

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**EVALUACIÓN DE ANTIOXIDANTES Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE
ALMIDÓN EN CUATRO VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum*) CON
PULPAS DE COLOR CULTIVADAS EN LA REGIÓN HUÁNUCO**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TESISTAS

Bach. Atencio Mauricio, Patricia Judith

Bach. Ramirez Blas, Darwin Wilinton

ASESOR

Dr. Villanueva Tiburcio, Juan Edson

HUÁNUCO - PERÚ

2020

DEDICATORIA

A mis padres Olimpia y Pedro por su amor y apoyo constante, muchos de mis logros se los debo a ustedes, incluyendo éste.

Patricia.

A mis padres Abdonia e Inocente, por su amor, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, y por motivarme constantemente para alcanzar mis anhelos.

Darwin.

AGRADECIMIENTOS

Al Concurso de Proyectos de Investigación con Fondos Concursables de la UNHEVAL-2019, donde participamos con un grupo de docentes de la E. P. Ingeniería Agroindustrial y fuimos ganadores con el proyecto de investigación, cuyo título fue:

“EFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO EN COMPUESTOS BIOACTIVOS EN DOS VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS CULTIVADAS EN LA REGIÓN HUÁNUCO” (Resolución N°0124-2019-UNHEVAL-VRI)

Al Ing. Mendoza Aguilar, Alejandro:

Por apoyarnos, brindarnos y permitirnos estudiar las papas con pulpas de color de su autoría, para la realización experimental de la presente investigación.

Al Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio:

Por su apoyo constante y orientación en la ejecución de procesamiento de datos de nuestra tesis.

Al Ing. César Robert Cueto Rosales:

Por apoyarnos en la ejecución de los análisis realizados en el laboratorio y procesamiento de datos de los mismos.

A la Ing. Ruth Esther Chamorro Gómez:

Por la información brindada para concluir satisfactoriamente con todos los análisis de nuestro proyecto de tesis.

A mis jurados de tesis:

Por la orientación y sugerencias para culminar satisfactoriamente el presente trabajo de investigación.

Y a todas las personas que desinteresadamente nos ayudaron a culminar nuestra carrera profesional y desarrollar este material de investigación.

RESUMEN

Hoy en día el cuidado de nuestro cuerpo y la naturaleza se han convertido en una de las formas casi obligatorias de existencia. La humanidad se preocupa y busca alternativas de consumo, en lo posible de productos naturales, que garanticen nutrientes y prevengan enfermedades; esta investigación permitió determinar los contenidos de antioxidantes y características físicas de almidón en cuatro variedades de papa (*Solanum Tuberosum*) con pulpas de color cultivadas en la Región Huánuco, para la determinación antioxidantes y características físicas de almidón se utilizó la prueba del diseño experimental DCA. Los resultados obtenidos de los tratamientos T₁ (pulpa roja); T₂ (pulpa azul); T₃ (pulpa amarilla) y T₄ (pulpa blanca) reportaron en color L* de 22,40 a 79,00; a* de 0,70 a 20,10 y b* -1,50 a 44,70; humedad de 66,32 a 83,99 %, sólidos solubles de 16,01 a 33,68 °Brix; pH de 6,32 a 6,87; acidez de 0,03 a 0,09 %; azúcares reductores de 1,36 a 43,89 %; polifenoles totales de 7,35 a 98,09 mg AGE/g; antocianinas 97,59 y 208,22 mg/L; actividad antioxidante (ABTS) de 2,12 a 5,08 μmol TE/100g y actividad antioxidante (DPPH) de 1,51 a 7,09 μmol TE/100g; en cuanto a almidón se reportó: en color L* de 95,48 a 98,16; a* de -0,81 a -0,31 y b* de -0,55 a 1,10; temperatura de gelatinización 60,43 a 65,23 °C; granulometría de 4,41 a 4,93 % finura; retención de agua de 12,98 a 15,68 g gel/g muestra; densidad aparente de 0,92 a 0,94 g/mL y densidad real de 2,32 a 2,74 g/mL; amilosa de 29,35 a 34,33 % y amilopectina de 65,67 a 70,65 % y rendimiento de 15,10 a 70,94 %. Dichos resultados muestran que estos permanecen dentro de los parámetros de normalidad. Por lo que la composición que se determinó es la adecuada y permitió el proceso experimental.

Palabra claves: papa nativa, antioxidantes naturales, Hualmish, propiedades físicas.

SUMMARY

Today the care of our body and nature have become one of the almost obligatory forms of existence. Humanity is concerned and looks for alternative consumption, as far as possible natural products, that guarantee nutrients and prevent diseases; This research allowed to determine the antioxidant content and physical characteristics of starch in four varieties of potato (*Solanum Tuberosum*) with colored pulps grown in the Huánuco Region, in the determination of antioxidants and physical characteristics of starch, the DCA experimental design test was used. The results obtained from treatments T1 (red pulp); T2 (blue pulp); T3 (yellow pulp) and T4 (white pulp) reported: in color L * of 22.40 to 79.00; a * from 0.70 to 20.10 and b * -1.50 to 44.70; humidity from 66.32 to 83.99%, soluble solids from 16.01 to 33.68 °Brix; pH 6.32 to 6.87; acidity from 0.03 to 0.09%; reducing sugars from 1.36 to 43.89%; total polyphenols from 7.35 to 98.09 mg AGE / g; anthocyanins 97.59 and 208.22 mg / L; antioxidant activity (ABTS) from 2.12 to 5.08 µmol TE / 100g and antioxidant activity (DPPH) from 1.51 to 7.09 µmol TE / 100g; Regarding starch, it was reported: in color L * from 95.48 to 98.16; a * from -0.81 to -0.31 and b * from -0.55 to 1.10; gelatinization temperature 60.43 to 65.23 ° C; particle size from 4.41 to 4.93 µm fineness; water retention from 12.98 to 15.68 g gel / g sample; apparent density from 0.92 to 0.94 g / mL and real density from 2.32 to 2.74 g / mL; amylose from 29.35 to 34.33% and amylopectin from 65.67 to 70.65% and yield from 15.10 to 70.94%. These results show that they remain within the normal parameters. So the composition that was determined is adequate and allowed the experimental process

Keywords: native potato, natural antioxidants, Hualmish, physical properties.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	3
2.1.1. Papa (<i>Solanum Tuberosum</i>)	3
2.1.2. Papas nativas	5
2.1.3. Almidón	10
2.2. ANTECEDENTES	17
2.3. Hipótesis	21
2.3.1. Hipótesis general	21
2.3.2. Hipótesis específicas	22
2.4. Variables y Operacionalización de variables	22
2.4.1. Variable independiente	22
2.4.2. Variable dependiente	22
2.4.3. Operacionalización de variables	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1. Lugar de ejecución	24
3.1.1. Ubicación	24
3.1.2. Ubicación política y geográfica	24
3.2. Tipo y nivel de investigación	24
3.2.1. Tipo de investigación	24
3.2.2. Nivel de investigación	24
3.3. Población, muestra y unidad de análisis	24
3.3.1. Población	24
3.3.2. Muestra	25
3.3.3. Unidad de análisis	25
3.5. Prueba de hipótesis	25
a. Hipótesis alternativa	25
b. Hipótesis nula	26
3.5.1. Diseño de la investigación	26
3.5.2. Datos a registrar	27
3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información	27
3.6. MATERIALES Y EQUIPOS	28
3.6.1. Materia prima	28
3.6.2. Materiales de laboratorio:	28
3.6.3. Equipos	29

3.6.4. Reactivos -----	29
3.7. Conducción de la investigación -----	29
3.7.1. Evaluación fisicoquímica de las variedades de papa -----	29
3.7.2. Evaluación de las propiedades antioxidantes de las variedades de papa -----	30
3.7.3. Proceso de obtención de almidón. -----	30
3.7.4. Caracterización de almidón, y cuantificación de amilosa y amilopectina -----	32
IV. RESULTADOS-----	34
4.1. Evaluación fisicoquímica en las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar Cantina cultivadas en la Región Huánuco. ---	34
4.1.1. Características biométricas y evaluación de color en cuatro variedades de papa. -----	34
4.1.2. Evaluación fisicoquímica en cuatro variedades de papa -----	35
4.2. Evaluación de las propiedades antioxidantes en las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar Cantina cultivadas en la Región Huánuco.-----	37
4.2.1. Evaluación de Polifenoles totales y Antocianinas-----	37
4.2.2. Evaluación de Actividad antioxidante ABTS y DPPH -----	38
4.3. Caracterización de las propiedades físicas y cuantificación de amilosa y amilopectina de almidón de papa de las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar Cantina cultivadas en la Región Huánuco----	39
4.3.1. Extracción y rendimiento de almidón de cuatro variedades de papa	39
4.3.2. Evaluación de color de almidón de las variedades de papa -----	40
4.3.3. Evaluación física y cuantificación de amilosa y amilopectina de las variedades de papa-----	42
V. DISCUSIÓN-----	44
5.1. De la evaluación fisicoquímica en las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar Cantina cultivadas en la Región Huánuco. -----	44
5.1.1. De la evaluación de las características biométricas y evaluación de color en cuatro variedades de papa -----	44
5.1.2. De la evaluación fisicoquímica en cuatro variedades de papa -----	44
5.2. De la evaluación de las propiedades antioxidantes en las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar Cantina cultivadas en la Región Huánuco. -----	46
5.2.1. De la evaluación de Polifenoles totales y Antocianinas. -----	46
5.2.2. De la evaluación de Actividad antioxidante ABTS y DPPH. -----	47
5.3. De la caracterización de las propiedades físicas y cuantificación de amilosa y amilopectina de almidón de papa de las variedades Kitipsho, Mendozita,	

Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar Cantina cultivadas en la Región Huánuco. -----	48
5.3.3. De la evaluación física, y cuantificación de amilosa y amilopectina de las variedades de papa -----	49
VI. CONCLUSIONES -----	52
VII. RECOMENDACIÓN -----	53
VIII.LITERATURA CITADA-----	55
ANEXOS -----	63
ANEXO 1. Determinación de color de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%. 64	
ANEXO 2. Determinación de humedad de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%. - -----	66
ANEXO 3. Determinación de solidos solubles de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%. -----	68
ANEXO 4. Determinación de pH de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%. 69	
ANEXO 5. Determinación de acidez de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%. 70	
ANEXO 6. Determinación de azúcares reductores de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%. -----	71
ANEXO 7. Determinación de polifenoles totales de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%. -----	74
ANEXO 8. Determinación de antocianinas de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%. -----	76
ANEXO 9. Determinación de capacidad antioxidante por ABTS. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%. - -----	77
ANEXO 10. Determinación de capacidad antioxidante por DPPH de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%.-----	79
ANEXO 11. Determinación de color de almidón de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%. -----	82
ANEXO 12. Determinación de temperatura de gelatinización de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%. -----	85

ANEXO 13. Determinación de granulometría de almidón de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%. -----	86
ANEXO 14. Determinación de retención de agua de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%. -----	88
ANEXO 15. Determinación de densidad real y densidad aparente de almidón de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%.-----	90
ANEXO 16. Determinación de amilosa y amilopectina de almidón de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%.-----	93
ANEXO 17. Balance de materia de la extracción de almidón de las variedades de papa. 95	
ANEXO 18. Panel fotográfico -----	98
ANEXO 19. Resolución N°0124-2019-UNHEVAL-VRI -----	110

I. INTRODUCCIÓN

Díaz (2015), menciona que la papa (*Solanum tuberosum*, sp.) es un cultivo que ha ganado considerable importancia en las últimas décadas, siendo el cuarto producto en importancia alimenticia después del maíz, trigo y arroz. En el Perú se encuentran alrededor de 3000 variedades de papa nativa, la mayoría son cultivadas sobre los 3000 m.s.n.m., a esta altura la fuerte radiación solar y los suelos orgánicos brindan a la papa una naturalidad especial, las cuales además son cultivadas generalmente sin el uso de fertilizantes y casi sin aplicación de algunas pesticidas. Es importante fuente de nutrientes en la dieta humana, aporta sustancias bioactivas que presentan actividad antioxidante; destacándose como un alimento completo. Los compuestos presentes en los tubérculos de papa con potencial antioxidante son ácido ascórbico, α -tocoferol, carotenoides, diferentes polifenoles y ácidos fenólicos como el ácido clorogénico, principal representante de este grupo.

Ligarreto & Suárez (2003), mencionan que el principal uso es en la alimentación humana, mediante el consumo fresco representado con un 71 %, el uso industrial representado por un 15 %, el cual se compone por papas fritas en hojuela y bastones, puré y almidón. Cabe mencionar que también el porcentaje de pérdida es bastante elevado, representando un 14 %. La tendencia actual es disminuir la brecha entre el consumo de tubérculos frescos e industrial y disminuir el porcentaje de pérdidas.

Según Cáceres (1991), la industria de la papa exige un tubérculo de calidad, esto sí dependiendo del objetivo de procesamiento. Utilizando algunas tecnologías, es posible aprovechar este recurso agrícola (papa), obteniendo almidón que sirve como materia prima para la elaboración de diversos productos alimenticios. Debido a sus altas cantidades de almidón, superiores al 80 %, la papa puede ser utilizada para reemplazar materias primas convencionales como maíz y yuca en la industria alimentaria. El uso de almidones en los alimentos aumento con el surgimiento de la industria de alimentos procesados y la disponibilidad del almidón. El almidón por sus características nutricionales y sus múltiples aplicaciones en la industria alimentaria, es el carbohidrato más importante, además de su relevancia en la comercialización.

Actualmente existe una tendencia hacia una alimentación más saludable, de ahí que la agricultura orgánica ha puesto mayor énfasis para satisfacer estos

segmentos del mercado que se han producido, también son escasas las investigaciones sobre papas nativas con pulpas de color y su comportamiento respecto a sus compuestos antioxidantes y características físicas de almidón, en ese sentido la presente investigación da a conocer las propiedades antioxidantes y características físicas del almidón en cuatro variedades de papa con pulpas de color cultivadas en la región Huánuco.

Por tal razón los objetivos de la investigación fueron:

Objetivo general

Evaluar el contenido de antioxidantes y características físicas de almidón en cuatro variedades de papa con pulpas de color cultivadas en la Región Huánuco.

Objetivos específicos

- Analizar las características fisicoquímicas presentes en las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar cantina cultivadas en la Región Huánuco.
- Evaluar el contenido de polifenoles totales, antocianinas y actividad antioxidante en las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar cantina cultivadas en la Región Huánuco.
- Realizar el análisis físico y composición del almidón obtenidos en las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar cantina cultivadas en la Región Huánuco.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.1.1. Papa (*Solanum Tuberosum*)

Sandoval-Vegas *et al.*, (2010), mencionan que la papa (*Solanum tuberosum*) está considerado dentro de los cuatro cultivos más trascendentales del mundo, también le acompañan el arroz, trigo y maíz con una producción mundial superior a los 300 millones de toneladas de papas. En el Perú existe un consumo masivo de la papa, es así que se consideró el año 2008 como el año internacional de la papa, aprobado por la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU), decisión que fue gestionada por el gobierno del Perú.

Según Fonseca *et al.*, (2014), el Centro Internacional de la Papa, mantiene en custodia 4732 variedades, de las cuales 2700 corresponden al Perú. Esta rica biodiversidad constituye desde hace cuarenta años la fuente primordial para la generación de nuevas variedades resistentes a enfermedades severas y actualmente estas variedades nativas son la base para la generación de variedades con concentraciones altas de vitamina C, de micronutrientes esenciales (hierro y zinc) y de antioxidantes como (compuestos fenólicos y otros). Este material es importante base para responder a la inseguridad alimentaria, el déficit nutricional presente en los países en desarrollo y contribuir a la prevención de ciertas enfermedades crónicas.

CENAGRO (2012). En las regiones de Apurímac y Huancavelica, ubicados en los Andes del Perú la agricultura es la principal actividad y según las estadísticas agrícolas recientes la papa es el cultivo de mayor superficie en ambas regiones. En Apurímac se siembra 20,000 ha. En Huancavelica 26,000 ha, siguiendo en orden de importancia, el maíz y los cereales.

2.1.1.1. Origen.

Según un artículo publicado por Spooner *et al.*, (2005), la papa (*Solanum tuberosum*) es una planta de las familias de las solanáceas, cultivada en casi todo el mundo por su tubérculo comestible. Es originaria del altiplano

andino en un área que coincide aproximadamente con el Sur del Perú, donde ha sido cultivada y consumida al menos desde el VIII milenio.

2.1.1.2. Clasificación taxonómica

Badui (2001). La papa presenta la siguiente clasificación taxonómica.

Familia: *Solanaceae*.

Género: *Solanum*.

Sub género: *Potatoe*.

Sección: *Petota*.

Serie: *Tuberosa*.

Especies: *Phureja, andigenum*.

Nombre común: papa, *patata*.

2.1.1.3. Valor nutricional

La composición nutricional más resaltante de papa fresca se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. *Composición nutricional de la papa fresca.*

COMPONENTE	Rango %	Medida
Agua	63,2 – 86,9	75,0
Sólidos solubles	13,1 – 36,8	23,7
Proteína	0,7 – 4,6	2,0
Grasa	0,02 – 0,20	0,12
Azúcares reductores	0,0 – 5,0	0,3
Total carbohidratos	13,3 – 30,5	21,9
Fibra cruda	0,17 – 3,48	0,71
Ácido orgánico	0,4 – 1,0	0,6
Ceniza	0,4 – 1,9	1,1
Glicoalcaloies (solanina) (*)	0,2 – 41,0	3 -10
Vitamina C (*)	1,0 – 54,0	10 - 25

Fuente: Contreras (2007).

2.1.1.4. Variedades de papa mejorada en Huánuco.

Las características físicas y uso sugerido según la variedad, forma, piel y pulpa de papa mejorada y papa nativa se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. *Características de las variedades de papa mejorada y nativa.*

Variedad	Forma	Piel	Pulpa	Características físicas y uso sugerido
Canchán	Redondeada	Piel de color rojo, ojos superficiales.	Blanca a blanca cremosa	22% de materia seca, gravedad específica de 1.115. Uso sugerido: para frituras
Yungay	Oval-chatos tamaño grande y compactas	Piel amarillenta con jaspes rojizos, ojos superficiales, y en poco número	Cremosa-amarillenta	26% de materia seca, gravedad específica de 1.091. Uso sugerido: para sancochado.
Perricholi	Redondeada	Piel blanca con pigmentos morados, pero más concentrados en las cejas	Blanca marfil	20% de materia seca, gravedad específica de 1.089. Uso sugerido: fritura
Amarilla Tumbay	Redondeada en forma de piña	Piel de color amarillo claro, ojos profundos	Amarilla	25% de materia seca, gravedad específica de 1,156. Uso sugerido: para sancochado, fritura y puré.
Huayro	Alargado-alargados	Piel de color ojo morado, con cejas moradas y ojos profundos	Crema amarilla con áreas rojas y moradas	28% de materia seca, gravedad específica de 1,109. Uso sugerido: sancochado, puré
Peruanita	Oblongos	Piel 2 colores: rojo-morado y amarillo, ojos semiprofundos	Amarilla	30% de materia seca, gravedad específica de 1,108. Uso sugerido: sancochado, puré

Fuente: NTP.011.119 (2010)

2.1.2. Papas nativas

Tirado & Tirado (2018), mencionan que la papa con pulpa pigmentada se cultiva entre 2100 msnm hasta 4100 msnm, condiciones en la que resaltan sus características genéticas en la producción de pigmentos naturales en la

pulpa del tubérculo, que le otorga un gran contenido de compuestos fenólicos y antioxidantes, y un alto contenido de materia seca.

La importancia del cultivo de la papa nativa, radica en la existencia de una cultura andina milenaria, en la sierra peruana existen diversos grupos de pequeños productores que han permitido mantener una rica biodiversidad, así como también un sistema de cultivo sostenible y de acuerdo a su realidad territorial peculiar. Fonseca *et al.*, (2014).

Hoy en día hay un creciente interés por consumir papas nativas, las que tienen pulpas rojas o púrpuras, estas pulpas tienen 3 a 4 veces más concentración de fenoles que las papas más comerciales de pulpas crema o blanca (ISI, 1999).

La papa nativa es considerada un cultivo diferente a la papa mejorada. Las papas nativas tienen mejor calidad culinaria y alto porcentaje de materia seca, es cultivado sobre los 3 000 metros sobre el nivel del mar. (Túpac, 2001).

Sin embargo, la mayoría de las variedades son desconocidas, aunque no es posible evidenciar su erosión, pero si constatar el estancamiento de la producción y un peligro latente de desaparición, incluso se cree que algunas como la (*Solanum hygrothermicum*), se han perdido. Se señalan como causas factores adversos al medio ambiente, recursos tecnológicos insuficientes y la precariedad económica y social de sus cultivadores (CIP, 2019).

2.1.2.1. Periodo vegetativo de la papa nativa

Montesinos (2018), menciona que el periodo vegetativo de papas nativas es el número de meses que transcurre desde la siembra hasta la madurez del cultivo, dicho período vegetativo determina dos tipos de crecimiento puede ser desde aquellas muy precoces, hasta aquellas muy tardías, cuyas diferencias fundamentales son en el tamaño de la planta, en el momento de madurez de la planta, en la oportunidad en la que se inicia la formación de tubérculo, en el rendimiento total de tubérculos en igualdad de condiciones.

2.1.2.2. Composición química de la papa nativa

La composición química de mayor interés de papa nativa fresca se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Composición química de la papa nativa (mg/100 g).

CONSTITUYENTES	VARIACIÓN (%)	MEDIA
Materia seca	13,10 – 36,80	23,70
Almidón	8,00 – 29,40	17,50
Azúcares reductores	0,00 – 5,00	0,30
Azúcares totales	0,05 – 8,00	0,50
Fibra	0,17 – 3,48	0,71
Proteínas	0,69 – 4,63	2,00
Lípidos	0,02 – 0,20	0,12
Cenizas	0,44 – 1,87	1,10
Ácidos orgánicos	0,40 – 1,00	0,60
Ácido ascórbico	1,0 -54,00	10 - 25
Alcaloides	0,20 – 41,00	3 -10
Compuestos fenólicos	5,00 – 30,00	–

Fuente: López – Mejía *et al.*, (2014).

2.1.2.3. Calidad industrial de la papa nativa

INIA (2007), indica que el porcentaje de materia seca para un adecuado procesamiento de la papa debe oscilar entre 30 a 40% del peso y en el caso de las papas nativas este porcentaje está alrededor de 32%. Por otro lado, el criterio comercial para la selección de la papa nativa está relacionado con sus medidas externas y se realiza de la siguiente manera:

- Primera clase: todo lote de papa nativa cuyo diámetro central sea superior a 50 mm (20% de la producción).
- Segunda clase: todo lote de papa nativa cuyo diámetro central sea superior a 30 mm e inferior a 50 mm (40% de la producción).
- Tercera clase: todo lote de papa nativa cuyo diámetro central sea inferior a 30 mm (40% de la producción).

Para fines de industrialización se podría utilizar las variedades de segunda y tercera sin disminuir la calidad del producto final.

La calidad industrial del tubérculo de la papa está íntimamente relacionada con su composición química, y en esto influyen diversos factores como son: la variedad, el clima, los sistemas de manejo, el año agrícola, la zona de procedencia, la fisiología, el almacenamiento y el estado fisiológico de pos cosecha.

Badui (2001), menciona que almacenamiento de los tubérculos origina una serie de cambios físicos y químicos que lo afectan, entre ellos los más importantes son la pérdida de peso y las variaciones del contenido de sólidos totales y de azúcares reductores, aunque datos no muy precisos indican que estos factores de calidad están también sujetos a las condiciones ambientales durante la producción. Uno de los objetivos importantes en el mejoramiento genético para la industria es el desarrollo de cultivares que mantienen un bajo contenido de azúcares reductores luego de un periodo de almacenamiento.

Ligarreto (2003), menciona que los azúcares reductores tienen vital importancia en el procesamiento y almacenamiento de productos elaborados, pues éstos dan lugar a reacciones químicas complejas que alteran la calidad del producto produciendo coloraciones y sabores indeseables.

2.1.2.4. Propiedades antioxidantes de la papa

a. Polifenoles Totales

Álvarez-Jubete *et al.*, (2010). Los polifenoles juegan un rol muy importante en la protección de las plantas contra el ataque de los herbívoros, patógenos y la radiación ultravioleta. Se identificaron diversas moléculas y la gran mayoría presentan propiedades antioxidantes, por ello es indispensable consumir en la dieta diaria para prevenir enfermedades asociadas con el estrés oxidativo como el cáncer y enfermedades cardiovasculares.

b. Antocianinas

Las antocianinas son metabolitos secundarios presentes en el reino vegetal, están dentro del grupo de los flavonoides. Las estructuras más abundantes son 3-O-glicósidos y 3,5 di-O-glicósidos. Estos están presentes

en las plantas impartiendo colores: morado, rojos, azules, etc. Son colorantes hidrosolubles por lo cual es fácil de extraer en un medio líquido y permite su incorporación en alimentos acuosos (Del carpio *et al.*, 2009). Las antocianinas son de gran importancia porque en nuestro organismo traen grandes beneficios debido a sus propiedades antidiabéticas pues otorgan un control de exceso de colesterol, intervienen en la secreción de la insulina y son considerados vasos protectores (Barragan & Aro, 2017). El contenido de antocianinas en los alimentos es particularidad de color y capacidad antioxidante, siendo esta muy sensible a la temperatura, presencia de oxígeno, peróxido de hidrógeno y al pH, es conocido como el camaleón de los alimentos por tener la peculiaridad de variar sus colores a diferentes valores pH (Martínez *et al.*, 2011).

c. Actividad antioxidante

Álvarez *et al.*, (2008). Mencionan que aproximadamente tres por ciento del oxígeno que respiramos generan especies reactivas de oxígeno (como el oxígeno singulete), los cuales son capaces de dañar a las biomoléculas sensibles. Es allí donde intervienen los antioxidantes bloqueando a estos radicales libres y previniendo inflamaciones, envejecimiento celular y enfermedades cardiovasculares.

