizadas en los ojos de la papa y cuyo color implica una característica principal de la misma, en tal sentido, su coloración varía desde el color blanco y el coloreado en el ápice. Los brotes blancos cuando se exponen durante mucho tiempo al sol toman una coloración verdosa.

La parte extrema del brote está formada por la parte subterránea del tallo y presenta lenticelas que en el caso de la siembra produce raíces y estolones que son lo mismo que los tallos laterales. El extremo apical del brote origina las hojas y equivale al tallo donde crece el tubérculo (Inostroza et al., 2016)

f) Hojas

En el caso de las hojas se presentan distribuidas en forma de espiral encima del tallo y tienen un raquis central y diversos folíolos, con la singularidad de que cada raquis puede llevar varios folíolos primarios, laterales y un folíolo terminal. El pecíolo se denomina a la parte del raquis que se ubica debajo del par inferior. Cada folíolo está unido al raquis por un peciólulo que también se llama folíolo sécil.

Los folíolos primarios están distribuidos secuencialmente, pero interceptados por folíolos secundarios más pequeños. Cada pecíolo presenta en su base dos hojuelas



laterales denominadas pseudoestípulas. Las costillas del tallo se extienden desde el punto de inserción del pecíolo (Inostroza et al., 2016)

g) Inflorescencia, flor

El pedúnculo de la inflorescencia está dividido generalmente en dos ramas, cada una de las cuales se subdivide en otras dos ramas. De esta manera se forma una inflorescencia llamada cimosa.

De las ramas de las inflorescencias salen los pedicelos, en cuyas puntas superiores se encuentran los calices. Cada pedicelo tiene una coyuntura o articulación en la cual se desprenden del tallo las flores o los frutos. Esta articulación es pigmentada en algunas variedades cultivadas.

Las flores de la papa son bisexuales (tienen ambos sexos), y poseen las cuatro partes esenciales de una flor: cáliz, corola, estambres y pistilo. (Inostroza et al., 2016)

h) Fruto, semilla

Cuando el ovario es fertilizado se transforma en un fruto denominado baya que contiene muchas semillas, su forma es esférica ovoidal y cónica con una coloración verde, pero en algunas variedades presenta coloración blanca o pigmentada.

Cada fruto llega a tener más de 200 semillas de acuerdo con su fertilidad. La forma de las semillas es plana, ovalada y pequeña, con el parámetro de (1.000-1.500 semillas/gramo). Cada semilla está envuelta en una capa llamada testa que protege al embrión y un tejido nutritivo de reserva llamado endospermo. Las semillas son también conocidas como semilla verdadera o botánicas, para distinguirlas de los tubérculos-semillas, usados para la producción. (Inostroza et al., 2016)



2.2.6. Ciclo vegetativo de la papa

Salas (2005), menciona que el ciclo vegetativo de la papa tiene una duración de entre 3 a 7 meses, lo cual depende de la variedad. De acuerdo con el ciclo vegetativo, las clases pueden ser precoces, tardías y semitardías, de manera que puede ser mayor o menor a su periodo normal, lo que depende de las condiciones climáticas, que podrían ser favorables o desfavorables, el incorrecto manejo agronómico, la gestión inadecuada del riego, la falta de agua y la forma de fertilización

Salas (2005), indica que las etapas fenológicas principales del cultivo de la papa son las siguientes:

Fase de emergencia: concierne al periodo donde aparecen las primeras hojas sobre la superficie del terreno.

Fase de formación de estolones: se inicia cuando las yemas de la parte subterránea de los tallos empiezan su desarrollo horizontal tomando la forma de ramas laterales.

Fase de inicio de floración: en esta etapa surgen los primeros botones florales y se observa que el pedúnculo floral y la inflorescencia se desarrollan en el momento en que el tallo principal ha culminado su crecimiento. En algunos casos la floración coincide al empezar la tuberización.

Fase de tuberización: esta fase empieza cuando se inicia el engrosamiento de los tubérculos que están localizados en los estolones, lo cual se produce por la asimilación de los azúcares que tienen la forma de almidón.

Fase de maduración: empieza en el momento en que el follaje logra su máximo desarrollo, por lo que la planta está madura cuando la mayor parte de las hojas presentan un color amarillo y muestran un follaje verde. La papa está madura cuando al ser



presionada con la yema de los dedos pierde su cascara, lo cual en algunos casos coincide con la final de la floración.

2.2.7. Requerimiento climático del cultivo de la papa

Sánchez (2003) señala que la papa es un producto poco exigente a las condiciones del terreno, pero tiene dificultades de desarrollo en los terrenos pedregosos y muy compactados, porque los órganos subterráneos no pueden desarrollarse libremente por las obstrucciones del suelo. En tal sentido es preferible los suelos ligeros, que contienen sílice, arcillosos, además de contener bastante humus y ser profundos. En cuanto al pH ácido es preferible que se ubique entre 5.5 - 6.0, que es una característica principal de los suelos arenosos.

Condiciones del suelo

Hacen referencia a las propiedades físicas y mecánicas del terreno, como son la humedad y la temperatura, y sus niveles de consistencia y compacidad. Para el cultivo de la papa es preferible los suelos finos, sueltos y de poca compactación, por cuanto los suelos compactados limitan el drenaje del agua. En cuanto a los terrenos pedregosos las tierras disminuyen el contacto de las raíces con el suelo y deforman los tubérculos, además de causarles daños (INIA, 2002)

Condiciones de humedad

Para el cultivo de la papa es el promedio, es decir que no haya excesiva humedad pero que tampoco se carezca de la misma en los requerimientos correctos. Cuando hay una humedad excesiva se reducen los niveles de aireación lo que afecta el desarrollo de las raíces, de los estolones y de los tubérculos. Este problema se maneja adecuando la profundidad en el terreno (INIA, 2002).



Temperatura del suelo

El crecimiento de los brotes está directamente influenciado por los niveles de temperatura que presenta el suelo. Cuando los suelos son fríos, por debajo de 15°C se retarda la emergencia, mientras que los suelos que tienen temperatura alta, es posible que haya impedimento de la formación de los tubérculos. El correcto manejo, en este caso, implica al ajuste de la profundidad de siembra, lo que permitiría a que el cultivo de la papa se adapte a las condiciones de temperatura. (INIA, 2002).

Según el MINAGRI (2014), la gestión más adecuada para el cultivo de papa implica considerar lo siguiente:

Clima. Templado y húmedo.

Temperatura ambiental. Para el brote la temperatura apta es de 15 a 22°C y para la tuberización de 14 a 18°C.

Luminosidad. Para la tuberización normal 12 a 16 horas de luz por día.

Precipitación Pluvial. 600 a 800 mm. por campaña agrícola y bien distribuidos.

Humedad Relativa. Más de 60 %.

Suelos. Franco, franco limoso y franco arcillosos, con estructura granular y alto contenido de materia orgánica, profundos y de buen drenaje.

2.2.8. Producción y productividad de papa a nivel mundial, nacional y regional

Mundial

Los retrasos en la recopilación de datos significan que las últimas cifras cubren 2019. Muestran un aumento del 1,4% en la producción a 370.437 millones de toneladas, justo por delante de las cosechas mundiales de papa de 2017 y 2014. El área de

producción de papa aumentó solo un 1.0% a 17.341 millones de hectáreas, con rendimientos promedio de 0.4% a 21.4 toneladas por hectárea, la cifra más alta registrada. (MINAGRI., 2017)

Tabla 1. Ranking de países de América según nivel de rendimiento de papa.

País	Producción (Miles Ton.)	Rendimiento (Ton. /Ha.)
EE.UU.	20,607	49.76
Canadá	5,791	43.18
Argentina	2,340	32.3
Brasil	3,688	31.18
México	1,803	29.89
El Salvador	11	29.17
Chile	1,183	28.67
República Dominicana	89	26.67
Costa Rica	94	25.41
Panamá	24	24.95
Colombia	3,108	21.99
Cuba	135	21.93
Uruguay	87	20.88
Nicaragua	66	19.29
Venezuela	372	18.84
Perú	5,132	15.76
Honduras	27	14.82
Paraguay	4	14.48
Haití	34	12.68
Ecuador	269	12.18
Bolivia	1,161	6.42

Fuente. (MINAGRI, 2020)

América latina

Perú es líder en producción de papa en Latinoamérica, ocupando la posición 16 en el mundo, con una superficie cosechada de 324,000 hectáreas. sostuvo que desde que se inició la pandemia nunca se interrumpió la producción de papa, es más, estableció normas que permitieron el flujo y el abastecimiento normal del producto a los centros de consumo, además se establecieron normas fitosanitarias como el uso de mascarillas,



distanciamiento social, y por ello la comercialización de la papa se ha mantenido normal hasta el momento.(MIDAGRI, 2021)

Nacional

Tabla 2. Perú: indicadores de papa por zona (2015-2019)

Años	Producción (Miles Ton.)		Superficie cosechada		Rendimiento (t/ha)	
	sierra	costa	sierra	costa	sierra	costa
2015	4,540.00	175.90	309.30	7.20	14.70	24.30
2016	4,330.50	183.80	303.60	7.10	14.30	26.00
2017	4,558.60	217.70	302.40	8.00	15.10	27.20
2018	4,889.20	242.30	316.90	8.70	15.40	28.00
2019	5,052.70	278.40	320.90	9.10	15.70	30.70

Fuente. (MINAGRI, 2020)

De acuerdo con el informe de INEI (2021), la producción de papa se incrementó en un 24,1% aproximadamente, lo que en términos numéricos significa 320 mil 977 toneladas.

Regional

Tabla 3. Nivel de producción y rendimiento de papa por región.

Región	Producción (toneladas)				Rendimiento promedio (kg/ha.)		
	2017	2018	2019	% particip.'19	2017	2018	2019
Puno	743	798	839	15.60%	12	13	14
Huánuco	668	644	717	13.30%	16	16	17
La Libertad	467	497	542	10.10%	20	20	21
Cusco	388	394	440	8.20%	13	13	14
Apurímac	412	438	415	7.70%	20	17	18
Junín	366	395	395	7.30%	16	16	16
Ayacucho	310	425	369	6.80%	15	18	17
Cajamarca	289	356	347	6.40%	12	13	13
Arequipa	337	329	338	6.30%	35	36	35
Huancavelica	262	242	329	6.10%	11	11	11
Pasco	176	165	171	3.20%	19	18	19
Lima	88	123	143	2.60%	22	23	26
Ica	129	118	134	2.50%	32	35	37
Áncash	77	90	101	1.90%	11	11	11
Amazonas	53	69	71	1.30%	15	18	19
Piura	19	16	22	0.40%	10	10	11
Tacna	8	10	8	0.10%	19	19	19
Moquegua	7	7	7	0.10%	13	13	12
Lima	1	1	1	0.00%	28	29	30
Metropolitana							
Lambayeque	5	4	1	0.00%	12	7	8

Fuente. (MINAGRI, 2020)

2.2.9. Procesos para obtener una nueva variedad en papa

Mejoramiento participativo

Es un método de fitomejoramiento en el cual los diferentes actores locales de la cadena productiva (Agricultores + otros) participan juntamente con los investigadores en el proceso de desarrollo de las variedades y de nuevos cultivares desarrollados, a ser adoptados por los productores. (Nakayama et al., 2018)



Arquitectura genética

Genotipo (línea pura o mezcla) altamente homocigota. Variabilidad entre familias e individuos durante selección. Heterocigocidad residual (raleos en producción de semilla). (Muñoz, 2015).

La poliploidía

Hace referencia a un fenómeno que comúnmente se presenta en las plantas y aparece espontáneamente y de forma natural pero que sirve como un referente importante para la evolución y generación de especies vegetales. Su abundancia indica que brinda una ventaja evolutiva en la medida en que este tipo de organismos difieren en la citología, bioquímica, genética y fisiología, pues tienen una gran capacidad de adaptación a las condiciones bioclimáticas (Castillo, 2018)

2.2.10. Manejo agronómico del cultivo de la papa

Preparación del terreno

Es un proceso que consiste en excavar o roturar de manera profunda el terreno en forma cruzada y luego nivelarlo con el fin de impedir la acumulación del agua y el lavado de nutrientes, así como bloquear la emergencia uniforme, el lavado de nutrientes, de modo que se consiga plántulas vigorosas en el terreno.

El roturado en la papa debe realizarse preferentemente el mismo día de la siembra a una profundidad de 10 a 15 cm con espaciamentos entre surcos, en función a la variedad y propósitos de la producción (generalmente de 0.90 a 1.00 m). (MINAGRI., 2020)

Tubérculo semilla

Este tipo de productos conforman un insumo fundamental y estratégico para la producción de productos de calidad, en la medida en que contribuyen de manera significativa con la seguridad alimentaria y nutricional. cuando las papas tienen



características genéticas, fisiológicas, sanitarias y físicas adecuadas, presentan un buen desarrollo foliar y vigoroso, con gran capacidad de resistencia a las plagas y enfermedades, a las condiciones bioclimáticas. Las variedades como la Imilla Negra, Ccompis e Imilla Blanca, son especies muy comerciales por su gran capacidad productiva y fina calidad culinaria porque tiene bastante materia seca, en lo que permite sancocharlas asarlas y freírlas en forma de hojuelas. Por otra parte, las variedades comerciales de alto rendimiento, que soportan a las heladas y sequías, son la Andina y Wiñay (MINAGRI., 2020).

Plantación o siembra

Normalmente la siembra se realiza con un distanciamiento entre surcos de 0.90 a 1.00 m, todo ello depende de la variedad y los propósitos de la producción. Los tubérculos utilizados como semillas se ponen en el surco de forma manual guardando una distancia de 20 a 25 cm de tubérculo a tubérculo. Después de la siembra, la puesta de fertilizantes y/o abono orgánico se procede al tapado y re tapado (MINAGRI., 2020)

Profundidad de la siembra

(Sanchez, 2003) menciona que, en la fase de instalación del cultivo de la papa, esta siembra se puede realizar a mano por los mencionados surcos procediendo con el entierro a una profundidad que comprende entre 10 a 15 cm.

Densidad de plantación

La densidad de siembra o plantación, también conocida como población de plantas por hectárea depende de las diversas variedades, el tamaño que muestran los tubérculos que son utilizados como semilla, también depende del distanciamiento entre los surcos y tubérculos (MINAGRI., 2020)



2.2.11. Labores culturales

Deshierbo

Las malezas que se presentan en los cultivos necesitan un control eficiente y oportuno, por lo que se utiliza productos químicos, en otros casos se realiza el deshierbo de forma manual, con el propósito de que las plantas de papa no sean disminuidas por otras plantas de los nutrientes suficientes para desarrollarse, de la luz que necesitan y del líquido esencial que es el agua. Por otro lado, el control de las malezas genera la disminución del daño por nematodos, enfermedades y plagas. Cuando se hace un trabajo manual, estas malezas se destruyen con la utilización de azadones, picos y lijuanas, pero esto es empleado generalmente en la agricultura familiar (MINAGRI., 2020)

Fertilización

La fertilización es el proceso de incorporación de nutrientes al suelo que carece de cantidades necesarias para una producción requerida. La cantidad y el tipo de fertilizantes que se deben aplicar varía de acuerdo con el grado de fertilidad del suelo, clima, requerimiento de los nutrientes de cultivo, variedad, etc.; para tal efecto, el tratamiento analítico y evaluativo de las características físicas y químicas de los suelos permitirá encontrar los parámetros de nutrientes requeridos para obtener mejores rendimientos con los menores costos.

Es necesario mencionar que la mayor parte de los suelos de la sierra de nuestro país son pobres en nitrógeno con un indicador promedio en fosforo y de promedio a alto en potasio, por lo que se recomienda la aplicación de los nutrientes donde hay mayor carencia (MINAGRI., 2020).



Primer aporque

Es un conjunto de actividades que se realizan en un periodo de entre 60 a 70 días que se inicia después de la siembra cuando las plantas tienen una altura aproximada de 18 cm y luego de la segunda fertilización nitrogenada. Estas actividades consisten en la acumulación de 7 cm de tierra en la base de los tallos que tienen la forma de camellones, formando surcos o pasadizos agrícolas que permitirán efectuar el riego y facilitar la evacuación de la cantidad excesiva del agua de las lluvias. Estas labores permiten controlar el exceso de malezas y limpiar la floresta para lograr un mejor crecimiento de las plantas.

Segundo aporque

Se ejecuta en un promedio de 23 días luego del primer aporque o cuando las plantas han alcanzado entre 45 a 50 cm de altura. Consiste en depositar tierra sobre los camellones lo que a su vez permite elevar la altura del mismo, profundizando el surco y aislando las raíces, estolones y tubérculos de la presencia de plagas, además de favorecer un buen desarrollo del tubérculo (MINAGRI., 2020).

Control de las principales Plagas del cultivo de la papa

Complejo Gorgojo de los Andes, los géneros *Premnotrypes*, *Rhygopsidius* y otros relacionados)

El denominado “gorgojo de los Andes”, incluye a varios géneros y especies de la familia Curculionidae y su presencia se visualiza en toda la sierra andina, desde los 2500 hasta los 4700 msnm. En nuestro país las especies que tienen mayor valor económico son *P. vorax* Hustache, en la sierra norte; *P. suturicallus* Kuschel, *P. pierce*, y *P. fractirostris* Marshall, en la sierra central y *P. latithorax* Pierce, *P. solaniperda* Kuschel y *P. pusillus* Kuschel, en la sierra sur; siendo *P. solaniperda* Kuschel el de mayor predominancia en la



región del altiplano peruano (Delgado, P., Cahuana, R. y Arcos, 2015). Los daños que se observa en la zona foliar son causados por adultos que comen las hojas en forma de semiluna y semicírculo, en el caso de los tubérculos las larvas consumen el tejido dejando agujeros en los cuales dejan su excremento, lo cual disminuye la calidad comercial de estos productos.

