

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería de Alimentos



Una Institución Adventista

Tesis

**Aplicación de técnicas sensoriales correlacionándolas con los
parámetros de calidad de diferentes papas nativas peruanas
cocidas**

Por:

Davna Enciso Choquehuanca
Malena Milagros Pinedo Mirano

Asesor:

Dr. Reynaldo Justino Silva Paz

Lima, enero de 2019

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DEL INFORME DE TESIS

Reynaldo Justino Silva Paz, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de Industria de Alimentos, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: ***"APLICACIÓN DE TÉCNICAS SENSORIALES CORRELACIONÁNDOLAS CON LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE DIFERENTES PAPAS NATIVAS PERUANAS COCIDAS"*** constituye la memoria que presentan las **Bachilleres Davna Enciso Choquehuanca y Malena Milagros Pinedo Mirano** para aspirar al título de Profesional de Ingeniería de Alimentos, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Lima, 05 de Abril del 2019.



Reynaldo Justino Silva Paz

Aplicación de técnicas sensoriales correlacionándolas con los parámetros de calidad de diferentes papas nativas peruanas cocidas

TESIS

Presentada para optar el Título Profesional de Ingeniero de Alimentos

JURADO CALIFICADOR



Dr. Rodrigo Alfredo Matos Chamorro
Presidente



Ing. Guido Fulgencio Anglas Hurtado
Secretario



Dr. Julio Florencio Paredes Guzmán
Vocal



Ing. Oscar Amado Crisostomo Gordillo
Vocal



Dr. Reynaldo Justino Silva Paz
Asesor

Lima, 14 de febrero de 2019

Dedicatoria

A Dios, por habernos permitido llegar hasta este punto y habernos dado salud, sabiduría y esfuerzo para lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad y amor.

Con mucho amor y respeto a nuestros padres Edmundo y Victoria, Amancio y Celina, por habernos apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que nos ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor, sacrificio, confianza y apoyo incondicional.

A la familia Enciso Choquehuanca y Pinedo Mirano por toda su ayuda.

Davna y Malena

Agradecimiento

A nuestro Padre Todopoderoso por habernos acompañado y guiado a lo largo de nuestra carrera, por ser nuestra fortaleza en nuestro momento de debilidad y por brindarnos una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A nuestros queridos padres: Edmundo Enciso, Victoria Choquehuanca, Amancio Pinedo y Celina Mirano; a la Familia Enciso Choquehuanca y Pinedo Mirano, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado para este trabajo de investigación.

A nuestro asesor, Dr. Reynaldo Silva Paz, por su generosidad al brindarnos la oportunidad de recurrir a su capacidad, experiencia académica en un marco de confianza, afecto y amistad, fundamentales y por su motivación constante de este desarrollo de investigación.

A la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (UNHEVAL) de Huánuco - Perú por permitirnos el acceso a sus equipos para los ensayos experimentales de textura.

A la Universidad Peruana Unión, a la dirección de escuela de Ingeniería de Alimentos a cargo del Dr. Alfredo Matos Chamorro, por permitirnos el uso de los equipos para los análisis fisicoquímicos y compuestos bioactivos.