Chauhan *et al.*, (2015). Mencionan que la capacidad antioxidante en la papa esta atribuido por el contenido de polifenoles, antocianinas, flavonoides y vitaminas. Estos antioxidantes juegan un papel muy importante en la inhibición de radicales libres y evitan posibles daños a células.

López-Mejía *et al.*, (2014). Comentan que se han usado diferentes solventes (hexano, etanol, metanol, agua entre otros; en diferentes proporciones inclusive combinaciones de estos solventes para obtener mejores resultados) y diversas técnicas de extracción (maceración, ultrasonido, extracción con fluidos supercríticos, homogenización, etc.) para evaluar la capacidad antioxidante en vegetales.

2.1.3. Almidón

El almidón es un biopolímero formado por residuos de D-glucosa unidos mediante enlaces glucosídicos y constituye el producto final de la fijación fotosintética del dióxido de carbono atmosférico, es el principal polisacárido de reserva sintetizado por las plantas superiores. Es un componente importante de un gran número de productos agrícolas como los cereales (maíz, trigo, arroz, cebada) en los cuales el contenido de almidón es de 30 - 80%, leguminosas (frijoles, chícharos, haba) con 25 - 50%, tubérculos (papa, yuca) con 60 - 90%, y algunos frutos en estado fisiológico maduro (mango, plátano) los cuales pueden contener hasta un 70 % en base seca de este carbohidrato (Núñez *et al.*, 2004).

Se encuentra en forma de gránulos insolubles en las semillas o granos, tubérculos, raíces y tallos de las plantas de las cuales constituye su principal forma de reserva energética que es utilizada durante los periodos de dormancia, germinación y crecimiento de las plantas (Wang *et al.*, 2007).

Debido a las propiedades fisicoquímicas y funcionales que presenta el almidón se utiliza en diferentes industrias como la de alimentos, farmacéutica, textil y petrolera. Sin embargo, las propiedades fisicoquímicas que presentan los almidones están gobernadas por el contenido de sus dos polisacáridos constituyentes: amilosa y amilopectina, así como la organización de estos dos polímeros en el interior del gránulo. Una propiedad del almidón en relación a su funcionalidad en los alimentos es la habilidad para absorber agua durante su calentamiento lo cual resulta en la gelatinización y pérdida de la organización granular (Blazek & Copeland, 2007).

2.1.3.1. Propiedades funcionales del almidón

El almidón proveniente de una misma fuente botánica es una mezcla integrada por gránulos de distinto tamaño, los cuales difieren tanto en su composición química como en sus propiedades endotérmicas que finalmente repercuten en las características particulares de cada tipo de almidón. Los gránulos pequeños presentan un mayor contenido de amilosa en comparación con los gránulos de mayor tamaño (Polanco, 2014).

Los almidones nativos presentan propiedades funcionales que pueden ser deseables para ciertas aplicaciones. La gelatinización, retrogradación, birrefringencia, difracción de rayos X, solubilidad, claridad, viscosidad, capacidad de retención de agua y poder hinchamiento, son fenómenos que pueden ayudar a explicar la estabilidad del biopolímero y por tanto sugerir su aplicación adecuada, las cuales son importantes para la industria de los alimentos (Torre *et al.*, 2008).

Cuando el almidón se somete a tratamientos hidrotérmicos, sufre cambios fisicoquímicos y estructurales, que provocan cambios en la organización de las moléculas de amilosa y la amilopectina, debido a que son calentados a temperaturas cercanas a la gelatinización, en la cual los enlaces de puente de hidrogeno que hay entre la región cristalina de los gránulos son destruidos, posteriormente se lleva a cabo la introducción de agua e hidratación de los segmentos de las moléculas de amilopectina esto es el resultado del hinchamiento y solubilidad de sus componentes. La desorganización estructural de los almidones se explica mediante los estudios de gelatinización y retrogradación. (Whistler *et al.*, 1984).

El almidón presenta una alta estabilidad y organización debido a las múltiples interacciones que existen entre la amilosa y la amilopectina, esto ocasiona que sea insoluble en agua fría, sin embargo, cuando se calienta en exceso el agua mayor a 70 % ocurre una pérdida de cristalinidad, originando que la forma semicristalina cambie a una forma eventualmente amorfa. (Tester & Debon, 2000).

a. Gelatinización

La gelatinización del almidón es un proceso que se da en presencia de agua en el cual, se pasa de un estado ordenado (estructura cristalina) a un estado desordenado en el que se absorbe calor; es decir, la gelatinización transforma a los gránulos insolubles del almidón en una solución de sus moléculas constituyentes (amilosa y amilopectina) en forma individual (Badui, 2001).

Según (Biliaderis, 1991) la gelatinización total del gránulo del almidón se produce dentro de un intervalo amplio de temperatura y son tres los

procesos que constituyen a este fenómeno. Estos procesos son fenómenos fuera del equilibrio que a su vez resultan en los fenómenos meta estables de gelatinización, gelación y retrogradación del almidón, estos fenómenos son:

- **Difusión del agua dentro del gránulo de almidón:** cuándo empieza a absorber agua, los puentes de hidrógeno de la región amorfa se rompen permitiendo que el agua se asocie con los grupos hidroxilos libres. (Biliaderis, 1991)
- **Fusión de la región amorfa:** se caracteriza por una transición hélice-enrollamiento al azar que es facilitada por la hidratación, las cadenas de amilosa se difunden en medio acuoso y tienen una mayor movilización molecular dentro del gránulo, en este punto el hinchamiento es reversible y las propiedades ópticas del gránulo no se pierden (Tester & Debon, 2000).
- **Desintegración de las zonas cristalinas:** cuando el calentamiento es continuo en este punto, el hinchamiento llega a ser irreversible debido a la disociación de las dobles hélices propias de la región cristalina (amilopectina) hasta que finalmente pierde su estructura (Lai & Kokini, 1991).

Así la temperatura a la cual ocurre este proceso se le conoce como temperatura de gelatinización, cuando la cantidad de agua es limitada, no ocurre una gelatinización completa en el intervalo usual de temperatura, sin embargo, conforme la temperatura se incrementa las regiones cristalinas se funden (Tester & Debon, 2000).

Este hinchamiento de los gránulos de almidón es reversible hasta una cierta temperatura conocida como temperatura de gelatinización, la cual es característica de cada tipo de almidón y corresponde a la temperatura a la cual se alcanza el máximo viscosidad (Debet & Gidley, 2006).

b. Poder de hinchamiento

La capacidad del poder de hinchamiento se manifiesta debido a la fuerza de enlace presente en el interior del gránulo de almidón y son altamente asociados con una estructura micelar extensa y frecuentemente enlazada. La presencia de los lípidos puede inhibir el hinchamiento de los gránulos, debido a la formación de complejos insolubles con la fracción de amilosa (Yoshimoto *et al.*, 2000).

Por otra parte, al presentar un aumento de temperatura el gránulo de almidón tiende a hincharse, además libera al exterior la amilosa que se encontraba dentro del gránulo formando una red tridimensional. Es por ello que el hinchamiento del almidón depende de su contenido de amilopectina, mientras que la amilosa actúa como un disolvente inhibidor del hinchamiento. El poder de hinchamiento se presenta cuando los gránulos de almidón se sumergen en agua y esta presenta un hinchamiento que además con un aumento de la temperatura se incrementa el volumen y por tal motivo se presenta una pérdida de cristalinidad, por su parte la amilosa puede ser lixiviada formando así un gel. Cuanto más alto es el contenido de amilosa más bajo es el poder de hinchamiento y menor es la fuerza del gel (Sánchez, 2007).

c. Solubilidad en agua

La solubilidad en agua está influenciada por la relación amilosa - amilopectina y por las características de éstas, peso molecular, grado de ramificación, longitud de las ramificaciones y conformación de moléculas complejas de lípidos. Además, las proteínas dentro de los gránulos de almidón juegan un papel muy importante en el control del poder de hinchamiento de los mismos (Zhang *et al.*, 2005).

El almidón es un polímero poco soluble debido a que la amilosa y amilopectina se unen por puentes de hidrógeno, formando una estructura compleja, altamente organizada, que presenta una gran

estabilidad a las múltiples interacciones que existen con sus dos polímeros constituyentes, es decir su solubilidad depende de la cantidad de estos polímeros en el medio (Kaur *et al.*,2007).

Las ramificaciones laterales (amilopectina) de las moléculas del almidón y un menor tamaño del gránulo facilitan la entrada del agua a los espacios intermoleculares aumentando la solubilidad de los polímeros, siendo la amilopectina la de mayor proporción de disolución. Esto desde luego incide en el aumento de solubilidad de las moléculas en el agua y en la estabilidad de la viscosidad (Hwang & Kokini, 1992).

d. Retención de agua

La cantidad de agua absorbida por el almidón dependerá del contenido de humedad, del medio que lo rodea el almidón absorbe agua hasta alcanzar el equilibrio con el medio circundante (proceso reversible), por lo tanto, la absorción de agua provoca que el granulo presente un hinchamiento incrementando el tamaño hasta un 10% (Singh & Singh, 2003).

e. Claridad de la pasta

La importancia de esta cualidad radica ya sea en la claridad, transparencia u opacidad de los geles y pastas formadas. Se mide por la capacidad para transmitir la luz (porcentaje de transmitancia %T) cuando son sometidos al paso de un haz radiante. Para algunos productos resulta de vital importancia dicha característica, por ejemplo, la opacidad resulta deseable cuando se requiere destacar el color brillante de algunos productos (Ríos, 2014).

Según Romero & Gárnica, (2009) el valor de la claridad en pastas de almidón varía entre 12,5 - 95 % en cuanto a la pasta del almidón de papa se considera como clara o trasparente. Las claridades de las pastas son causa de las cadenas poliméricas del almidón gelatinizado que se asocian entre sí y tienden a formar una

estructura más ordenada la cual produce turbidez y reduce la transmitancia de la luz a través de la dispersión del almidón.

El fósforo presente en el almidón proporciona un efecto significativo en el alimento que lo contiene ya que ocasiona una mayor estabilidad, así como un incremento en la claridad de las pastas (Tester *et al.*, 2004).

f. Temperatura de gelatinización

La temperatura de gelatinización depende de varios aspectos como es el porcentaje de amilosa, forma y el tamaño del granulo del almidón, por lo que cada almidón tiene un intervalo de gelatinización diferente (Sánchez, 2007). El contenido de amilosa influye en la temperatura de gelatinización, es decir es inversamente proporcional a esta, ya que a mayor contenido de amilosa menor temperatura de gelatinización y viceversa, (Lindeboom *et al.*, 2004).

Las temperaturas de gelatinización se encuentran en un rango de 60 a 85 °C, dependiendo de varios factores, incluyendo de la fuente de almidón, las cantidades relativas de amilosa y amilopectina y la cantidad de humedad disponible para la hidratación, (Tester *et al.*, 2004).

Según (Zhang *et al.*, 2005). La gelatinización del almidón se refiere al colapso del orden en el interior de los gránulos cuando estos son sometidos a calor en presencia de agua ocasionando cambios irreversibles entre los que se encuentra, pérdida de su orden cristalino, aumento en el tamaño de los gránulos, birrefringencia y la solubilización del almidón (Torre *et al.*, 2008). Utilizado en sopas enlatadas, postres, helados, carnes procesadas, salsas, productos horneados, entre otros. Los usos del almidón en las industrias no alimentarias son tan diversos como en la industria alimentaria, los principales usos incluyen las industrias textil, farmacéutica, cosmética, papelera, etc. (Fuglie & Oates, 2001).

g. Densidad aparente y densidad apisonada o real

La densidad aparente es el volumen ocupado en un determinado espacio, que incluye los espacios intersticiales de una clase de grano, mientras que la apisonada o compactada incluye los espacios entre partículas.(Riaño & Guarnizo, 2017).

2.1.3.2. Amilosa y amilopectina

Las papas nativas poseen interesantes cantidades de almidón, polisacárido de gran utilidad en la industria de los alimentos por sus propiedades funcionales como espesante, gelificante y estabilizante. El almidón presenta propiedades funcionales porque químicamente está compuesto de amilosa y amilopectina, siendo la amilosa un polímero lineal de cadenas de glucosas en su mayoría por enlaces α 1,4 y la amilopectina es un polímero ramificado con unidades de glucosa unidas por enlaces α 1,4 y enlaces α 1,6. La amilopectina es parcialmente soluble en agua mientras que la amilosa no es soluble en agua, sin embargo se caracteriza por su capacidad de enlazar moléculas vecinas mediante puentes de hidrogeno y formar micelas hidratadas con una estructura helicoidal por acción del yodo presentando coloración azul (Hernández *et al.*, 2008).

2.1.3.3. Color

Talens (2017), menciona que el espacio de color CIELAB, también conocido como espacio CIEL*a*b*, es actualmente uno de los espacios de color más populares usado para evaluar el color en el área de alimentos. En la Figura 1, se muestra de forma gráfica como puede determinarse la diferencia de color de una muestra.

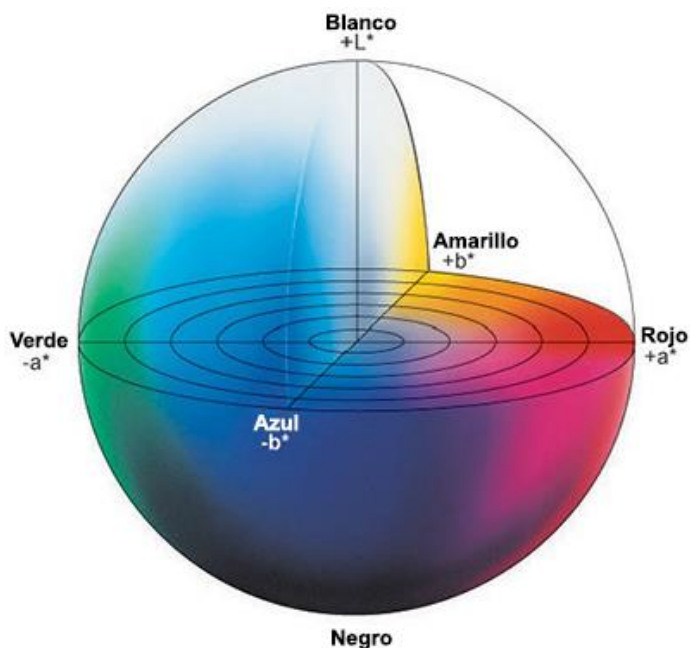


Figura 1. Espacio de color CIE L*a*b*. Talens (2017).

2.2. ANTECEDENTES

Obregón & Repo (2013). “Evaluación fisicoquímica y bromatológica de cuatro variedades nativas de papa (*solanum spp.*)”. Evaluaron cuatro variedades nativas de papa: amarilla runtus (*Solanum goniocalyx*), huayro (*Solanum chaucha*), peruanita (*Solanum goniocalyx* Juz. & Bukasov) y huamantanga (*Solanum tuberosum andigena*), procedentes de la provincia de Huancayo, región Junín. Estas variedades presentaron diámetro promedio mayor a 30 mm, forma redondeada y alargada, piel amarilla y rojiza. El contenido de materia seca fue de 22,98 a 31,80%, presentando relación directa con la gravedad específica y el contenido de almidón, de 17,50 a 26,20%. Los altos contenidos de almidón y materia seca encontrados las clasifican como tubérculos de alta calidad culinaria, siendo adaptables para la fabricación de productos deshidratados o fritos. Las muestras secas, en gramos por ciento, presentaron: proteínas totales 6,75 a 10,54; extracto etéreo 0,22 a 0,35; ceniza 2,23 a 3,79; fibra cruda 1,48 a 2,33; carbohidratos 84,01 a 87,89; azúcares reductores 1,50 a 1,80; acidez total 0,13 a 0,28; valor calórico 380,20 a 382,86 Kcal. El contenido de vitamina C fue de 7,85 a 16,19 mg%. El pH varió de 6,30 a 6,90.

Fuenzalida (2008), en su investigación “Determinación de la cantidad de fenoles totales y la actividad antioxidante en papas nativas pigmentadas” determinó la concentración de fenoles totales, de variedades testigos comerciales y genotipos pigmentados de Chile. Para obtener cuantitativamente los fenoles totales en cada una de las muestras de papas, se empleó muestra liofilizada, la cual se le agregaron 2 ml de metanol 80% y ácido clorhídrico 1 % para extraer los fenoles totales; posteriormente se disolvió y homogenizó la mezcla en un 200 rpm por 120 minutos a temperatura ambiente. Las papas nativas pigmentadas con antocianina, tuvieron mayor cantidad de fenoles totales y actividad antioxidante que las papas de pigmentación carotenoide. Con respecto a los tubérculos sin piel, los valores de fenoles se encontraron en rangos de 149,80 y 2084,79 mg/100 g de muestra b.s., por otro lado, los tubérculos con piel obtuvieron valores entre 205,57 y 3301,30 mg/100 g de muestra b.s. La concentración de fenoles totales fue mayor en la generalidad de tubérculos analizados con piel.

García (2011), en su investigación “Evaluación *in vitro/in vivo* de propiedades antioxidantes de clones promisorios de papa criolla (*Solanum phureja*)”, concluye que el mejor clon de papa fue el CO₅₆ siendo superior a papa criolla comercial en ácido ascórbico, (46%), ácido clorogénico (48%) y fenoles totales (39%) y su capacidad antioxidante ABTS (16%), FRAP (43%) DPPH (37%) y ORAC (35%). Así mismo el tratamiento con el clon de papa CO₅₆ tiene un potente efecto protector contra el estrés oxidativo y el daño hepático agudo inducido por CCl₄ en ratas Wistar, al reducir el daño hepático agudo comparado con Silimarina. Los resultados mostraron a los fenoles totales entre 238,34 y 426, 96 mg EAG/100g b.s. donde se presentaron diferencias significativas entre clones y correlaciones con respecto al color de la cáscara. En cuanto a la capacidad antioxidante *in vitro* se encontró mediante el método DPPH los valores se encontraron entre 21,137- 178,50 µg ET/g b.s.

Díaz (2015). En su investigación “Determinación de las propiedades físicas, químicas, tecno-funcionales y la estabilidad en congelación/descongelación

del almidón de cuatro variedades de *solanum tuberosum ssp. Andigenum* (papa nativa)". Dentro de las propiedades funcionales evaluó la temperatura de gelatinización, claridad de pastas, viscosidad, índice de absorción de agua, índice de solubilidad en agua, poder de hinchamiento y la estabilidad en congelación/descongelación por el porcentaje de sinéresis. Los valores obtenidos de la temperatura de gelatinización tuvieron rangos de 63,9-70,0 °C; la claridad de pastas obtuvo valores de porcentaje de transmitancia de 59,9-80,2 %; una viscosidad de 9960-12266.7 cP; índice de absorción de agua 6,332-10,278 g gel/g muestra; índice de solubilidad en agua 2,03-2,85 g soluble/g muestra; poder de hinchamiento 6,380-10,253 %.

Hernández *et al.*, (2008). En su trabajo de investigación "Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México" quienes estudiaron la caracterización fisicoquímica de los almidones, las propiedades fisicoquímicas y funcionales de almidones de tubérculos como: makal, camote, yuca y sagú. Las temperaturas de gelatinización fueron de 78,4, 61,3, 65,2 y 74,9 °C, respectivamente. El almidón de yuca fue el que presentó mayor poder de hinchamiento y solubilidad. La viscosidad máxima fue para el almidón de yuca. El almidón de camote presentó la mayor claridad de gel (51,8%) y el de makal, la menor (10,9%). El almidón de yuca fue el más elástico (36,2%).

Hasbún *et al.*, (2009). "Propiedades Físico-Químicas y Parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa". Compararon el contenido de sólidos totales, almidón, azúcares reductores y la gravedad específica de 3 variedades promisorias de papa de reciente introducción en Costa Rica (MNF-41, MNF-72 y MNF-80) y de la tradicional Floresta mediante análisis gravimétricos y espectrofotométricos. El color y la textura en bastones de papa pre frita congelada, como producto terminado, y papa tostada, fueron evaluados instrumentalmente. Para el contenido de grasa se utilizó el método de Soxhlet. La MNF-80 mostró el contenido mayor de sólidos totales y almidón, con 23,1 y 20,8%, respectivamente; y Floresta los contenidos más bajos con 15,9% y 13,4%, respectivamente. Existe una

correlación ($R^2=0,97$) del contenido de sólidos totales con la gravedad específica de los materiales. La MNF-80 presentó el porcentaje menor de azúcares reductores con 0,076%; mientras que MNF-41 y MNF-72 presentaron 1,142 y 1,384%, respectivamente. En los bastones de papa pre frita congelada, el porcentaje mayor de grasa se encontró en la MNF-80 y el menor en las MNF-72 y Floresta. No se observó diferencias en el oscurecimiento y textura entre variedades. En las papas tostadas la MNF-80 presentó un contenido menor de grasa y de grado de oscurecimiento. Las hojuelas elaboradas a partir de la MNF-72 y la MNF-80 mostraron valores de firmeza mayores. En la absorción de grasa, hubo un comportamiento distinto según el producto elaborado; en los bastones de papa pre frita congelados de la MNF-72 y Floresta, la absorción de grasa en el producto terminado fue menor, mientras que en las papas tostadas los contenidos de grasa menores se obtuvieron con la MNF-80.

Suarez *et al.*, (2014). "Polifenoles, micronutrientes minerales y potencial antioxidante de papas nativas", realizaron su estudio en cinco muestras de papas nativas procedentes de la provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac, correspondiente a la cosecha 2012. Se midió la capacidad antioxidante, se cuantificó polifenoles y el contenido de micronutrientes minerales Cu, Fe, Zn, Se y Mn. Se preparó extractos hidroalcohólicos; se determinó la densidad del extracto, así como la materia extraíble. La capacidad antioxidante se determinó mediante la captación de los radicales DPPH y ABTS+. Los minerales se determinaron por absorción atómica. La capacidad antioxidante expresado como TEAC-ABTS estuvo en el rango de 18,5 a 35,6 mmol/100g sólidos solubles; y en el TEAC-DPPH el rango fue de 1,28 y 2,34 mmol/100g sólidos solubles; ambos mostraron una correlación positiva ($r = 0,91$). El contenido de polifenoles estuvo en el rango de 23,99 a 49,52 mg EAG/g ss; igualmente mostró correlación positiva con TEAC-ABTS ($r = 0,971$). En todos ellos la muestra 13 SJ-JP fue el que exhibió los mejores resultados. El contenido de hierro y cobre fue mayor en la muestra 28 SJ-JP, la muestra 13 SJ-JP tuvo el mayor contenido en manganeso y selenio; y la muestra WR exhibió la mayor composición en zinc seguido de la muestra 13

SJ-JP. Las cinco muestras de papas nativas contienen polifenoles y micronutrientes minerales que explican la actividad antioxidante.

Samanez, (2020). “Propiedades fisicoquímicas, tecnofuncionales y morfológicas de almidones extraídos de clones de papa nativa (*Solanum tuberosum*) cultivados en la provincia de Andahuaylas”, evaluó las propiedades fisicoquímicas, técnico-funcionales y morfológicas de almidones obtenidos de clones de papa nativa (*Solanum tuberosum*), los cuales fueron proporcionados por la empresa SEMPAL y codificados como clon Y1, Y2 e Y3. Estos presentaron tamaños homogéneos, pesos variados y pesos específicos elevados. Para las determinaciones se utilizaron métodos directos e indirectos, la propiedad física del rendimiento de extracción del almidón osciló entre 20 y 28%, los valores de viscosidad variaron entre 1525.03 a 1550.01 cP, la actividad del agua entre 0.18 y 0.21 y el índice de finura entre 2.20 y 2.42%. En cuanto a las propiedades técnico-funcionales de los almidones, el IAA varió de 6,51 a 6,71 g gel / g muestra, el ISA de 13,03 a 17,69%, el PH de 17,69 a 17,91 g de agua / g de almidón, la temperatura de gelatinización de 67,50 a 70. 33 ° C y la densidad aparente de 0,78 a 0,82 g / ml. El tamaño de los gránulos de los almidones extraídos varió entre 26,17-39,38 micrones para el eje mayor y entre 19,90-32,03 micrones para el eje menor. En la industria alimentaria existe interés en utilizar almidones autóctonos como ingredientes y no como aditivos. Los almidones nativos de los clones de papa estudiados presentaron propiedades fisicoquímicas, técnico-funcionales y morfológicas que lo caracterizan como un buen ingrediente para su uso en esta industria.

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

Si sometemos a evaluación referente al contenido de antioxidantes y características físicas de almidón en cuatro variedades de papa se conocerá las bondades benéficas de las muestras investigadas.