Los métodos que se recomiendan son: rotación de cultivos, la preparación del terreno de forma apropiada, uso de semilla sana y libre de estados larvales, etc. Como también existen otros métodos que disminuyen la cantidad de estos insectos en su etapa productiva tales como: la implementación de barreras vegetales como la utilización del tarwi (*Lupinus mutabilis*), con una distancia de 1.5m a 2.00m de ancho, a los alrededores del cultivo, para impedir la migración de las plagas mayores hacia el lugar de cultivo. También se utiliza el plástico como barrera.

Epitrix (Epitrix spp.), Trips (*Frankliniella tuberosi M.*), Polilla (*Phthorimaea operculella*) y Mosca barrenadora (*Phytoliriomyza papae*)

Cuando el cultivo está en pleno desarrollo, para controlar las plagas se utilizan procesos de aplicación de insecticida piretroide Lambdacihalotrina (Aikido), a la dosis de 1.25 mL L⁻¹. Cuyo contenido del insecticida es muy efectivo para el control de los insectos masticadores y chupadores; cuyo control se plasma a través del mecanismo de acción por contacto e ingestión de las partes de la planta a controlar.

Para realizar o efectuar el control de epitrix y polilla en la cosecha, es recomendable no dejar plantas sin cosechar ni tubérculos en el campo.

Almacenar tubérculos con cero larvas de polillas y epitrix.

Para controlar la polilla y trips, es recomendable la utilización de trampas amarillas pegantes, las mismas que se pueden construir con retazos de plástico de color



amarillo de variados tamaños que se pasan con un pegamento muy especial o también con aceites vegetales, los cuales tienen que distribuirse en el cultivo sobre estacas de madera. Para controlar la polilla, se puede usar trampas sencillas hechas de embaces reciclados de aceites o unas simples botellas descartables de plástico; en la parte de arriba de la trampa se pone la feromona sexual (hormona femenina) y en la parte de abajo agua con detergente. Las polillas adultas son cautivados por las feromonas y conducen directamente a la trampa para ser atrapados en la solución de agua con detergente (MINAGRI., 2020).

Control de las principales Enfermedades del cultivo de la papa

Enfermedades a nivel del suelo

Son aquellas enfermedades cuyos agentes que los causan sobreviven en el suelo, tales como: verruga (*Synchytrium endobioticum*), roña (*Spongospora subterranea*), rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*) y pudrición seca (*Fusarium solani*)

Por lo que se recomienda para el control lo siguiente:

- Utilización de semilla sana, acomodado en lugares con luz aparente, que vienen de centro de producción o ambientes libres de enfermedades.
- Esterilizar los tubérculos de semillas con fungicidas como Propineb (Antracol PM) o Mancozeb (Dithane M-45), dos o tres días anteriores a la siembra, a una dosis de 5 a 6 g L⁻¹. La desinfección o esterilización de los tubérculos de semilla permite cubrilos del contagio de los hongos que se presentan en los suelos. Propineb como fungicida orgánico actúa de forma protectante, de efecto eficaz y persistente (actúa sobre las esporas); mientras el Mancozeb, es un fungicida que resiste a los embates del agua de lluvia o el agua de riego.



- No dejar las plantas sin cosechar no tubérculos enfermizos en el campo. Solo almacenar los tubérculos sanos y en buena condición.
- Aspersiones de *Bacillus subtilis* a una concentración de 1×10^8 UFC mL⁻¹ sobre los tubérculos sembrados en el campo, es recomendable para el control de *Rhizoctonia solani* (Arcos, J. y Zúñiga, 2015)
- Incinerar aquellos tubérculos infectados por riña, verrugas, pudrición seca y rizoctonía; evitar en los animales el consumo de estos tubérculos infectados.

Enfermedades foliares

La campaña agrícola en el altiplano presenta abundantemente precipitaciones pluviales en las noches, donde se observa altos niveles de radiación solar y humedad relativa en el día, lo cual significa que las mencionadas condiciones ambiental de humedad y temperatura no favorecen la resistencia a las enfermedades foliares. La sintomatología se observa por la presencia de manchas en la zona foliar que son causadas por hongos fitopatógenos de los géneros *Ulocladium*, *Phoma*, *Septoria* y *Alternaria*, lo cual exige la ejecución de un sistema de control en base a la prevención con acciones de fumigación utilizando fungicidas en todo el follaje de las plantas. Los fungicidas más potentes y con mejores resultados, respecto del control de estas manchas son:

- Propineb (Antracol PM), a una dosis de 2.5 g L⁻¹ o 40 g por mochila de 20 L.
- Benomil (Benlate), a una dosis de 2.5 g L⁻¹ o 35 a 40 g por mochila de 20 L de agua. Benomil es un fungicida sistémico de translocación acropétala, efectivo para el control de enfermedades foliares. (MINAGRI., 2020)



Cosecha

La cosecha se ejecuta cuando los tubérculos ya no se pelan al ser partido por los dedos. En el altiplano de nuestro país, la cosecha se realiza dentro del 20 de abril y el 20 de mayo, de acuerdo con las variedades, la presencia de plagas, las condiciones bioclimáticas y la influencia de las enfermedades. Si se trata de la agricultura familiar, la cosecha se realiza manualmente utilizando herramientas tradicionales como las lijuanas y en zonas más amplias la cosecha puede realizarse de forma semimecanizada empleando una máquina cosechadora.

Post cosecha

Selección y clasificación

La selección se refiere a separar los tubérculos que tienen mala calidad y de aquellos tubérculos que son dañados por las plagas, afectados por diversas enfermedades que llevan a una deformación, son pequeñas o están partidos, estarán destinados para el consumo humano y también se utilizarán como semillas.

Estos tubérculos sanos se clasifican por peso y tamaño donde se muestran las dimensiones gruesas en el caso de la primera, segunda y tercera clase, en el caso de la cuarta clase ya corresponde a la semilla propiamente dicha, lo que obliga a la selección y clasificación adecuada para el correcto almacenamiento (MINAGRI., 2020).

2.2.12. Potencial Nutricional de la Papa

Este producto es una gran fuente de carbohidratos, almidón, proteínas de calidad, vitamina B6 y potasio. También contiene antioxidantes, vitamina C, ácido clorogénico que es importante para controlar las grasas corporales. Si la variedad es amarilla contienen luteína y zeaxantina que permiten prevenir las enfermedades. Cuando las papas tienen pulpa morada y roja tienen un alto contenido de antocianina (Burgos & de Hann, 2019).

Tabla 4. Composición nutricional de la papa.

Componentes	En 100 g.	Unidad
Energía	96 a 123	Kcal.
Almidón	16 a 20	gr.
Proteína	1.76 a 2.95	g.
Lípidos	0.1 a 0.5	g.
Fibra dietaría	1.8 a 2.1	g.
Potasio	150 a 1386	mg.
Fosforo	42 a 120	mg.
Magnesio	16 a 40	mg.
Hierro	0.29 a 0.69	mg.
Zinc	0.29 a 0.48	mg.
Vitamina C	7.8 a 20.6	mg.
Vitamina B6	0.299	mg.
Acido clorogénico	19 a 399	mg.
Glicoalcaloides	0.7 a 18.7	mg.

Fuente. Contenido por 100 gr. (Burgos & de Hann, 2019)

2.2.13. Variedad o cultivar

Corresponde a la totalidad de plantas cultivadas que presentan las mismas características morfológicas, agronómicas, fisiológicas, citológicas y químicas que al ser reproducidas sexual y asexualmente, conservan sus propias características diferenciándose de otras variedades (Cahuana & Arcos, 2002).

2.2.14. Variedades nativas

Estas variedades tienen un sabor dulce, agradable y son aptas para el consumo en estado fresco porque contienen niveles bajos de glicoalcaloides (Cahuana & Arcos, 2002).

2.2.15. Variedades mejoradas

Son las variedades que han sido obtenidas mediante un proceso de manipulación genética por hibridación, clonación y por otro tipo de métodos de mejoramiento que son gestionadas por el fitomejorador (Q. R. Cahuana & Arcos, 2002).



2.2.16. Híbrido

(ALLARD, 1980) el concepto se refiere a la mezcla unión o combinación de elementos que tienen distinta naturaleza y se caracterizan porque no son puros en el ámbito específicos, en la medida en que al realizarse la mezcla surgen nuevos elementos que se integran en un todo, obteniéndose un producto nuevo.

2.2.17. Clon

(Condori, 2013) considera que es un producto idéntico que se obtiene asexualmente de un progenitor con las mismas características.

2.2.18. Selección clonal

(Velasquez, 2012) refiere que la selección clonal es un proceso a través del cual las plantas que tienen características fenotípicas heterogéneas son mezcladas entre variedades o entre especies y que consiste en la selección de clones, cuyas características son fenotípicamente homogéneas y sobresalientes. Es posible realizar proceso de selección negativa eliminando plantas enfermas, de manera que, la propagación vegetativa tenga la calidad de conservar el genotipo sin ningún cambio con excepción de las mutaciones. En tal sentido, la selección clonal implica el aislamiento del mejor genotipo que está presente en la muestra de estudio, pero con la restricción de que hay poca probabilidad de superar la herencia de una variedad que se propaga de manera asexual.

2.2.19. Selección recurrente

(Ramirez, 2006) hace referencia a un sistema designado para incrementar de manera gradual la frecuencia de alelos deseables o genes favorables de la población, con el fin de obtener atributos cuantitativos a través de reiterados ciclos de selección y cruce de las mejores plantas sin disminuir su variabilidad genética.



2.2.20. Correlación

(Aguilar, 1990) considera que haciendo un tipo de correlación comparativa de rendimiento de varias variedades de Papas *solanum andigenun*, encontró una relación considerable entre este rendimiento y el número de tubérculos en la variedad denominada revolución en un nivel altamente significativo y con un nivel significativo en la variedad denominada Tomasa Tito Condemayta, otra correlación de altura de la planta con el número de tubérculo fue también significativo referente a la variedad denominada Huairo; la correlación de altura de planta con el peso de tubérculos fue altamente significativo en la variedad Tarmeña; la correlación de altura de planta con número de tallos fue positiva siendo significativa en la variedad Tomasa Tito Condemayta.

2.2.21. Zinc.

El zinc es un componente natural de la corteza terrestre, no solo está presente en la roca, sino también en el suelo, agua, aire y la biósfera. Los seres humanos, animales, plantas, e incluso los microorganismos más pequeños, necesitan zinc para vivir.(Barbarán, 2016).

El zinc es un nutriente que las personas necesitan para estar sanas. El zinc se encuentra en las células de todo el cuerpo. Ayuda al sistema inmunitario a combatir bacterias y virus que invaden al cuerpo. El cuerpo también necesita zinc para fabricar proteínas y el ADN, el material genético presente en todas las células. Durante el embarazo, la infancia y la niñez, el organismo requiere zinc para crecer y desarrollarse bien. El zinc también favorece la cicatrización de las heridas y el funcionamiento normal del sentido del gusto y el olfato.(National Institutes of Health, 2019).



2.2.22. Ácido ascórbico

La vitamina C, conocida como ácido ascórbico, es un nutriente hidrosoluble que se encuentra en ciertos alimentos. En el cuerpo, actúa como antioxidante, al ayudar a proteger las células contra los daños causados por los radicales libres. Los radicales libres son compuestos que se forman cuando el cuerpo convierte los alimentos que consumimos en energía. Las personas también están expuestas a los radicales libres presentes en el ambiente por el humo del cigarrillo, la contaminación del aire y la radiación solar ultravioleta.

Según (Burgos & de Hann, 2019) el buen consumo de esta vitamina genera una incipiente. Liberación de cortisona respondiendo al estrés físico. Una incipiente secreción de esta hormona puede generar el rendimiento.

2.2.23. Ácido clorogénico

El ácido clorogénico (CGA) se encuentra en alimentos como té, mate, café, las bebidas, el grano de café, que es un compuesto fitoquímico. Frecuentemente se usa como un solo compuesto. Hay una docena de isómeros de esta sustancia, cada una con sensoriales características diferentes.

Los compuestos antioxidantes ejercen su acción al bloquear la producción de radicales libres, inhiben la oxidación y degradación de los bioproductos derivados de la oxidación lipídica. Esta actividad antioxidante, por parte de los compuestos fenólicos, está dada mayoritariamente por mecanismos de óxido reducción (Chaves & Rodríguez, 2019).

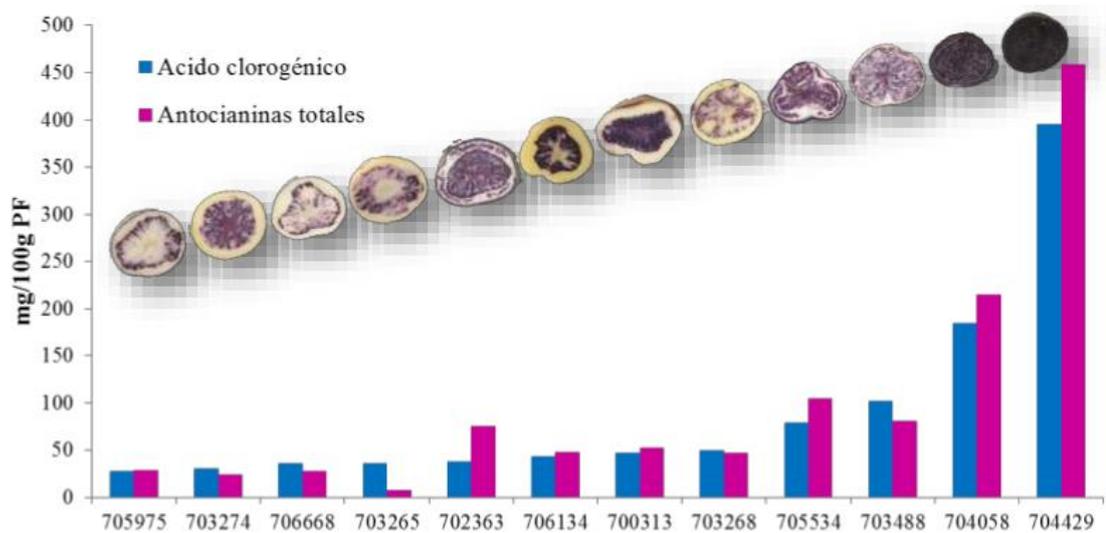
Según (Burgos & de Hann, 2019) nos dice que los tubérculos de papa con contenido de antocianina y ácido clorogénico sirven para tratar y prevenir el cáncer, enfermedades cardiovasculares o problemas de carácter inflamatorio.

Contenido de ácido clorogénico y antocianina en papa:

Papas de pulpa morada. - 36 – 396 mg / 100 g, PF, 8 – 469 mg / 100 g, PF

Papas de pulpa roja. - 14 – 49 mg / 100 g, PF, 8 – 55 mg / 100 g, PF.

Figura 1. Contenido de ácido clorogénico y antocianina en papa.



Fuente. (Burgos & de Hann, 2019)



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El presente trabajo de investigación experimental se realizó en el Centro de Experimental Illpa (CE ILLPA) durante la campaña agrícola 2020 a 2021, de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Ubicado en el centro poblado de Illpa del Distrito de Paucarcolla, Provincia de Puno del Departamento de Puno, a 19 km de Puno en la carretera Puno-Juliaca.

a) Las coordenadas de UTM del presente trabajo de investigación son:

Latitud. -15.74

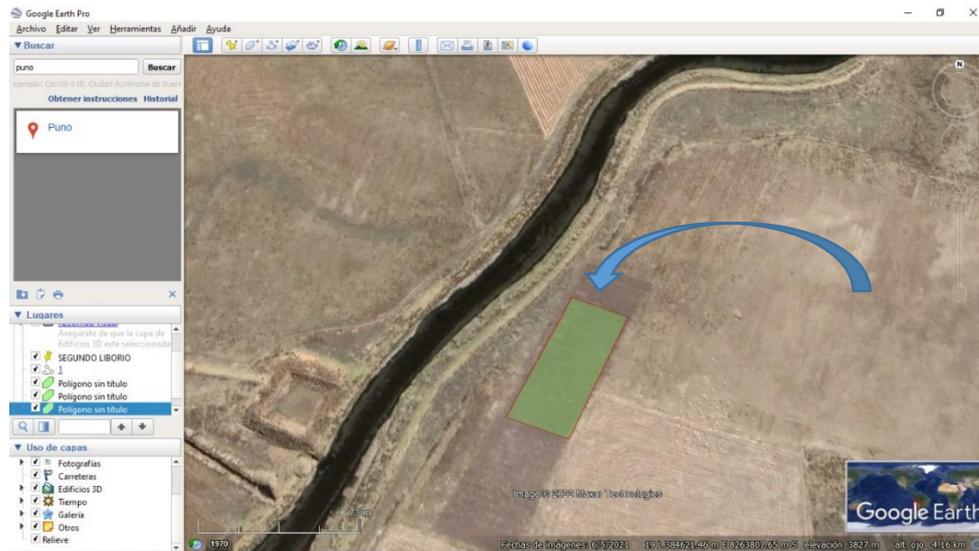
Longitud: -70.0564

Latitud: 15° 44' 42" Sur,

Longitud: 70° 3' 23" Oeste

Altitud: 3 827 msnm

Figura 2. Ubicación exacta satelital del Centro Experimental.