A nuestros docentes por su apoyo desinteresado y su disposición a resolver nuestras dudas.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	1
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LA LITERATURA	3
2.1 Papa.....	3
2.1.1 Origen.....	3
2.1.2 Descripción botánica	3
2.1.3 Clasificación taxonómica.....	4
2.1.4 Valor nutricional.....	5
2.1.5 Importancia del cultivo de papa nativa.....	6
2.1.6 Importancia de las variedades de papas nativas	7
2.1.7 Papas nativas.....	8
2.1.8 Variedades de papas nativas	9
2.1.9 <i>Importancia socio económico del cultivo de papa</i>	16
2.2 Parámetros fisicoquímicos	17
2.3 Compuestos bioactivos	18
2.4 Parámetros mecánicos.....	20
2.5 Parámetros óptico.....	21
2.6 Evaluación Sensorial.....	22
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1 Lugar de ejecución	25
3.2 Materiales e insumos	25
3.2.1 Materia prima.....	25
3.2.2 Materiales	25
3.3 Metodología experimental.....	27
3.3.1 Proceso de cocción de las papas nativas andinas	27
3.3.2 Parámetros fisicoquímicos y compuestos bioactivos para las variedades de papas nativas cocidas y crudas	27
3.3.3 Parámetros mecánicos para las variedades de papas nativas cocidas	29
3.3.4 Parámetros ópticos para las variedades de papas nativas cocidas y crudas	30
3.3.5 Análisis Sensorial para las variedades de papas nativas cocidas	31
3.4 Análisis Estadístico	33
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.2 Propiedades mecánicas.....	45
4.3 Parámetros ópticos	49

3.1 Evaluación sensorial	54
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	69
REFERENCIAS	71
ANEXOS	83
.....	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variedades de papas más importantes de Puno, Perú	10
Tabla 2. Clasificación campesina de las papas nativas en Lares, Cusco, Perú	11
Tabla 3. Variables y su descripción.....	34
Tabla 4. Diseño factorial A x B con muestras de control.....	34
Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos de las diferentes variedades de las papas nativas crudas y cocidas	36
Tabla 6. Propiedades mecánicas de las papas nativas cocidas a su punto y reventadas.....	46
Tabla 7. Prueba Q de Corhan	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. La planta de la papa y sus características.....	4
Figura 2. Variedades de papas de colores (nativas)	9
Figura 3. Papa nativa Puka Puma Makin (Solanum tuberosum subesp. Andigena)	12
Figura 4. Papa nativa Muru Milku (Solanum tuberosum subesp. Andigena)	13
Figura 5. Papa nativa Payapa Ankun (Solanum tuberosum subesp. Andigena)	14
Figura 6. Papa nativa Qequrani (Solanum stenotomum).....	15
Figura 7. Papa amarilla (Solanum stenotomum)	15
Figura 8. Boleta de CATA.....	31
Figura 9. Boleta de evaluación para el método Mapeo de Proyectivo	33
Figura 10. Gráfico de interacción de °Brix.....	37
Figura 11. Gráfico de interacción de la Humedad (%).....	39
Figura 12. Gráfico de interacción de Variación de peso	40
Figura 13. Gráfico de interacción de Capacidad Antioxidante	42
Figura 14. Gráfico de interacción de Vitamina C.....	44
Figura 15. Firmeza de diferentes papas nativas después de la cocción.....	47
Figura 16. Parámetros de color de las papas nativas con cáscara	50
Figura 17. Parámetros de color de las papas nativas sin cáscara.....	52
Figura 18. Parámetros de color de las papas nativas del centro de la pulpa.....	53
Figura 19. Sedimentación de los datos sensoriales	58
Figura 20. Análisis de correspondencia para las muestras	59
Figura 21. Análisis de componentes principales de la aceptabilidad	60
Figura 22. Ausencia - Preferencia de los atributos CATA	61
Figura 23. Efecto sobre la media	61
Figura 24. Efecto sobre la media vs porcentaje (%).....	62
Figura 25. Preferencia de papas nativas	63
Figura 26. Preferencia entre su punto o reventada	63
Figura 27. Análisis multifactorial.....	64
Figura 28. Correlación de los consumidores	65
Figura 29. Representación de los consumidores	66
Figura 30. Conceso de las muestras para los consumidores.....	67
Figura 31. Consumidores y dimensiones.....	68