2.3.2. Hipótesis específicas

- Se conocerán las características fisicoquímicas presentes en las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar cantina cultivada en la Región Huánuco.
- Se conocerá el contenido de polifenoles totales, antocianinas y actividad antioxidante en las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar cantina cultivada en la Región Huánuco.
- Al someter a análisis físicos, se conocerá las características físicas y composición del almidón en las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar cantina cultivada en la Región Huánuco.

2.4. Variables y Operacionalización de variables

Como el diseño estadístico se adapta a un diseño completo al azar para sus tres objetivos específicos, se agrupa de forma global las variables independientes y variables dependientes.

2.4.1. Variable independiente

X_1 = Cuatro variedades de papa (Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar cantina)

2.4.2. Variable dependiente

Y_1 = Análisis de propiedades antioxidantes de las cuatro variedades de papa.

Y_2 = Análisis físicos, y cuantificación de amilosa y amilopectina del almidón.

Y_3 = Análisis fisicoquímicos de las variedades de papa.

2.4.3. Operacionalización de variables

En la Tabla 4 se muestra la Operacionalización de variables a estudiar.

Tabla 4. Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Independientes:		
X ₁ = Cuatro variedades de papa con pulpas de color cultivadas en la región Huánuco.	Cuatro variedades de papa.	X ₁₁ : Kitipsho (pulpa roja) X ₁₂ : Mendozita (pulpa azul) X ₁₃ : Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla) X ₁₄ : Azúcar cantina (pulpa blanca)
Dependientes:		
Y ₁ = Análisis de propiedades antioxidantes de las cuatro variedades de papa.	Contenido de polifenoles totales de las variedades de papa. Contenido de antocianinas de las variedades de papa. Actividad antioxidante de las variedades de papa.	Polifenoles totales (Método de Azul de Prussian) Antocianinas (Método pH diferencial) Actividad antioxidante (Método ABTS ⁺ y Método DPPH)
Y ₂ = Análisis físicos, y cuantificación de amilosa y amilopectina del almidón.	Características físicas de almidón. Contenido de amilosa y amilopectina en almidón.	Color Densidad aparente Densidad real Temperatura de gelatinización Granulometría Retención de agua Cuantificación de amilosa y amilopectina.
Y ₄ = Análisis fisicoquímicos de las variedades de papa.	Características físico-químicas	Color Humedad Sólidos totales pH Acidez Azúcares reductores

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación

El trabajo de investigación se realizó en la Planta de Procesos Agroindustriales Alimentarios, Laboratorio Físico – Químico, laboratorio de Análisis por Instrumentación de la E.P. Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco.

3.1.2. Ubicación política y geográfica

- **Ubicación política**

Región : Huánuco
Provincia : Huánuco
Distrito : Pillcomarca
Lugar : Cayhuayna – UNHEVAL

- **Ubicación geográfica**

Latitud Sur : 09°58'12"
Longitud Oeste : 75°15'08"
Altitud : 1920 msnm.

3.2. Tipo y nivel de investigación

3.2.1. Tipo de investigación

De acuerdo a la naturaleza del estudio, la investigación fue de tipo Aplicada.

3.2.2. Nivel de investigación

Fue descriptiva, porque se llegó a conocer las variables independientes; propiedades antioxidantes de las variedades de papa, características físicas y cuantificación de amilosa y amilopectina del almidón, y por último las características fisicoquímicas de las variedades de papa.

3.3. Población, muestra y unidad de análisis

3.3.1. Población

Se trabajó con papas del **CENTRO POBLADO DE SANTA FE DE HUALMISH**, distrito de Churubamba, Provincia de Huánuco, Región Huánuco, libre de daños físicos, enfermedades e insectos.

3.3.2. Muestra

Para los análisis fisicoquímicos a excepción de color las muestras fueron tratadas con tres repeticiones por variedad de papa, para determinar color fueron seis repeticiones por variedad de papa.

Para los análisis de las propiedades antioxidantes, las muestras fueron tratadas con tres repeticiones por variedad de papa.

Para el análisis de las características físicas de almidón, a excepción de color, cuantificación de amilosa y amilopectina, las muestras fueron tratadas con tres repeticiones por variedad de almidón de papa. La muestra para determinar la mejor proporción de amilosa y amilopectina para los almidones, estuvo constituida por tres repeticiones de cinco tratamientos, de los cuales se tomó como estándar al almidón soluble CAS – N°: 9005-84-9. Para el análisis de color de los almidones se tomó como estándar al almidón soluble CAS – N°: 9005-84-9 y se realizaron seis repeticiones de cinco tratamientos.

3.3.3. Unidad de análisis

Se tuvo como unidad de análisis, la evaluación del contenido de antioxidantes y características físicas de almidón de las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar cantina.

3.4. Tratamiento en estudio.

Los tratamientos efectuados en el presente estudio se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. *Tratamientos en efectuado en el estudio.*

Tratamientos	Variedades de papa
T ₁	Kitipsho (pulpa roja)
T ₂	Mendozita (pulpa azul)
T ₃	Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla)
T ₄	Azúcar cantina (pulpa blanca)

3.5. Prueba de hipótesis

a. Hipótesis alternativa

H₁: Las características fisicoquímicas presentes en las variedades de papa Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar cantina presentan características fisicoquímicas diferentes.

H₁: El contenido de polifenoles totales, antocianinas y actividad antioxidante en las variedades de papa Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y azúcar cantina intervienen en las características de la papa

H₁: Las propiedades físicas del almidón de papa obtenidos en las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar cantina intervienen en las características del almidón.

H₁: al menos uno $\neq 0$

b. Hipótesis nula

H₀: las características fisicoquímicas presentes en las variedades de papa Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar cantina no presentan características fisicoquímicas diferente.

H₀: el contenido de polifenoles totales, antocianinas y actividad antioxidante en las variedades de papa Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y azúcar cantina no intervienen en las características de la papa.

H₀: las propiedades físicas del almidón de papa obtenidos en las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar cantina no intervienen en las características del almidón.

H₀: $t_1 = t_2 = t_3 = t_4 = 0$

3.5.1. Diseño de la investigación

Evaluación del contenido de antioxidantes y características físicas de almidón en cuatro variedades de papa.

El diseño fue descriptivo, con un diseño completamente al azar (DCA) para evaluar el contenido de antioxidantes (polifenoles totales, antocianinas y actividad antioxidante), características físicas de almidón (densidad aparente, densidad real, temperatura de gelatinización, granulometría, retención de agua, cuantificación de amilosa y amilopectina) y análisis fisicoquímicos de las variedades de papa (color, humedad, sólidos totales, pH, acidez y azúcares reductores).

El modelo matemático correspondiente es un Diseño Completamente al Azar (DCA) tiene la ecuación siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = evaluada en la i -ésimo el cual es sometido, j -ésima tratamiento

μ = Es el efecto de la media general.

T_i = Es el efecto del i -ésimo tratamiento.

E_{ij} = Es el efecto del error experimental en el i -ésimo tratamiento, j -ésima repetición.

3.5.2. Datos a registrar

En la investigación se registraron los siguientes datos: el contenido de antioxidantes y características físicas de almidón de las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar cantina.

También se registraron los análisis físico-químicos de las variedades de la papa (tratamientos).

3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información

Para la obtención y registro de datos de las fuentes secundarias se utilizaron fichas bibliográficas, así mismo mediante muestreos e investigación se obtuvieron datos de las fuentes primarias.

a. Técnicas de investigación documental o bibliográfica

- **Análisis documental:** Nos permitió el análisis del material a estudiar y precisarlo desde un punto de vista formal y luego desde su contenido.
- **Análisis de contenido:** Se estudió y analizó de una manera objetiva y sistemática el documento leído.
- **Fichaje:** Se usó para construir el marco teórico y la bibliografía de dicho proyecto de investigación.

b. Técnicas de campo

Observación: Nos permitió recolectar los datos directamente del proceso de caracterización de papa y obtención de almidón y las evaluaciones:

Instrumento de investigación documental: Se utilizaron la siguiente:

Fichas de investigación o documentación: Comentario, resumen y combinadas.

Fichas de registro o localización: Bibliográficas, Hemerografías e internet.

Instrumento de recolección de información en laboratorio: Libreta de apuntes (laboratorio), cámara fotográfica.

Procesamiento y presentación de los resultados: Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados por una computadora utilizando el software Microsoft Office con sus hojas: de texto Word y cálculos Excel. De acuerdo al diseño de investigación propuesto las presentaciones de los resultados se realizaron en cuadros, tablas, gráficos según correspondieron; y para el procesamiento de los datos estadísticos se utilizará el software estadístico Infostat versión 2017.

3.6. MATERIALES Y EQUIPOS

3.6.1. Materia prima

Se emplearon cuatro variedades de papa: Kitipsho (pulpa roja), Mendozita (pulpa azul), Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla), Azúcar cantina (pulpa blanca), procedentes del Centro Poblado de Santa Fe de Hualmish, Distrito de Churubamba. Los tubérculos son de un mismo campo de cultivo, libre de daños físicos, enfermedades e insectos. Así mismo se emplearon almidones obtenidos de las variedades de papas mencionadas líneas arriba.

3.6.2. Materiales de laboratorio:

Cubetas de poliestireno de 1,5 mL; fioles de 100 mL, microtubos de 1,5 mL; rack para microtubos de 1,5 mL, tips 1000 μ L, tips 200 μ L, rack para tips de 200 μ L, rack para tips de 1000 μ L, matraz Erlenmeyer, papel tisú, papel filtro de curso rápido, micropipeta de 1000 uL, micropipeta de 200 uL, placas Petri 100 mm diámetro, probeta graduada de 250 mL, tubos de microcentrífuga de 2mL, vaso de 50 mL, vaso precipitado de 100 mL, 250 mL y 1000 mL, tubos Falcon de 50 mL con soporte, embudo, espátula, cucharilla para pesar, crisoles de vidrio, tubos de ensayo, tubos de ensayo con tapa rosca.

3.6.3. Equipos

Balanza analítica, AND HR-250AZ; Colorímetro, Lovibond 2000 TK-102; Colorímetro Konica Minolta Chroma Meter CR-400, Espectrofotómetro, Genesys 610S UV-V15; Estufa, Ovens S/M; Licuadora eléctrica, Oster S/M; Microcentrífuga, Oppendorf S/M; pH-metro, Metrohn 827PHlab; Refractómetro, MilwauKef MA871; agitador magnético, Horno con temperatura constante y ventilación forzada, cocina

3.6.4. Reactivos

Cloruro de potasio (KCl) marca Sigma-Aldrich, Ácido Clorhídrico (HCl) marca Supelco, Acetato de sodio (CH₃COONa) marca Sigma-Aldrich, Metanol marca Sigma-Aldrich, Ácido acético marca SAFC, Glucosa marca Millipore, 3,5 Ácido Dinitrosalicílico (DNS) marca Sigma-Aldrich LOTE:070517 FV:04-2022, Hidróxido de Sodio marca Supelco, Ferrocianuro de potasio (K₃Fe (CN)₆) marca Sigma-Aldrich, Cloruro de hierro (FeCl₃) marca Milipore, Ácido gálico marca Sigma-Aldrich, yoduro de potasio marca Supelco, amilosa marca Sigma-Aldrich, almidón soluble CAS – N°: 9005-84-9.

3.7. Conducción de la investigación

En la Figura 2, se aprecia el esquema experimental que se utilizó para la conducción y ejecución del trabajo de investigación

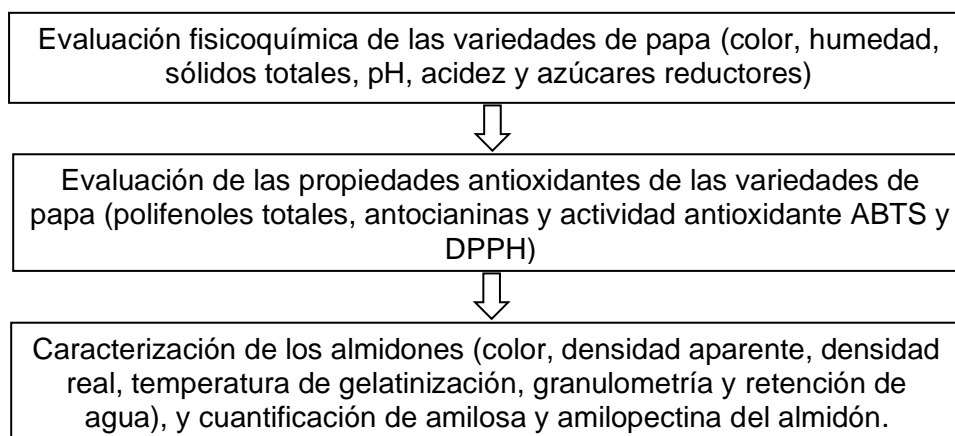


Figura 2. Esquema experimental del trabajo de investigación.

3.7.1. Evaluación fisicoquímica de las variedades de papa

La evaluación fisicoquímica de la papa se efectuó con los siguientes métodos.

- **Color.** - Mediante un colorímetro marca, Kónica Minolta (CEBALLOS, 2008).
- **Humedad.** - Se determinó por el método de la estufa AOAC (2000).
- **Sólidos totales.** - Se utilizó un refractómetro de bolsillo digital para medir grados brix, según método AOAC (2000).
- **pH.** - Se determinó usando el potenciómetro digital escala 1-14 previo una calibración del mismo (Ramírez, 2016).
- **Acidez titulable.** - Se determinó mediante el método (titulación potenciométrica) (Ramírez, 2016).
- **Azúcares reductores.** - La cuantificación de azúcares se realizó mediante el método del DNS (ácido dinitrosalicílico 3,5) (Miller, 1959).

3.7.2. Evaluación de las propiedades antioxidantes de las variedades de papa

- **Polifenoles totales.** - mediante el método de azul de Prussian. Margraf *et al.*, (2015).
- **Antocianinas.** - Por el método del pH diferencial. Rapisarda *et al.*, (2000).
- **Capacidad antioxidante por DPPH.** Se realizará según Hirose *et al.*, (2010);
- **Capacidad antioxidante por ABTS.** Se determinará tal como realizó Re *et al.*, (1999),

3.7.3. Proceso de obtención de almidón.

Para la obtención de almidón se siguió el flujo de operaciones (Figura 3).

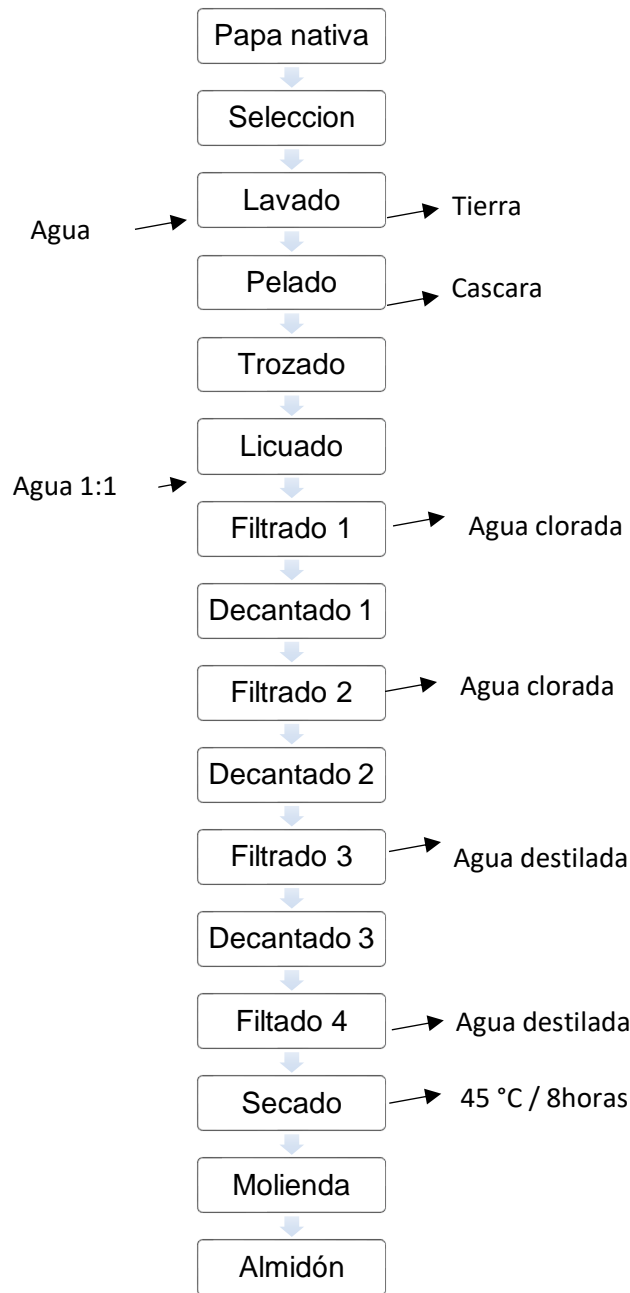


Figura 3. Flujograma para la obtención de almidón.

- **Selección:** Se inició con la selección manual de las papas nativas, separando todas las papas defectuosas (podridas, dañadas por polillas o picadas) y así se obtuvo las papas nativas seleccionadas.
- **Lavado.** Las papas nativas fueron lavadas y cepilladas, exhaustivamente, para retirar la tierra o cualquier otra sustancia no deseada de la superficie de la papa.
- **Pelado:** Se retiró la cáscara de los tubérculos con un cuchillo, evitando retirar la pulpa del tubérculo.

- **Trozado.** Después del pelado las papas se cortaron en cubos pequeños
- **Licuada.** En una licuadora de cocina se colocaron las papas cortadas previo pesado y se agregó agua destilada en la relación 1:1.
- **Filtrado1.** La mezcla obtenida de la molienda se pasó por un proceso de tamizado con la ayuda de tela organza, luego se procedió el lavado con 7 litros agua de clorada
- **Decantación 1.** La muestra se dejó decantar en un recipiente durante 4 horas, a temperatura ambiente, hasta obtener una capa firme de almidón en el fondo del recipiente.
- **Filtrado 2:** Se separó el líquido de la solución que contenía, el agua del almidón por decantación y luego se lavó con 7 litros de agua clorada.
- **Decantación 2:** Al almidón depositado en el fondo del recipiente se le agregó agua destilada en la relación 2:1. Se dejó reposar durante 2 h, obteniendo al final de esta operación un sobrenadante claro que fue descartado.
- **Filtrado 3:** El residuo obtenido se lavó varias veces con agua destilada para retirar todo el almidón, hasta que el efluente sea cristalino, obteniéndose una pasta blanca con aproximadamente 70 % de humedad.
- **Decantación 3.** La muestra se dejó decantar en un recipiente durante 2 horas, a temperatura ambiente, hasta obtener una capa firme de almidón en el fondo del recipiente.
- **Filtrado 4:** Se separó el líquido de la solución que contenía, el agua del almidón por decantación.
- **Secado.** El almidón resultante se distribuyó homogéneamente sobre bandejas dispuestas el secado fue en la estufa a 45 °C por 48 horas.
- **Molienda.** El pulverizado fue manualmente con una cuchara de metal hasta obtener almidón.

3.7.4. Caracterización de almidón, y cuantificación de amilosa y amilopectina

- **Color.** - método colorímetro KONICA MINOLTA CHROMA METER CR-400, y se realizó la lectura en la PC. Grace, (1977).

- **Temperatura de gelatinización.** - Técnica usada Grace, (1977)
- **Granulometría.** - Técnica usada ISI, (1999)
- **Retención de agua.** - Técnica usada Anderson *et al.*, (1969)
- **Densidad aparente y densidad real.** - Técnica usada Smith, (1967)
- **Amilosa y amilopectina.** - Se utilizará la metodología empleada por Chamorro *et al.*, (2018). Para la cuantificación de amilosa y amilopectina de almidón se siguió el flujo de operaciones descrito en la Figura 4.

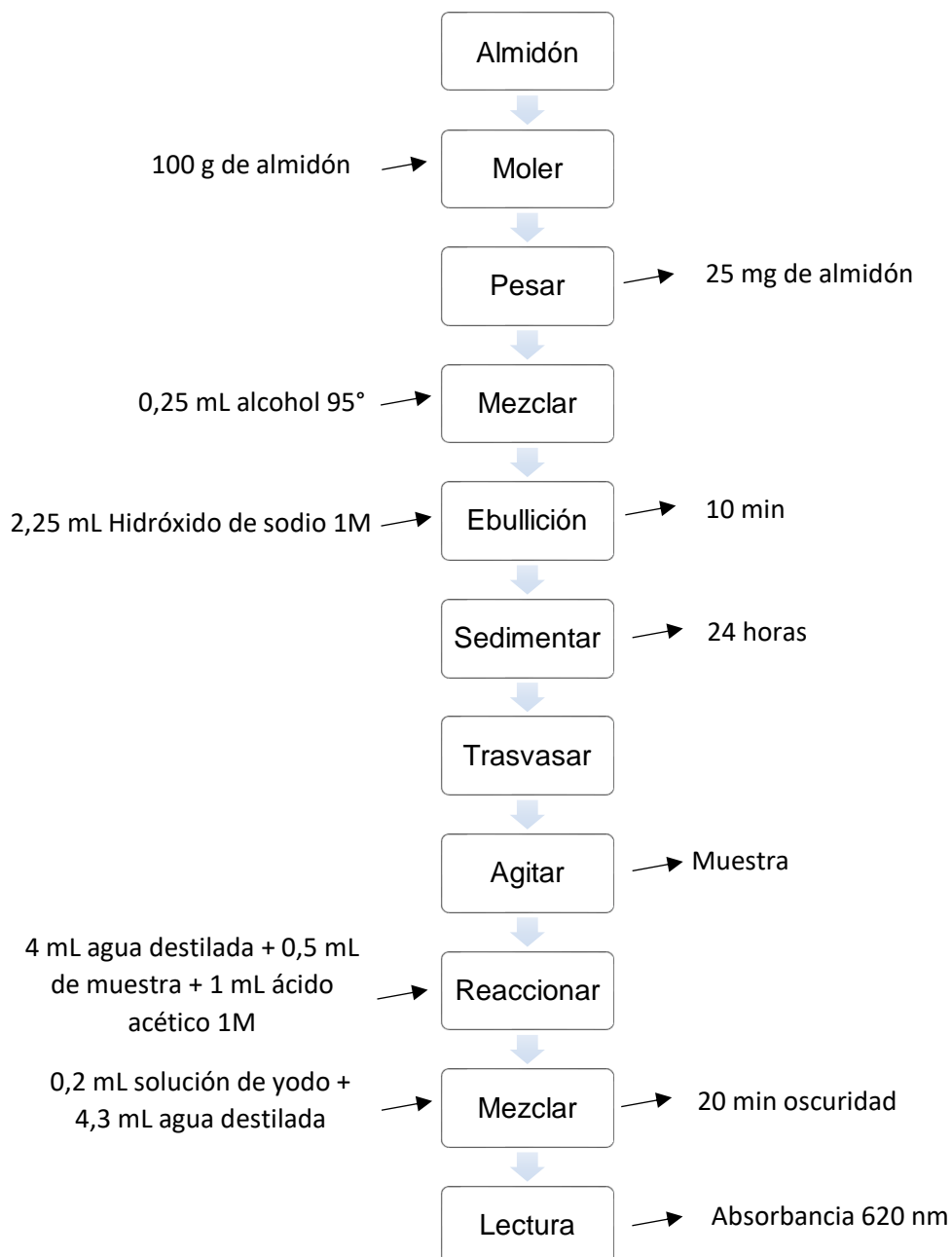


Figura 4. Flujograma de la metodología experimental de cuantificación de amilosa y amilopectina.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación fisicoquímica en las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar Cantina cultivadas en la Región Huánuco.

4.1.1. Características biométricas y evaluación de color en cuatro variedades de papa.

En la Tabla 6 y anexo 1 se muestran los resultados analizados con la prueba Tukey ($p < 0,05$). Las características biométricas y evaluación de color de las cuatro variedades de papas.

Tabla 6. Características biométricas y evaluación de color de cuatro variedades de papas.

Variedades de papa	Peso (g)	Diámetro (mm)	Largo (mm)	Color		
				L*	a*	b*
Kitipsho (pulpa roja)	113,7 ± 0,3 ^b	60,3 ± 0,5 ^a	65,1 ± 74,4 ^b	38,40 ± 9,9 ^b	20,10 ± 4,0 ^a	13,00 ± 5,5 ^c
Mendozita (pulpa azul)	131,7 ± 0,3 ^a	55,7 ± 0,5 ^a	121,0 ± 14,3 ^a	22,40 ± 1,1 ^c	9,10 ± 0,7 ^b	-1,50 ± 0,9 ^d
Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla)	90,7 ± 0,3 ^c	40,8 ± 0,5 ^b	54,6 ± 63,3 ^c	71,80 ± 1,9 ^c	4,80 ± 0,3 ^c	44,70 ± 1,7 ^a
Azúcar cantina (pulpa blanca)	69,2 ± 0,3 ^d	45,5 ± 0,5 ^b	47,3 ± 52,6 ^d	79,00 ± 2,1 ^d	0,70 ± 0,5 ^d	23,90 ± 0,9 ^b

*Cada valor representa la media de tres repeticiones ± la desviación estándar.

*Los resultados con superíndices con letra diferente son significativamente diferentes ($p < 0,05$) y se leen en columna vertical.

En la Tabla 6 se presenta los resultados de las características biométricas de las cuatro variedades de papa con los siguientes resultados; en cuanto a peso se obtuvo de 69,2 a 131,7 g; en cuanto a diámetro encontramos de 40,8 a 60,3 mm y en largo se encontró de 47,3 a 121,0 mm evidenciando diferentes características biométricas en cada variedad de papa.