Fuente. Elaboración propia en Google earth.

b) Condición climática del campo experimental Illpa 2018-2021.

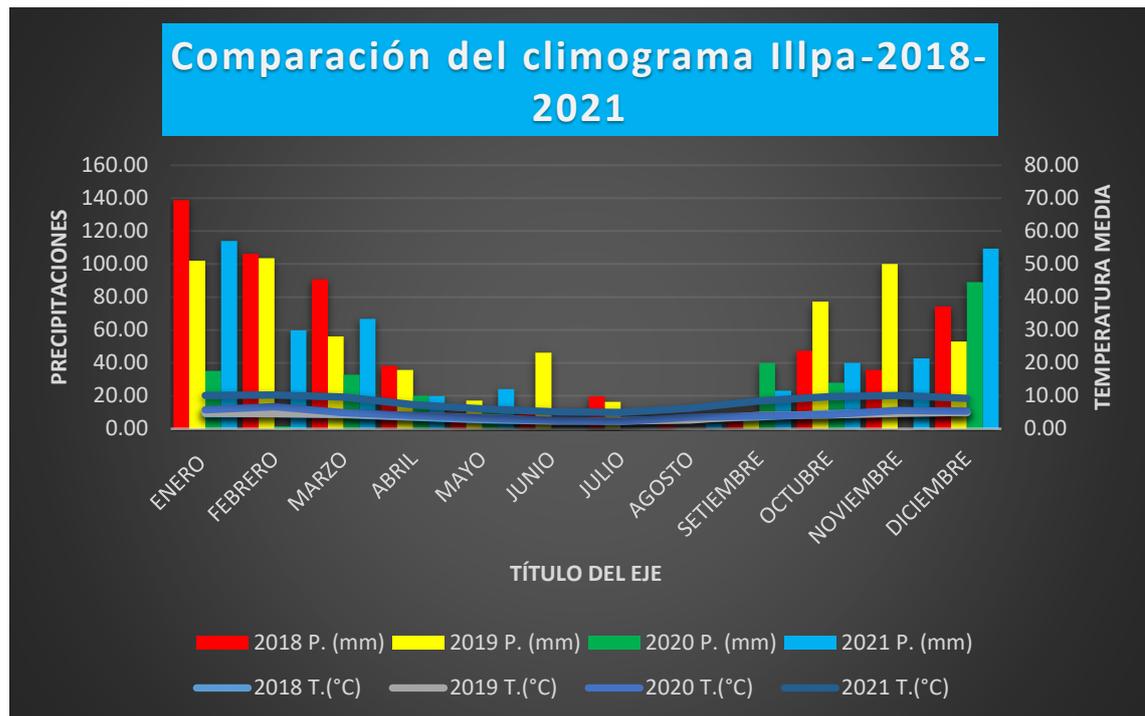
Tabla 5. Datos meteorológicos de la campaña agrícola 2018-2021. En CE Illpa.

	2018		2019		2020		2021	
MES	T.(°C)	P. (mm)						
ENERO	9.19	138.90	9.58	102.00	11.48	35.10	10.13	114.00
FEBRERO	9.13	106.30	9.28	103.60	13.45	1.60	10.28	59.80
MARZO	8.64	90.70	9.09	56.10	9.76	32.90	9.65	66.70
ABRIL	7.05	38.30	8.07	35.80	7.94	20.00	7.30	19.80
MAYO	5.59	5.10	6.85	17.10	6.43	12.90	6.06	24.10
JUNIO	4.73	9.20	4.98	46.30	5.03	0.10	5.18	0.20
JULIO	5.19	19.70	4.75	16.30	4.38	0.00	4.98	0.30
AGOSTO	5.94	2.20	5.36	0.10	7.08	0.00	6.25	3.40
SETIEMBRE	7.16	4.60	8.29	9.80	7.93	40.00	8.46	23.10
OCTUBRE	9.29	47.40	8.40	77.20	8.68	28.00	9.74	40.10
NOVIEMBRE	10.41	35.80	9.40	100.00	11.18	0.00	10.12	42.70
DICIEMBRE	9.79	74.40	10.02	52.90	10.75	89.00	9.24	109.30
Total	7.68	572.60	7.84	617.20	8.67	259.60	8.12	503.50

Fuente. Elaboración propia, datos obtenidos del (SENAMHI, 2022).

En la tabla 5 y figura 3, se puede observar la comparación de temperaturas de 2018 a 2021, en noviembre del 2021 no hay presencia de lluvia esto afectó inmensamente a la fase fenológica del cultivo.

Figura 3. Climograma de la campaña agrícola 2018-2021 CE. Illpa.



Fuente. Elaboración propia.

3.2. PROCEDENCIA DEL MATERIAL GENÉTICO UTILIZADO

La procedencia del material genético son el resultado de un procedimiento que inició en 2004, investigadores del CID Encabezados por la doctora Maridet Monierbale efectuaron un análisis de laboratorio a 200 cultivos de papa nativa en nuestro país y de los países vecinos donde pudieron identificar 16 con altos niveles de vitamina C, hierro y Zinc. Luego Walter Amorós y demás investigadores encargados de mejorar la papa hicieron un cruce de 16 variedades nutritivas con la intención de producir progenies con grados aún más altos de zinc y hierro. Este proceso se conoce como biofortificación.

En esta investigación se empleó tubérculos semilla, que comprende a ocho clones de papa biofortificados tetraploide y dos variedades comerciales (Yungay y serranita), procedentes del Centro Internacional de la Papa (CIP-LIMA).

Tabla 6. Material genético utilizado en el experimento.

N°	Condición	Institución	Código de adhesión	Progenitor masculino	Progenitor femenino
1	Clon	CIP312633.294	BIOT-633.294	CIP306416.68	CIP393536.13
2	Clon	CIP312637.001	BIOT-637.001	CIP306418.69	CIP393536.13
3	Clon	CIP312721.245	BIOT-721.245	CIP306416.68	CIP395017.229
4	Clon	CIP312721.286	BIOT-721.286	CIP306416.68	CIP395017.229
5	Clon	CIP312725.024	BIOT-725.024	CIP306418.69	CIP395017.229
6	Clon	CIP312725.047	BIOT-725.047	CIP306418.69	CIP395017.229
7	Clon	CIP312735.105	BIOT-735.105	CIP306416.68	CIP395017.242
8	Clon	CIP312767.014	BIOT-767.014	CIP306418.69	CIP395443.103
9	Híbrida	CIP720064	Yungay	LB-CUZ.1 720020 = ([HUAGALINA x RENACIMIENTO (JIRUCO x SUITO)])	381381.9
10	Híbrida	CIP391691.96	SERRANITA	([HUAGALINA x RENACIMIENTO (JIRUCO x SUITO)])	(SEQUOIA x EARLINE)

Fuente. Centro Internacional de la Papa (CIP-LIMA)-2020

3.3. ANÁLISIS DEL SUELO EXPERIMENTAL

Para ver los resultados de las propiedades físico – químico del suelo agrícola de este experimento, se obtuvo 1kg de muestra de suelo en tres partes del experimento, a una profundidad de 20 cm, esto se hizo antes de la siembra o plantación, posteriormente se envió al “Laboratorio de Química Agrícola-Valle Grande”-Lima. Para los respectivos resultados.

Tabla 7. Análisis del suelo experimental.

Parámetro	Unidad	Resultados
Análisis Físico		
Arena	%	23.40
Limo	%	46.92
Arcilla	%	29.68
Clase Textural		F-A
Análisis Químico		
pH (25 °C)		7.65
C.E. (25 °C)	dS/m	0.74
Carbonato de calcio Total	%	0.20
Fosforo disponible	ppm	12.67
Materia orgánica	%	3.58
Nitrógeno total	%	0.21
Potasio disponible	ppm	455.67
Porcentaje de saturación de agua	%	59.25

Fuente. Laboratorio de Química Agrícola “Valle Grande”-Lima.

Según el resultado de suelo tabla 7, la clase textural del suelo contiene 23.40% de arena, 46.92% de limo y 29.68% de arcilla, siendo un suelo franco arcilloso, lo cual notable y apropiado para el cultivo de papa. Ya que (MINAGRI, 2014) nos dice que los suelos aptos para el cultivo de la papa son: Franco, franco limoso y franco arcilloso. Con un pH de 7.65, ligeramente alcalino, tiene buena materia orgánica de 3.58%, en caso de Nitrógeno total tiene 0.21%, con fosforo disponible de 12.67 ppm y potasio disponible de 455.67ppm.

Tabla 8. Análisis químico del estiércol de ovino utilizado en el experimento.

parámetro	unidad	resultado
Nitrógeno (N)	%	1.77
Fosforo (P ₂ O ₅)	%	0.38
Potasio (K ₂ O)	%	1.15
pH a T = 24.6 °C		8.64
C.E.	dS/m 25 °C	7.73
Humedad	%	16.67
Materia Orgánica	%	59.14
Impurezas	%	18.31

Fuente. Laboratorio de Química Agrícola “Valle Grande”-Lima.



3.4. MATERIALES UTILIZADOS EN CAMPO

a. Maquinaria agrícola.

Tractor agrícola (roturación, rastrado y surcado)

b. Equipos de campo.

Balanza

Hobo.

Cámara fotográfica.

c. Herramientas y materiales.

Estacas, cordel, yeso, wincha de 50 metros, pala, pico, etiquetas, cuaderno de campo, bolsas, sacos, mallas, tablero de campo.

d. Insumos.

Estiércol de ovino, Nitrato de Amonio, Fosfato Di amónico, Cloruro de Potasio.

e. Materiales de escritorio.

Laptop, marcador indeleble, lapiceros, papel bond, fólдер.

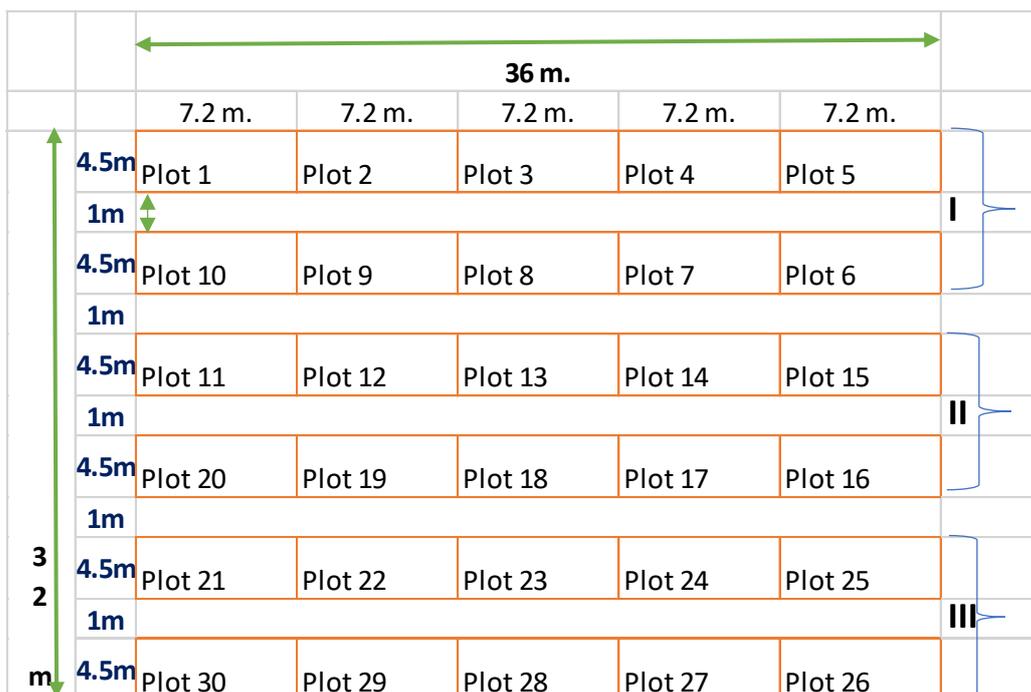
3.5. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

N.º de genotipos	: 10
Repeticiones	: 3
Distancia entre surco	: 0.9m
Distancia entre planta	: 0.3m
Nº de plantas por surco	: 15
Nº de plantas/parcela	: 120
Nº total de plantas	: 3600

Ancho del campo experimental	: 36 m
Largo del campo experimental	: 32 m
Área neta total	: 972m ²
Área total	: 1152m ²
Área neta de parcela	: 32.4m ²
Nº de parcelas experimentales	: 30
Calles entre bloques	: 1m
Nº de surcos por parcela	: 8

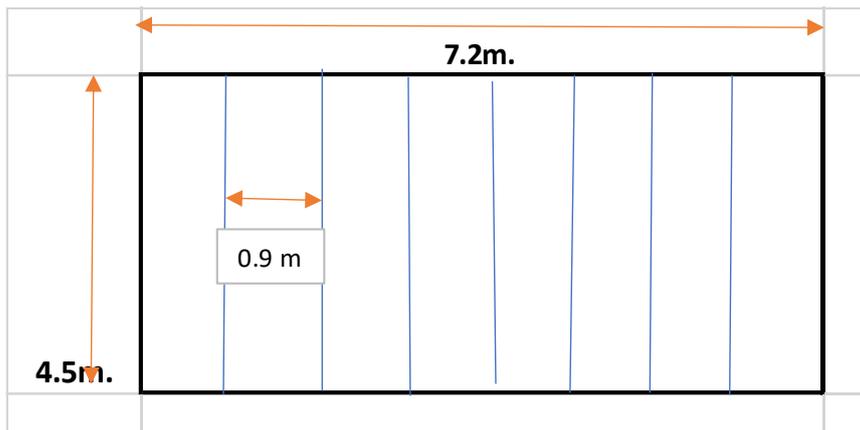
En la figura 04, se observa las medidas del área experimental, está conformada por 3 bloques, en cada bloque 10 parcelas, obteniendo 30 parcelas, el ancho del área experimental es de 36m y de largo 32m, teniendo área neta total de 972m², y el área total de 1152 m².

Figura 4. Repartimiento en la unidad experimental.



En la figura 05, se observa, las medidas de la parcela, teniendo 7.2m. de ancho y 4.5 de largo, área neta de parcela es de 32.4 m², el distanciamiento entre surcos es de 0.9 m, y entre plantas de 0.3m. se evaluó solo 6 surcos centrales teniendo un total de área neta por parcela de 24.3m².

Figura 5. Detalle de una parcela experimental.



3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

La distribución de la forma como se hacen los tratamientos en lo experimental se hizo bajo los parámetros del diseño bloque completo al azar (DBCA) con diez tratamientos y tres repeticiones, ocho clones tetraploides, obtenidos a través de la metodología de mejoramiento participativo mamá-bebé, desarrollado por el Centro Internacional de la Papa CIP, comparados frente dos variedades comerciales Yungay y Serranita (testigos), distribuidos en tres bloques; conformando 30 unidades experimentales en total. Referente a los análisis estadísticos se efectuaron con la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

- **Modelo aditivo lineal para el DBCA, se representa de la siguiente forma:**

$$y_{ij}=m+t_i+b_j+e_{ij}$$



Donde:

y_{ij} = respuesta observada con el tratamiento i en el bloque j

m = media general

t_i = efecto del tratamiento i ; $i=1,2,\dots,t$

b_j = efecto del bloque j ; $j=1,2,\dots,r$

e_{ij} = termino de error asociado al tratamiento i en el bloque j

- **Variables de respuesta:**

a) Contenido de zinc en mg/kg en BS.

b) Rendimiento kg/parcela, kg/ha

c) Adaptabilidad a las condiciones climáticas del altiplano, en base a rendimiento y observaciones cualitativas.

- **Parámetros de evaluación agro-morfológica.**

Número de plantas cosechadas

Numero de tallos por planta

Numero de tubérculos comerciales/parcela

Peso de tubérculos comerciales/parcela

Numero de tubérculos no comerciales/parcela

Peso de tubérculos no comerciales/parcela

Numero de tubérculos descartados/parcela

Peso de tubérculos comerciales descartados/parcela



Número total de tubérculos/parcela

Peso total de tubérculos/parcela

Número total de tubérculos/ha.

Rendimiento/ha.

Número de plantas emergidas por parcela

Altura de planta

Habito de crecimiento

Uniformidad de la planta

Vigor de la planta

Largo de estolones

Uniformidad de tubérculo

Apariencia del tubérculo

Tamaño de tubérculo

3.7. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación tiene las características y condiciones de una investigación de tipo experimental, ya que se realiza evaluaciones de variable dependientes en función a las independientes, a nivel de campo, que permitió obtener clones de papa biofortificada con alto contenido de zinc, selección con buenos rendimientos y adaptación a las condiciones climáticas del altiplano.



3.8. METODOLOGÍA DE CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.8.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó en el mes de septiembre, de forma mecanizada que consistió en una roturación de una profundidad de 30 cm con el arado de discos, realizado el rastrado en forma cruzada, utilizando rastras de discos dejando desterronado de forma uniforme y adecuada, quedando así apto para la siembra.