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Papa nativa Puka Puma Makin (<i>Solanum tuberosum</i> subesp. Andigena)	83
Anexo 2. Papa nativa Muru Milku (<i>Solanum tuberosum</i> subesp. Andigena)	83
Anexo 3. Papa nativa Payapa Ankun (<i>Solanum tuberosum</i> subesp. Andigena)	84
Anexo 4. Papa nativa Qequrani (<i>Solanum stenotomum</i>)	84
Anexo 5. Papa amarilla (<i>Solanum stenotomum</i>)	85
Anexo 6. Proceso para la obtención de Grados Brix	85
Anexo 7. Proceso para la obtención de Humedad (%)	86
Anexo 8. Proceso para la obtención de Capacidad Antioxidante	87
Anexo 9. Proceso para la obtención de pérdida de peso	87
Anexo 10. Proceso para la obtención de Vitamina C	88
Anexo 11. Análisis de parámetros mecánicos	89
Anexo 12. Análisis de Evaluación Sensorial para el método de CATA y Mapeo Proyectivo	90
Anexo 13. Pruebas univariadas de significación para Capacidad Antioxidante	91
Anexo 14. Análisis de propiedades mecánicas de las papas cocidas a su punto y reventadas	92
Anexo 15. Parámetros ópticos de las papas nativas con cáscara en tipo frío y caliente ...	93
Anexo 16. Parámetros ópticos de las papas nativas sin cáscara en tipo frío y caliente.....	94
Anexo 17. Parámetros ópticos de la pulpa de papas nativas en tipo frío y caliente	95

Resumen

En el Perú se consumen generalmente la papa blanca, en algunos casos las variedades peruanita o huamantanga, pero existen diferentes variedades de papas nativas que presentan una escasa participación en el mercado local y nacional, esto se produce por desconocimiento de las variedades de papas nativas, su composición química, funcionales y esencialmente su aceptabilidad por parte de los consumidores. A partir, de ello nace la importancia de estudiar las características sensoriales con el fin de diseñar estrategias que puedan potenciar el consumo de estos tubérculos. Así, el objetivo de este trabajo de fue aplicar técnicas sensoriales correlacionándolas con los parámetros de calidad de las papas nativas. Para ello se evaluaron los parámetros fisicoquímicos, texturales, ópticos y sensoriales. Se utilizó un diseño factorial AxB (5x2), el factor A: Variedades de papas, con cinco niveles (Payapa Ankunel, Puka Puma Makin, Muru Millcu, Qequrani y Amarilla) y el factor B: Tipo de cocción con dos niveles (Cocidos a punto y reventados), obteniendo un total de 10 tratamientos, además se utilizó cada variedad fresca (cruda) como parámetro de control. Los resultados mostraron que existen diferencias significativas en los parámetros fisicoquímicos de las diferentes variedades de papas nativas crudas y cocidas (a su punto y reventada) presentaron diferencias significativas y una tendencia a reducir sus valores fisicoquímicos en las muestras cocidas reventadas respecto a las a cocidas a punto, excepto en la humedad y variación de peso donde los valores fueron mayores en las muestras reventadas. Los parámetros de textura presentaron diferencias significativas, excepto la gomosidad. En cuanto al color, representados en el sistema CIELab, se observaron diferencias significativas para las papas con cáscara, sin cáscara y en el interior. Sin embargo estos valores y tendencia fueron similares entre las muestras recién cocidas y enfriadas. El análisis sensorial basado en la metodología CATA, el análisis de correspondencia explicó el 68.64 % de total de los datos, donde se encontró que los consumidores forman tres grupos,

que se caracterizaron por tener la misma variedad indistintamente del proceso de cocción. Además, de los 18 atributos evaluados, cinco de ellos no presentaron diferencias significativas. Del mapeo proyectivo, el análisis multifactorial (MFA) explicó el 39,02 % de total de la variabilidad de los datos de aceptabilidad general. Al relacionar el mapeo proyectivo, el círculo de correlación de los datos sensorial y el método CATA, la variedad Amarilla a punto y reventada fueron los más aceptados sensorialmente. Lo que concuerda con la prueba de preferencia, donde los consumidores seleccionaron la variedad de papa Amarilla reventada.

Palabras claves: CATA, Mapeo proyectivo, Sensorial, Parámetros fisicoquímicos, Textura, Compuestos bioactivos.