En cuanto a color encontramos resultados, donde los valores de luminosidad proporcionados por el parámetro L* fluctuaron de 22,40 a 79,00 evidenciaron que las variedades Azúcar cantina (pulpa blanca) y Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla) sin diferencia significativa mientras que las variedades Kitipsho (pulpa roja) y Mendozita (pulpa azul) fueron diferentes significativamente, en las coordenadas de cromaticidad a* los valores fueron de 0,70 a 20,10 mostrando que la variedad Kitipsho (papa pulpa rojo) fue

más rojizo entre los tratamientos, con respecto al parámetro b^* se obtuvo valores entre -1,50 a 44,70 haciendo referencia al color de la pulpa de papa entre tratamientos en estudio. Los colores de las papas se pueden observar en la Figura 5.

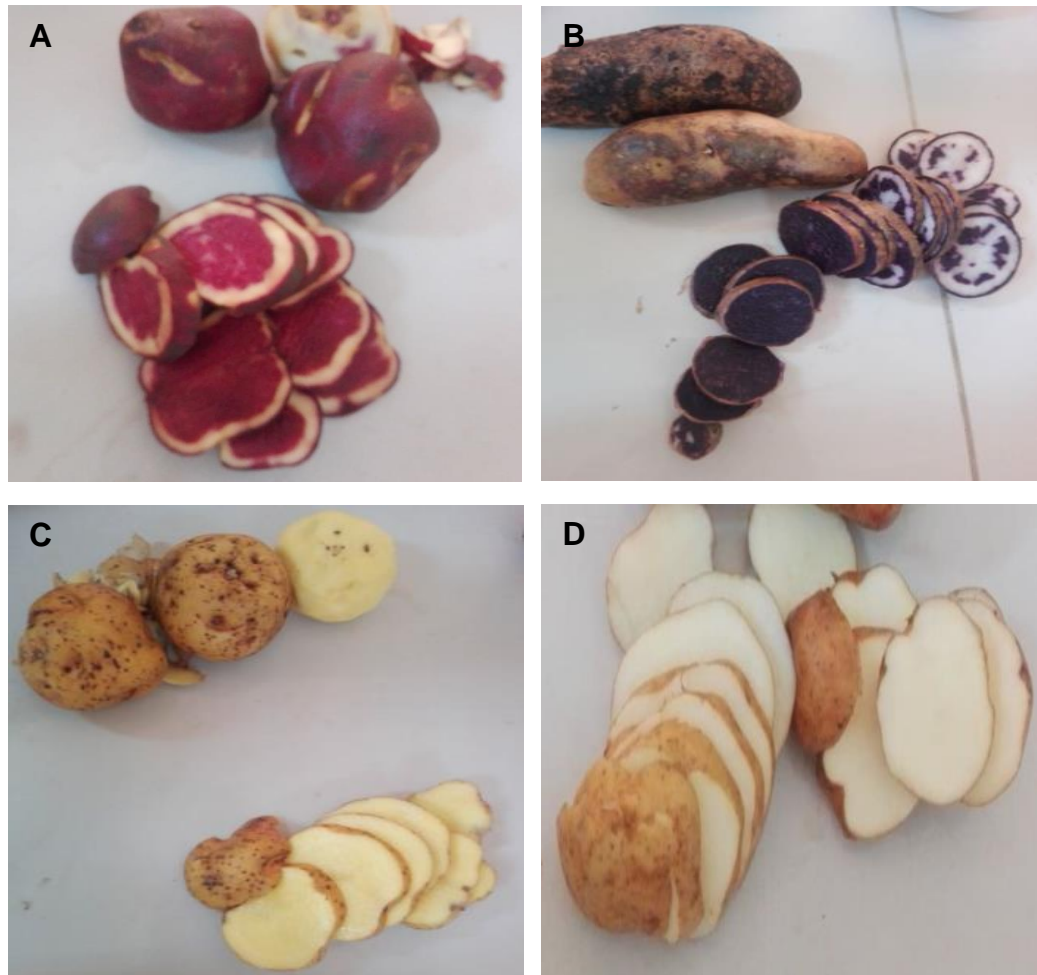


Figura 5. Colores de las variedades de papas analizados en el experimento. A) Kitipsho (pulpa roja) B) Mendozita (pulpa azul) C) Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla) D) Azúcar Cantina (pulpa blanca)

4.1.2. Evaluación fisicoquímica en cuatro variedades de papa

En la Tabla 7 y anexo 2 al 6 se muestran los resultados analizados con la prueba Tukey ($p < 0,05$). La determinación de humedad, sólidos totales, pH, acidez y azúcares reductores.

Tabla 7. Resultado de la evaluación fisicoquímicos de las variedades de papa.

Variedades de papa	Humedad (%)	Sólidos solubles totales	pH	Acidez (%)	Azúcares reductores (%)
Kitipsho (pulpa roja)	66,32 ±1,76 ^c	33,68±1,76 ^a	6,81±0,01 ^b	0,06±0,00 ^b	43,89±1,42 ^a
Mendozita (pulpa azul)	83,99±0,34 ^a	16,01±0,34 ^c	6,87±0,02 ^a	0,05±0,01 ^c	5,96±0,38 ^b
Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla)	72,02±2,51 ^b	27,98±2,51 ^b	6,61±0,01 ^c	0,09±0,01 ^a	3,13±0,07 ^c
Azúcar cantina (pulpa blanca)	72,87±1,93 ^b	27,13±1,9 ^b	6,32±0,01 ^d	0,03±0,01 ^d	1,36±0,12 ^c

*Cada valor representa la media de tres repeticiones ± la desviación estándar.

*Los resultados con superíndices con letra diferente son significativamente diferentes ($p < 0,05$) y se leen en columna vertical.

Los valores de humedad estuvieron en el rango de 66,32 a 83,99 %; evidenciando diferencia significativa entre las variedades en estudio Kitipsho (pulpa roja), Mendozita (pulpa azul), mientras que en las variedades amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla) y Azúcar cantina (pulpa blanca) no se evidenció diferencia significativa.

Los valores de sólidos totales fluctuaron de 16,01 a 33,68 °Brix mostrando diferencias significativas entre las variedades Kitipsho (pulpa roja), Mendozita (pulpa azul), mientras que en las variedades Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla) y Azúcar cantina (pulpa blanca) no se evidenció diferencia significativa.

El pH tuvo valores de 6,32 a 6,87; en las variedades Kitipsho (pulpa roja), Mendozita (pulpa azul), Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla) y Azúcar cantina (pulpa blanca) estadísticamente muestran diferencia significativa.

En cuanto a la acidez titulable expresado en ácido ascórbico va de 0,03 a 0,09 % observando que las variedades Kitipsho (pulpa roja), Mendozita (pulpa azul), Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla) y Azúcar cantina (pulpa blanca), estadísticamente evidencian diferencia significativa entre los tratamientos.

Respecto al contenido de azúcares reductores expresado en equivalente gramo se reportó valores de 1,36 a 43,89 %; reportando diferencia significativa entre las variedades Kitipsho (pulpa roja) y Mendozita (pulpa azul), mientras que en las variedades Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa

amarilla) y Azúcar cantina (pulpa blanca) no se evidenció diferencia significativa.

4.2. Evaluación de las propiedades antioxidantes en las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar Cantina cultivadas en la Región Huánuco.

4.2.1. Evaluación de Polifenoles totales y Antocianinas

En la Tabla 8 y anexo 7 y 8 se muestran los resultados analizados con la prueba Tukey ($p < 0,05$). La determinación de (polifenoles totales y antocianinas).

Tabla 8. Resultados de la evaluación de polifenoles totales y antocianinas de las variedades de papa.

Tratamientos	Polifenoles totales (mg AGE/g)	Antocianinas (cianin-3-glucosido mg/L)
Kitipsho (pulpa roja)	17,87±1,36 ^b	97,59±118,73 ^b
Mendezita (pulpa azul)	98,09±0,50 ^a	208,22±22,54 ^a
Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla)	7,56±0,33 ^c	ND
Azúcar cantina (pulpa blanca)	7,35±0,19 ^c	ND

*Cada valor representa la media de tres repeticiones ± la desviación estándar.

*Los resultados con superíndices con letra diferente son significativamente diferentes ($p < 0,05$) y se leen en columna vertical.

Los valores de polifenoles totales expresado en miligramo de ácido gálico equivalente por gramo de muestra oscilaron de 7,35 a 98,09 mg AGE/g, estos resultados evidenciaron que las variedades Kitipsho (pulpa roja) y Mendozita (pulpa azul) muestran diferencia significativa, mientras que en las variedades Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla) y Azúcar cantina (pulpa blanca) no se evidenció diferencia significativa.

Mientras que los valores de antocianina fluctuaron de 97,59 y 208,22 mg/L mostrando el contenido de antocianinas en las variedades Kitipsho (pulpa roja) y Mendozita (pulpa azul) con diferencia significativa, mientras que las variedades Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla) y Azúcar cantina (pulpa blanca) sin contenido de antocianinas. Dichos resultados muestran que estos permanecen dentro de los parámetros de normalidad. Por lo que

la composición que se determinó es la adecuada y permitió el proceso experimental.

4.2.2. Evaluación de Actividad antioxidante ABTS y DPPH

En la Tabla 9 y anexo 9 y 10 se muestran los resultados analizados con la prueba Tukey ($p < 0,05$). La determinación actividad antioxidante por el método de ABTS Y DPPH.

Tabla 9. Resultados de la actividad antioxidante de papa frente al catión ABTS y radical DPPH.

Tratamientos	ABTS ($\mu\text{mol TE}/100\text{g}$)	DPPH ($\mu\text{mol TE}/100\text{g}$)
Kitipsho (pulpa roja)	5,04 \pm 0,30 ^a	7,09 \pm 0,74 ^a
Mendezita (pulpa azul)	5,08 \pm 0,46 ^a	5,39 \pm 0,21 ^b
Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla)	2,24 \pm 0,10 ^b	1,63 \pm 0,09 ^c
Azúcar cantina (pulpa blanca)	2,12 \pm 0,40 ^b	1,51 \pm 0,05 ^c

*Cada valor representa la media de tres repeticiones \pm la desviación estándar.

*Los resultados con superíndices con letra diferente son significativamente diferentes ($p < 0,05$) y se leen en columna vertical.

En cuanto a la actividad antioxidante (ABTS) los resultados expresados en micro mol de Trólox equivalente por 100 gramos de muestra, fueron de 2,12 a 5,08 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ mostrando que las variedades Kitipsho (pulpa roja) y Mendezita (pulpa azul) sin diferencia significativa, de igual manera las variedades Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla) y Azúcar cantina (pulpa blanca) sin diferencia significativa.

Respecto a la actividad antioxidante (DPPH) los resultados expresados en micro mol de Trólox equivalente por 100 gramos de muestra fluctuaron de 1,51 a 7,09 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ reportando diferencia significativa entre las variedades Kitipsho (pulpa roja), Mendezita (pulpa azul), mientras que las variedades Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla) y Azúcar cantina (pulpa blanca) son iguales significativamente. Dichos resultados muestran que estos permanecen dentro de los parámetros de normalidad. Por lo que la composición que se determinó es la adecuada y permitió el proceso experimental.

4.3. Caracterización de las propiedades físicas y cuantificación de amilosa y amilopectina de almidón de papa de las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar Cantina cultivadas en la Región Huánuco

4.3.1. Extracción y rendimiento de almidón de cuatro variedades de papa

La extracción de los almidones de las variedades de papa se realizó en los laboratorios de la E. P. Ingeniería Agroindustrial y se determinó el porcentaje de rendimiento que tuvo cada variedad a través de balance de materia. En la Tabla 10 se muestran los porcentajes que se obtuvo según las variedades de papa.

Tabla 10. *Rendimiento de almidón de las variedades de papa.*

Variedades de papa	Rendimiento (%)
Kitipsho (pulpa roja)	70,94±7,40 ^a
Mendozita (pulpa azul)	53,91±2,09 ^b
Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla)	16,28±0,89 ^c
Azúcar cantina (pulpa blanca)	15,10±0,46 ^c

*Cada valor representa la media de tres repeticiones ± la desviación estándar.

*Los resultados con superíndices con letra diferente son significativamente diferentes ($p < 0,05$) y se leen en columna vertical.

Referente al rendimiento en almidón de papa se obtuvieron valores de 15,10 a 70,94 % mostrando diferencia significativa entre los tratamientos en estudio donde la variedad Kitipsho (pulpa roja) obtuvo mayor porcentaje de rendimiento respecto a las demás variedades.

Los almidones de cuatro variedades de papas se pueden observar en la Figura 6.

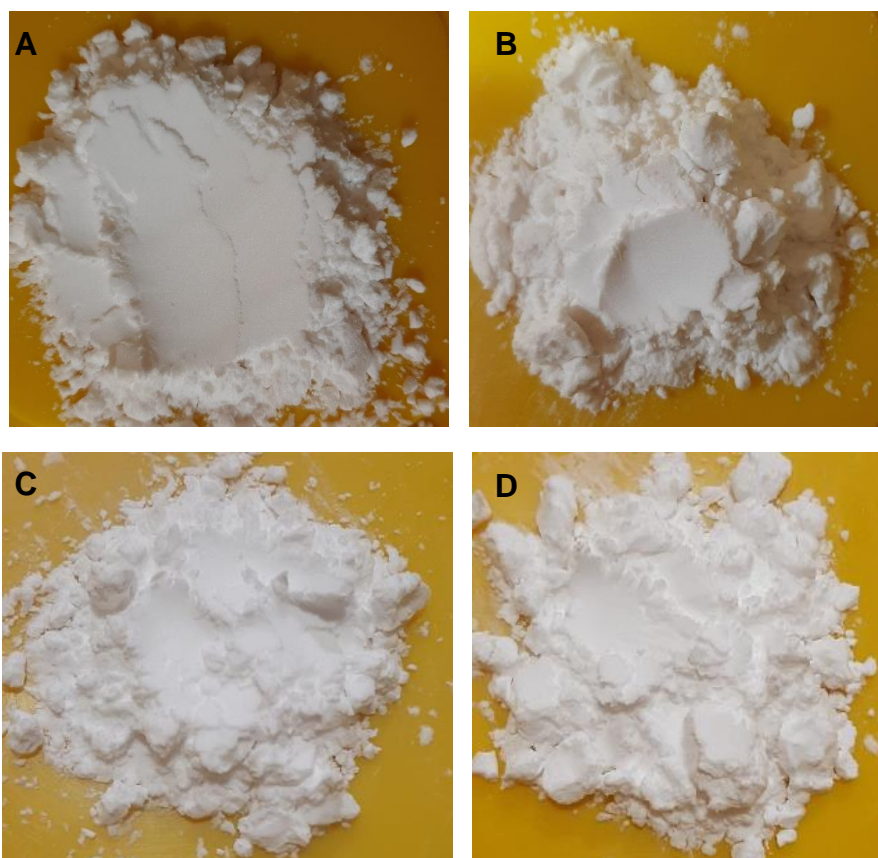


Figura 6. Almidón de cuatro variedades de papas analizados en el experimento. A) Kitipsho (pulpa roja) B) Mendozita (pulpa azul) C) Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla) D) Azúcar Cantina (pulpa blanca)

4.3.2. Evaluación de color de almidón de las variedades de papa

En la Tabla 11 y anexo 11 se muestran los resultados analizados con la prueba Tukey ($p < 0.05$). La determinación de color (L^* , a^* y b^*)

Tabla 11. Resultados de evaluación de color de almidón de papa.

Variedades de papa	L^*	a^*	b^*
Kitipsho (pulpa roja)	96,03±0,96 ^b	-0,81±0,05 ^c	0,79±0,04 ^b
Mendozita (pulpa azul)	95,48±0,03 ^b	-0,31±0,03 ^a	1,10±0,08 ^a
Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla)	98,16±0,04 ^a	-0,56±0,01 ^b	-0,55±0,02 ^c
Azúcar cantina (pulpa blanca)	96,21±1,28 ^b	-0,35±0,06 ^a	-1,24±0,09 ^d

*Cada valor representa la media de tres repeticiones \pm la desviación estándar.

*Los resultados con superíndices con letra diferente son significativamente diferentes ($p < 0,05$) y se leen en vertical.

En la Tabla 11 se presenta los resultados del color, donde los valores de luminosidad proporcionados por el parámetro L^* han variado de 95,48 a 98,16 evidenciando que la variedad Amarilla Tumbay de ojos azules presenta diferencia significativa con respecto a las demás variedades en estudio. Mientras que las coordenadas de cromaticidad a^* los valores fueron de -0,81 a -0,31 mostrando que Mendozita (pulpa azul) y Azúcar cantina (pulpa blanca) de ojos azules (pulpa amarilla) se encuentran sin diferencia significativa, mientras que Kitipsho (pulpa roja) y Amarilla Tumbay es diferente significativamente y con respecto al parámetro b^* se obtuvo valores entre -0,55 a 1,10 mostrando diferencia significativa entre los tratamientos en estudio.

4.3.3. Evaluación física y cuantificación de amilosa y amilopectina de las variedades de papa

En la tabla 12 se muestran los resultados de las evaluaciones físicas de almidón de cuatro variedades de papa analizados con la prueba Tukey y en los anexos 12, 13, 14, 15 y 16 se muestran los procedimientos de cada evaluación: determinación de temperatura de gelatinización, granulometría, retención de agua, densidad aparente, densidad real, amilosa y amilopectina.

Tabla 12. Resultados de evaluación física de almidón de cuatro variedades papa.

Variedades de papa	Temperatura de gelatinización (°C)	Granulometría (%)	Retención de agua (g gel/g)	Densidad aparente (g/mL)	Densidad real (g/mL)	Amilosa (%)	Amilopectina (%)
Kitipsho (pulpa roja)	62,83±0,29 ^b	4,93±0,06 ^a	15,41±0,49 ^a	0,92±0,01 ^a	2,74±0,00 ^a	30,09±0,10 ^c	69,91±0,10 ^b
Mendozita (pulpa azul) Amarilla	65,23±0,12 ^a	4,90±0,01 ^a	13,27±1,24 ^b	0,93±0,01 ^a	2,69±0,04 ^{ab}	29,35±0,25 ^d	70,65±0,25 ^a
Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla)	61,67±0,32 ^c	4,45±0,14 ^b	15,68±0,46 ^a	0,93±0,00 ^a	2,32±0,02 ^d	31,37±0,15 ^b	68,63±0,15 ^c
Azúcar cantina (pulpa blanca)	60,43±0,15 ^d	4,41±0,09 ^b	12,98±0,82 ^b	0,94±0,00 ^a	2,67±0,00 ^c	34,33±0,44 ^a	65,67±0,44 ^d

*Cada valor representa la media de tres repeticiones ± la desviación estándar.

*Los resultados con superíndices con letra diferente son significativamente diferentes ($p < 0,05$) y se leen en vertical.

En la tabla 12 se observan los resultados de las evaluaciones físicas de almidón de cuatro variedades de papa, cuyos valores de temperatura de gelatinización fluctuaron de 60,43 a 65,23 °C; reportando diferencia significativa entre tratamientos en estudio. Los valores de granulometría variaron de 4,41 a 4,93 % finura, sin mostrar diferencia significativa en los tratamientos Kitipsho (pulpa roja) y Mendozita (pulpa azul), así mismo Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla) y Azúcar cantina (pulpa blanca) no evidenciaron diferencia significativa.

Los valores de retención de agua oscilaron de 12,98 a 15,68 g gel/g muestra; los tratamientos Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla) y Kitipsho (pulpa roja) no presentan diferencia significativa, así mismo se evidencia que Mendozita (pulpa azul) y Azúcar cantina (pulpa blanca) no muestran diferencia significativa. Dichos resultados muestran que estos permanecen dentro de los parámetros de normalidad. Por lo que la composición que se determinó es la adecuada y permitió el proceso experimental.

La evaluación de densidad aparente reportó valores de 0,92 a 0,94 g/mL sin diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, mientras que la densidad real evidenció valores de 2,32 a 2,74 g/mL mostrando diferencia significativa entre tratamientos. Dichos resultados muestran que estos permanecen dentro de los parámetros de normalidad. Por lo que la composición que se determinó es la adecuada y permitió el proceso experimental.

Los resultados de cuantificación de amilosa fluctuaron valores de 29,35 a 34,33 % evidenciando diferencia significativa entre los tratamientos. Mientras que la amilopectina osciló valores de 65,67 a 70,65 % mostrando diferencia significativa entre tratamientos. Dichos resultados muestran que estos permanecen dentro de los parámetros de normalidad. Por lo que la composición que se determinó es la adecuada y permitió el proceso experimental.

V. DISCUSIÓN

5.1. De la evaluación fisicoquímica en las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar Cantina cultivadas en la Región Huánuco.

5.1.1. De la evaluación de las características biométricas y evaluación de color en cuatro variedades de papa

En la evaluación de las características fisicoquímicas de las variedades de papa se encontró que en cuanto al color los valores de luminosidad L^* fluctuaron de 22,40 a 79,00 y las coordenadas de cromaticidad a^* de 0,70 a 20,10 y b^* -1,50 a 44,70 mostrados en la Tabla 6 presentan valores inferiores al reporte de Tarlak *et al.*, (2016) reporto L^* igual a $68,59 \pm 1,02$ para la pulpa de papa y en las características de cromaticidad a^* y b^* para papa nativa de las variedades reportado por Leguía (2017): Puma maqui, Cuchi pelo, Yana Palta, y Qayma Marcela, $-1,26 \pm 0,01$; $-1,25 \pm 0,01$; $-1,33 \pm 0,01$; y $-1,33 \pm 0,01$ para a^* , mientras que para b^* $2,22 \pm 0,01$; $2,52 \pm 0,01$; $1,34 \pm 0,01$ y $1,54 \pm 0,01$ respectivamente, en la presente investigación del análisis de color muestra el color característico a muestra en estudio.

En cuanto a los resultados de características biométricas de las cuatro variedades de papa obtuvimos resultados de 40,8 a 60,3 mm. Según INIA (2007), menciona que si el diámetro central de la papa es superior a 50 mm comercialmente se trata de una papa de primera clase, y si el diámetro central de la papa es inferior a 30 mm comercialmente se trata de una papa de segunda clase, lo que nos conlleva a deducir que Kitipsho (pulpa roja) y Mendozita (pulpa azul) son papas de primera clase, mientras que Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla) y Azúcar Cantina (pulpa blanca) son papas de segunda clase comercialmente.

5.1.2. De la evaluación fisicoquímica en cuatro variedades de papa

De la Tabla 7, en relación a humedad se evidenciaron valores de 66,32 a 83,99 %, que muestra una similitud con los estudios de Zavala & Sesibet (2013) ya que ellos indicaron que el contenido de humedad en la papa nativa variedad de Huayro Negro fue de 67,33 %; Oña (2015) realizó un similar experimento de humedad de la variedad Uvilla, donde registró 74,35 % de humedad; también

Zarate *et al.*, (2013), evaluó las características de los clones promisorios de papa criolla, la humedad de los tubérculos se situó en rangos de 72,45% y 80,83%, por lo tanto podemos afirmar que los valores obtenidos en nuestro análisis permanecen dentro de los parámetros permitidos, Polanco (2014), menciona que a menor contenido de humedad mayor es el contenido de almidón, entonces nuestros resultados de humedad y rendimiento de almidón tienen coherencia. (ver tabla 7 y tabla 10).

Los valores de los sólidos totales fluctuaron de 16,01 a 33,68 °Brix, siendo superiores a lo reportado por Oña (2015) quien trabajó dos papas nativas, la variedad Tushpa y Uvilla 6,07 y 7,10; Por otro lado, Rincón (2015) en relación a las características fisicoquímicas de la papa nativa “variedad yana chapiña” encontró de 6,07; sin embargo se encontró resultados similares a los de Contreras (2007) donde el rango de sólidos totales en papa fresca está entre 13,1 a 36,8; según Hasbún *et al.*, 2009 mencionan que si el contenido de sólidos totales es mayor a 20 °Brix las papas tendrán buenos rendimientos en procesos donde se requiera deshidratación como obtención de almidón, papa tostada o prefrita, por lo tanto podemos afirmar que la variedad Kitipsho, Amarilla Tumbay de ojos azules y azúcar cantina tendrán altos rendimientos para éstos procesos industriales, observamos la Tabla 10 rendimiento de almidón efectivamente ésta lógica se cumple a excepción de la variedad Mendozita lo que nos lleva a deducir que existe un posible error en la lectura de resultados de sólidos totales en dicha variedad.

En el pH se reportó valores de 6,32 a 6,87 encontrando una similitud con los estudios de Obregón & Repo (2013), con un pH de 6,30 a 6,90. Encontrando que a menor % de acidez el pH es mayor (pH neutro).

Mientras que los valores de acidez fluctuaron de 0,03 a 0,09 % dichos resultados son inferiores a los estudios de Obregón & Repo (2013). Donde obtuvieron valores de acidez de 0,13 a 0,28%; en su investigación “Evaluación fisicoquímica y bromatológica de cuatro variedades nativas de papa (*solanum spp.*)”; el % de acidez que obtuvimos en nuestra investigación son bajos, esto va relacionado al estado de madurez de las variedades de papa, ya que los niveles de acidez muestran el contenido de ácidos orgánicos de la papa.