3.8.2. Surcado

El surcado se realizó de forma mecanizada (tractor agrícola) a un distanciamiento de 0.9 m con una profundidad de 20 cm.

3.8.3. Marcado del área experimental

Luego de que el terreno estuvo apto para la plantación de los tubérculos, se hizo el marcado con yeso, utilizando una cuerda o cordel, wincha, flexómetro y estacas, acorde a las dimensiones establecidas para el experimento, trazando los bordes, calles y parcelas del experimento.

Figura 6. Marcado de las 30 parcelas a medidas exactas, material utilizado yeso.



3.8.4. Siembra o plantío

La plantación se realizó el 12 de noviembre del 2020 en el Centro Experimental de Illpa (CE Illpa) UNA-Puno, en forma manual distribuyendo los tubérculos a 30 cm. a una profundidad de 20 cm. Empleando 15 tubérculos/surco, cada parcela con 8 surcos, de manera que en una parcela se plantó 120 tubérculos, en total a nivel del campo experimental que consta de 30 parcelas se plantó la cantidad de 3600 tubérculos.

Figura 7. Plantío manual de los tubérculos de papa, a una distancia de 30 cm. Entre tubérculo.



3.8.5. Fertilización.

La fertilización se realizó al momento del plantío de las semillas entre los tubérculos, con una mezcla de Nitrato de amonio ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) 5,38kg., Fosfato di amónico $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 35.5kg y Cloruro de Potasio (KCl)24.19kg. fertilizando por planta 18.07g. aplicando en toda la parcela 2168.99g. ver tabla 9.

Figura 8. Fertilización con la mezcla de Nitrato de amonio, fosfato di amónico y cloruro de potasio.



3.8.6. Abonamiento

El abonamiento se realizó con estiércol de ovino, a choro continuo en los surcos entrado 13kg/parcela con un total de 390 kg/experimento. De estiércol de ovino y por último, el tapado se realizó en forma mecanizada con una surcadora, complementando con ayuda de piquillos.

Figura 9. aplicación de estiércol de ovino a chorro continuo.



Tabla 9. Cantidad de fertilizantes y estiércol de ovino aplicada en el experimento

Fertilizantes	En la Siembra	En el Aporque
Nitrato de Amonio	5.38 kg	24.74 kg
Fosfato Di amónico	35.50 kg	-
Cloruro de Potasio	24.19 kg	-
Estiércol de Ovino	390 kg	-

Fuente. Elaboración propia.

3.8.7. Deshierbo

El proceso de deshierbo se efectuó manualmente utilizando piquillos el 26 de enero del 2021, días anteriores al primer aporque. Se presentó la flora espontánea, tales como: chiriro (*Bidens pilosa L.*), mostaza (*Brassica campestris L.*), bolsa de pastor (*Capsella bursa-pastoris*) y kora (*Tarasa cerratei*)

Figura 10. Deshierbo o desmalezado manual en el campo experimental (Illpa)



3.8.8. Aporque y segundo abonamiento

El día 23 de febrero de 2021 se realizó la segunda aplicación de N y el aporque, se aplicó nitrato de amonio, para el follaje con la siguiente dosis, 6.87 g/planta, entrando un total de 24.74 kg/30 parcelas, continuando con el aporque, se fue estableciendo una capa de tierra con una altura de 6 a 8 cm en su alrededor de de la planta de papa, con el propósito de asegurar una correcta formación de estolones y tubérculos, impedir la intervención del gorgojo y la polilla, evitar la emergencia no deseada de estolones y favorecer buen drenaje.

Figura 11. Primero y segundo aporque de las plantas.



3.8.9. Cosecha y selección de tubérculos

La cosecha se realizó el 26 de mayo del 2021; cuando el follaje de las plantas estaba marchito, aunque más bien fuertemente afectado por la helada, este trabajo se efectuó de forma manual con la ayuda de piquillos, también en las parcelas se seleccionó tubérculos para contar el número de tubérculos por planta y obtener el peso/planta, así como la selección y peso por categorías.

Figura 12. Cosecha manual del experimento en forma ordenada.



Figura 13. Selección de tubérculos para su evaluación en el laboratorio.



Tabla 10. Categorías de tubérculos comercial y no comercial.

CATEGORIA		PESO (gr)
Extra		Mayores a 101
Primera	Comercial	81-100
Segunda		61-80
Tercera		41-60
Cuarta	No comercial	21-40
Quinta		Menores 20

Fuente. (R. Cahuana et al., 2012)

Para el presente trabajo de investigación, en la selección y clasificación de tubérculos se trabajó con la tabla 10, donde nos indica que mayor de 61g/tubérculo son de categoría comercial y menores de 60g/tubérculo son de categoría no comercial, por motivos de que los clones son de mayor numero, pero de tamaño mediano y con menor peso que las variedades de Yungay y serranita.

3.9. MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES

3.9.1. Periodo de desarrollo vegetativo

Número de plantas emergidas por parcela:

Se realiza el conteo correspondiente de plantas emergidas en cada unidad experimental a los 45 días después de la siembra.

Hábito de crecimiento de la planta:

Se colecta 45 días después de la siembra, la evaluación se realiza considerando una escala de 1 a 3 (De Haan et al., 2014), como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11. Escala de habito de crecimiento.

Escala	Estado	Descripción
1	Erecto	Los tallos son casi verticales y el ángulo de inserción entre el raquis de las hojas y el tallo principal es agudo, alrededor de 30°.
2	Semi-erecto	Los tallos tienen más o menos un crecimiento vertical, pero algunos tallos secundarios se abren un poco y el ángulo de inserción entre el raquis de las hojas y el tallo principal es más abierto, alrededor de 45°.
3	Decumbente	Los tallos son más abiertos, algunos tallos secundarios son abiertos al punto de alcanzar el suelo. De ese punto los tallos tienden a recuperar el crecimiento vertical. El ángulo de inserción entre el raquis de las hojas y el tallo principal es muy abierto, entre 60 a 90°. Estas plantas cubren el suelo muy bien y tienen la mayor parte de sus hojas expuestas a los rayos solares.

Uniformidad de la Planta:

En este caso se tomaron los datos en un plazo de 45 días después de la siembra, con el fin de evaluarlos empleando una escala del 1 al 9 (De Haan et al., 2014). De acuerdo con la Tabla 12.



Tabla 12. Escala de la uniformidad de planta

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

Vigor de la Planta:

En este caso se tomaron los datos en un plazo de 45 días después de la siembra, con el fin de evaluarlos empleando una escala del 1 al 9 (Salas et al., 2004). De acuerdo con la Tabla 13.

Tabla 13. Escala del vigor de la planta

Escala	Estado	Descripción
1	Muy débil	Las plantas en su totalidad son pequeñas (< 20 cm), con pocas hojas, plantas frágiles, tallos muy delgados y/o con coloración 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.

Grado de floración:

Los datos son colectados 60 días después de la siembra, la evaluación se realiza usando una escala de 1 a 7 (De Haan et al., 2014), como se muestran en la tabla 14.



Tabla 14. Escala de grado de floración.

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

3.9.2. Periodo de cosecha

La cosecha se realiza cuando las plantas llegan a su etapa de madurez fisiológica.

Las evaluaciones se conducen siguiendo esta secuencia:

Número de plantas cosechadas:

Esta información se colecta al momento de la cosecha.

Largo de estolones:

Tabla 15. Escala de largo de estolones.

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

Apariencia del tubérculo:

Tabla 16. Escala de la apariencia de tubérculo.

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

Uniformidad del tubérculo:

La evaluación global de uniformidad del tubérculo se basa en la inspección de tubérculos cosechados usando una escala de 1 a 9. (De Haan et al., 2014), como se muestra en la tabla 17.

Tabla 17. Escala de la uniformidad de 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 2 tamaños están presentes con un tamaño predominante.

Tamaño de tubérculo:

Esta evaluación se lleva a cabo considerando una escala de 1 a 9. (De Haan et al., 2014) como se observa en la tabla 18.

Tabla 18. Escala de tamaño de tubérculo.

Escala	Estado	Descripción
1	Muy pequeño	La mayoría de los 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.

Número de tubérculos comerciales categoría I/parcela:

Se contabiliza el número de tubérculos comerciales para la categoría I con peso entre 200-300 g. o tubérculos de 60 mm de diámetro.



Número de tubérculos no comerciales/parcela:

Se contabiliza el número de tubérculos no comerciales que pesen menos de 80 g o que midan menos de 30 mm de diámetro.

Peso de tubérculos comerciales categoría I/parcela

Se pesa los tubérculos comerciales categoría I/parcela. La unidad de medida es Kilogramos.

Peso de tubérculos no comerciales/parcela:

Se pesó los tubérculos no comerciales/parcela. La unidad de medida es kilogramos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. CLONES CON ALTO CONTENIDO DE ZINC.

4.1.1. Contenido de Zinc mg/kg de papa en BS.

Se evaluó comparativamente el contenido de zinc en ocho clones biofortificados frente a las variedades comerciales Yungay y Serranita. En la tabla 19, observamos el análisis de varianza (ANVA), para el contenido de Zinc en los tubérculos de papa, se aprecia que, para el efecto del bloque, no existe diferencia estadística significativa, indicándonos que entre los bloques existe similar contenido de Zinc en tubérculos de papa, debido al similar gradiente de fertilidad del suelo, no obstante, para el efecto de los tratamientos resultó con una diferencia estadística altamente significativa, indicando que el contenido de Zinc en tubérculos de papa varía entre genotipos o al menos un clon o variedad es diferente. teniendo un coeficiente de variación de 11.37% lo que indica una buena precisión experimental en condiciones de campo.

Tabla 19. ANVA para contenido de zinc en mg/kg de papa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F- Valor	Ft		Pr > F	SIG.
					0.05	0.01		
Bloques	2	14.1398467	7.0699233	2.58	3.55456	6.0129	0.1036	NS
Tratamientos	9	166.4939467	18.4993274	6.75	2.45628	3.59707	0.0003	**
Error	18	49.3465533	2.7414752					
Total	29	229.9803467						
CV=11.37%		Prom. Gral.=14.57 mg/kg						

Se observa en la Tabla 20, la comparación múltiple de medias para el contenido de Zinc en mg/kg de papa en BS, siendo el principal objetivo del presente trabajo, cuya evaluación fue realizada en el laboratorio del Centro Internacional de la Papa CIP,



muestran que el clon BIOT 633.294, es el que tiene el mayor contenido de Zinc frente a los demás tratamientos con un promedio de 18.99 mg/kg BS, pero la variedad serranita no esta tan alejada del BIOT 633.294 con un promedio de 17.79 mg/kg BS, constatando que hasta el momento son los que tienen mayor contenido del micro elemento en estudio, vinculado a nuestro resultado, están los de Leiva (2020) quien reporta valores promedio entre 9.44 y 16.71 mg/kg BS correspondiente el mayor contenido de Zinc al clon BIOT 751.021, en condiciones de Cajamarca, durante el periodo de noviembre del 2018 a abril del 2019 a una altitud de 2,666 msnm. Siendo una cifra menor a nuestro resultado; sin embargo, Tito (2017) reporta un resultado aún menor el promedio más alto obtenido en su trabajo de 15. 003 mg/kg BS de zinc, para condiciones del centro poblado de Tacsana del distrito de Yauli – Huancavelica a 3750 msnm; resultados considerablemente más bajos, 10. 36 mg/Kg BS. Por su parte nos reporta Collanqui (2019) en la localidad de Salcedo, provincia y región Puno, durante el periodo de 2018 – 2019, con el mayor valor de Zinc obtenido fue el clon 509140.20B con un promedio de 10.33 mg/kg BS y 2.92 mg/kg BS. Obteniendo bajos niveles de Zinc. Sin embargo, CIP (2021) como uno de sus últimos reportes en la búsqueda de material genético de papa biofortificado, indica que han llegado a obtener hasta 28 mg/kg de zinc en BS, siendo este contenido considerablemente mayor a nuestro resultado obtenido en condiciones de altiplano a una altitud de 3827 msnm.

Tabla 20. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el contenido de Zinc en mg/kg. BS en tubérculos de papa.

TRAT	Código de Adhesión	Media mg/kg BS	Tukey Agrupamiento
T1	BIOT-633.294	18.99	A
T9	SERRANITA	17.79	AB
T8	BIOT-767.014	16.27	ABC
T6	BIOT-725.047	15.31	ABC
T5	BIOT-725.024	14.38	ABC
T3	BIOT-721.245	13.87	BC
T2	BIOT-637.001	12.88	C
T7	BIOT-735.105	12.15	C
T10	YUNGAY	12.05	C
T4	BIOT-721.286	12.01	C

Además, del contenido de zinc en los tubérculos biofortificados se han obtenido resultados respecto a:

a) Contenido de Ácido ascórbico (mg/100g, BF) en tubérculos de papa.

Se observa en la tabla 21, el análisis de varianza (ANVA), para el contenido de ácido ascórbico (vitamina C), en el cual se aprecia que, para el efecto del bloque, no existe diferencia estadística significativa, para el efecto de los tratamientos resultó con una diferencia estadística altamente significativa, indicando que el contenido de ácido ascórbico (vitamina C) varía entre genotipos o al menos un clon o variedad es diferente. teniendo un coeficiente de variación de 6.99 % lo que indica una buena precisión experimental en condiciones de campo.

Tabla 21. ANVA para el contenido de ácido ascórbico en mg/100g en BF en tubérculos de papa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F-Valor	Ft 0.05	0.01	Pr > F	SIG.
Bloques	2	0.33098	0.16549	0.57	3.55	6.01	0.5734	NS
Tratamientos	9	84.05625333	9.3395837	32.38	2.46	3.60	<.0001	**
Error	18	5.19208667	0.28844926					
Total	29	89.57932						
CV= 6.99%		Prom. Gral.=7.69 mg/100g.						

Se observa en la tabla 22, la comparación múltiple de medias para el contenido de ácido ascórbico en mg/100g BF en tubérculo de papa, siendo complementario al objetivo principales del presente trabajo, cuya evaluación fue realizada en el laboratorio del Centro Internacional de la Papa CIP, que los clones BIOT-735.105 y BIOT-633.294 muestran el mayor contenido de ácido ascórbico en mg/100g BF en tubérculo de papa, respecto a los demás tratamientos con un promedio de 11.04 y 9.48 mg/100g BF. Siendo menor el contenido de ácido ascórbico (vitamina C) de nuestro resultado en relación a las investigaciones anteriores, como la de (Leiva, 2020) quien obtuvo en su trabajo de investigación el máximo valor de 88.70 mg/kg BS de vitamina C correspondiente al clon BIOT-764.006 y el mínimo valor observado fue de 39.28 mg/kg BS de vitamina C correspondiente al clon biofortificado BIOT-686.019, en condiciones de Cajamarca, durante el periodo de noviembre del 2018 a abril del año 2019 a una altitud de 2,666 msnm; de igual manera (Burgos & de Hann, 2019) indica que el contenido de ácido ascórbico en papa está en un rango de 7.8 a 20.6 mg/100g. en BS, considerando al clon BIOT-633.294, del presente trabajo de investigación también tiene un contenido aceptable de ácido ascórbico; en cambio (Tito, 2017) reporta el mayor contenido de vitamina C logrado con el C1 con una media de 17.025 vitamina C (mg/100g BS). para



condiciones del centro poblado de Tacsana del distrito de Yauli – Huancavelica a 3750 msnm.

Tabla 22. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el ácido ascórbico en mg/100g de BF en tubérculos de papa.

TRAT	Código de Adhesión	Media mg/100g. BF	Tukey Agrupamiento
7	BIOT-735.105	11.04	A
1	BIOT-633.294	9.48	AB
3	BIOT-721.245	8.80	BC
10	YUNGAY	8.13	BCD
9	SERRANITA	7.51	CDE
8	BIOT-767.014	7.37	CDE
5	BIOT-725.024	7.18	DE
6	BIOT-725.047	6.32	EF
2	BIOT-637.001	5.98	EF
4	BIOT-721.286	5.05	F

b) Contenido de Ácido clorogénico en peso fresco mg/100 g, BF en tubérculo de papa.

Se observa en la tabla 23, el análisis de varianza (ANVA), para el contenido de ácido clorogénico, en el cual se aprecia que, para el efecto del bloque, no existe diferencia estadística significativa, los tratamientos resultaron con diferencia estadística altamente significativa, indicando que el contenido de ácido clorogénico varía entre genotipos o al menos un clon o variedad es diferente. teniendo un coeficiente de variación de 28.59 % lo que indica un error experimental aceptable en condiciones de campo.

Tabla 23. ANVA para el contenido de ácido clorogénico en peso fresco mg/100g.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F- Valor	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F	SIG.
Bloques	2	29.119487	14.559743	0.14	3.55	6.01	0.8694	NS
Tratamientos	9	9909.291603	1101.0324	10.66	2.46	3.60	<.0001	**
Error	18	1858.43745	103.24652					
Total	29	11796.84854						

CV=28.59% Prom. Gral.=35.55 mg/100g.