En cuanto a azúcares reductores se encontró valores de 1,36 a 43,89 % siendo superior a lo reportado por Obregón & Repo (2013), donde obtuvo valores de 1,50 a 1,80 % en su investigación “Evaluación fisicoquímica y bromatológica de cuatro variedades nativas de papa (*Solanum* spp.)”, evaluaron cuatro variedades nativas de papa: amarilla runtus (*Solanum goniocalyx*) con 1,60 %, huayro (*Solanum chaucha*) con 1,50 %, peruanita (*Solanum goniocalyx* Juz. & Bukasov) con 1,80 % y huamantanga (*Solanum tuberosum andigena*) con 1,65 %, procedentes de la provincia de Huancayo, región Junín. Por otro lado, Ligarreto (2003), menciona que el contenido de azúcares reductores en la papa nativa, es variable en unas alcanza valores superiores a otras, aunque hayan crecido y fueran cosechadas y almacenadas de la misma manera. Razones que podrían explicar porque obtuvimos mayor contenido de azúcares reductores en la variedad Kitipsho (pulpa roja).

5.2. De la evaluación de las propiedades antioxidantes en las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar Cantina cultivadas en la Región Huánuco.

5.2.1. De la evaluación de Polifenoles totales y Antocianinas.

En la Tabla 8, se encontró que los valores de polifenoles totales oscilaron de 7,35 a 98,09 mg AGE/g; reportando valores cercanos con respecto a la investigación de Suarez *et al.*, (2014) sobre polifenoles, micronutrientes minerales y potencial antioxidante de papas nativas, donde el contenido de polifenoles estuvo en el rango de 23,99 a 49,52 mg AGE/g. Según Cita *et al.*, (2015) menciona que en su investigación las papas moradas y rojas mostraron mayor contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante, en relación a la papa control (amarilla), entonces mediante nuestra investigación podemos corroborar que esta afirmación es correcta (ver Tabla 8 y Tabla 9).

Mientras que los valores de antocianina fluctuaron de 97,59 y 208,22 mg/L reportando valores superiores al resultado de Natividad & Rojas (2012), en su estudio de caracterización de papas nativa de la variedad Pucca Llamash 35,952 mg/L, seguido la variedad Yana kitish con 31,154mg/L y en el tercer lugar la variedad Rojanquina 28,519mg/L. GAJARDO (2008), menciona que debido a las antocianinas presentes en papas pigmentadas, los niveles de

antioxidantes en papas de pulpa roja o morada son de dos a tres veces mayores que en las papas de pulpa blanca, lo que nos lleva a la conclusión que obtuvimos resultados dentro de los parámetros establecidos. (ver Tabla 8). GAJARDO (2008), también nos menciona que los pigmentos de las papas rojas y púrpuras son deseables por ser estables en la comida.

5.2.2. De la evaluación de Actividad antioxidante ABTS y DPPH.

En la Tabla 9, los resultados en cuanto a la actividad antioxidante (ABTS) fueron de 2,12 a 5,08 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ mostrando valores similares al de Moreno *et al.*, (2016), en su investigación "EFECTO DE LA COCCIÓN SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE PAPAS NATIVAS (*Solanum tuberosum*) DEL ECUADOR", su capacidad antioxidante ABTS en 5 variedades de papa nativa fue: Yana Shungo 5,73 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$; Puca Shungo 5,53 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$; Leona Negra 6,16 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$; Uvilla 2,34 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ y Tushpa 6,49 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$.

Respecto a la actividad antioxidante (DPPH) los resultados fluctuaron de 1,51 a 7,09 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ reportando valores similares a la investigación de Suarez *et al.*, (2014) "Polifenoles, micronutrientes minerales y potencial antioxidante de papas nativas", donde indicó que la capacidad antioxidante por el método DPPH en 5 variedades de papa nativa fue: 6 SJ-JP 1,31 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$; 13 SJ-JP 2,34 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$; 28 SJ-JP 1,40 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$; 34 SJ-JP 2,14 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ y para WR 1,28 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$. Rojas & Narváez (2009), mencionan que encontraron un comportamiento similar en los resultados que obtuvieron con respecto a determinación de actividad antioxidante y los métodos que utilizaron en su investigación para determinar actividad antioxidante de frutas de guayaba (*Psidium guajava L.*) fueron ABTS, FRAP y DPPH. Esta afirmación nos lleva a comparar los resultados de nuestra investigación y llegamos a la misma conclusión. (ver Tabla 9).

5.3. De la caracterización de las propiedades físicas y cuantificación de amilosa y amilopectina de almidón de papa de las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar Cantina cultivadas en la Región Huánuco.

5.3.1. De la extracción y rendimiento de almidón de las cuatro variedades

En la Tabla 10, referente al rendimiento en almidón de papa se obtuvieron valores de 15,10 a 70,94 % correspondiendo el mayor porcentaje de extracción a la variedad Kitipsho (pulpa roja) con 70,94 %, seguido por la variedad Mendozita (pulpa azul) con 53,91% encontrando valores aproximados a Barrera *et al.*, (2004) mencionan que tubérculos de gran tamaño y forma regular alcanzan rendimientos de hasta un 16 %, mientras que, los de tamaño pequeño y con ojos profundos, el rendimiento es sólo de un 8,51 %. Zárate-Polanco *et al.*, (2014) reportaron valores desde 8,59 hasta 19,43 % para papa colombiana y Loyola *et al.*, 2010) quienes presentaron valores del rendimiento 13,58 y 14,46 % para aquellos tubérculos cultivadas convencional y orgánicamente.

Las diferencias encontradas, en cuanto a rendimiento, pudieran deberse por varias razones, Zárate-Polanco *et al.*, (2014) mencionan que el rendimiento de la extracción depende de la madurez del tubérculo, puesto que el almidón inicia el proceso de hidrólisis después de cosechado el tubérculo, por lo tanto, su contenido se reduce gradualmente a medida que el fruto madura.

Por lo tanto, es importante extraer el almidón una vez sea cosechada la papa. Montesinos (2018), menciona que el periodo vegetativo de papas nativas es el número de meses que transcurre desde la siembra hasta la madurez del cultivo (cosecha), en el caso de nuestra investigación las papas nativas Kitipsho y Mendozita, tienen un periodo vegetativo de 6 meses, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar cantina tienen 6 meses más 15 días desde la siembra hasta la madurez del cultivo.

Además, Barrera *et al.*, (2004) menciona en el proceso de extracción, el tamaño de tubérculo y el tamaño de los gránulos de almidón. También, es importante mencionar que los rendimientos de extracción obtenidos podrían deberse a que se realizó de forma manual (nivel laboratorio), y que en cada etapa del proceso existen pérdidas.

5.3.2. De la evaluación de color de almidón de las variedades de papa

En la tabla 11 se presenta los resultados del color de almidón de las cuatro variedades de papa nativa, éstas indican que existe diferencia significativa ($p < 0,05$) donde los valores de L^* que representa la luminosidad de la muestra de almidón, estuvieron en el rango de 95,48 a 98,16 y presentaron un color blanco a simple vista; mostrando similitud a lo reportado por Cruz *et al.*, (2013) (95,4) para almidón de papas comerciales.

Mientras que las coordenadas de cromaticidad a^* los valores fueron de -0,81 a -0,31 mostrando que el T2 (pulpa azul) y T4 (pulpa blanca) sin diferencia significativa, mientras que el T1 (pulpa roja) y T3 (pulpa amarilla) es diferente significativamente. Los valores negativos de a^* , los ubica en la fracción verde y por estar cercano al valor de cero tienen más tendencia a un color neutro (Joaqui, 2013) y con respecto al parámetro b^* se obtuvo valores entre -0,55 a 1,10 mostrando diferencia significativa entre los tratamientos en estudio. Los valores positivos de b^* indican una ligera tendencia al color amarillo, cuyos valores estuvieron cercanos a cero. Al respecto, (Sánchez, 2004) menciona que cuando los parámetros a^* y b^* tienden a cero, la muestra evaluada tiene un color blanco.

5.3.3. De la evaluación física, y cuantificación de amilosa y amilopectina de las variedades de papa

En la tabla 12 se observan las características físicas de almidón y cuantificación de amilosa y amilopectina, cuyos valores de temperatura de gelatinización fluctuaron de 60,43 a 65,23 °C; reportando diferencia significativa entre tratamientos en estudio, encontrados similares a los reportados por Lee & Yoo (2009) varió de 58,40 a 63,08 °C; Mbougueng *et al.*, (2012) ($T_o = 55,22$ °C), Yusuph *et al.*, (2003) (57,9-61,0 °C) para almidones de papas nativas; Chung *et al.*, (2014) ($T_p = 64,2-68,4$ °C y $T_c = 73,8-79,7$ °C). Es importante resaltar que a menor T° de gelatinización mayor será el contenido de amilosa. (ver Tabla 12), esto puede deberse a que la amilosa tiene la capacidad de enlazar moléculas mediante puentes de hidrógeno y formar micelas hidratadas, por otro lado, Polanco (2014), menciona que el almidón que tenga menor temperatura de gelatinización es ideal para aplicarlo en salsas, sopas y pasta, entonces Azúcar Cantina (pulpa blanca) es ideal para estos procesos mencionados.

Los valores de granulometría variaron de 4,41 a 4,93 % de finura y se utilizó la malla número 75, encontrando una similitud con la investigación de Samanez (2020) donde el índice de finura que obtuvo en los almidones que analizó fue entre 2,20 y 2,42 % de finura y utilizó la malla número 100. Soto & Yantas (2012) indica que el % de finura o índice de finura para harinas se considera de (0 - 2) finas, (2.1 - 3) medio y (3.1 - 4) gruesas, entonces podemos decir que el % de finura en el almidón de las cuatro variedades de papa de nuestra investigación están en el rango de finura gruesa, asumimos que obtuvimos dicho rango porque para nuestro procedimiento utilizamos un tamiz con aberturas más pequeñas (malla número 75), entonces concluimos que los valores obtenidos están dentro de los parámetros aceptables para almidones.

Los valores de retención de agua oscilaron de 12,98 a 15,68 g gel/g muestra, encontrando una similitud con la investigación de Garnica *et al.*, (2010) donde los valores de índice de absorción de agua en almidón de papa nativa fluctuaron entre 6,5 y 15,04 g gel/g muestra, entonces podemos observar que el almidón con mayor capacidad de retención de agua fue de las variedades Amarilla Tumbay de ojos azules (pulpa amarilla) y Kitipsho (pulpa roja).

En cuanto a densidad aparente reportando valores de 0,92 a 0,94 g/mL superiores a los resultados de (Rodríguez, 2009), reportó valores de la densidad aparente de la arracacha de 0,59 g/mL, pero se encontró resultados similares a la investigación de (Samanez, 2020) donde los resultados de densidad aparente en almidones extraídos de clones de papa nativa (*Solanum tuberosum*) cultivados en la provincia de Andahuaylas variaron de 0,78 a 0,82 g/mL.

Mientras que la densidad real evidenció valores de 2,32 a 2,74 g/mL mostrando una similitud con (Smith, 1967) donde mencionó que el almidón debe tener una densidad promedio de 1,560 g/mL.

En la cuantificación de amilosa y amilopectina del almidón de las variedades de papa se encontró que la cuantificación de amilosa fluctuaron valores de 29,35 a 34,33 % encontrando valores cercanos a los estudios de Karim *et al.*, (2007) en el intervalo de 25,2 a 31,2 %, (Kaur *et al.*, 2007) con 25,5 a 31,6 %, (Singh

et al., 2003) con 25,5 a 30,4 %; y superiores a Zárate-Polanco *et al.*, (2014) con 14,05-49,0 % en su investigación extracción y caracterización de almidón nativo de clones promisorios de papa criolla (*solanum tuberosum*, grupo *phureja*). El almidón de papa comercial tiene una relación promedio que varía entre 1:4 y 1:5 de amilosa y de amilopectina, entonces podemos decir que el contenido que amilosa se encuentra dentro de los parámetros establecidos. Por otro lado Polanco (2014), menciona que un almidón con alto contenido de amilosa es excelente para preparar productos cárnicos y postres lácteos, se pueden considerar de buena calidad, debido a que son buenos emulsificantes, espesantes y con tendencia a almidones opacos. Entonces el almidón de la variedad Kitipsho (pulpa roja) es ideal para estos procesos.

Mientras que la amilopectina osciló valores de 65,67 a 70,65 %; esto puede deberse a la calidad de almidón y a que la amilopectina es parcialmente soluble en agua, Zárate-Polanco *et al.*, (2014) obtuvo valores de 51,0-85,95% en su investigación extracción y caracterización de almidón nativo de clones promisorios de papa criolla (*solanum tuberosum*, grupo *phureja*). Y encontramos valores cercanos a Belitz, (2009) de 70%-80%. Por otro lado, Polanco (2014), menciona que aquel almidón con alto contenido de amilopectina se puede emplear en la industria panificadora evitando la retrogradación, haciendo que los productos tengan más estabilidad y suavidad, entonces el almidón de la variedad Mendozita es ideal para estos procesos.

VI. CONCLUSIONES

Se analizó las características fisicoquímicas presentes en las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar cantina cultivadas en la Región Huánuco. Destacando que Kitipsho presenta menor contenido de humedad por ende tendrá buen rendimiento en la extracción de su almidón con respecto a las otras variedades; Kitipsho y Mendozita por su color característico son más apreciadas por los consumidores en la gastronomía.

Se evaluó el contenido de polifenoles totales, antocianinas y actividad antioxidante en las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar cantina cultivadas en la Región Huánuco. Destacando que las variedades Kitipsho y Mendozita como recursos de excelente fuente de antioxidantes; las antocianinas y polifenoles totales en la variedad Kitipsho tienden a reaccionar mejor con el DPPH (polar) con respecto a las otras variedades.

Se realizó el análisis físico y composición del almidón obtenidos en las variedades Kitipsho, Mendozita, Amarilla Tumbay de ojos azules y Azúcar cantina cultivadas en la Región Huánuco. Destacando que la variedad Azúcar cantina tuvo menor T° de gelatinización y mayor contenido de amilosa con respecto a las otras variedades.

VII. RECOMENDACIÓN

- Revalorar el consumo de las cuatro variedades de papas nativas analizadas en el presente trabajo de investigación y darle valor agregado según la aptitud alimentaria y no alimentaria de cada una de ellas; se recomienda lo siguiente: Kitipsho (colorante natural, chips, tocosh, chuño, papa seca por su bajo contenido humedad); Mendozita (colorante natural, chuño, tocosh por su alto contenido de antioxidantes); Amarilla Tumbay de ojos azules (vodka por el contenido de sus sólidos totales) y Azúcar Cantina (chips y puré por el contenido de sus sólidos totales).
- Se recomienda aplicar los almidones en formulaciones de alimentos tales como: Kitipsho (productos cárnicos y postres lácteos por su bajo contenido amilosa es buen emulsificante y espesante con respecto a las otras variedades); Mendozita (industria panificadora: galletas, queques, panes, etc., por su alto contenido de amilopectina brinda estabilidad y suavidad con respecto a las otras variedades); Amarilla Tumbay de ojos azules (espesantes como natillas y compotas por su capacidad de retención de agua con respecto a las otras variedades) y Azúcar Cantina (salsas, sopas y pasta porque presenta menor temperatura de gelatinización y mayor contenido de amilosa con respecto a las otras variedades).
- Ensayar el comportamiento de las variedades de papa nativa y de sus almidones obtenidos, en un sistema alimentario y no alimentario para conocer las alteraciones de sus propiedades, al interactuar con otros componentes y en condiciones específicas de procesamiento.
- Para elevar el rendimiento de extracción de almidón de las papas nativas y tener valores más competitivos se puede reemplazar las operaciones manuales realizadas en la extracción por un proceso semiindustrial, que puede incluir los equipos especializados que se utilizan en procesos automatizados a gran escala.
- Analizar la resistencia a enfermedades de las cuatro variedades de papas nativas tales como la ranca.

- Analizar profundamente sobre el comportamiento del contenido de azúcares reductores y su relación con las personas diabéticas.
- Realizar un nuevo análisis de determinación de azúcares reductores a la variedad Kitipsho ya que presentó un contenido elevado con respecto a las otras variedades.
- Evaluar la factibilidad económica del almidón nativo proveniente de papas nativas.

VIII. LITERATURA CITADA

- A.O.A.C. (2000). Official Methods of Analysis. XIV. Association of Official
- AGROPECUARIA (INIA). (2007). Variedades de papas. Disponible en http://www.inia.cl/remehue/servicios/insumos/cartillas_papa/desiree.cfm, Visitado el 30 marzo 2014 *alimentos de la calidad sanitaria*.
- Álvarez E., Jiménez G., Posada, C.; Rojano, B. Gil, J. García, C. Durango, R. *Actividad antioxidante y contenido fenólico de los extractos provenientes de las bayas de dos especies del género vismia (guttiferae)*. Rev. Fac. Qui. Y Far. ISSN 0121-4004 Volumen 15 número 1, año (2008). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. págs. 165-172.
- Álvarez-Jubete, L.; Wijngaard, H.; Arendt, E. y Gallagher, E. *Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking Food Chemistry* 119 (2010) 770–778. Analytical Chemist. Washington D.C.
- Arenas Riaño, C. A., & Pedraza Guarnizo, D. J. (2017). Evaluación del proceso de modificación de almidón de papa mediante acetilación y oxidación, para su aplicación como excipiente en la industria farmacéutica a nivel laboratorio (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América).
- Badui, S.D. (2001). *Química de los alimentos*. Ed. Pearson. México D. F., 94-104.
- Barragan, M. y Aro, M. (2017). *Determination of the effect of cooking processes in pigmented native potatoes (Solanum tuberosum spp. andigena) on their bioactive compounds*. Rev. Investig. Altoandin. 19(1): 47 – 52.
- Barrera, V; Tapia, C; Monteros, A. (2004). *Raíces y tubérculos andinos: alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador*. Quito, EC, INIAP. 176p.
- Biliaderis, C.G. (1991). *Non-equilibrium phase transitions of aqueous starch systems*. In: Levine H y Slade L editors. *Water relationships in foods*. New York EUA: Plenum press, 251-273.
- Blazek, J., & Copeland, L. (2007). *Pasting and swelling properties of wheat flour and starch in relation to amylose content*. Carbohydrate Polymers 71, 380-387.
- C.I.P (20 de 08 de 2019). *Catalogue of CIP Potato Varieties*. Recuperado de https://research.cip.cgiar.org/red_varie/pages/home.php

- Cáceres, P. (1991). *Factores de rendimiento en la producción de almidón de papas (Solanum tuberosum L.)*. Tesis para optar al título de ingeniero agrónomo, Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile. 90 p
- Ceballos, A. (2008). *Estudio comparativo de tres sistemas de secado para la producción de un polvo deshidratado de fruta*. Universidad Nacional de Colombia. Manizales, Colombia. 111 p.
- Censo Nacional Agropecuario (IV), CENAGRO. (2012). *cervezas en planta piloto*. Memoria para optar al título de ingeniero civil en biotecnología e ingeniero civil químico, Santiago de Chile, Chile.
- Chamorro, R.; Carrasco, R.; Ccapa K. y Quispe F. (2018). *Composición química y compuestos bioactivos de treinta accesiones de kiwicha (Amaranthus caudatus L.)*. Rev Soc Quím Perú. 84(3): 363-375.
- Chauhan, A.; Saxena, A. y Singh, S. 2015. *Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (Amaranthus spp.) flour*. LWT - Food Science and Technology 63: 939-945.
- Chung, J; Li, X. Q; Kalinga, D; Lim, T; Yada, R; Liu, Q. (2014). *Physicochemical properties of dry matter and isolated starch from potatoes grown in different locations in Canada*. Food Research International 57:89-94. Concentration of apple and pear juices in a multi-plate freeze concentrator innovative. Revista Food Science and Emerging
- Cita, Y. M., Ramirez, G. R. C., Lasso, M. D. S. C., & Holguín, A. M. G. (2015). Contenido de antioxidantes en papas criollas nativas (*Solanum tuberosum L.* grupo Phureja) en proceso de precocción y congelación. Alimentos Hoy, 23(36), 31-41.
- Contreras, R. (2007). *El origen del color en la naturaleza. Una introducción a la química del color*. 1 era edición, Universidad de Los Andes, Vicerrectorado Académico, CODEPRE, Venezuela, pp. 71-86
- Cruz, B; Abraão, A; Lemos, A; Nunes, F. (2013). *Chemical composition and functional properties of native chestnut starch (Castanea sativa Mill)*. Carbohydrate Polymers 94(1):594-602.
- Debet, R.M. & Gidley, J.M. (2006). *Three classes of starch granule swelling: Influence of surface proteins and lipids*. Carbohydrate Polymers, 64 (3), 452-465.

- Del Carpio, C.; Serrano, C. y Giusti, M. (2009). *Caracterización de las antocianinas de los frutos de Berberis boliviana Lechler*. Rev Soc Quím Perú. 75(1): 76-86.
- Díaz, Y. (2015). *Determinación de las propiedades físicas, químicas, tecnofuncionales y la estabilidad en congelación/descongelación del almidón de cuatro variedades de Solanum tuberosum ssp. andigenum (papa nativa)*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, UNAJMA, Perú.
- Fonseca C., Burgos G., Rodríguez F., Muños L., & Ordinola M. (2014). *Catálogo de variedades de papa nativa con potencial para la seguridad alimentaria y nutricional de Apurímac y Huancavelica*. Centro Internacional de la Papa – CIP. Lima, Perú. 29p
- Fuenzalida, N. (2008). *Determinación de la cantidad de fenoles totales y la actividad antioxidante en papas nativas pigmentadas (Tesis de licenciatura)*. Universidad Austral de Chile, Chile.
- Funglie K.C. & Oates C.G. (2001). Starch markets in Asia. In: Sweetpotato post-harvest research and development. Proceedings of an international workshop. Chengdu, China. November 7-8.
- GAJARDO, N. C. F. (2008). *Determinación de la cantidad de fenoles totales y la actividad antioxidante en papas nativas pigmentadas (Doctoral dissertation, Universidad Austral de Chile)*.
- García Ramírez, A. E. (2011). *Evaluación in vitro/in vivo de propiedades antioxidantes de clones promisorios de papa criolla (Solanum phureja) (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia)*.
- Garnica, A. M., Contreras, L. P., Romero, A. R., & del Socorro Cerón, M. (2010). *Características funcionales de almidones nativos extraídos de clones promisorios de papa (Solanum tuberosum L. subespecie andigena) para la industria de alimentos*. Alimentos Hoy, 19(21), 3-15.
- Grace, (1977). *Características físicas de almidón: colorímetro KONICA MINOLTA CHROMA METER CR-400*.
- Hasbún, J., Esquivel, P., Brenes, A., & Alfaro, I. (2009). *Propiedades físico-químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa*. Agronomía costarricense: Revista de ciencias agrícolas, 33(1), 77-89.

- Hernandez, M., Torruco, J.G., Chel, L. & Betancur, D. (2008). *Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México*. *Ciênc. Technol. Aliment.*, 28(3), 718-726.
- Hirose, Y.; Fujita, T.; Ishii, T. y Yueno N. (2010). *Antioxidant properties and flavonoid composition of Chenopodium quinoa seeds cultivated in Japan*. *F. Chem*; 119: 1300-1306.
- Hwang, J., & Kokini, I. (1992). *Contribución de las ramas laterales para las propiedades reológicas de las pectinas*. *Carbohidratos y Polimeros.*, 41-50.
- ISI (1999). *Determination of pH in starch and syrup*. ISI 26-5e. In: *Laboratory methods*. Science Park, Aarhus, Dinamarca, International Starch Institute (ISI).
- Joaqui, D; Villada, H. (2013). *Propiedades ópticas y permeabilidad de vapor de agua en películas producidas a partir de almidón*. *Rev. Bio. Agro* 11(2):56-68.
- Karim, A; Toon, L; Lee, V; Ong, W; Fazilah, A. (2007). *Effects of phosphorus contents on the gelatinization and retrogradation of potato starch*. *Journal of Food Science* 72(2):C132-C138.
- Kaur, L., Singh, J., McCarthy, O. J., & Singh, H. (2007). *Physico-chemical, rheological and structural properties of fractionated potato starches*. *Journal of Food Engineering*. 82 (3), 383 - 394.
- Lai L & Kokini. (1991). *Physicochemical changes and rheological properties of starch during extrusion (A review)*. *Biotechnology Progress*, 7 (3), 251-266.
- Lee, H. L & Yoo, B. (2009). *Dynamic rheological and thermal properties of acetylated sweet potato starch*. *Starch-Stärke* 61(7):407-413.
- Ligarreto, G. A., & Suárez, M. N. (2003). *Evaluación del potencial de los recursos genéticos de papa criolla (Solanum phureja) por calidad industrial*. *Agronomía Colombiana*, 21(1-2), 83-94.
- Lindeboom, N., Chang, P., & Tyler, R. (2004). *Aspectos analíticos, bioquímicos y fisicoquímicos de tamaño de los gránulos de almidón, con énfasis en los pequeños almidones granulares*. *Almidón*, 89-99.
- López-Mejía, A.; López-Malo, A.; Palou, P. (2014). *Antioxidant capacity of extracts from amaranth (Amaranthus hypochondriacus L.) seeds or leaves*. *Industrial Crops and Products* 53: 55– 59.
- Loyola, L.N, Oyarce, C., Eduardo & Acuña C. (2010). *Evaluación del contenido de masa almidón en papas (Solanum tuberosum, sp. tuberosum cv. desirée)*,

producidas en masa forma orgánica convencional en la provincia de curicó, región del Maule, Chile. Vol. Masa 28(2), 41-52.

- Margraf, T., Karnopp, AR, Rosso, ND y Granato, D. (2015). Comparación entre los ensayos de Folin - Ciocalteu y Prussian Blue para estimar el contenido fenólico total de jugos y téis mediante microplacas de 96 pocillos. *Revista de ciencia alimentaria* , 80 (11), C2397-C2403.
- Martínez, J.; Rojas, H.; Borda, G.; Hastamorir, A. y Medina, M. (2011). *Estabilidad de Antocianinas en Jugo y Concentrado de Agraz (Vaccinium meridionale Sw.)*. 64(1): 6015-6022.
- Mbougoung, P; Tenin, D; Scher, J; Tchiégang, C. (2012). *Influence of acetylation on physicochemical, functional and thermal properties of potato and cassava starches*. *Journal of Food Engineering* 108(2):320-326.
- Miller, G. (1959). *Uso de reactivo de ácido dinitrosalicílico para la determinación de la reducción de azúcar*. *Anal. Chem.* 31: 426-428.
- Montesinos Cartagena, A. (2018). Especiación y caracterización de 100 entradas de papa nativa (*Solanum ssp.*) en el sector Hatunpampa, K'ayra, distrito de San Jerónimo, Cusco.
- Moreno-Guerrero, C., Andrade-Cuvi, M. J., Oña-Pillajo, G., Llumiquinga-Hernández, T., & Concellón, A. (2016). Efecto de la Cocción Sobre la Composición Química y Capacidad Antioxidante de Papas Nativas (*Solanum tuberosum*) del Ecuador. *ECUADOR ES CALIDAD-Revista Científica Ecuatoriana*, 2(2).
- Natividad A; & Rojas, R, (2012). *Determinación of anthocynins in eighr varieties of native potatoes pigmented (Solanum tuberosum l.) in the region huanuco* investigacion valdizana. 6(1): 5-8.
- NTP 011.119:2010 TUBÉRCULOS Y RAÍCES. Definiciones. https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/home_tienda.aspx, 06/10/2020, 03:54pm
- Núñez, M., C., Bello, L., A., & Tecante, A. (2004). *Swelling-solubility characteristics, granule size distribution and rheological of banana (Musa paradisiaca) starch*. *Carbohydrate Polymers*. 56, 65-75.
- Obregón, A & Repo, R (2013). *Evaluación fisicoquímica y bromatológica de cuatro variedades nativas de papa (Solanum spp.)*

- Oña, E. (2015). *Determinación de la composición química y capacidad antioxidante de dos variedades de papas nativas (Solanum tuberosum): Tushpa y Uvilla en estado fresco y cocido*. Tesis.
- Polanco, L. Z. (2014). Extracción y caracterización de almidón nativo de clones promisorios de papa criolla (*Solanum tuberosum*, Grupo Phureja). *Revista Latinoamericana de la papa*, 18(1), 1-24.
- Ramírez, C. (2016). *Estandarización de los procesos de fabricación de*
- Rapisarda, P., Fanella, F., & Maccarone, E. (2000). Reliability of analytical methods for determining anthocyanins in blood orange juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(6), 2249-2252.
- Re, R.; Pellegrini, N.; Proteggente, A.; Pannala, A.; Yang, M. y Rice-Evans, C. (1999). *Antioxidant activity applying and improved ABTS radical cation de colorization assay*. *Free Radical Biology & Medicine*. 26(9-10): 1231-1237.
- Rincón, J. (2015). *Efecto del tipo de empaque y la temperatura de almacenamiento en la degradación de compuestos antocianicos de la papa (Solanum andigenum Juz et Buk) nativa, variedad "Yana Chapiña"*. Tesis.
- Ríos K. L. (2014). *Análisis comparativo de las propiedades físico químicas y nutrimentales del almidón obtenido a partir de dos especies de Malanga (Colocasia antiquorum y Colocasia esculenta) cultivadas en el estado de Oaxaca (tesis de grado)*. Tesis de maestría, Universidad Tecnológica de la Mixteca, México.
- Rojas-Barquera, D., & Narváez-Cuenca, C. E. (2009). Determinación de vitamina C, compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante de frutas de guayaba (*Psidium guajava* L.) cultivadas en Colombia. *Química Nova*, 32(9), 2336-2340.
- Romero Á. R. & Garnica A. M. (2009). *Caracterización de clones promisorios de papa (Solanum tuberosum subespecie andigenum) por su potencial para la producción de almidones nativos*. Tesis de maestría, Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.
- Samanez, C. A. L. (2020). Propiedades fisicoquímicas, tecnofuncionales y morfológicas de almidones extraídos de clones de papa nativa (*Solanum tuberosum*) cultivados en la provincia de Andahuaylas. *Science, Technology and Society*, 1(1), 7-7.

- Sánchez, I. (2007). *Propiedades fisicoquímicas de almidones catiónicos elaborados por extrusión*. Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional, México.
- Sánchez, M. (2004). *Modificación por oxidación del almidón de plátano (*Musa paradisiaca* L.) y su caracterización parcial*. Tesis Mag.Sc. Morelos, MX, IPN. 95p.
- Sandoval-Vegas, M.; Huamán-Gutiérrez, O.; Oré-Sifuentes, R. Loli-Ponce, A. y Ayala-Pío, S. (2010). *Efecto antioxidante y citoprotector del *Solanum tuberosum* (papa) en la mucosa gástrica de animales de experimentación*. An Fac med. 71(3):147-52.
- Singh, N; Singh, J; Kaur, L; Sodhi, N; Gill, B. (2003). *Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources*. Food Chemistry 81(2):219-231.
- Smith, R.J. (1967). *Characterization and analysis of starches*. In Whistler, R.L. & Paschall, E. *Starch: Chemistry and Technology*. Vol II. Industrial Aspects. New York, Academia Press. p 593.
- Spooner, D.M., McLean, K., Ramsay, G., Waugh, R. & Bryan, G.J. (2005) *A Single Domestication for Potato Based on Multilocus Amplified Fragment Length Polymorphism Genotyping*, PNAS, 102(41).
- Soto Izarra, R. D., & Yantas Huaynate, P. E. (2012). *Evaluación de la calidad del almidón obtenido de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) cultivadas en la provincia de Jauja*.
- Suárez, S., Ale, N., Trabucco, J., & Sanabria, O. (2014). *Polifenoles, micronutrientes minerales y potencial antioxidante de papas nativas*. Revista de la Sociedad Química del Perú, 80(2), 108-114.
- Talens Oliag, P. (2017). *Evaluación del color y tolerancia de color en alimentos a través del espacio CIELAB*.
- Tarlak, F.; Ozdemir, M. & Melikoglu, M. (2016). *Computer vision system approach in colour measurements of foods: Part II. Validation of methodology with real foods*. Food Science and Technology Technologies 10:348-355.
- Tester, F.R., Karkalas, J., & Qui. X. (2004). *Starch-composition, fine structure and architecture*. Journal Cereal Science, 39, 151-165.
- Tester, R.F. & Debon, S.J.J. (2000). *Annealing of starch-a review*. Biological Macromol. 27, 1-12.

- Tirado-Lara, R., & Tirado-Malaver, R. H. (2018). Comportamiento de parámetros biométricos de clones para la obtención de papa baby con pulpa pigmentada. *Scientia Agropecuaria*, 9(3), 401-410.
- Torre, G.L., Chel, G.L. & Betancur, A.D. (2008). *Functional properties of square banana (Musa balbisiana) starch*. *Food Chemistry*, 106, 1138–1144.
- Túpac Yupanqui A. (2001). *Postcosecha y comercialización de tubérculos andinos con énfasis en papas nativas y ulluco*. Perú..
- Wang, S., Jinglin. Y., Jiugao. Y., Haixia, C., Jiping. P. & Hongyan. L. (2007). *Partial characterization of starches from Dioscorea opposite*. *Journal of Food Engineering*, 11, 01-07.
- Whistler, R.L.; Bemiller, J.N. & Paschall, E.F. (1984). *Starch: Chemistry and Technology*. 2 ed. Orlando, Florida, Estados Unidos de América. Academic Press. 718 pp.
- Yoshimoto, Y; Tashiro, J; Takenouchi, T; & Takeda, Y. (2000). *Molecular structure and some physicochemical properties of high-amylose barley starches*. *Cereal Chemistry* 77 (3), 279-285.
- Yusuph, M; Tester, R; Ansell, R; Snape, C. (2003). *Composition and properties of starches extracted from tubers of different potato varieties grown under the same environmental conditions*. *Food Chemistry* 82(2):283-289
- Zárate, L.M., Ramírez, L.M., Otálora, N.A., Prieto, L., Garnica, A.M. Cerón, M.S. & Argüelles, J.H. (2013). *Extracción y caracterización de almidón nativo de clones promisorios de papa criolla (Solanum tuberosum)*. *Revista Latinoamericana de la papa*, 18(1), 1-24.
- Zarate-Polanco, L; Ramírez-Suárez, L; Otárola, N; Prieto, L; Garnica, A; Cerón, M. (2014). *Extracción y caracterización del almidón nativo de clones promisorios de papa criolla (Solanum tuberosum, Grupo Phureja)*. *Revista latinoamericana de papa*, 1-24.
- Zavala, R., & Sesibet, M. (2013). *Compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en dos variedades de papas nativas (Solanum tuberosum) pigmentadas con diferentes tipos de cocción*.
- Zhang, P., Wistler, L., Bemiller, J. & Hamaker, B. (2005). *Banana starch: production, physicochemical properties, and digestibility—a review*. *Producción. Carbohydrate Polymers* 59, 443-458.

ANEXOS

ANEXO 1. Determinación de color de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%.

Determinación de color: Mediante un colorímetro marca, KÓNICA MINOLTA (CEBALLOS, 2008).

Procedimiento:

- Se tomó las papas de cada variedad al azar
- Se hizo un corte transversal a cada una de las papas inmediatamente se hizo la lectura en el espacio L* a* b*
- Y se tomó la lectura correspondiente

Cuadro 1. Resultado de color (L*, a* y b*) de papa

TRATAMIENTOS	L*	a*	b*
Pulpa roja	43,7	17,2	14,3
	29,7	21,4	10,5
	55,6	13,4	23,9
	36,6	24,1	11,3
	29,9	21,2	9,4
	34,9	23	10,4
Pulpa azul	23,7	9,5	-1,2
	21,5	9,3	0,1
	23	9,1	-1,9
	20,7	8	-2,1
	22,2	10	-2,6
	23,2	8,9	-1,5
Pulpa amarilla	70,3	4,8	44,3
	68,7	4,8	42,3
	72	4,2	43,5
	72,7	4,9	46,7
	73,7	4,6	45,3
	73,4	5,2	46,3
Pulpa blanca	76,7	1,1	24,8
	77,6	0,7	23,6
	79,3	0,3	23,6
	81,8	0	22,5
	77,4	1,2	24,4
	80,9	1,1	24,6

Tabla 13. El análisis de varianza de color (L*) de cuatro variedades de papa de color.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L*	24	0.96	0.95	9.77

Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13063.97	3	4354.66	163.09	<0.0001
Tratamiento	13063.97	3	4354.66	163.09	<0.0001
Error	534.00	20	26.70		
Total	13597.97	23			

Tabla 14. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de L* en papa.

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T4	78.95	6	2.11 a
T3	71.80	6	2.11 a
T1	38.40	6	2.11 b
T2	22.38	6	2.11 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 15. El análisis de varianza de color (a*) de cuatro variedades de papa de color.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
a*	24	0.94	0.93	23.73

Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1248.46	3	416.15	98.36	<0.0001
Tratamiento	1248.46	3	416.15	98.36	<0.0001
Error	84.62	20	4.23		
Total	1333.07	23			

Tabla 16. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de a* en papa.

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	20.05	6	0.84 a
T2	9.13	6	0.84 b
T3	4.75	6	0.84 c
T4	0.73	6	0.84 d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 17. El análisis de varianza de color (b*) de cuatro variedades de papa de color.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
b*	24	0.98	0.97	14.55

Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6813.65	3	2271.22	265.40	<0.0001
Tratamiento	6813.65	3	2271.22	265.40	<0.0001
Error	171.16	20	8.56		
Total	6984.81	23			

Tabla 18. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de b* en papa.

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3	44.73	6	1.19 a
T4	23.92	6	1.19 b
T1	13.30	6	1.19 c
T2	-1.53	6	1.19 d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ANEXO 2. Determinación de humedad de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%.

Determinación de humedad: Se determinó por el método de la estufa AOAC (2000).

Procedimiento:

- Se pesó las placas Petri y sobre ellas, 2 g de muestra
- Se secó en estufa a 105 °C durante 1 hora
- Cumplido el tiempo se colocó en un desecador para ser enfriado
- Se pesó, anotó los datos y se realizó los cálculos utilizando la fórmula siguiente:

$$\% H = (wp + m) - wf / m) * 100$$

Donde:

%H: Porcentaje de humedad

wp : peso inicial de placa

m : peso de muestra

wf : peso final de placa después de estufa

Cuadro 2. Resultado de humedad de cuatro variedades de papa de color.

Pulpa roja	R1	64,3728
	R2	67,8040
	R3	66,7747
Pulpa azul	R1	84,3138
	R2	84,0271
	R3	83,6274
Pulpa amarilla	R1	69,3816
	R2	72,3027
	R3	74,3737
Pulpa blanca	R1	71,3929
	R2	72,1800
	R3	75,0507

Tabla 19. El análisis de varianza de humedad de cuatro variedades de papa de color.

Variable N R² R² Aj CV
Humedad 12 0.95 0.93 2.46

Análisis de la Varianza

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	491.53	3	163.84	49.59	<0.0001
Tratamiento	491.53	3	163.84	49.59	<0.0001
Error	26.43	8	3.30		
Total	517.97	11			

Tabla 20. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de humedad en papa.

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
T2	83.99	3	1.05 a
T4	72.87	3	1.05 b
T3	72.02	3	1.05 b
T1	66.32	3	1.05 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 3. Determinación de sólidos solubles de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%.

Determinación de sólidos solubles: se utilizó un refractómetro de bolsillo digital para medir °Brix, según método AOAC (2000).

Procedimiento:

- Se pesó 10 g de muestra y se añadió 100 mL de agua destilada en un vaso de precipitado
- Después de diluir la muestra se procedió a filtrar
- Del filtrado se tomó aproximadamente 1 mL para la medición de los °Brix en el refractómetro portátil
- Se anotaron los datos reportados

Cuadro 3. Resultado de sólidos solubles de cuatro variedades de papa de color.

Pulpa roja	R1	35,6271977
	R2	32,1959551
	R3	33,2253392
Pulpa azul	R1	15,6861966
	R2	15,9728868
	R3	16,3726407
Pulpa amarilla	R1	30,618378
	R2	27,6972882
	R3	25,6263108
Pulpa blanca	R1	28,6071478
	R2	27,8199514
	R3	24,9492901

Tabla 21. El análisis de varianza de sólidos solubles de cuatro variedades de papa.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
°Brix	12	0.95	0.93	6.94

Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	491.53	3	163.84	49.59	<0.0001
Tratamiento	491.53	3	163.84	49.59	<0.0001
Error	26.43	8	3.30		
Total	517.97	11			

Tabla 22. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de humedad en papa.

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	33.68	3	1.05 a
T3	27.98	3	1.05 b
T4	27.13	3	1.05 b
T2	16.01	3	1.05 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 4. Determinación de pH de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%.

Determinación de pH: se determinó usando el potenciómetro digital escala 1-14 previo una calibración del mismo (Ramírez, 2016).

Procedimiento:

- Se pesó 10 g de muestra y se añadió 100 mL de agua destilada en un vaso de precipitado
- Después de diluir la muestra se procedió a filtrar
- El filtrado se llevó a vasos de precipitado y con el pH-metro se procedió con la medición del pH
- Se anotaron los datos reportados

Cuadro 4. Resultado de pH de cuatro variedades de papa de color.

Pulpa roja	6,81
	6,81
	6,82
Pulpa azul	6,88
	6,85
	6,88
Pulpa amarilla	6,61
	6,62
	6,61
Pulpa blanca	6,32
	6,33
	6,32

Tabla 23. El análisis de varianza de pH de cuatro variedades de papa.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	12	1.00	1.00	0.15

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.55	3	0.18	1830.33	<0.0001
Tratamiento	0.55	3	0.18	1830.33	<0.0001
Error	8.0E-04	8	1.0E-04		
Total	0.55	11			

Tabla 24. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de pH en papa.

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	6.87	3	0.01 a
T1	6.81	3	0.01 b
T3	6.61	3	0.01 c
T4	6.32	3	0.01 d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 5. Determinación de acidez de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%.

Determinación de acidez: Por el método de titulación (Ramírez, 2016).

Procedimiento:

- Se pesó 10 g de muestra y se añadió 100 mL de agua destilada en un vaso de precipitado
- Después de diluir la muestra se procedió a filtrar
- El filtrado se llevó a matraces en cantidades de 25 mL y añadimos de 2 a 3 gotas de fenolftaleína
- Se aforó la bureta con NaOH 0,1 N
- Con la ayuda del pH – metro se midió el pH hasta llegar a 8,0
- Se anotó el gasto y realizaron los cálculos con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ acidez: } (G_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times F_d \times 100) / P$$

Donde:

GNaOH: Gasto de NaOH

NNaOH: Normalidad de NaOH

Fd: Factor de dilución (Ácido Ascórbico)

P: Peso de muestra

Cuadro 5. Resultado de acidez de cuatro variedades de papa de color.

Pulpa roja	R1	0,06
	R2	0,061
	R3	0,06
Pulpa azul	R1	0,05
	R2	0,04
	R3	0,05
Pulpa amarilla	R1	0,09
	R2	0,08
	R3	0,09
Pulpa blanca	R1	0,03
	R2	0,04
	R3	0,03

Tabla 25. El análisis de varianza de acidez de cuatro variedades de papa.

Variable N R² R² Aj CV
Acidez 12 0.96 0.94 8.83

Cuadro de Análisis de la Varianza

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	4.7E-03	3	1.6E-03	62.11	<0.0001
Tratamiento	4.7E-03	3	1.6E-03	62.11	<0.0001
Error	2.0E-04	8	2.5E-05		
Total	4.9E-03	11			

Tabla 26. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de acidez en papa.

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
T3	0.09	3	2.9E-03	a
T1	0.06	3	2.9e-03	b
T2	0.05	3	2.9e-03	c
T4	0.03	3	2.9e-03	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 6. Determinación de azúcares reductores de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%.

Determinación de Azúcares reductores: la cuantificación de azúcares se realizó mediante el método del DNS (ácido dinitrosalicílico 3,5) (Miller, 1959).

Determinación:

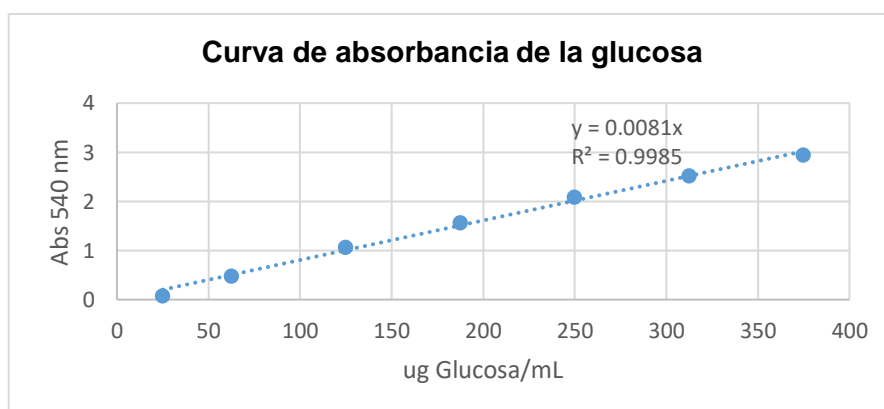
Reactivos:

Glucosa P.A., Ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS), disulfito de potasio, Hidróxido de sodio, fenol, tartrato doble de sodio y potasio tetrahidrato ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), ácido clorhídrico.

- **Soluciones de ensayo DNS:** 1% (p/v) solución DNS, 40% (p/v) solución de tartrato de sodio y potasio, 0.2% (p/v) solución de fenol y 0.5% (p/v) de solución de disulfito de potasio se prepararon en 1.5% de solución de NaOH (p/v).
- **Preparación del reactivo DNS:** se mezclaron soluciones de DNS, tartrato de sodio y potasio, fenol y disulfito de potasio en una proporción de 1: 1: 1: 1 (v/v/v/v).
- **Estándar de azúcar reductor:** stock de 20 mg/mL, soluciones de trabajo de 0 a 10 mg/mL.

Cuadro 6. Resultados de la curva de absorbancia de la glucosa

[Inicial]	[Final]	Abs	mg
100	25	0.072	0.05
250	62.5	0.473	0.125
500	125	1.066	0.25
750	187.5	1.566	0.375
1000	250	2.085	0.5
1250	312.5	2.515	0.625
1500	375	2.944	0.75



Preparación de la muestra

Obtener un extracto, homogeneizar y/o diluir la muestra en agua destilada, según corresponda o licuadora por 3 minutos. La muestra diluida deberá centrifugarse a 15.000 rpm durante 15 minutos. Retirar 1,0 mL del sobrenadante y hacer la prueba de DNS.

Si la muestra contiene azúcares no reductores como la sacarosa, es necesario hacer hidrólisis de la muestra. En este caso, extraer 2,0 ml del sobrenadante y añadir 2,0 mL de HCl 2N y calentar en baño maría en ebullición por 10 minutos. Enfriar la muestra en baño de hielo y añadir 2,0 mL de NaOH 2N y agitar. Retirar 1,0 mL del sobrenadante y realizar la prueba de DNS.

Prueba de DNS

En un tubo con tapa pipetear 1 mL de estándar o muestra, adicionar 2 ml de reactivo DNS, agitar y calentar en baño de agua a 100 ° C (ebullición) durante 5 minutos. Enfriar el tubo en baño de hielo durante 5 minutos y añadir 1 mL de agua destilada. La lectura de la absorbancia se realiza a 540 nm, contra un blanco.

La concentración de azúcares reductores expresado como glucosa o fructosa, se obtendrá de la ecuación de regresión lineal de la solución estándar.

Cuadro 7. Resultado de azúcares reductores de cuatro variedades de papa de color.

Pulpa roja	5.55
	6.29
	6.05
Pulpa azul	42.45
	45.28
	43.93
Pulpa amarilla	3.09
	3.21
	3.09
Pulpa blanca	1.23
	1.36
	1.48

Tabla 27. El análisis de varianza de azúcares reductores de cuatro variedades de papa.

Variable N R² R² Aj CV
Azúcares reductores 12 1.00 1.00 5.43

Cuadro de Análisis de la Varianza

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	370527.38	3	123509.13	2268.75	<0.0001
Tratamiento	370527.38	3	123509.13	2268.75	<0.0001
Error	435.51	8	54.44		
Total	370962.89	11			

Tabla 28. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de azúcares reductores en papa.

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	43.89	3	4.26 a
T2	5.96	3	4.26 b
T3	3.13	3	4.26 c
T4	1.36	3	4.26 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 7. Determinación de polifenoles totales de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%.

Determinación de polifenoles totales: mediante el método de azul de Prussian. Margraf *et al.*, (2015).

Procedimiento:

El método azul de Prussian se basa en la reducción de Fe^{3+} a Fe^{2+} y la posterior detección de Fe^{2+} por formación del quelato de hexacianoferrato (II), por los polifenoles, mostrando una coloración azul que se determina por el método espectrofotométrico a 725 nm.

Reactivos: $FeCl_3 \cdot 6H_2O$, $K_3Fe(CN)_6$, ácido gálico, HCl.

- **Solución A:** 0.5 mM $FeCl_3 \cdot 6 H_2O$ en 0.01 N HCl
- **Solución B:** 0.5 mM $K_3Fe (CN)_6$ en H_2O destilada.

Metodología

a. Preparación de los extractos acuosos. Pesar 2.0 g de muestra y colocar en 100 mL de H_2O destilada a 80 °C (o solvente adecuado), agitar durante 8.5 minutos, filtrar, centrifugar y almacenar en refrigeración.

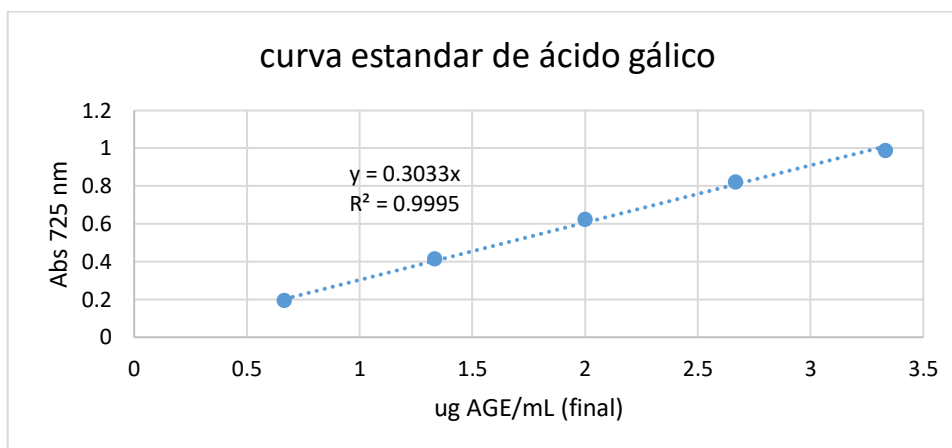
En caso de muestra líquidas (extractos, pulpa, etc.), diluirlas adecuadamente y proceder desde el filtrado.

b. Curva de calibración

- Adicionar 400 μL de sol. A en 400 μL de solución estándar (ácido gálico en metanol, 1 – 20 $\mu g/mL$) o muestra, dejar reaccionar por 2 minutos, luego adicionar 400 μL de sol B. Agitar y dejar en reposo en oscuridad. Transcurrido 15 minutos leer la Abs. a 725 nm. Usando agua (o solvente) como blanco.