Se observa en la tabla 24, la comparación múltiple de medias para el contenido de ácido clorogénico en peso fresco mg/100g. cuya evaluación fue realizada en el laboratorio del Centro Internacional de la Papa CIP, obteniendo el mayor valor del contenido de ácido clorogénico los clones BIOT-725.024 y BIOT-721.286 con 61.14 y 59.37 mg/100g, BF de tubérculos de papa y con el menor valor obtenido fue la variedad YUNGAY con un promedio de 6.01mg/100g. BF en tubérculos de papa, nuestros resultados son intermedios considerando los resultados de (Burgos & de Hann, 2019) que reporta el contenido de ácido clorogénico en tubérculos de papa es de 19 a 399 mg/100g, es un buen resultado en esta investigación ya que nos dice (Chaves & Rodríguez, 2019) que el ácido clorogénico sirve para tratar y prevenir el cáncer, enfermedades cardiovasculares o problemas de carácter inflamatorio.

Tabla 24. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el ácido clorogénico en peso fresco mg/100g.

TRAT	Código de Adhesión	Media mg/100g BF	Tukey Agrupamiento
5	BIOT-725.024	61.14	A
4	BIOT-721.286	59.37	A
2	BIOT-637.001	49.70	AB
6	BIOT-725.047	46.21	AB
8	BIOT-767.014	37.68	ABC
1	BIOT-633.294	36.07	ABC
3	BIOT-721.245	27.43	BCD
7	BIOT-735.105	21.12	BCD
9	SERRANITA	10.74	CD
10	YUNGAY	6.01	D

4.2. RENDIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE CLONES Y LAS VARIEDADES.

4.2.1. Número de plantas cosechadas

Observamos en la tabla 25, el análisis de varianza (ANVA), para el número de plantas cosechadas, en el cual se aprecia que, para el efecto del bloque, no existe diferencia estadística debido al manejo y conducción similar, no obstante para el efecto de tratamientos resulto con una diferencia estadística altamente significativa, indicando que el número de plantas cosechadas, varía entre genotipos o al menos un clon o variedad es diferente, teniendo un coeficiente de variación de 3.03 % lo que indica una buena precisión experimental en condiciones de campo.



Tabla 25. ANVA para número de plantas cosechadas/parcela.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F-Valor	Ft		Pr > F	SIG.
					0.05	0.01		
Bloques	2	10.4666667	5.2333333	0.92	3.55456	6.0129	0.4158	NS
Tratamientos	9	392.7	43.6333333	7.68	2.45628	3.59707	0.0001	**
Error	18	102.2	5.6777778					
Total	29	505.366667						
CV= 3.03%		Prom. Gral.=78.77 plantas						

Se observa en la tabla 26, la comparación múltiple de medias para el número de plantas cosechadas/parcela, correspondiente a nuestro segundo objetivo en productividad donde, los tratamientos BIOT – 735.105, SERRANITA, BIOT-767.014, BIOT-725.047, YUNGAY, BIOT-721.245 y el BIOT-721.286 con promedios de 82.67, 81.67, 80.33, 80.33, 80.33, 80.00 y 79.67 número de plantas cosechadas/parcela, estadísticamente son iguales, pero aritméticamente tienen una pequeña diferencias por tratamientos y estadísticamente bastante diferentes al BIOT-725.024 que llega a tener una media de 71.00 número de plantas cosechadas/parcelas. Con relación al número de tubérculos plantados que es 120 tubérculos/parcela, para esta variable de cosecha se evaluaron en base a 90 tubérculos/parcela, esto por efecto borde, por influencia de las condiciones climáticas (MINAGRI, 2014) indica que, para brotamiento se necesita de 15 a 22 °C y Para tuberización de 14 a 18 °C. considerando nuestras temperaturas de la campaña 2020-2021 tabla 05 y figura 02. Por ende, se podría decir que el 17.33 % fue afectado por factores ambientales.

Tabla 26. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el número de plantas cosechadas/parcelas.

Código de Adhesión	Media Nro. De plantas cosechadas	Tukey Agrupamiento
BIOT-735.105	82.67	A
SERRANITA	81.67	A
BIOT-767.014	80.33	A
BIOT-725.047	80.33	A
Yungay	80.33	A
BIOT-721.245	80.00	A
BIOT-721.286	79.67	A
BIOT-633.294	79.00	A B
BIOT-637.001	72.67	B C
BIOT-725.024	71.00	C

4.2.2. Número de tallo por planta

Se observa en la tabla 27, el análisis de varianza (ANVA), para el número de tallos/planta, en el cual se aprecia que, para el efecto del bloque, no existe diferencia estadística significativa, para el efecto de los tratamientos, existe una diferencia estadística altamente significativa, indicando que el número de tallos/planta, varía entre genotipos o al menos un clon o variedad es diferente, teniendo un coeficiente de variación de 6.38% lo que indica una buena precisión experimental en condiciones de campo.

Tabla 27. ANVA para el número de tallos por plantas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F-Valor	Ft		Pr > F	SIG.
					0.05	0.01		
Bloques	2	0.13866667	0.06933333	0.98	3.55456	6.0129	0.3948	NS
Tratamientos	9	41.68533333	4.6317037	65.41	2.45628	3.59707	<.0001	**
Error	18	1.27466667	0.07081481					
Total	29	43.09866667						
CV= 6.38%		Prom. Gral.=4.17 tallos						

Se observa en la tabla 28, la comparación múltiple de medias para el número de tallos/planta, siendo esta variable un indicador para el rendimiento de productividad, como afirma (Gámez, 2016) que a la medida que se incrementa el número de tallos,

aumenta la cantidad de tubérculos por planta. En nuestro resultado muestra estadísticamente que, con el máximo valor hallado fue de 6 tallos/planta correspondiente a los clones BIOT-721.245 y BIOT-767.014, pero aritméticamente hay una ligera diferencia y con el mínimo valor hallado estadísticamente fue con 3 tallos/planta correspondiente al clon BIOT-721.286, siendo resultados similares a los que obtuvo (Leiva, 2020) que reporta como el máximo valor observado fue de 6 tallos 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, pero con respecto al trabajo de investigación de (Livisi, 2017) observa que, para el número de tallos primarios los clones y cultivares tienen el número medio (4 - 9) tallos primarios, siendo este número de tallos/planta no tan alejado a nuestro resultado obtenido en condiciones de altiplano a una altitud de 3827 msnm.

Tabla 28. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el número de tallos por planta.

TRAT	Código de Adhesión	Media tallos/planta	Tukey Agrupamiento
T3	BIOT-721.245	6.40	A
T8	BIOT-767.014	6.27	A
T10	YUNGAY	4.53	B
T2	BIOT-637.001	4.33	B
T5	BIOT-725.024	3.80	BC
T9	SERRANITA	3.53	CD
T6	BIOT-725.047	3.40	CD
T7	BIOT-735.105	3.40	CD
T1	BIOT-633.294	3.20	CD
T4	BIOT-721.286	2.87	D

4.2.3. Número de tubérculos comerciales/parcela

Se observa en la tabla 29, el análisis de varianza (ANVA), para el número de tubérculos comerciales/parcela, en el cual se aprecia que, para el efecto del bloque, existe una diferencia estadística altamente significativa, indicándonos que entre los bloques

existe heterogeneidad de número de tubérculos comerciales, debido a la selección de tubérculos por el tamaño y peso, de igual manera, para el efecto de los tratamientos resulto diferencia estadística altamente significativa, indicando que el número de tubérculos comercializables/parcela, varía entre genotipos o al menos un clon o variedad es diferente, teniendo un coeficiente de variación de 18.24% lo que indica una buena precisión experimental en condiciones de campo.

Tabla 29. ANVA para número de tubérculos comerciales/parcela

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F- Valor	Ft 0.05	0.01	Pr > F	SIG.
Bloques	2	200400.467	100200.233	10.58	3.55456	6.0129	0.0009	**
Tratamientos	9	2878945.47	319882.83	33.79	2.45628	3.59707	<.0001	**
Error	18	170399.533	9466.641					
Total	29	3249745.47						
CV=18.24%		Prom. Gral.=533.47 tubérculos						

Se observa en la tabla 30, la comparación múltiple de medias para el número de tubérculos comerciales/parcela donde, se observa que la variedad YUNGAY estadísticamente, tiene el mayor número de tubérculos comerciales con media de 1145.67 número de tubérculos, no muy lejano sigue el clon BIOT-767.014 con media de 883.00 número de tubérculos comerciales/parcela, estadísticamente existe una gran diferencia frente a los clones BIOT-735.105 y el BIOT-721.245 con media de 99.00 y 85.33 número de tubérculos comerciales/parcela, estos siendo con el menor número de tubérculos comerciales. Estas diferencias se dan por la selección y clasificación de tubérculos de papa, algunos presentaron problemas fitosanitarios, magulladuras, heridas, daños por corte, por insectos, pudrición y otros, considerando que para esta variable se seleccionaron tubérculos sanos y apropiados de buen tamaño y con un buen peso tal como lo mencionan (R. Cahuana & Gonzales, 2011) que para la categoría comercial se

consideran tubérculos con peso mayor a 61g. siendo como extra mayores de 101g/tubérculos, sin embargo (De Haan *et al.*, 2014), señalan que se debe contar el número de tubérculos comerciales para la categoría I con peso entre 200-300 g o tubérculos de 60 mm de diámetro.

Tabla 30. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el número de tubérculos comerciables/parcela.

TRAT	Código de Adhesión	Media Nro. De tubérculos	Tukey Agrupamiento
10	YUNGAY	1145.67	A
8	BIOT-767.014	883.00	AB
5	BIOT-725.024	754.67	BC
6	BIOT-725.047	512.67	CD
1	BIOT-633.294	499.67	CD
9	SERRANITA	481.00	CD
4	BIOT-721.286	461.00	D
2	BIOT-637.001	412.67	D
7	BIOT-735.105	99.00	E
3	BIOT-721.245	85.33	E

4.2.4. Peso de tubérculos comerciales/parcela

Se observa en la tabla 31, el análisis de varianza (ANVA), para el peso de tubérculos comerciales/parcela, en el cual se aprecia que, para el efecto del bloque, existe diferencia estadística altamente significativa, indicándonos que entre los bloques existe heterogeneidad de peso de tubérculos comerciales/parcela, debido a la selección y clasificación de tubérculos, de igual manera, para el efecto de los tratamientos resulto diferencia estadística altamente significativa, indicando que el peso de tubérculos comercializables/parcela, varía entre genotipos o al menos un clon o variedad es diferente, teniendo un coeficiente de variación de 19.91 % lo que indica una buena precisión experimental en condiciones de campo.



Tabla 31. ANVA para peso de tubérculos comerciales/parcela

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F-Valor	Ft		Pr > F	SIG.
					0.05	0.01		
Bloques	2	598.92585	299.46292	8.01	3.55456	6.0129	0.0033	**
Tratamientos	9	20858.31247	2317.59027	61.96	2.45628	3.59707	<.0001	**
Error	18	673.28395	37.40466					
Total	29	22130.52227						
CV=19.91%		Prom. Gral.=30.72 kg.						

Se observa en la tabla 32, la comparación múltiple de medias para el peso de tubérculos comerciables/parcela donde se observa que, la variedad Yungay estadísticamente tiene el mayor peso de tubérculos/parcela, con media de 100.37 kg/parcela, teniendo una diferencia altamente significativa frente a los clones BIOT-725.047, BIOT-735.105, BIOT-721.245 con media 18.71 kg, 3.04 kg, y 2.89 kg/parcela, Existe estas diferencias estadísticas por la selección y clasificación de tubérculos de papa, algunos presentaron problemas fitosanitarios, magulladuras, heridas, daños por corte, por insectos, pudrición y otros, para esta variable se seleccionaron tubérculos sanos y apropiados de buen tamaño y con un buen peso considerando a (R. Cahuana & Gonzales, 2011) en el cual menciona que para la categoría comercial son los tubérculos con mayores de 61g. siendo como extra mayores de 101g/tubérculos, sin embargo (De Haan et al., 2014), dice que se debe contar el número de tubérculos comerciales para la categoría I con peso entre 200-300 g o tubérculos de 60 mm de diámetro. Según a la tabla 32, hay clones que tienen más número de tubérculos, pero son de tamaño considerable en cambio las variedades Yungay y serranita son de mayor tamaño y por supuesto alcanzando un peso mayor que los clones.

Tabla 32. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el peso de tubérculos comerciables/parcela.

TRAT	Código de Adhesión	Media Kg/parcela	Tukey Agrupamiento
10	YUNGAY	100.37	A
9	SERRANITA	43.32	B
8	BIOT-767.014	40.19	BC
5	BIOT-725.024	28.63	BCD
1	BIOT-633.294	24.04	CD
4	BIOT-721.286	23.08	CD
2	BIOT-637.001	22.91	CD
6	BIOT-725.047	18.71	E
7	BIOT-735.105	3.04	E
3	BIOT-721.245	2.89	E

4.2.5. Número de tubérculos no comerciales/parcela

Se observa en la tabla 33, el análisis de varianza (ANVA), para el número de tubérculos no comerciales/parcela, en el cual se aprecia que, para el efecto del bloque, no existe una diferencia estadística significativa, indicándonos que entre los bloques existe similar número de tubérculos no comerciales/parcela, debido al mismo manejo y conducción de selección y clasificación de tubérculos, no obstante, para el efecto de los tratamientos resulto diferencia estadística altamente significativa, indicando que el número de tubérculos no comercializables/parcela, varía entre genotipos o al menos un clon o variedad es diferente.

Tabla 33. ANVA para número de tubérculos no comerciales/parcela.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F-Valor	F _t		Pr > F	SIG.
					0.05	0.01		
Bloques	2	7582.87	3791.43	0.06	3.55456	6.0129	0.9454	NS
Tratamientos	9	10537460.67	1170828.96	17.4	2.45628	3.59707	<.0001	**
Error	18	1211187.13	67288.17					
Total	29	11756230.67						
CV=23.04%		Prom. Gral.=1125.67 tubérculos						

Se observa en la tabla 34, la comparación múltiple de medias para el número de tubérculos no comerciados/parcela donde que, con el mayor número fueron los clones BIOT-767.014, BIOT-725.047 con media 2058.70 y 1996.30 número de tubérculos no comerciados/parcela. Y con el menor número fueron los clones BIOT-735.105, variedad SERRANITA y el clon BIOT-721.245, con media 560.00, 536.00, 329.30 número de tubérculos no comerciales/parcela. debido estas diferencias estadísticas por la selección y clasificación de tubérculos de papa, porque algunos presentaron problemas fitosanitarios, magulladuras, heridas, daños por corte, por insectos, pudrición y otros, para esta variable se seleccionaron tubérculos sanos y apropiados de tamaño mediano y con peso considerable citando a (R. Cahuana & Gonzales, 2011) en el cual menciona que para la categoría no comercial son los tubérculos con mayores de 20g. y menores de 60g/tubérculo, sin embargo (De Haan et al., 2014), menciona que se debe contabilizar el número de tubérculos no comerciales que pesen menos de 80 g o que midan menos de 30 mm de diámetro, en los resultado obtuvimos la mayor parte de los clones con mayor número de tubérculos, pero con peso menores de 60g/tubérculo.

Tabla 34. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el número de tubérculos no comerciados/parcela.

TRAT	Código de Adhesión	Media Nro. De tubérculos	Tukey Agrupamiento
8	BIOT-767.014	2058.70	A
6	BIOT-725.047	1996.30	A
5	BIOT-725.024	1689.30	AB
4	BIOT-721.286	1379.00	ABC
10	YUNGAY	1085.70	BCD
1	BIOT-633.294	831.00	CD
2	BIOT-637.001	791.30	CD
7	BIOT-735.105	560.00	D
9	SERRANITA	536.00	D
3	BIOT-721.245	329.30	D

4.2.6. Peso de tubérculos no comerciales/parcela

Se observa en la tabla 35, el análisis de varianza (ANVA), para conocer el peso de tubérculos no comerciales/parcela, donde se determina, para el efecto del bloque, no existe diferencia estadística significativa, indicándonos que entre los bloques existe similar número de tubérculos no comerciales/parcela, debido al mismo manejo y conducción de selección y clasificación de tubérculos, no obstante, para el efecto de los tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa, indicando que el número de tubérculos no comercializables/parcela, varía entre genotipos o al menos un clon o variedad es diferente.

Tabla 35. ANVA para peso de tubérculos no comerciales/parcela.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F- Valor	Ft		Pr > F	SIG.
					0.05	0.01		
Bloques	2	45.586287	22.793143	2.13	3.55456	6.0129	0.1479	NS
Tratamientos	9	2665.63128	296.181253	27.67	2.45628	3.59707	<.0001	**
Error	18	192.67858	10.704366					
Total	29	2903.896147						
CV= 17.90%		Prom. Gral.=18.28 kg.						

Se observa en la tabla 36, la comparación múltiple de medias para el peso de tubérculos no comerciales/parcela donde, que el BIOT-767.014 con media de 32.99 Kg/parcela, estadísticamente es diferente frente a BIOT-735.105 y BIOT-721.245 con medias de 5.27 y 3.24 Kg/parcela, debido estas diferencias estadísticas por la selección y clasificación de tubérculos de papa, porque algunos presentaron problemas fitosanitarios, magulladuras, heridas, daños por corte, por insectos, pudrición y otros, para esta variable se seleccionaron tubérculos sanos y apropiados de tamaño mediano y con peso considerable citando a (R. Cahuana & Gonzales, 2011) en el cual menciona que para la categoría no comercial son los tubérculos con mayores de 20g. y menores de 60g/tubérculo, sin embargo (De Haan et al., 2014), menciona que se debe contabilizar el

número de tubérculos no comerciales que pesen menos de 80 g o que midan menos de 30 mm de diámetro, en los resultado obtuvimos la mayor parte de los clones con mayor número de tubérculos, pero con peso menores de 60g/tubérculo.