Cuadro 8. Resultados de la curva de absorbancia de ácido gálico.

c	[ug AG/mL]	ABSORBANCIA
2	0.667	0.194
4	1.333	0.413
6	2.000	0.624
8	2.667	0.822
10	3.333	0.988



Cuadro 09. Resultado de polifenoles de cuatro variedades de papa de color

Pulpa roja	R1	17.76
	R2	18.42
	R3	17.43
Pulpa azul	R1	96.56
	R2	99.17
	R3	98.52
Pulpa amarilla	R1	7.56
	R2	7.89
	R3	7.23
Pulpa blanca	R1	7.24
	R2	7.57
	R3	7.24

Tabla 29. El análisis de varianza de polifenoles de cuatro variedades de papa.

Variable N R² R² Aj CV
Polifenoles 12 1.00 1.00 2.29

Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	173.08	3	57.69	10296.22	<0.0001
Tratamiento	173.08	3	57.69	10296.22	<0.0001
Error	0.04	8	0.01		
Total	173.13	11			

Tabla 30. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de polifenoles en papa.

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	98.09	3	0.04 a
T1	17.87	3	0.04 b
T3	7.56	3	0.04 c
T4	7.35	3	0.04 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 8. Determinación de antocianinas de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%.

Determinación de antocianinas: Por el método del pH diferencial. Rapisarda *et al.*, (2000).

Procedimiento:

Reactivos: KCl, HCL, CH₃COONa, metanol, ácido acético.

a. Preparación de soluciones

Buffer pH = 1,0: 125 mL de 0,2 M KCl y 375 mL de 0,2 M HCl.

Buffer pH = 4,5: 400 mL de 1 M CH₃COONa, 240 mL de 1 M HCl y 360 mL H₂O

Nota: verificar el pH de los buffers.

Solución A: Metanol: ácido acético: agua (25:1:24)

b. Preparación de los extractos. 5 g de muestra será extraído en agitación con 38 mL de solución A, durante 5 minutos a temperatura ambiente. El extracto será filtrado y centrifugado por 10 min a 10000 rpm.

c. Cuantificación de antocianinas totales. Tomar una alícuota del sobrenadante (200 µL) y diluir hasta 2.5 mL con el buffer pH=1.0; hacer lo mismo con una segunda alícuota (200 µL) y el buffer pH=4.5; registrar la absorbancia de las soluciones a 510 nm. La concentración de antocianinas será calculada mediante la siguiente ecuación:

$$C(\text{mg/L}) = (A_{\text{pH}1.0} - A_{\text{pH}4.5}) * 484.82 \left(\frac{1000}{24825} \right) * DF$$

donde el término entre paréntesis es la diferencia de absorbancia a 510 nm entre las soluciones de pH 1 y pH 4.5, 484.82 es la masa molecular del cloruro de cianidina-3-glucósido, 24 825 es su absortividad molar (ϵ) a 510 nm en la solución pH 1, y FD es el factor de dilución.

Cuadro 10. Resultado de antocianinas de cuatro variedades de papa de color

Pulpa roja	R1	19.52
	R2	39.04
	R3	234.23
Pulpa azul	R1	234.25
	R2	195.20
	R3	195.20
Pulpa amarilla	R1	-351.40
	R2	-78.09
	R3	-488.05
Pulpa blanca	R1	-136.69
	R2	-117.16
	R3	-175.74

Tabla 31. El análisis de varianza de antocianinas de cuatro variedades de papa.

Variable N R² R² Aj CV
Antocianinas 12 0.80 0.73 339.38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	48.54	3	16.18	10.96	0.0033
Tratamiento	48.54	3	16.18	10.96	0.0033
Error	11.81	8	1.48		
Total	60.35	11			

Tabla 32. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de antocianinas en papa.

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	208.22	3	0.70 a
T1	97.59	3	0.70 a b
T4	-143.19	3	0.70 b c
T3	-305.84	3	0.70 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 9. Determinación de capacidad antioxidante por ABTS. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%.

Capacidad antioxidante por ABTS. Se determinará tal como realizó Re *et al.*, (1999), se mezclará 3 mL de solución de ABTS (se preparará ABTS a 7 mM con agua destilada, el radical catión ABTS se hará reaccionar con 2,45 mM de per sulfato potasio y se mezclará en oscuridad a temperatura ambiente durante 12 a 16 horas antes de la reacción con la muestra. Como el ABTS y el per sulfato de potasio

reaccionan estequiométricamente en una relación de 1:0,5; la absorbancia será monitoreada con etanol hasta llegar a $0,70 \pm 0,02$ a 734 nm) con 0,3 mL de extracto. La mezcla agitada se dejará reaccionar 6 minutos en la oscuridad, y a 734 nm en el espectrofotómetro UV-Vis se medirá la absorbancia. La actividad antioxidante de las muestras serán determinadas como equivalentes trolox (μmol)/100g.

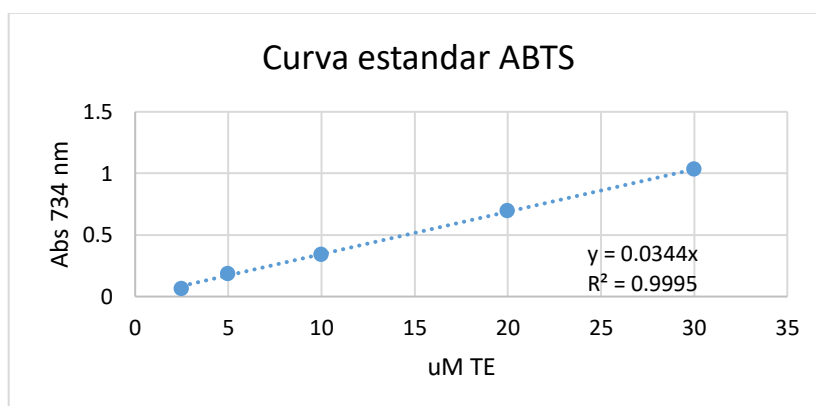
a. Curva estándar. Se hará reaccionar 100 μL de solución de trabajo o muestra con 900 μL de ABTS^+ (diluido) por 10 minutos en oscuridad, la absorbancia será registrada a 734 nm.

b. Coeficiente de inhibición (IC_{50})

Se determinará mediante un análisis de regresión de inhibición versus la concentración necesaria de los extractos, para inhibir el 50% del radical ABTS^+ . Se hará reaccionar 100 μL de muestra con 900 μL de ABTS^+ , la absorbancia se registra a 734 nm, en intervalos de 30 segundos durante 10 minutos.

Cuadro 11. Resultados de la curva estándar ABTS.

[final] μM Trolox	[trabajo] μM Trolox	Abs (734 nm) 10 min	Abs final
2.5	50	1.037	0.061
5	100	0.913	0.185
10	200	0.758	0.340
20	400	0.405	0.693
30	600	0.066	1.032
	Control	1.098	



Cuadro 12. Resultado de antocianinas (ABTS) de cuatro variedades de papa de color.

Pulpa roja	5.20
	4.69
	5.22
Pulpa azul	5.55
	4.62
	5.08
Pulpa amarilla	2.13
	2.26
	2.33
Pulpa blanca	1.92
	1.86
	2.58

Tabla 33. El análisis de varianza de antioxidantes ABTS de cuatro variedades de papa.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ABTS	12	0.96	0.95	9.50

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2490.85	3	830.28	70.16	<0.0001
Tratamiento	2490.85	3	830.28	70.16	<0.0001
Error	94.68	8	11.83		
Total	2585.53	11			

Tabla 34. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de antioxidantes ABTS papa.

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	5.08	3	1.99 a
T1	5.04	3	1.99 a
T3	2.24	3	1.99 b
T4	2.12	3	1.99 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 10. Determinación de capacidad antioxidante por DPPH de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%.

Capacidad antioxidante por DPPH. Se realizará según Hirose *et al.*, (2010); consistirá en hacer reaccionar 2,7 mL de medida de DPPH (0,07 mM,) con 0,3 mL de extracto. La reacción se consumará en oscuridad y con agitación por 30 minutos.

Transcurrido el tiempo se dará lectura a las absorbancias a 517 nm. La actividad antioxidante se obtendrá como equivalentes trolox (μmol)/100g de muestra.

Reactivos

- 2,2-diphenyl-1-picrilhydrazyl (DPPH)
- (\pm)-6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid (Trolox)
- Metanol
- Etanol

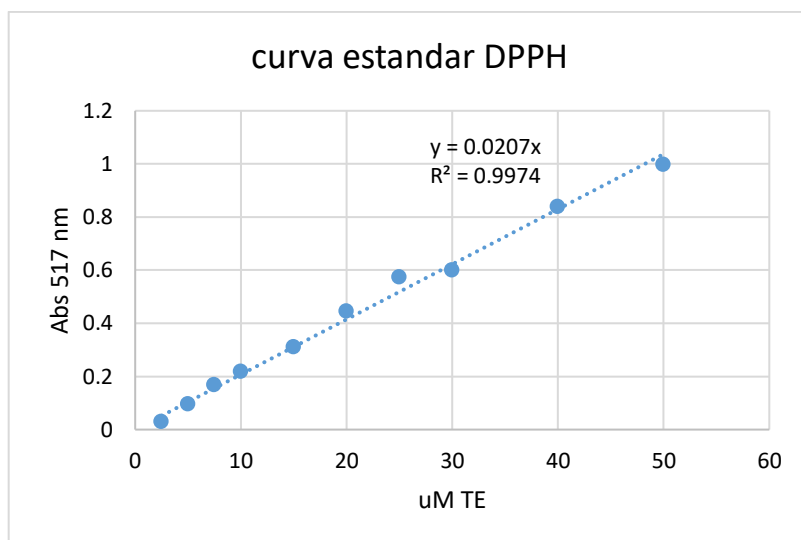
b. Curva estándar. Se hará reaccionar 100 μL de solución de trabajo o muestra con 900 μL de DPPH (100 μM) por 30 minutos en oscuridad, la absorbancia será registrada a 517 nm.

Mediante ARLn de las Abs Vs Concentración de ácido ascórbico, obtener la ecuación de la curva de calibración

c. Preparación de muestras. Las frutas serán licuadas, se centrifuga recuperando el sobrenadante, y finalmente se filtra. Para muestras secas (hojas, tallos, harinas...), se realizará una extracción acuosa y/o metanólica, precediendo de la igual manera que para los frutos.

Cuadro 13. Resultados de la curva estándar DPPH.

[μM] final Tolox	Abs 517 nm	Avs final
2.50	1.027	0.030
5.00	0.960	0.097
7.50	0.888	0.169
10.00	0.838	0.219
15.00	0.745	0.312
20.00	0.610	0.447
25.00	0.482	0.575
30.00	0.457	0.600
40.00	0.217	0.840
50.00	0.059	0.998



Cuadro 14. Resultado de antocianinas (DPPH) de cuatro variedades de papa de color

Pulpa roja	7.08
	7.84
	6.36
Pulpa azul	5.17
	5.41
	5.59
Pulpa amarilla	1.54
	1.63
	1.72
Pulpa blanca	1.46
	1.55
	1.52

Tabla 35. El análisis de varianza de antioxidantes DPPH de cuatro variedades de papa.

Variable N R² R² Aj CV
DPPH 12 0.98 0.98 9.93

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6988.03	3	2329.34	154.81	<0.0001
Tratamiento	6988.03	3	2329.34	154.81	<0.0001
Error	120.37	8	15.05		
Total	7108.40	11			

Tabla 36. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de antioxidantes DPPH papa.

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	7.09	3	2.24 a
T2	5.39	3	2.24 b
T3	1.63	3	2.24 c
T4	1.51	3	2.24 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 11. Determinación de color de almidón de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%.

Determinación de color de almidón de papa: método colorímetro KONICA MINOLTA CHROMA METER CR-400, y se realizó la lectura en la PC. (Grace, 1977).

Preparación de la muestra

Se procedió a cuartear, moler y tomar 50 g de almidón, de cada variedad de almidón extraído.

Almidón soluble para análisis / SOLUBLE GR FOR ANALYSIS (almidón patrón)

Análisis

Se colocó una cantidad suficiente de almidón patrón con una espátula sobre los cristales del colorímetro KONICA MINOLTA CHROMA METER CR-400, y se realizó la lectura en la PC en el programa On Colors.

Limpiamos los cristales con papel tisú y con alcohol.

Se realizó 06 lecturas de cada variedad de almidón.

Limpiamos los cristales después de la lectura de cada variedad.

Cálculos e interpretación de los resultados

El color es un indicativo del grado de la calidad, contaminación o de infestación del almidón.

Valores de referencia

El almidón debe tener un color blanco

Cuadro 15. Resultado de color (L^* , a^* y b^*) en almidón de papa.

	L^*	a^*	b^*
Pulpa Roja	95.2485	-0.7645	0.7596
	95.2426	-0.7688	0.7587
	95.2455	-0.7648	0.7588
	96.4347	-0.8248	0.8258

	96.4356	-0.8501	0.8351
	97.5764	-0.8883	0.7765
Pulpa azul	95.5395	-0.2975	1.1402
	95.4637	-0.3393	1.0306
	95.4612	-0.3377	1.0244
	95.4641	-0.3448	1.0295
	95.4683	-0.2799	1.1918
	95.4645	-0.2674	1.1871
Pulpa amarilla	98.1941	-0.5575	-0.5317
	98.189	-0.558	-0.5453
	98.0971	-0.542	-0.5844
	98.1402	-0.5608	-0.5308
	98.1359	-0.5525	-0.5222
	98.1945	-0.5662	-0.5559
Pulpa blanca	95.6506	-0.3279	-1.2559
	95.6468	-0.3135	-1.257
	95.1454	-0.3072	-1.1281
	95.1479	-0.3032	-1.1298
	97.8363	-0.4341	-1.3163
	97.8323	-0.4238	-1.3152

Tabla 37. El análisis de varianza de color (L*) de almidón de papa.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L*	24	0.66	0.61	0.83

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	24.59	3	8.20	12.86	0.0001
Tratamiento	24.59	3	8.20	12.86	0.0001
Error	12.75	20	0.64		
Total	37.33	23			

Tabla 38. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de color (L*) de almidón.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3	98.16	6	0.33	a
T4	96.21	6	0.33	b
T1	96.03	6	0.33	b
T2	95.48	6	0.33	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 39. El análisis de varianza de color (a*) de almidón de papa.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
a*	24	0.96	0.96	8.61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.94	3	0.31	164.43	<0.0001
Tratamiento	0.94	3	0.31	164.43	<0.0001
Error	0.04	20	1.9E-03		
Total	0.98	23			

Tabla 40. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de color (a*) de almidón.

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	-0.31	6	0.02 a
T4	-0.35	6	0.02 a
T3	-0.56	6	0.02 b
T1	-0.81	6	0.02 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 41. El análisis de varianza de color (b*) de almidón de papa.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
b*	24	1.00	1.00	232.81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	21.87	3	7.29	1859.36	<0.0001
Tratamiento	21.87	3	7.29	1859.36	<0.0001
Error	0.08	20	3.9E-03		
Total	21.95	23			

Tabla 42. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de color (b*) de almidón.

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	1.10	6	0.03 a
T1	0.79	6	0.03 b
T3	-0.55	6	0.03 c
T4	-1.23	6	0.03 d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 12. Determinación de temperatura de gelatinización de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%.

Determinación de temperatura de gelatinización: Técnica usada (Grace, 1977)

Procedimiento:

Los gránulos de almidón son insolubles en agua fría; cuando se calientan en solución a temperaturas altas alcanzan una temperatura específica en la cual se inicia el hinchamiento de los gránulos. Esta temperatura es llamada temperatura de gelatinización.

Preparación de la muestra

Se procedió a cuartear, moler y tomar 30 g de almidón, de cada variedad de almidón extraído.

Análisis

- Se pesó 10 g de almidón y lo disolvimos en 100 mL de agua destilada.
- Procedimos a calentar agua en un vaso de precipitado de 250 mL a 85 °C.
- Tomamos 50 mL de la suspensión en un vaso de precipitado de 100 mL.
- Introducimos el vaso de precipitado con la muestra en el agua a 85 °C.
- Agitamos constantemente la suspensión de almidón con el termómetro hasta que se formó una pasta y la temperatura permaneció estable por unos segundos.

Cálculos e interpretación de los resultados

La temperatura de gelatinización se lee directamente en el termómetro.

Valores de referencia

El valor de la temperatura de gelatinización en almidones de papa varía entre 56-67 °C.

Cuadro 16. Resultado de temperatura de gelatinización de almidón de papa.

Pulpa roja	R1	63.0
	R2	62.5
	R3	63.0
Pulpa azul	R1	65.3
	R2	65.1
	R3	65.3
Pulpa amarilla	R1	61.9
	R2	61.3

	R3	61.8
Pulpa blanca	R1	60.6
	R2	60.3
	R3	60.4

Tabla 43. El análisis de varianza de temperatura de gelatinización de almidón de papa.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T° de gelatinización	12	0.99	0.98	0.38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	37.62	3	12.54	224.61	<0.0001
Tratamiento	37.62	3	12.54	224.61	<0.0001
Error	0.45	8	0.06		
Total	38.07	11			

Tabla 44. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de temperatura de gelatinización de almidón.

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	65.23	3	0.14 a
T1	62.83	3	0.14 b
T3	61.67	3	0.14 c
T4	60.43	3	0.14 d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 13. Determinación de granulometría de almidón de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%.

Determinación de granulometría: Técnica usada (ISI, 1999)

Procedimiento:

La distribución del tamaño del granulo del almidón es determinada utilizando un equipo Ro-tap que consta de un grupo mínimo de tamices con cribas de malla 140 (106 μm), 80 (180 μm) y 60 (250 μm)

En nuestro caso se utilizaron los siguientes tamices con cribas de malla de 75 μm , 150 μm , 180 μm , 250 μm , y 300 μm .

Preparación de la muestra

Se procedió a cuartear, moler y tomar 100 g de almidón, de cada variedad de almidón extraído.

Análisis

Se pesó cada tamiz y el fondo, vacíos y limpios.

Ordenamos los tamices de forma ascendente colocando primero la base luego los tamices de malla de 75 μm , de 150 μm , de 180 μm , de 250 μm , y de 300 μm . (Quedando en la parte superior la malla de 300 μm).

Se pesó 100 g de la muestra de almidón y se transferió al tamiz superior de malla de 300 μm y se agitó el grupo de tamices con el equipo Ro-tab hasta que la cantidad de almidón que pasa a través de la parte superior del grupo de tamices sea insignificante (aproximadamente 10 minutos).

Se removió el tamiz de la parte superior y se agitó hasta que la cantidad de almidón a través del siguiente tamiz sea insignificante y se continuó de igual forma con los otros tamices hasta que todos sean removidos. Por último, pesamos cada uno de los tamices y el fondo con sus respectivas fracciones de almidón.

Cálculos e interpretación de los resultados

Peso neto individual = peso tamiz + fracción de almidón) – peso de cada tamiz vacío

Gran total = \sum pesos netos individuales

Registrar cada fracción de almidón como porcentaje del gran total, caracterizado por el ancho de la malla en micrómetros.

Valores de referencia

El 99 por ciento de los gránulos de almidón deben pasar a través de un tamiz de malla 100 o el 95 por ciento pasar a través de un tamiz de malla 140 (106 μm).

Cuadro 17. Resultado de granulometría de almidón de papa.

Pulpa roja	R1	5.00
	R2	4.88
	R3	4.90
Pulpa azul	R1	4.89
	R2	4.91
	R3	4.91
Pulpa amarilla	R1	4.61
	R2	4.42
	R3	4.33
Pulpa blanca	R1	4.51
	R2	4.40
	R3	4.32

Tabla 45. El análisis de varianza de granulometría de almidón de papa.

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Granulometría	12	0.91	0.88	1.97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	0.70	3	0.23	27.79	0.0001
Tratamiento	0.70	3	0.23	27.79	0.0001
Error	0.07	8	0.01		
Total	0.77	11			

Tabla 46. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de granulometría de almidón.

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
T1	4.93	3	0.05 a
T2	4.90	3	0.05 a
T3	4.45	3	0.05 b
T4	4.41	3	0.05 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 14. Determinación de retención de agua de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%.

Determinación de retención de agua: Técnica usada (Anderson *et al.*, 1969)

Procedimiento:

Cuando se calienta una suspensión acuosa de almidón, los gránulos se hinchan por una absorción progresiva e irreversible de agua aumentando su tamaño. La determinación de estos índices se mide aprovechando la capacidad de absorción del agua del gránulo de almidón y la exudación de fracciones de almidón a medida que se incrementa la temperatura de las suspensiones de almidón.

Preparación de la muestra

Se procedió a cuartear, moler y tomar 10 g de almidón, de cada variedad de almidón extraído.

Análisis

Pesamos los tubos de centrifuga secos a 60 °C.

En los tubos pesamos 1,25 g de almidón (bs) y agregamos exactamente 30 mL de agua destilada precalentada a 60 °C y agitamos teniendo cuidado de no excedernos

y colocamos los tubos en baño de agua a 60 °C durante 30 minutos; agitamos la suspensión a los 10 minutos de haber iniciado el calentamiento.

Centrifugamos a temperatura ambiente a 4 900 RPM durante 30 minutos.

Decantamos inmediatamente el sobrenadante después de centrifugar (máximo un minuto después) y medimos el volumen y pesamos el tubo de centrífuga con el gel.

Tomamos 10 mL del sobrenadante y lo colocamos en placas Petri, las placas Petri fueron pesadas previamente.

Llevamos las placas Petri con el sobrenadante a la incubadora durante toda la noche a 70 °C, al día siguiente pesamos las placas Petri con los insolubles.

Cálculos e interpretación de los resultados

Índice de absorción de agua (IAA) = Peso del gel (g)/Peso muestra (g) bs

Almidones de buena calidad con alto contenido de almidón y alta viscosidad de la pasta, tendrán una baja solubilidad, alta absorción de agua y un alto poder de hinchamiento.

Alta solubilidad, baja absorción de agua y bajo poder de hinchamiento indican un almidón de baja calidad, el cual al enfriarse produce pastas delgadas y de poca estabilidad cuando se enfrían.

Valores de referencia

Los valores de almidón de yuca varían entre 0,82 y 15,52 g gel/g muestra.

Cuadro 18. Resultado de retención de agua de almidón de papa.

Pulpa roja	R1	15.9045726
	R2	15.150307
	R3	15.1757188
Pulpa azul	R1	12.7530687
	R2	12.3762376
	R3	14.6930347
Pulpa amarilla	R1	15.9311773
	R2	15.9553251
	R3	15.1442691
Pulpa blanca	R1	13.9032335
	R2	12.7135479
	R3	12.3201653

Tabla 47. El análisis de varianza de retención de agua de almidón de papa.

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Retencion de agua	12	0.77	0.69	5.65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	17.76	3	5.92	9.04	0.0060
Tratamiento	17.76	3	5.92	9.04	0.0060
Error	5.24	8	0.66		
Total	23.01	11			

Tabla 48. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de retención de agua de almidón.

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
T3	15.68	3	0.47 a
T1	15.41	3	0.47 a
T2	13.27	3	0.47 b
T4	12.98	3	0.47 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 15. Determinación de densidad real y densidad aparente de almidón de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%.

Determinación de densidad real y densidad aparente: Técnica usada (Smith, 1967)

Procedimiento:

La densidad aparente del almidón puede ser determinada utilizando la relación entre el peso del almidón que ocupa un volumen conocido. Se puede determinar en dos formas:

Con el almidón suelto y con el almidón empacado.

Preparación de la muestra

Se procedió a cuartear, moler y tomar 100 g de almidón, de cada variedad de almidón extraído.

Análisis

Densidad aparente del almidón suelto (Densidad aparente)

Pesamos la probeta graduada vacía.

Adicionamos cuidadosamente con una espátula la muestra de almidón a la probeta de 250 mL por medio de un embudo hasta que el volumen total sea libremente completado.

Densidad aparente del almidón empacado (Densidad real)

Sostener la probeta con la muestra de almidón y manualmente agitar la probeta y adicionar almidón hasta que el volumen ocupado sea el valor mínimo

Realizamos la agitación durante cinco minutos a una frecuencia y amplitud de manera constante.

Medir el volumen de muestra empacada

Cálculos e interpretación de los resultados

Densidad aparente del almidón suelto (g/mL) = [(peso probeta + almidón suelto) (g)] - peso probeta vacía (g)/250mL

Densidad aparente del almidón empacado (g/mL) = [(peso de probeta + almidón empacado (g)]– peso probeta vacía (g)/Volumen de muestra empacada (mL)

Valores de referencia

El almidón debe tener una densidad promedio de 1,560 g/mL.