Tabla 36. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el peso de tubérculos no comerciables/parcela.

TRAT	Código de Adhesión	Media Kg/parcela	Tukey Agrupamiento
8	BIOT-767.014	32.99	A
6	BIOT-725.047	29.98	AB
10	YUNGAY	25.25	AB
4	BIOT-721.286	22.48	BC
5	BIOT-725.024	21.72	BC
2	BIOT-637.001	15.20	CD
1	BIOT-633.294	14.52	CDE
9	SERRANITA	12.10	DEF
7	BIOT-735.105	5.27	EF
3	BIOT-721.245	3.24	F

4.2.7. Número de tubérculos descartados/parcela

Se observa en la tabla 37, el análisis de varianza (ANVA), para el número de tubérculos descartado/parcela, en el cual se aprecia que, para el efecto del bloque, no existe diferencia estadística significativa, indicándonos que entre los bloques existe similar número de tubérculos descartados/parcela, es decir las condiciones de manejo fueron similares en las parcelas experimentales; no obstante, para el efecto de los tratamientos tampoco existe diferencia estadística significativa, indicando que entre los tratamientos existe similar número de tubérculos descartados/parcela.

Tabla 37. ANVA para número de tubérculos descartados/parcela.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F- Valor	Ft		Pr > F	SIG.
					0.05	0.01		
Bloques	2	3181.79091	1590.89545	0.84	3.55456	6.0129	0.449	NS
Tratamientos	9	27406.93175	3045.21464	1.6	2.45628	3.5971	0.1883	NS
Error	18	34196.53149	1899.80731					
Total	29	64785.25415						
CV= 94.48%		Prom. Gral.=46.14 tubérculos						

4.2.8. Peso de tubérculos descartados/parcela

Se observa en la tabla 38, el análisis de varianza (ANVA), para el peso de tubérculos descartados/parcela, en el cual se aprecia que, para el efecto del bloque, no existe diferencia estadística significativa, indicándonos que entre los bloques existe similar peso de tubérculos descartados/parcela, es decir las condiciones de manejo fueron similares en las parcelas experimentales; no obstante, para el efecto de los tratamientos tampoco existe diferencia estadística significativa, indicando que entre los tratamientos existe similar peso de tubérculos descartados/parcela.

Tabla 38. ANVA para peso de tubérculos descartados/parcela.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F- Valor	Ft		Pr > F	SIG.
					0.05	0.01		
Bloques	2	2.09538	1.04769	0.51	3.55456	6.0129	0.6115	NS
Tratamientos	9	35.54874667	3.94986074	1.91	2.45628	3.59707	0.1167	NS
Error	18	37.30455333	2.07247519					
Total	29	74.94868						
CV=100.53%		Prom. Gral.=1.43 kg.						

4.2.9. Número total de tubérculos/parcela

Se observa en la tabla 39, el análisis de varianza (ANVA), para el número total de tubérculos/parcela, en el cual se aprecia que, para el efecto del bloque, no existe diferencia estadística significativa, indicándonos que entre los bloques existe similar número de

tubérculos/parcela, es decir las condiciones de manejo fueron similares en las parcelas experimentales; no obstante, para el efecto de los tratamientos existe una diferencia estadística altamente significativa, indicando que varía entre genotipos o al menos un clon o variedad es diferente.

Tabla 39. ANVA para número total de tubérculos/parcela

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F- Valor	Ft		Pr > F	SIG.
					0.05	0.01		
Bloques	2	120544.41	60272.2	0.72	3.55456	6.0129	0.4986	NS
Tratamientos	9	20763902.57	2307100.29	27.69	2.45628	3.59707	<.0001	**
Error	18	1499576.14	83309.79					
Total	29	22384023.12						
CV= 16.93%		Prom. Gral.=1705.27 tubérculos						

Se observa en la tabla 40, la comparación múltiple de medias para el número total de tubérculos/parcela donde, que con el mayor número de tubérculos/parcela fue el BIOT-767.014 con una media de 3066.70 número de tubérculos/parcela, frente a las variedades de Yungay y serranita, y con el menor número de tubérculos/parcela fue el BIOT-721.245, con una media de 438.30 número de tubérculos/parcela, existe estas diferencias porque no son compatibles a las condiciones climáticas del altiplano.

Tabla 40. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el número total de tubérculos/parcela.

TRAT	Código de Adhesión	Media Nro. De tubérculos	Tukey Agrupamiento
8	BIOT-767.014	3066.70	A
6	BIOT-725.047	2527.30	AB
5	BIOT-725.024	2486.00	AB
10	YUNGAY	2290.70	AB
4	BIOT-721.286	1899.70	BC
1	BIOT-633.294	1351.30	CD
2	BIOT-637.001	1252.00	CDE
9	SERRANITA	1060.00	CDE
7	BIOT-735.105	680.70	DE
3	BIOT-721.245	438.30	E

4.2.10. Peso total tubérculo/parcela

Se observa en la tabla 41, el análisis de varianza (ANVA), para el peso total de tubérculos/parcela, en el cual se aprecia que, para el efecto del bloque, existe una diferencia estadística significativa, indicándonos que entre los bloques existe heterogeneidad de peso, debido al similar manejo y conducción experimental, pero para el efecto de los tratamientos resulto diferencia estadística altamente significativa, indicando que el peso, varía entre genotipos o al menos un clon o variedad es diferente, citando a (Tirado et al., 2020) revelaron que los clones avanzados de papa varían entre las localidades y en los años evaluados, esto quiere decir que entre las localidades presentan condiciones climáticas, suelo y precipitación pluvial diferentes, en cuanto al factor años, existe diferencias debido a que los elementos climáticos difieren año tras año. Asimismo, la constitución genética de cada clon se expresa de acuerdo con las condiciones de la localidad y de los diferentes años.



Tabla 41. ANVA para peso total de tubérculos/parcela.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F- Valor	Ft		Pr > F	SIG.
					0.05	0.01		
Bloques	2	548.92314	274.46157	4.62	3.55456	6.0129	0.0241	*
Tratamientos	9	32081.72885	3564.63654	59.97	2.45628	3.59707	<.0001	**
Error	18	1069.93133	59.44063					
Total	29	33700.58332						

CV= 15.29% Prom. Gral.=50.42 kg.

Se observa en la tabla 42, la comparación múltiple de medias para el peso de tubérculos/parcela donde la variedad YUNGAY obtuvo mayor peso de tubérculos respecto a los demás tratamientos, con una media de 128.07 Kg/parcela, En seguida estaría el clon BIOT-767.014 con una media de 76.70 kg/parcela, siendo diferente frente a los clones BIOT-735.105 y el BIOT-721.245 teniendo una media de 8.58 y 6.44 Kg/parcela, que obtuvieron el menor peso, Podemos decir que la variedad Yungay lidera en rendimiento frente a los clones biofortificados. (Tirado *et al.*, 2020) en su trabajo de identificación de clones de alto rendimiento revelaron que los clones avanzados de papa varían entre las localidades y en los años evaluados, esto quiere decir que entre las localidades presentan condiciones climáticas, suelo y precipitación pluvial diferentes, en cuanto al factor años, existe diferencias debido a que los elementos climáticos difieren año tras año. Asimismo, la constitución genética de cada clon se expresa de acuerdo con las condiciones de la localidad y de los diferentes años. Con relación al número de tubérculos/parcela en tabla 42, los clones biofortificados estarían encabezando, no obstante, en los pesos cambian, llegando a concluir que los clones son de mayor número, pero de menor tamaño que las variedades de Yungay y serranita.

Tabla 42. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el peso total de tubérculos/parcela.

TRAT	Código de Adhesión	Media Kg/parcela	Tukey Agrupamiento
10	YUNGAY	128.07	A
8	BIOT-767.014	76.70	B
9	SERRANITA	57.51	BC
5	BIOT-725.024	51.02	C
6	BIOT-725.047	48.97	C
4	BIOT-721.286	47.39	C
2	BIOT-637.001	40.37	C
1	BIOT-633.294	39.18	C
7	BIOT-735.105	8.58	D
3	BIOT-721.245	6.44	D

4.2.11. Número total de tubérculos/ha

Se observa en la tabla 43, el análisis de varianza (ANVA), para el número de tubérculos/ha en el cual se aprecia que, para el efecto del bloque, no existe diferencia estadística significativa, indicándonos que entre los bloques existe similar número de tubérculos, debido al manejo y conducción similar, no obstante, para el efecto de los tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa, indicando que el número de tubérculos varía entre genotipos o al menos un clon o variedad es diferente.

Tabla 43. ANVA para número de tubérculos/ha.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F-Valor	Ft 0.05	0.01	Pr > F	SIG.
Bloques	2	120544.41	60272.2	0.72	3.55456	6.0129	0.4986	NS
Tratamientos	9	20763902.57	2307100.29	27.69	2.45628	3.59707	<.0001	**
Error	18	1499576.14	83309.79					
Total	29	22384023.12						
CV= 16.93%		Prom. Gral.=701756.70 tubérculos						

Se observa en la tabla 44, la comparación múltiple de medias para el número de tubérculos/ha donde que, el clon BIOT-767.014 obtuvo el mayor número de tubérculos/ha

con media de 1262011.00. existe una diferencia estadística altamente significativo frente al clon BIOT-721.245 con media de 180384.00 número de tubérculos/ha, podemos decir que los clones tienen mayor número de tubérculos frente a las variedades de Yungay y serranita.

Tabla 44. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el número total de tubérculos/ha.

TRAT	Código de Adhesión	Media Nro. de tubérculos/ha	Tukey Agrupamiento
8	BIOT-767.014	1262011.00	A
6	BIOT-725.047	1040055.00	AB
5	BIOT-725.024	1023045.00	AB
10	YUNGAY	942661.00	AB
4	BIOT-721.286	781756.00	BC
1	BIOT-633.294	556104.00	CD
2	BIOT-637.001	515226.00	CDE
9	SERRANITA	436214.00	CDE
7	BIOT-735.105	280110.00	DE
3	BIOT-721.245	180384.00	E

4.2.12. Rendimiento/ha

Se observa en la tabla 45, el análisis de varianza (ANVA), para el rendimiento/ha en el cual se aprecia que, para el efecto del bloque, no existe diferencia estadística significativa, indicándonos que entre los bloques existe similar rendimiento debido al manejo y conducción similar, no obstante, para el efecto de los tratamientos resulto diferencia estadística altamente significativa, indicando que el rendimiento varía entre genotipos o al menos un clon o variedad es diferente.

Tabla 45. ANVA para peso total de tubérculos/ha.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F- Valor	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F	SIG.
Bloques	2	92960659	46480329	4.62	3.55456	6.0129	0.0241	NS
Tratamientos	9	5433070095	603674455	59.97	2.45628	3.59707	<.0001	**
Error	18	181193779	10066321					
Total	29	5707224533						
CV=15.29%		Prom. Gral.=20750.62 kg.						

Se observa en la tabla 46, la comparación múltiple de medias para el peso de tubérculos/ha, siendo la variedad YUNGAY la que obtuvo el rendimiento más alto en productividad respecto a los demás tratamientos, con una media de 52705.00 kg/ha. En seguida el clon BIOT-767.014, estaría como segundo lugar del presente trabajo experimental con una media de 31562.00 kg/ha. Habiendo una diferencia estadística altamente significativa frente a los clones BIOT-735.105 y el BIOT-721.245 con media de 3532.00 y 2652.00 Kg/ha. Considerando a (Leiva, 2020) 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. Podemos decir que la variedad Yungay lidera en rendimiento frente a los clones biofortificados. (Tirado et al., 2020) en su trabajo de identificación de clones de alto rendimiento revelaron que los clones avanzados de papa varían entre las localidades y en los años evaluados, esto quiere decir que entre las localidades presentan condiciones climáticas, suelo y precipitación pluvial diferentes, en cuanto al factor años, existe diferencias debido a que los elementos climáticos difieren año tras año. Asimismo, la constitución genética de cada clon se expresa de acuerdo con las condiciones de la localidad y de los diferentes años. Con relación al número de tubérculos tabla 46, los clones biofortificados estarían encabezando, no obstante, en los pesos cambian, llegando

a concluir que los clones son de mayor número de tubérculos con menor tamaño consecuentemente con el menor peso que las variedades de Yungay y serranita.

Tabla 46. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el peso total de tubérculos/ha.

TRAT	Código de Adhesión	Media kg/ha.	Tukey Agrupamiento
10	YUNGAY	52705.00	A
8	BIOT-767.014	31562.00	B
9	SERRANITA	23667.00	BC
5	BIOT-725.024	20995.00	C
6	BIOT-725.047	20152.00	C
4	BIOT-721.286	19503.00	C
2	BIOT-637.001	16613.00	C
1	BIOT-633.294	16125.00	C
7	BIOT-735.105	3532.00	D
3	BIOT-721.245	2652.00	D

(Tito, 2017) reporta que el mayor rendimiento se ha logrado con el clon 3 con una media de (0.851 kg/planta) y por hectárea (28.378 t/ha) y el mínimo con 10.611 t/ha. Podemos decir que la variedad Yungay lidera en rendimiento frente a los tubérculos biofortificados.

4.3. CLONES DE BUENA ADAPTACIÓN A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL ALTIPLANO.

4.3.1. Número de plantas emergidas/parcela

Se observa en la tabla 47, el análisis de varianza (ANVA), para el número de plantas emergidas/parcela, en el cual se aprecia que, para el efecto del bloque, no existe diferencia estadística significativa, indicándonos que entre los bloques existe similares plantas emergidas, debido al manejo y conducción similar, de igual de manera, para el efecto de los tratamientos tampoco existe diferencia estadística significativa, indicando que tienen similar número de plantas emergidas entre genotipos, teniendo un coeficiente

de variación de 3.75 % lo que indica una buena precisión experimental en condiciones de campo.

Tabla 47. ANVA para número plantas emergidas por parcela.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F-Valor	Ft		Pr > F	SIG.
					0.05	0.01		
Bloques	2	36.2	18.1	1.01	3.55456	6.0129	0.3838	NS
Tratamientos	9	262.0333333	29.1148148	1.63	2.45628	3.59707	0.1818	NS
Error	18	322.4666667	17.9148148					
Total	29	620.7						
CV= 3.75%		Prom. Gral.=112.90 plantas						

4.3.2. Altura de planta

Se observa en la tabla 48, el análisis de varianza (ANVA), para la altura de planta, en el cual se aprecia que, para el efecto del bloque, existe diferencia estadística significativa, indicándonos que entre los bloques existe heterogeneidad de altura de plantas, debido a los factores climáticos, pero para el efecto de los tratamientos resulto diferencia estadística altamente significativa, indicando que la altura de planta, varía entre genotipos o al menos un clon o variedad es diferente, teniendo un coeficiente de variación de 13.87 % lo que indica una buena precisión experimental en condiciones de campo.

Tabla 48. ANVA para altura de plantas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F-Valor	Ft		Pr > F	SIG.
					0.05	0.01		
Bloques	2	187.266667	93.633333	2.74	3.55456	6.0129	0.0915	*
Tratamientos	9	2279.5	253.277778	7.41	2.45628	3.59707	0.0002	**
Error	18	615.4	34.188889					
Total	29	3082.166667						
CV= 13.87%		Prom. Gral.=42.17 cm.						

Se observa en la tabla 49, la comparación múltiple de medias para la altura de planta donde que, la variedad YUNGAY con media de 61.00 cm. estadísticamente es

diferente al clon BIOT-735.105 con media de 25.00 cm, considerando a (Collanqui, 2019) en su trabajo experimental observo que, entre los clones, el 508110.02B es mayor a diferencia de los demás clones. con 64.50 cm, al igual que en el trabajo de investigación por (Livisi, 2017) que, para la altura de planta el clon H6S163P1 con 67 cm.; afirma que para las diferencias en altura pueden deberse principalmente a las características genotípicas en respuesta a las condiciones del medio ambiente, no obstante, en el presente trabajo de investigación se observa que con la mayor altura de planta es la variedad Yungay con 61 cm.

Tabla 49. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para la altura de planta.

TRAT	Código de Adhesión	Media Altura/planta	Tukey Agrupamiento
10	YUNGAY	61.00	A
8	BIOT-767.014	47.67	AB
5	BIOT-725.024	45.33	AB
4	BIOT-721.286	45.33	AB
1	BIOT-633.294	42.00	BC
9	SERRANITA	42.00	BC
2	BIOT-637.001	39.00	BC
6	BIOT-725.047	37.33	BC
3	BIOT-721.245	37.00	BC
7	BIOT-735.105	25.00	C

4.3.3. Hábito de crecimiento de la planta

Tabla 50. Hábito de crecimiento de la planta

TRAT	Código de Adhesión	Escala	Estado
1	BIOT-633.294	2	semi-erecto
2	BIOT-637.001	2	semi-erecto
3	BIOT-721.245	3	decumbente
4	BIOT-721.286	2	semi-erecto
5	BIOT-725.024	3	decumbente
6	BIOT-725.047	3	decumbente
7	BIOT-735.105	3	decumbente
8	BIOT-767.014	3	decumbente
9	SERRANITA	2	semi-erecto
10	YUNGAY	2	semi-erecto

Se observa en la tabla 50, el hábito de crecimiento de la planta, donde se obtuvo los siguientes resultados que, los BIOT-633.294, BIOT-637.001, BIOT-721.286, SERRANITA y YUNGAY, son semi-erecto con la escala 2 donde, Los tallos tienen más o menos un crecimiento vertical, pero algunos tallos secundarios se abren un poco y el ángulo de inserción entre el raquis de las hojas y el tallo principal es más abierto, alrededor de 45°. y los BIOT-721.245, BIOT-725.024, BIOT-725.047, BIOT-735.105 y el BIOT-767.014, son decumbentes con la escala 3, donde Los tallos son más abiertos, algunos tallos secundarios son abiertos al punto de alcanzar el suelo. De ese punto los tallos tienden a recuperar el crecimiento vertical. El ángulo de inserción entre el raquis de las hojas y el tallo principal es muy abierto, entre 60 a 90°. Estas plantas cubren el suelo muy bien y tienen la mayor parte de sus hojas expuestas a los rayos solares. (De Haan et al., 2014) .