Cuadro 19. Resultado de densidad real y densidad aparente de agua de almidón de papa.

		Densidad aparente	Densidad real
Pulpa roja	R1	0.908	2.734
	R2	0.932	2.735
	R3	0.933	2.736
Pulpa azul	R1	0.925	2.690
	R2	0.939	2.727
	R3	0.918	2.640
Pulpa amarilla	R1	0.929	2.344
	R2	0.924	2.305
	R3	0.922	2.320
Pulpa blanca	R1	0.933	2.665
	R2	0.940	2.673
	R3	0.933	2.665

Tabla 49. El análisis de varianza de densidad real de almidón de papa.

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Densidad real	12	0.99	0.98	0.92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	0.32	3	0.11	184.55	<0.0001
Tratamiento	0.32	3	0.11	184.55	<0.0001
Error	4.6E-03	8	5.8E-04		
Total	0.33	11			

Tabla 50. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de densidad real de almidón.

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
T1	2.74	3	0.01 a
T2	2.69	3	0.01 a b
T4	2.67	3	0.01 b
T3	2.32	3	0.01 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 51. El análisis de varianza de densidad aparente de almidón de papa.

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Densidad aparente	12	0.25	0.00	1.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	2.3E-04	3	7.7E-05	0.89	0.4861
Tratamiento	2.3E-04	3	7.7E-05	0.89	0.4861
Error	6.9E-04	8	8.6E-05		
Total	9.2E-04	11			

Tabla 52. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de densidad aparente de almidón

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
T4	0.94	3	0.01 a
T2	0.93	3	0.01 a
T3	0.93	3	0.01 a
T1	0.92	3	0.01 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 16. Determinación de amilosa y amilopectina de almidón de las variedades de papa. Procedimiento y resultados analizados con la prueba TUKEY con nivel de significancia 0.05%.

Determinación de amilosa y amilopectina: Se utilizará la metodología empleada por Chamorro *et al.*, (2018).

Preparación de la muestra

Se procedió a cuartear, moler y tomar 100 mg de almidón, de cada variedad de almidón extraído.

Reactivos.

- Yodo molecular o metálico
- Ácido acético
- Alcohol de 95°
- Hidróxido de sodio.

Determinación de amilosa y amilopectina

Se pesó 25 mg de almidón y se añadió 0,25 mL de alcohol 95° y mezcló homogéneamente. Seguido se incorporó 2,25 mL de hidróxido de sodio 1 molar y se llevó en baño de ebullición por 10 minutos. Cumplido el tiempo se dejó sedimentar 24h. A continuación, se trasvasó a una fiola de 25 mL y se agitó vigorosamente. Para la reacción se vertió 4 mL de agua destilada y 0,5 mL de la muestra. Además de 1 ml de ácido acético 1 molar y se mezcló inmediatamente para adicionar 0,2 mL de solución de yodo, seguidamente se adicionó 4,3 mL de agua destilada, se mezcló y se dejó reaccionar por 20 min en la oscuridad. Finalmente, en un espectrofotómetro UV-Vis se dio lectura a las absorbancias a 620 nm.

Cuadro 20. Resultado de amilosa y amilopectina de agua de almidón de papa.

		Amilosa	Amilopectina
Pulpa roja	R1	29.99	70.01
	R2	30.19	69.81
	R3	30.09	69.91
Pulpa azul	R1	29.38	70.62
	R2	29.59	70.41
	R3	29.08	70.92
Pulpa amarilla	R1	31.51	68.49
	R2	31.20	68.80
	R3	31.40	68.60

Pulpa blanca	R1	34.03	65.97
	R2	34.84	65.16
	R3	34.13	65.87

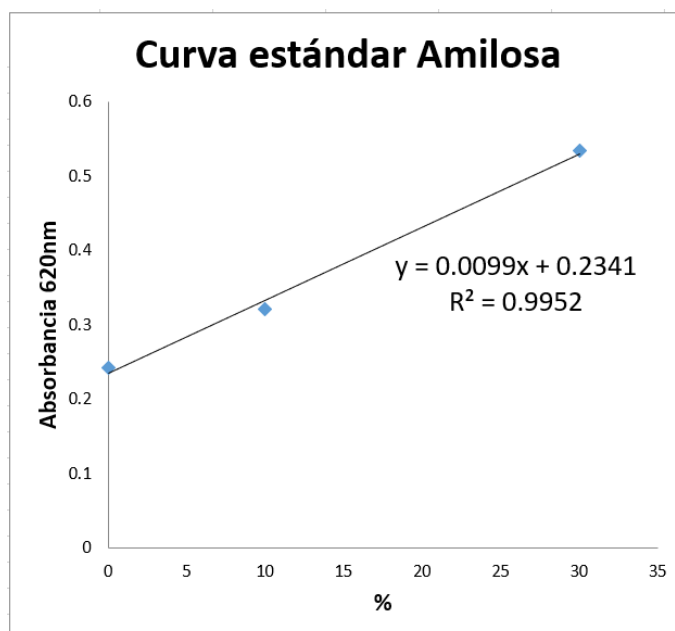


Tabla 53. El análisis de varianza de amilosa de almidón de papa.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Amilosa	12	0.99	0.98	0.87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	43.42	3	14.47	195.94	<0.0001
Tratamiento	43.42	3	14.47	195.94	<0.0001
Error	0.59	8	0.07		
Total	44.01	11			

Tabla 54. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de amilosa de almidón.

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T4	34.33	3	0.16 a
T3	31.37	3	0.16 b
T1	30.09	3	0.16 c
T2	29.35	3	0.16 d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 55. El análisis de varianza de amilopectina de almidón de papa.

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Amilopectina	12	0.99	0.98	0.40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	43.42	3	14.47	195.94	<0.0001
Tratamiento	43.42	3	14.47	195.94	<0.0001
Error	0.59	8	0.07		
Total	44.01	11			

Tabla 56. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de amilopectina de almidón.

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
T2	70.65	3	0.16 a
T1	69.91	3	0.16 b
T3	68.63	3	0.16 c
T4	65.67	3	0.16 d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 17. Balance de materia de la extracción de almidón de las variedades de papa.

En el Cuadro 21. Se muestra los resultados Balance de materia de la extracción de almidón

Cuadro 21. Resultados de balance de materia de la variedad de papa pulpa roja.

Operación	Materia prima (kg)	Entra (kg)	Salida (kg)	Continúa (kg)	% Rendimiento	
					Operación	Proceso
Recepción	1.95		0.00 02	1.95	99.99	99.99
Pelado	1.95		0.35	1.60	82.04	82.04
Reducción a finos	1.59		0.43 4	1.16	72.87	59.78
Tamizado	1.16	7	6.08	2.08	178.92	106.96
Lavado 1	2.08	7	7.11	1.97	94.73	101.32
Lavado 2	1.97	5	5.12	1.85	93.93	95.17
Lavado 3	1.85	5	5.15	1.70	91.92	87.48
Lavado 4	1.70	4	4.01	1.69	99.41	86.96
Sedimentado	1.69		0.77	0.92	54.59	47.48
Secado	0.92		0.62	0.30	33.03	15.68
Pulverizado	0.30		0.09	0.21	70.57	11.07

Cuadro 22. Resultados de balance de materia de la variedad de papa pulpa azul.

Operación	Materia prima (kg)	Entra (kg)	Sale (kg)	Continúa (kg)	% Rendimiento	
					Operación Proceso	
Recepción	1.96		0.0002	1.96	99.99	99.99
Pelado	1.960		0.36	1.60	81.63	81.62
Reducción a finos	1.59		0.48	1.12	69.99	57.14
Tamizado	1.12	7	6.04	2.08	185.73	106.11
Lavado 1	2.08	7	7.123	1.95	94.08	99.83
Lavado 2	1.95	5	5.09	1.86	95.41	95.24
Lavado 3	1.80	5	5.06	1.80	96.79	92.18
Lavado 4	1.81	4	4.04	1.76	97.79	90.14
Sedimentado	1.76		0.95	0.81	46.23	41.67
Secado	0.81		0.61	0.20	25.32	10.55
Pulverizado	0.21		0.076	0.13	63.25	6.67

Cuadro 23. Resultados de balance de materia de la variedad de papa pulpa amarilla.

Operación	Materia prima (kg)	Entra (kg)	Sale (kg)	Continúa (kg)	% Rendimiento	
					Operación Proceso	
Recepción	1.960		0.0002	1.960	99.99	99.99
Pelado	1.960		0.36	1.600	81.63	81.62
Reducción a finos	1.600		0.49	1.110	69.37	56.62
Tamizado	1.110	7	6.05	2.060	185.60	105.09
Lavado 1	2.060	7	7.08	1.980	96.12	101.01
Lavado 2	1.980	5	5.09	1.890	95.45	96.42
Lavado 3	1.890	5	5.07	1.820	96.30	92.85
Lavado 4	1.820	4	4.04	1.780	97.80	90.81
Sedimentado	1.780		0.98	0.800	44.94	40.81
Secado	0.800		0.51	0.290	36.23	14.79
Pulverizado	0.290		0.09	0.200	68.94	10.19

Cuadro 24. Resultados de balance de materia de la variedad de papa pulpa blanca.

Operation	Materia prima (kg)	Entra (kg)	Sale (kg)	Continúa (kg)	% Rendimiento	
					Operación Proceso	
Recepción	2.02		0.0002	2.020	99.99	99.99
Pelado	2.02		0.42	1.600	79.21	79.20
Reducción a finos	1.60		0.47	1.130	70.62	55.93
Tamizado	1.13	7	6.04	2.090	184.97	103.46
Lavado 1	2.09	7	7.125	1.965	94.02	97.27
Lavado 2	1.96	5	5.09	1.875	95.42	92.81
Lavado 3	1.87	5	5.06	1.815	96.80	89.84
Lavado 4	1.81	4	4.04	1.775	97.80	87.86
Sedimentado	1.77		0.95	0.825	46.47	40.83
Secado	0.82		0.52	0.305	36.95	15.09
Pulverizado	0.30		0.076	0.229	75.07	11.33

ANEXO 18. Panel fotográfico

Determinación de Humedad de las variedades de papa

 <p>Se cortó trozos pequeños de muestra</p>	 <p>Pesado de las placas Petri y muestras</p>
 <p>Se secó las muestras en la estufa a 105 °C durante 1 hora.</p>	 <p>Se retiró las muestras deshidratadas de la estufa</p>
 <p>Se colocó las muestras deshidratadas en el desecador para ser enfriado</p>	 <p>Pesado de las muestras deshidratadas</p>

Determinación de polifenoles totales de las variedades de papa



Acondicionamiento de la muestra



Solución B: Ferrocianuro de potasio ($K_3Fe(CN)_6$) + agua destilada



Solución A: Cloruro de Hierro hexahidratado ($FeCl_3 \cdot 6 H_2O$) + Ácido Clorhídrico (HCl) 0,01 N



Centrifugación de la muestra



Se pipeteó 200 μ L de muestra + 400 μ L solución A + 400 μ L Solución B



Lectura en el espectrofotómetro a 725 nm

Análisis de Azúcares Reductores de las variedades de papa



Pesado de muestra



Muestra + agua destilada



Licuada de muestra



Filtrado de muestra



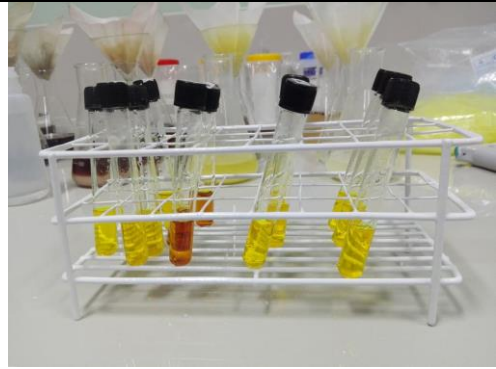
Muestras a lecturar



Reactivo DNS



Centrifugado a 15000 rpm/15min



Se pipeteó 1 mL del sobrenadante centrifugado (muestra) + 2 mL de DNS



Homogenizado de la muestra



Ebullición de muestra por 5 minutos



Enfriado de muestra por 5 min.



Adición de 1 mL de agua destilada a la muestra

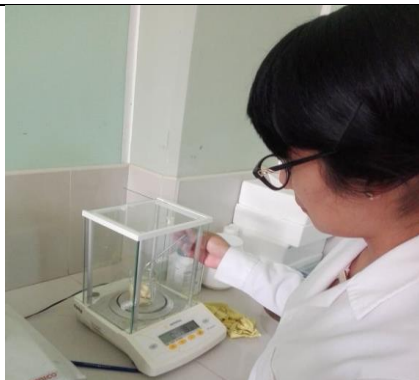


Se homogenizó y se adicionó la muestra en las celdas de poliestireno de espectrofotómetro



Lectura de muestra en el espectrofotómetro con absorbancia 540 nm

Análisis de Antocianinas Totales de las variedades de papa



Pesado de muestra



Licudo de muestra



Filtrado de muestra



Muestra a ser analizada



Regulación de pH de las soluciones Buffer



Solución Buffer pH = 1,0 y Buffer pH = 4,5



Rotulación de tubos de ensayo para preparación de muestra



Centrifugación de muestra



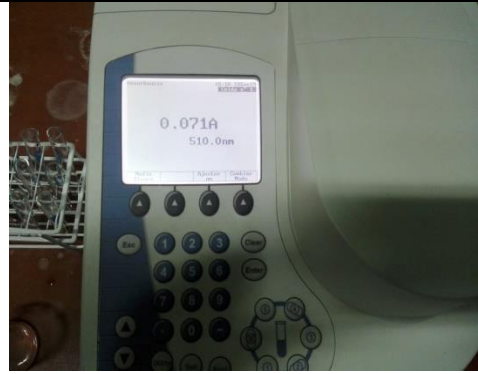
Muestra a ser analizada



Dilución de 80 μ L muestra + 460 μ L buffer pH=1.0 + 460 μ L buffer pH=4.5



Puesta de celdas de poliestireno con muestra en el espectrofotómetro



Lectura de muestra en el espectrofotómetro a 510 nm.

Análisis de color de almidón de las variedades de papa



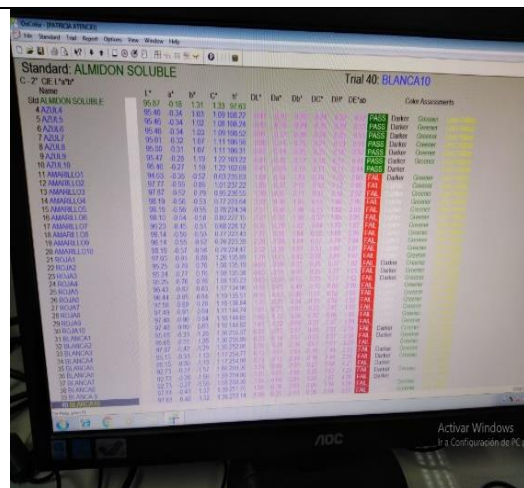
Colorímetro



Toma de muestra del almidón



Lectura de muestra



Datos de la lectura de color

Cuantificación de Amilosa y Amilopectina de almidón de las variedades de papa



Pesado de Hidróxido de sodio



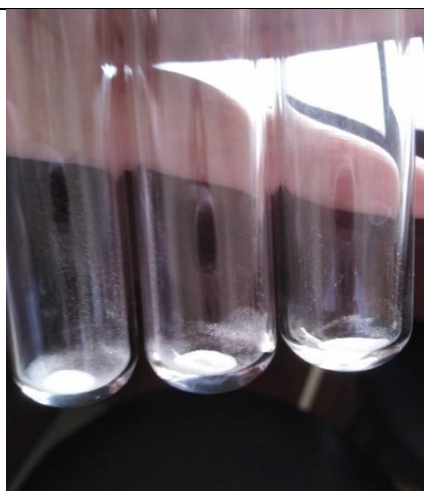
Yodo molecular o metálico



Estándar almidón soluble CAS – N°: 9005-84-9.



Pesado de muestra (almidón)



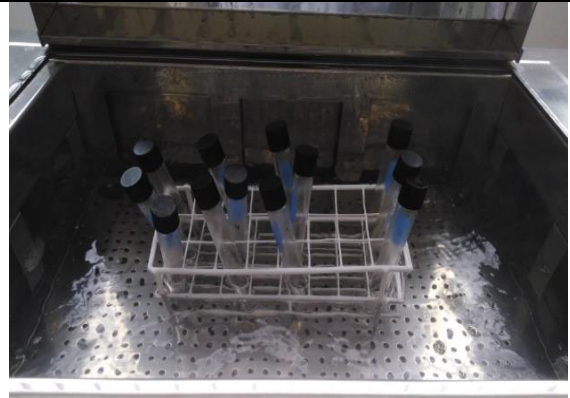
Muestra (almidón)



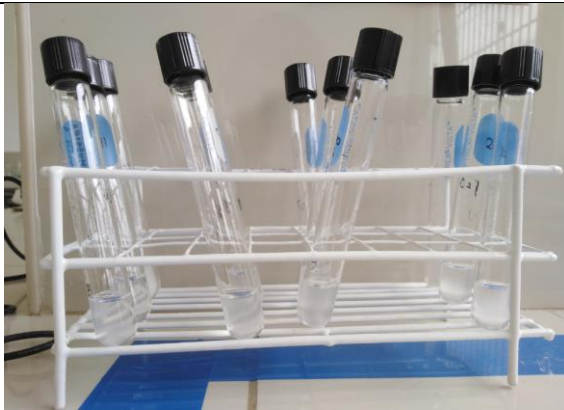
25 mg almidón + 0,25 mL alcohol 95° + 2.25 mL de hidróxido de sodio



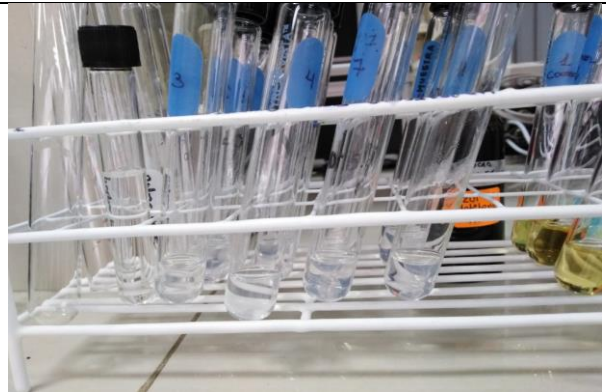
Homogenizado de la muestra



Ebullición a baño María por 10 min y luego sedimentación de muestras por 24 horas.



Reacción 4 mL agua destilada + 0,5 mL de muestra + 1 mL ácido acético 1M



Inmediatamente se adicionó 0,2 mL solución de yodo + 4,3 mL agua destilada



Muestra en la oscuridad por 20 min.



Lectura de muestra en el espectrofotómetro con absorbancia 620 nm

Análisis de granulometría de almidón de las variedades de papa



Tamices



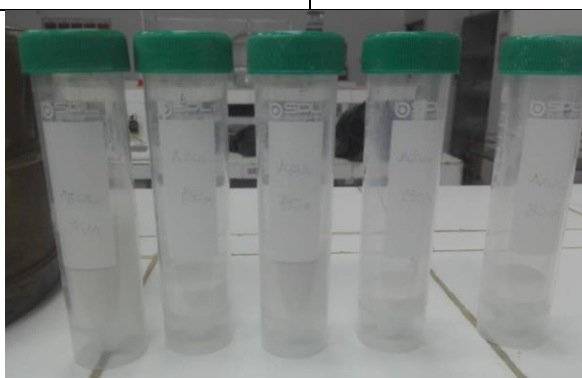
Pesado de los tamices



Se colocó el almidón en el equipo Ro-tap



Equipo Ro-tap y tamices



Almidones después de pasar a través de los tamices

Obtención de almidón de las variedades de papa



Pesado de muestra



Licudo de muestra



Primer lavado de muestras



Cuarto lavado de muestras



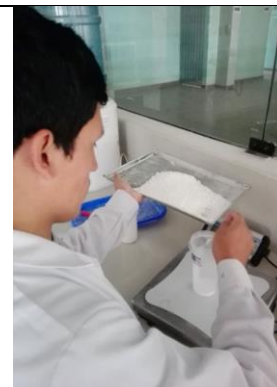
Llevar almidón húmedo a la estufa



Almidón seco



Triturado de almidón seco



Pesado de almidón



Almidón de las variedades de papa

ANEXO 19. Resolución N°0124-2019-UNHEVAL-VRI



UNHEVAL
UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

RESOLUCIÓN N° 0124-2019-UNHEVAL-VRI

Huánuco, 26 de marzo del 2019

VISTO: el Oficio N° 252-2019-UNHEVAL-DIU de fecha 26/03/2019, Reg. 0259, en (05) folios.

CONSIDERANDO:

Que, la Ley Universitaria 30220 en su Capítulo VI "INVESTIGACIÓN", Artículo 48°, establece que: *La investigación constituye una función esencial y obligatoria de la universidad, que la fomenta y realiza, respondiendo a través de la producción de conocimiento y desarrollo de tecnologías a las necesidades de la sociedad, con especial énfasis en la realidad nacional. Los docentes, estudiantes y graduados participan en la actividad investigadora en su propia institución o en redes de investigación nacional o internacional, creadas por las instituciones universitarias públicas o privadas;*

Que, con Resolución de Consejo Universitario N° 4452-2018-UNHEVAL de fecha 17/12/2018, se ratifica la Resolución N° 071-2018-UNHEVAL-VRI del 05/12/2018 que aprueba el Reglamento General de Investigación de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán;

Que, con resolución de Consejo Universitario N° 0721-2019-UNHEVAL de fecha 19/02/2019 se ratifica la Resolución N° 0069-2019-UNHEVAL-VRI del 06/02/2019, que aprueba el Reglamento del Concurso de Proyectos de Investigación con Fondos Concursables de la UNHEVAL – 2019;

Que, con Resolución N° 0106-2019-UNHEVAL-VRI de fecha 06/03/2019, se designa a los Jurados Evaluadores Externos para el Concurso de Proyectos de Investigación con Financiamiento de Fondos Concursables 2019;

Que, con Oficio N° 0252-2019-UNHEVAL-DIU de fecha 26/03/2019, la Directora de Investigación Universitaria, remite la relación de ganadores del Concurso de Proyectos de Investigación con Fondos Concursables de la UNHEVAL-2019, los cuales han sido evaluados y aprobados por el Jurado Evaluador Externo; solicitando la emisión de la Resolución correspondiente, precisando que las mismas deben ser emitidas por cada grupo de Investigación de acuerdo al listado que anexa;

Estando a las atribuciones conferidas al Vicerrector de Investigación por la Ley Universitaria N° 30220, por el Estatuto de la UNHEVAL, la Resolución N° 050-2016-UNHEVAL-CEU, del 26.AGO.2016, del Comité Electoral Universitario, que proclamó y acreditó, a partir del 02.SET.2016 hasta el 01.SET.2021, a los representantes de la Alta Dirección; y por la Resolución N° 2780-2016-SUNEDU-02-15.02, del 14.OCT.2016, que resolvió proceder a la inscripción de la firma del Vicerrector de Investigación de la UNHEVAL en el Registro de Firma de Autoridades Universitarias, Instituciones y Escuelas de Educación Superior de la SUNEDU;

SE RESUELVE:

1° DECLARAR como Ganador del Concurso de Proyectos de Investigación con Fondos Concursables de la UNHEVAL-2019, el siguiente proyecto de investigación, por lo expuesto en los considerandos precedentes:

COD. DEL PROY.	TÍTULO DEL PROYECTO	FACULTAD	PARTICIPANTES	CONDICIÓN	PRESUPUESTO
AG05	EFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO EN COMPUESTOS BIOACTIVOS EN DOS VARIETADES DE PAPAS NATIVAS CULTIVADAS EN LA REGIÓN HUÁNUCO.	CIENCIAS AGRARIAS	NATIVIDAD BARDALES, ÁNGEL DAVID	INVESTIGADOR PRINCIPAL	S/. 20,000.00
			CHAMORRO GÓMEZ, RUTH ESTHER	CO-INVESTIGADOR	
			CUETO ROSALES, CÉSAR ROBERT	CO-INVESTIGADOR	
			ATENCIO MAURICIO, PATRICIA JUDITH	TESISTA	
			RAMÍREZ BLAS, DARWIN WILINTON	TESISTA	

2° OTORGAR al investigador principal el financiamiento con Fondos Concursables 2019 la suma de S/. 20,000.00, bajo las condiciones señaladas en el Reglamento del Concurso de Proyectos de Investigación con Fondos Concursables de la UNHEVAL-2019 y la Directiva N° 001-2018-UNHEVAL-DIGA-UC, Directiva de viáticos, pasajes y asignaciones económicas de la UNHEVAL; siendo su responsabilidad la ejecución total de la investigación con la asignación otorgada.

3° DISPONER, en caso de incumplimiento de las responsabilidades asumidas por los integrantes de proyecto, la aplicación de lo establecido en el mencionado Reglamento, ítem 6. *De las sanciones a los investigadores*; asimismo se dejará constancia en el legajo del docente para ser tomado en cuenta en su solicitud de ratificación y/o promoción.

4° ELEVAR al Consejo Universitario para su ratificación.

5° DAR A CONOCER a los interesados y a los órganos correspondientes.

Regístrese, comuníquese y archívese.



Dr. Javier Gonzalo López y Morales
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN



Distribución: Rector/VRAcad./DRU/DIU/FAVRI/FCA/interesados/archivo
HMT/Sac.