4.3.4. Uniformidad de la Planta

Tabla 51. Uniformidad de la Planta

TRAT	Código de Adhesión	Escala	Estado
1	BIOT-633.294	5	intermedio
2	BIOT-637.001	3	heterogéneo
3	BIOT-721.245	1	muy heterogéneo
4	BIOT-721.286	5	intermedio
5	BIOT-725.024	3	heterogéneo
6	BIOT-725.047	5	intermedio
7	BIOT-735.105	3	heterogéneo
8	BIOT-767.014	7	uniforme
9	SERRANITA	3	heterogéneo
10	YUNGAY	3	heterogéneo

En esta evaluación de la uniformidad de la planta tabla Nro. 51 se obtuvo los siguientes, el BIOT-721.245, es muy heterogéneo con la escala 1, (Altura, vigor, y etapa del crecimiento muy heterogénea), los BIOT-637.001, BIOT-725.024, BIOT-735.105, SERRANITA, YUNGAY, son heterogéneo con la escala 3, donde el 75% de las plantas muestran altura, vigor y etapa del crecimiento heterogéneo, los BIOT-633.294, BIOT-721.286, BIOT-725.047, son intermedio donde el 50% de las plantas muestran altura, vigor y etapa del crecimiento heterogéneo, y el BIOT-767.014 es uniforme con escala 7, donde el 75% de las plantas muestran altura, vigor y etapa del crecimiento homogéneo. (De Haan et al., 2014).

4.3.5. Vigor de la Planta

Tabla 52. Vigor de la Planta

TRAT	Código de Adhesión	Escala	Estado
1	BIOT-633.294	5	intermedio
2	BIOT-637.001	5	intermedio
3	BIOT-721.245	3	débil
4	BIOT-721.286	7	vigoroso
5	BIOT-725.024	5	intermedio
6	BIOT-725.047	7	vigoroso
7	BIOT-735.105	5	intermedio
8	BIOT-767.014	7	vigoroso
9	SERRANITA	5	intermedio
10	YUNGAY	7	vigoroso

En esta evaluación del vigor de la planta tabla Nro. 52, se observa lo siguiente: el BIOT-721.245, es débil con la escala 3, donde el 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, el BIOT-633.294, BIOT-637.001, BIOT-725.024, BIOT-735.105, SERRANITA son intermedio con escala 5, Intermedio o normal, y los BIOT-721.286, BIOT-725.047 y la YUNGAY, son vigorosos con escala de 7, donde el 75% de las plantas tienen más de 50 cm, robustas con follaje o color verde oscuro, tallos gruesos y hojas muy bien desarrolladas. (De Haan et al., 2014) .

4.3.6. Grado de floración

Tabla 53. Grado de floración

TRAT	Código de Adhesión	Escala	Estado
1	BIOT-633.294	5	moderado
2	BIOT-637.001	3	poco
3	BIOT-721.245	1	aborto de botones
4	BIOT-721.286	5	moderado
5	BIOT-725.024	5	moderado
6	BIOT-725.047	5	moderado
7	BIOT-735.105	1	aborto de botones
8	BIOT-767.014	5	moderado
9	SERRANITA	3	poco
10	YUNGAY	7	profuso

En esta evaluación para el grado de floración tabla Nro. 53, se observó que los que los BIOT-721.245, BIOT-735.105, presentaron aborto de botones con escala 1, Presencia de inflorescencias pequeñas o rudimentarias que pueden mostrar un aborto o punto de abscisión en la unión del pedicelo, los BIOT-637.001, SERRANITA, presentan poco con escala 3, siendo la floración escasa con presencia de 2 o 3 flores (botones, botones florales, flores, frutos y abscisión de flores) por inflorescencia; en cambio los BIOT-633.294, BIOT-721.286, BIOT-725.024, BIOT-725.047, BIOT-767.014, presentaron estado moderado en escala 5, donde La floración es moderada con 8 a 12 flores (botones, botones florales, flores, frutos y abscisiones florales) por inflorescencia y la YUNGAY es profuso con la escala de 7, con la floración profusa con 20 o más flores (botones, botones florales, flores, frutos y abscisiones de flores) por inflorescencia. (De Haan et al., 2014).

4.3.7. Largo de estolones

Tabla 54. Largo de estolones

TRAT	Código de Adhesión	Escala	Estado
1	BIOT-633.294	3	corto
2	BIOT-637.001	3	corto
3	BIOT-721.245	1	muy corto
4	BIOT-721.286	3	corto
5	BIOT-725.024	7	largo
6	BIOT-725.047	7	largo
7	BIOT-735.105	1	muy corto
8	BIOT-767.014	5	intermedio
9	SERRANITA	5	intermedio
10	YUNGAY	7	largo

En esta evaluación para el largo de estolones, tabla Nro. 54, se obtuvo que los BIOT-721.245, BIOT-735.105, son muy corto con escala de 1, donde $X \leq 20$ cm largo, los BIOT-633.294, BIOT-637.001, BIOT-721.286, es corto con escala de 3, con $20 \text{ cm} < X \leq 40$ cm largo, los BIOT-767.014, SERRANITA, es intermedio con escala de 5, con $40 \text{ cm} < X \leq 60$ cm largo, los BIOT-725.024, BIOT-725.047 y la YUNGAY es largo con escala de 7, con $60 \text{ cm} < X \leq 80$ cm largo. (De Haan et al., 2014)

4.3.8. Uniformidad del tubérculo

Tabla 55. Uniformidad del tubérculo

TRAT	Código de Adhesión	Escala	Estado
1	BIOT-633.294	7	uniforme
2	BIOT-637.001	7	uniforme
3	BIOT-721.245	1	muy heterogénea
4	BIOT-721.286	5	intermedio
5	BIOT-725.024	5	intermedio
6	BIOT-725.047	3	heterogénea
7	BIOT-735.105	1	muy heterogénea
8	BIOT-767.014	7	uniforme
9	SERRANITA	9	muy uniforme
10	YUNGAY	9	muy uniforme

En esta evaluación para la uniformidad del tubérculo, tabla Nro. 55, se obtuvo los, que los, BIOT-721.245, BIOT-735.105 son muy heterogéneo con la escala 1, donde todos los tamaños de tubérculo están presentes (desde muy pequeños a grandes), el BIOT-725.047, es heterogéneo con escala 3, siendo que todos los tamaños de tubérculo están presentes pero hay un tamaño predominante, en los BIOT-721.286, BIOT-725.024, que son intermedio con escala de 5, donde hay solo 2 ó 3 tamaños de tubérculo pero hay un tamaño predominante, los BIOT-633.294, BIOT-637.001son uniforme, con escala 7, donde solo 2 tamaños están presente con un tamaño predominante, la SERRANITA y YUNGAY son muy uniformes con escala 9, donde solo presenta un tamaño de tubérculo. (De Haan et al., 2014).

4.3.9. Apariencia del tubérculo

Tabla 56. Apariencia del tubérculo

TRAT	Código de Adhesión	Escala	Estado
1	BIOT-633.294	7	bueno
2	BIOT-637.001	7	bueno
3	BIOT-721.245	1	muy pobre
4	BIOT-721.286	7	bueno
5	BIOT-725.024	5	regular
6	BIOT-725.047	5	regular
7	BIOT-735.105	3	pobre
8	BIOT-767.014	5	regular
9	SERRANITA	9	muy bueno
10	YUNGAY	9	muy bueno

En esta evaluación para la apariencia del tubérculo, tabla Nro. 56, se obtuvo los siguientes, que el BIOT-721.245 es muy pobre con escala de 1, son de muy poco rendimiento, tubérculos son totalmente deformes y de tamaño des uniforme, el BIOT-735.105 es pobre con escala 3, con bajo rendimiento, tubérculos son deformes y tamaño des uniforme, los BIOT-725.024, BIOT-725.047, BIOT-767.014 es regular con la escala 5, con rendimiento intermedio, buena forma de tubérculo pero el tamaño de tubérculo des



uniforme, los BIOT-633.294, BIOT-637.001, BIOT-721.286, es bueno con escala 7, son de buen rendimiento, tubérculos muestran buena forma y tamaño uniforme, y la SERRANITA y YUNGAY, son muy bueno con escala 9, con alto rendimiento, tubérculos muestran buena forma y tamaño uniforme. (De Haan et al., 2014) .

4.3.10. Tamaño de tubérculo

Tabla 57. Tamaño de tubérculo

TRAT	Código de Adhesión	Escala	Estado
1	BIOT-633.294	5	mediano
2	BIOT-637.001	5	mediano
3	BIOT-721.245	5	mediano
4	BIOT-721.286	5	mediano
5	BIOT-725.024	3	pequeño
6	BIOT-725.047	3	pequeño
7	BIOT-735.105	3	pequeño
8	BIOT-767.014	3	pequeño
9	SERRANITA	7	largo
10	YUNGAY	7	largo

En esta evaluación para el tamaño del tubérculo, tabla Nro. 57, se observó que los BIOT-725.024, BIOT-725.047, BIOT-735.105, BIOT-767.014, son pequeños con escala 3, con tubérculos pequeños, entre 2 a 4 cm. los BIOT-633.294, BIOT-637.001, BIOT-721.245, BIOT-721.286, son de tamaño mediano, con escala 5, siendo los tubérculos, entre 4 a 6 cm. y la SERRANITA con la YUNGAY, son largos con escala 7, donde los tubérculos son grandes, entre 6 a 9 cm. (De Haan et al., 2014).

4.3.11. Adaptación de clones a las condiciones climáticas del Altiplano.

Figura 14. Selección de clones de papa para la adaptación a las condiciones climáticas del altiplano.



Nota. Elaboración propia.

Se observa en la figura 14, que el clon BIOT-767.014 y el clon BIOT-633.294 tiene una buena adaptación a las condiciones climáticas del altiplano, esto fue evaluado según a las escalas dadas por el Centro Internacional de la Papa (De Haan et al., 2014), respecto al comportamiento del clima altiplánico específicamente en Centro Experimental Illpa como se observa en la tabla 5 y figura 3 el climograma de la campaña agrícola 2020 al 2021, a comparación de las campañas anteriores hubo ausencia de lluvia en el mes de noviembre causando una tardía germinación y emergencia, granizos afectando en el inicio de floración disminuyendo el rendimiento afectando principalmente el área foliar y fuertes heladas en el mes de mayo ya en la fase de tuberización, a pesar de ello dichos clones de papa biofortificado tuvieron aceptables características mostrando



rendimientos de productividad buenas como se observa en la tabla 46 e inclusive ,
presentan alto contenido de zinc entre 16 y 18 mg/kg en base seca.



V. CONCLUSIONES

Los clones con mayor contenido de Zinc son BIOT-633.294 con 18.99 y BIOT-767.014 con 16.27 mg/kg de papa en BS y la variedad serranita con 17.79 mg/kg de papa en BS, adicionalmente el clon BIOT-633.294, muestra mayor contenido de vitamina C.

La variedad Yungay obtuvo el mayor rendimiento frente a los clones, sin embargo, el clon BIOT-767.014 tiene el mayor número de tallos, número de tubérculos,

El clon BIOT-767.014 y el clon BIOT-633.294, muestra una buena adaptación a las condiciones climáticas, por buena uniformidad de plantas, con tubérculos pequeños pero vigorosos frente a las variedades Yungay y serranita.



VI. RECOMENDACIONES

Continuar trabajando con los clones, BIOT-767.014, BIOT-633.294, BIOT-725.047, que mostraron mayor contenido de Zinc, aplicando diferentes tipos de abono orgánicos, como el compost, bokashi, estiércol de ovino.

Tener en cuenta el clon BIOT-767.014 del presente trabajo para el rendimiento de productividad a comparación con variedades de la zona como la imilla negra y la peruanita, ya que nos muestra un mayor número de tallos a la vez mayor número de tubérculos, y con un peso promedio de 31,562 kg/ha mayor que la variedad serranita y otros clones.

Se sugiere continuar trabajando con el clon BIOT-767.014 y el clon BIOT-633.294, para la adaptación a las condiciones climáticas del altiplano ya sea en diferentes zonas, ya que muestra una buena uniformidad de plantas, con tubérculos pequeños pero vigorosos frente a las variedades Yungay y serranita e implementar metodologías de selección participativa de variedades (PVS), con los agricultores ya que ellos poseen los criterios y conocimiento en base a sus necesidades o cualidades.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, N. E. (1990). *Correlación de cinco caracteres y comparativos de rendimiento en seis variedades de papa Solanum andigenum Juz. et Buck, en la irrigación de Yanamayo – Arequipa*. Universidad Nacional del Altiplano-Puno.
- ALLARD, R. W. (1980). *Principios de la mejora genética de las plantas*. (Edición & omega s. a. B. España. (eds.); España).
- Arcos, J. y Zúñiga, D. (2015). *Efecto de rizobacterias en el control de Rhizoctonia solani en el cultivo de papa*. *Ecología Aplicada*. 1–101.
- Barbarán, E. (2016). El zinc : para la vida. *Universidad de Lima*, 14–19.
- Burgos, G., & de Hann, S. (2019). Potencial Nutricional de la Papa. *Centro Internacional de La Papa*, 17. <https://cipotato.org/wp-content/uploads/2019/08/CIP-PANAMERICANOS-LIMA-2019.pdf>
- Cahuana, Q. R., & Arcos, P. J. (2002). *Variedades Nativas y Mejoradas de Papa en Puno* (D. E. F. Loaiza & N. D. L. R. Aragón (eds.); Agosto).
- Cahuana, R., Arcos, J., & Barreda, J.-P. (2012). *Producción de Tubérculos Semillas de Buena Calidad de Papa*. (P. N. de I. A. en R. T. E. E. A. I.- INIA. (ed.); Pacifico S). Programa Nacional de Innovación Agraria en Raíces Tuberosas. Estación Experimental Agraria Illpa - INIA.
- Cahuana, R., & Gonzales, D. (2011). Manual Tecnicas de Manejo, Selecccion y Clasificacion de Papas Nativas. *DRA*, 30. <https://www.agropuno.gob.pe/files/documentos/biblioteca/2.1.6.pdf>
- Caro, C. R., Coronell, M. D. C., Arrollo, J., Martínez, G., Sánchez, L., & Sarmiento-



- rubiano, L. A. (2016). *La deficiencia de zinc: un problema global que afecta la salud y el desarrollo cognitivo*. 14. <https://www.alanrevista.org/ediciones/2016/3/art-2/>
- Castillo, A. (2018). Inducción de poliploides como estrategia de mejoramiento genético. *Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria*, 1–27.
- Chaves, C., & Rodríguez, E. P. (2019). Ácidos clorogénicos presentes en el café: capacidad antimicrobiana y antioxidante. *Agronomy Mesoamerican*, 30(1), 299–311. <https://doi.org/10.15517/am.v30i1.32974>
- CIP, C. I. de la P. (2021). *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*. cip@cgiar.org • www.cipotato.org
- Collanqui, V. (2019). Características Morfológicas, Agronómicas, Rendimiento y Contenido Nutricional de Clones de Papa (*Solanum tuberosum* L.) de Pulpa Amarilla en Salcedo Puno, Perú. [Universidad Nacional Del Altiplano]. In *Tesis*. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza_Mamani_Joel_Neftali.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Condori, R. (2013). *Fitomejoramiento. Auxiliatura de curso*.
- De Haan, S., Forbes, G., Amoros, W., Gastelo, M., Salas, E., Hualla, V., De Mendiburu, F., & Bonierbale, M. (2014). *Metodologías de Evaluación Estándar y Manejo de Datos de Clones Avanzados de Papa*. (Sofia Tejada (ed.); Edición y). CIP, INIA, RED LATIN PAPA. <https://doi.org/10.4160/9789290604495>
- Delgado, P., Cahuana, R. y Arcos, J. (2015). *Manejo integrado de gorgojo de los andes *Premnotrypes solaniperda* (Coleoptera, Curculionidae) en el cultivo de papa en Puno*. Manual Técnico. INIA.



- Gambardella, M. (2012). *Catálogo de Nuevas Variedades de Papa: Sabores y Colores para el Gusto Peruano* (Z. Portillo (ed.)). INIA, CIP, MINAGRI.
- Gámez, Y. (2016). *Efecto del número de tallos en el crecimiento y rendimiento de la papa (Solanum tuberosum)* [Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas]. [http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/7985/Yenisey Gámez Borrás.pdf](http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/7985/Yenisey_Gámez_Borrás.pdf)
- INEI. (2021). *Producción de papa creció 24,1% en enero del presente año*. 7–8. <http://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-papa-crecio-241-en-enero-del-presente-ano-12802/>
- INIA. (2002). *Papa: compendio de información técnicas* (Comité Central de Edición y Publicaciones (ed.); Primera Ed). Comité Central de Edición y Publicaciones.
- Inostroza, J. F., Méndez, P. L., & Sotomayor, L. T. (2016). Botánica y morfología de la papa. *INIA Carillanca, 1*, 7–13.
- Israel, L. M., Bellé, C., Casa, C. V. H., Da Silva, P. A., & Bauer, G. . (2016). *Reação de cultivares de batata aos nematoides-das-galhas. Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade*. Universidade Federal de Pelotas - Brasil.
- Leiva, Y. (2020). “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” [Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo“Lambayeque”]. In *Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo.”* https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/9287/Huamán_De_La_Cruz_Cruz_César.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Livisi, L. (2017). *Caracterización Agromorfológica de Dos Clones y Dos Cultivares de*



- Papa (Solanum Tuberosum L.) con Tolerancia a Heladas en Condiciones Agroecológicas de Illpa-Puno.* Universidad Nacional del Altiplano-Puno.
- MIDAGRI. (2021). *Producción de papa este año sumando más de S / 3 , 240 millones.* 20–22. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/494292-produccion-de-papa-este-ano-cerraria-alrededor-de-los-5-4-millones-de-toneladas-sumando-mas-de-s-3-240-millones>
- MINAGRI. (2017). *Papa: Características de la Producción Nacional y de la Comercialización en Dirección General de Políticas Agrarias.*
- MINAGRI. (2020). Manual técnico: manejo integrado del cultivo de papa. In D. S. R. Eliana Alviárez Gutierrez (Ed.), *Proyecto: Desarrollo de una variedad de papa con capacidad productiva y adaptación a los efectos negativos del cambio climático de la zona agroecológica Circulacustre de Puno: Vol. 1º Edición* (Instituto). www.inia.gob.pe
- MINAGRI. (2014). Manual de Producción de Tubérculos Semilla de Buena Calidad de Papa. In *Rof Minagri* (Segunda ed). INIA. <https://www.gob.pe/minagri%0Ahttp://www.minagri.gob.pe/portal/datos>. Cited 25 Apr 2016
- MINAGRI. (2020). Analisis de Mercado. *Articulo*, 86. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1471847/Análisis de Mercado - Papa 2020.pdf>
- MINAM. (2019). *Línea de base de la diversidad genética de fines de bioseguridad la papa peruana con fines de bioseguridad* (Ministerio). www.minam.gob.pe
- Muñoz, E. (2015). *Conceptos , métodos y técnicas para el mejoramiento genético de*



- plantas cultivadas*. 51. http://apps.iica.int/pccmca/docs/Minicursos/2. Juan Carlos Rosas/J_C_Rosas-mejoramiento genético de plantas cultivadas.pdf
- Nakayama, H. D., González, M. C., Oggero, A. S., Britos, R. M., Cataldi, C. M., Cantero, F. A., Benítez, J. V., & Lopez, I. P. (2018). *Fitomejoramiento Participativo del Ka`ahee (Stevia rebaudiana)* (A. R. Alcalá (ed.); Diseño y D).
- National Institutes of Health. (2019). *Datos sobre el zinc*. 1–4. <http://ods.od.nih.gov/HealthInformation/RecursosEnEspanol.aspx>.
- Oxa, M. (2022). *Validación de Clones Potenciales de Papas Biofortificadas en Agricultura Familiar Alto Andina bajo Condiciones del Distrito de Ccorca - Cusco*. [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/6874>
- Quispe, K. (2019). *Calidad Nutricional y Productividad de Clones de Papa (Solanum tuberosum L.) con Pulpa de Pigmentación Morada en la Localidad de Salcedo – Puno*. Universidad Nacional del Altiplano-Puno.
- Ramirez, L. (2006). *Mejora de plantas alógamas*. Universidad Pública de Navarra.
- Rodríguez, L. E. (2010). *Origen y evolución de la papa cultivada . Una revisión Origins and evolution of cultivated potato . A review*. 28(1), 9–17.
- Rojas, D. L. (2018). *“Factores de Adherencia a la Suplementación con Multimicronutrientes Asociados al Incremento de Hemoglobina en Niños de 6 – 36 Meses del Puesto de Salud Vilque, Puno - 2017”* [Universidad Nacional del Altiplano-Puno]. http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7643/Rojas_Flores_Diana_Lidia.pdf?sequence=1&isAllowed=y



- Salas, A. (2005). *Departamento de mejoramiento y recursos genéticos del CIP*.
- Sanchez, R. C. (2003). *Cultivo y Comercialización de la Papa* (L. RIPALME. (ed.); LIMA: RIPA).
- Solano, M. L. (2006). *Botánica sistemática*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Tirado, L. R., Tirado, M. R., Mayta, H. E., & Amoros, B. W. (2020). Identificación de clones de papa con pulpa pigmentada de alto rendimiento comercial y mejor calidad de fritura: Estabilidad y análisis multivariado de la interacción genotipo-ambiente. *Scientia Agropecuaria*, *11*(3), 323–334.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.04>
- Tito, A. (2017). Cuantificación Del Contenido De Hierro , Zinc Y Vitamina C En La Producción De 20 Clones De Papa [Universidad Nacional de Huancavelica]. In *Universidad Nacional de Huancavelica*.
[http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1596/TESIS TITO SOTO.pdf?sequence=1](http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1596/TESIS_TITO_SOTO.pdf?sequence=1)
- Velasquez, R. H. (2012). *Mejoramiento genético de plantas cultivadas*. Universidad Nacional del Altiplano-Puno.

ANEXOS

Observaciones realizadas:

a) Presencia de plagas y enfermedades.

Tabla 58. Presencia de plagas y enfermedades encontradas en el experimento.

Nombre Común	Nombre Técnico	Condición	Observación
Polilla	<i>Phthorimaea operculella</i>	Plaga	Hojas y tallos (galerías)
Gorgojo de los andes	<i>Premnotrypes spp.</i>	Plaga	Tubérculo (galería irregulares y profundas)
Manchas foliares	<i>Alternaria solani</i>	Enfermedad	Hojas y tallos (manchas con anillos concéntricos de forma y tamaño irregular, color marrón)
Roña	<i>Spongospora subterranea</i>	Enfermedad	Tubérculo (forman granitos, de forma y tamaño irregular, color marrón claro a oscuro)
Rizoctoniasis	<i>Rhizoctonia solani</i>	Enfermedad	Tubérculo (pequeños terrones negros y duros)
Pudrición rosada	<i>Phytophthora erythroseptica</i>	Enfermedad	Tubérculo (oscurecimiento de la piel)
Pudrición seca	<i>Fusarium solani</i>	Enfermedad	Tubérculo (pequeñas lesiones hundidas con anillos concéntricos)

Nota. Elaboración propia

b) Presencia de malezas.

Tabla 59. Presencia de malezas observadas en el experimento.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia
K´ora	<i>Tarasa cerratei</i>	Malvaceae
Bolsa de pastor	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Brassicaceae
Nabo silvestre	<i>Brassica campestris</i>	Brassicaceae
Chiriro	<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae

Nota. Elaboración propia.

Tabla 60. Evaluación del cultivo de papa a escalas correspondientes.

BREEDER CODE	Hábito de crecimiento de la planta.	Uniformidad de la Planta.	Vigor de la Planta.	Grado de floración.	Largo de estolones.	Apariencia del tubérculo.	Uniformidad del tubérculo.	Tamaño de tubérculo.	Sumatorios de grados de escalas.
BIOT-633.294	2	5	5	5	3	7	7	5	39
BIOT-637.001	2	3	5	3	3	7	7	5	35
BIOT-721.245	3	1	3	1	1	1	1	5	16
BIOT-721.286	2	5	7	5	3	7	5	5	39
BIOT-725.024	3	3	5	5	7	5	5	3	36
BIOT-725.047	3	5	7	5	7	5	3	3	38
BIOT-735.105	3	3	5	1	1	3	1	3	20
BIOT-767.014	3	7	7	5	5	5	7	3	42
Yungay	2	3	7	7	7	9	9	7	51
Serranita	2	3	5	3	5	9	9	7	43

Nota. Elaboración propia.



SOLICITANTE : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA
PREDIO : PAUCARCOLLA
MATRIZ : ENMIENDA ORGANICA

ANÁLISIS N° : 123-02EOS-2021
LUGAR : PUNO
FECHA DE RECEP. : 14/01/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE ENMIENDA ORGÁNICA SÓLIDA - NUTRICIONAL
MUESTRA : EAE_illpa_Rep 1_Guano_PS

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
pH a T = 24.6 °C (E.S)	8.64		MEOS - 001	Electrométrico
Conductividad Eléctrica a 25 °C.(E.S.)	7.73	dS/m	MEOS - 002	Electrométrico
Carbonato de Calcio	< 0.01	%	MEOS - 003	Gravimétrico
Humedad	16.67	%	MEOS - 004	Gravimétrico
Materia Orgánica	59.14	%	MEOS - 005	Gravimétrico
Carbono Orgánico	34.30	%		
Cenizas Totales	5.89	%	MEOS - 006	Gravimétrico
Impurezas	18.31	%	MEOS - 007	Gravimétrico
Nitrógeno Total (N _T)	1.77	%	MEOS - 008	Dumas
Fósforo Total (P ₂ O ₅)	0.38	%	MEOS - 009	Colorimétrico
Potasio Total (K ₂ O)	1.15	%	MEOS - 010	FAAS
Calcio Total (CaO)	1.37	%	MEOS - 011	FAAS
Magnesio Total (MgO)	0.37	%	MEOS - 012	FAAS
Azúfre Total (S)	0.18	%	MEOS - 013	Turbidimétrico
Sodio Total (Na)	0.08	%	MEOS - 014	FAAS
Cloro Total (Cl)	0.22	%	MEOS - 015	Argentométrico
Cobre Total (Cu)	6.95	ppm	MEOS - 016	FAAS
Zinc Total (Zn)	39.60	ppm	MEOS - 017	FAAS
Manganeso Total (Mn)	408.00	ppm	MEOS - 018	FAAS
Hierro Total (Fe)	2092.50	ppm	MEOS - 019	FAAS
Boro Total (B)	58.00	ppm	MEOS - 020	Colorimétrico
C / N	19.38			

Los resultados están expresados en muestra original.

DONDE:

% : Masa / Masa

ppm : mg / Kg

(E.S) : Extracto de Saturación

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama

MEOS : Método Propio del Laboratorio.

NOTA:

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

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


MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

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

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

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



SOLICITANTE : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA

ANÁLISIS N° : 123-04S -2021

PREDIO : PAUCARCOLLA

LUGAR : PUNO

MATRIZ : SUELO AGRICOLA

FECHA DE RECEP. : 14/01/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD

MUESTRA : EAE_IIIpa_Rep 1_PS I 14-01-21

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	22.74	%		
Limo	48.90	%		
Arcilla	28.36	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO ARCILLOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	58.83	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.13	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	0.82	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp = 25.2 °C	7.93		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	11.00	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	3.10	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.18	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	494.40	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	15.99	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	4.21	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.49	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	1.24	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	2.26	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	21.94	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	1.81	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	4.61	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	0.55	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	2.64	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	4.59	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	1.57	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	2.96	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.36	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	2.60	ppm (*)	ISO 9390.1990	Colorimétrico

DONDE:

ES : Extracto de Saturación.
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.
C.I.C.E. : Capacidad de Intercambio Cationico Efectivo.
% : Masa / Masa.
ppm : mg / Kg.
ppm(*) : mg / L.

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

NOTA:

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

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

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

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

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



SOLICITANTE : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA

ANÁLISIS N° : 123-06S -2021

PREDIO : PAUCARCOLLA

LUGAR : PUNO

MATRIZ : SUELO AGRICOLA

FECHA DE RECEP. : 14/01/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD
MUESTRA : EAE_IIIpa_Rep 2_PS / 14-01-21

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	24.70	%		
Limo	46.95	%		
Arcilla	28.35	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO ARCILLOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	58.49	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.44	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C	0.73	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp = 25.1 °C	7.97		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	11.00	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	3.31	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.19	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	504.80	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	16.38	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	4.24	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.56	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	1.27	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	2.50	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	22.45	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	1.24	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	4.61	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	0.52	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	2.79	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	4.52	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	1.54	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	2.59	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.35	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	2.48	ppm (*)	ISO 9390.1990	Colorimétrico

DONDE:

ES : Extracto de Saturación.
(1 / 1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.
C.I.C.E. : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo.
% : Masa / Masa.
ppm : mg / Kg.
ppm(*) : mg / L.

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

NOTA:

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

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

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



SOLICITANTE : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA

ANÁLISIS N° : 123-06S -2021

PREDIO : PAUCARCOLLA

LUGAR : PUNO

MATRIZ : SUELO AGRICOLA

FECHA DE RECEP. : 14/01/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD
MUESTRA : EAE_IIIpa_Rep 3_PS / 14-01-21

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	22.75	%		
Limo	44.92	%		
Arcilla	32.33	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO ARCILLOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	60.42	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.04	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C	0.68	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp = 25.3 °C	7.65		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	16.00	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	4.34	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.25	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	367.80	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante:Ac. Amonio
Calcio	22.61	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	3.11	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.38	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.92	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	1.41	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	27.03	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	1.19	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	3.06	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	0.74	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	2.64	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	4.48	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	0.94	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	1.72	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.27	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	2.84	ppm (*)	ISO 9390.1990	Colorimétrico

DONDE:

ES : Extracto de Saturación.
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.
C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo.
% : Masa / Masa.
ppm : mg / Kg.
ppm(*) : mg / L

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

NOTA:

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

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

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



SOLICITANTE : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA

ANÁLISIS Nº : 123-04S -2021

PREDIO : PAUCARCOLLA

LUGAR : PUNO

MATRIZ : SUELO AGRICOLA

FECHA DE RECEP. : 14/01/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - MICRONUTRIENTES DISPONIBLES

MUESTRA : EAE_IIIpa_Rep 1_PS / 14-01-21

PARÁMETRO	RESULTADOS	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
				Extractante: DTPA
Cobre Disponible (Cu)	3.71	ppm	MES - 018	FAAS
Zinc Disponible (Zn)	1.77	ppm	MES - 019	FAAS
Manganeso Disponible (Mn)	18.52	ppm	MES - 020	FAAS
Hierro Disponible (Fe)	21.51	ppm	MES - 021	FAAS
				Extractante: CaCl ₂ .2H ₂ O
Boro Disponible (B)	2.92	ppm	MES - 022	Colorimétrico

DONDE:

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

NOTA:

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

MSc. Quim. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

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



SOLICITANTE : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA

ANÁLISIS N° : 123-05S-2021

PREDIO : PAUCARCOLLA

LUGAR : PUNO

MATRIZ : SUELO AGRICOLA

FECHA DE RECEP. : 14/01/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - MICRONUTRIENTES DISPONIBLES

MUESTRA : EAE_IIIpa_Rep 2_PS / 14-01-21

PARÁMETRO	RESULTADOS	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
				Extractante: DTPA
Cobre Disponible (Cu)	3.39	ppm	MES - 018	FAAS
Zinc Disponible (Zn)	1.61	ppm	MES - 019	FAAS
Manganeso Disponible (Mn)	15.85	ppm	MES - 020	FAAS
Hierro Disponible (Fe)	19.38	ppm	MES - 021	FAAS
				Extractante: CaCl₂·2H₂O
Boro Disponible (B)	3.40	ppm	MES - 022	Colorimétrico

DONDE:

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

NOTA:

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

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

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

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

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



SOLICITANTE : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA

ANÁLISIS N° : 123-06S -2021

PREDIO : PAUCARCOLLA

LUGAR : PUNO

MATRIZ : SUELO AGRICOLA

FECHA DE RECEP. : 14/01/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - MICRONUTRIENTES DISPONIBLES

MUESTRA : EAE_IIIpa_Rep 3_PS / 14-01-21

PARÁMETRO	RESULTADOS	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
				Extractante: DTPA
Cobre Disponible (Cu)	5.15	ppm	MES - 018	FAAS
Zinc Disponible (Zn)	2.84	ppm	MES - 019	FAAS
Manganeso Disponible (Mn)	23.96	ppm	MES - 020	FAAS
Hierro Disponible (Fe)	30.87	ppm	MES - 021	FAAS
				Extractante: CaCl ₂ .2H ₂ O
Boro Disponible (B)	3.16	ppm	MES - 022	Colorimétrico

DONDE:

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

NOTA:

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

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

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



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Hanco Cahuapaza Yoon Alex
, identificado con DNI 74955842 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agronómica

, informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado
 Título Profesional denominado:

"Comparativo de ocho clones de papa tetraploide con alto contenido
de zinc y dos variedades en el centro experimental Illpa Campaña 2020-2021"
" Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 10 de Mayo del 20 23


FIRMA (obligatoria)



Huella



**AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

Por el presente documento, Yo Hanco Cahapaza Yoon Alex
, identificado con DNI 74958842 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agronómica

, informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado

Título Profesional denominado:

"Comparativo de ocho clones de papa tetraploide con alto contenido de zinc y dos variedades en el centro experimental Illpa Campeña 2020-2021"

"Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 10 de Mayo del 2023


FIRMA (obligatoria)



Huella