Abstract

In Peru white potatoes are usually consumed, in some cases the Peruvian or Huamantanga varieties, but there are different varieties of native potatoes that have a low participation in the local and national market, this is due to ignorance of native potato varieties, its chemical composition, functional and essentially its acceptability by consumers. From this, the importance of studying the sensory characteristics in order to design strategies that can enhance the consumption of these tubers is born. Thus, the objective of this work was to apply sensory techniques correlating them with the quality parameters of native potatoes. To do this, physicochemical, textural, optical and sensory parameters were evaluated. We used a factorial design AxB (5x2), the factor A: Varieties of potatoes, with five levels (Payapa Ankunel, Puka Puma Makin, Muru Millcu, Qequrani and Yellow) and the B factor: Type of cooking with two levels (Cooked to point and burst), obtaining a total of 10 treatments, in addition each fresh (raw) variety was used as a control parameter. The results showed that there are significant differences in the physicochemical parameters of the different varieties of raw and cooked native potatoes (at their point and burst) presented significant differences and a tendency to reduce their values burnt samples burst with respect to those cooked to point, except in the humidity and weight variation where the values were higher in the burst samples. The texture parameters presented significant differences, except gumminess. Regarding the color, represented in the CIELab system, significant differences were observed for potatoes with shell, without shell and in the interior. However, these values and trends were similar between freshly cooked and cooled samples. The sensory analysis based on the CATA methodology, correspondence analysis explained 68.64% of the total data, where it was found that consumers form three groups, which were characterized by having the same variety indistinctly of the cooking process. In addition, of

the 18 attributes evaluated, five of them did not show significant differences. From the projective mapping, the multifactorial analysis (MFA) explained 39.02% of the total variability of the general acceptability data. When relating the projective mapping, the circle of correlation of the sensory data and the CATA method, the yellow variety to point and burst were the most accepted sensorially. This is in accordance with the preference test, where consumers selected the yellow popped potato variety.

Key words: CATA, projective mapping, sensorial, physicochemical parameters, texture, bioactive compounds.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

Según Ramírez (2013), en el Perú, el cultivo de papa, hoy en día, es importante a nivel social y económico, ya que su cultivo involucra a más de 700 000 familias rurales que se ven afectadas por su producción. La papa tiene muchos años de historia, es prácticamente el ingrediente primordial de nuestra cocina peruana. Los peruanos en promedio consumen generalmente la papa blanca o amarilla, en algunos casos las variedades peruanita o huamantanga, pero existen diferentes variedades de papas nativas que presentan una escasa participación en el mercado local y nacional, esto se produce por desconocimiento de las variedades de papas nativas, su composición química y propiedades nutritivas y funcionales por parte de los consumidores.

Las variedades de papas domesticadas por los antiguos peruanos se denominan papas nativas. Actualmente en el Perú, existen más de 3800 variedades de estas papas, que son únicas en el mundo. La gran mayoría de papas nativas se cultiva por encima de los 3800 metros de altura, donde ningún otro cultivo prospera. Sin embargo, debido a dificultades de ingreso al mercado y a una reducida producción que es utilizada principalmente para el autoconsumo (Quispe, 2013).

López y Lozano (2007), indicaron que los consumidores consideran factores desfavorables para la compra de papas nativas, la mala presentación comercial de estas (vienen sucias o llegan malogradas), así como, el precio (alto costo) y la mala distribución del producto (no se encuentran disponible en los mercados). En el Perú, uno de los principales problemas que existen es el desconocimiento y la falta de industrialización de las papas nativas, debido a que solo se procesan las papas de mayor consumo, como la blanca, amarilla y peruanita, dejando de lado las variedades nativas.

Respecto a la calidad gastronómica de las papas, los atributos que se consideran son la textura, olor, sabor y color. La textura es uno de los principales parámetros para determinar la calidad sensorial de los tubérculos y los atributos que describen las propiedades sensoriales de los productos son determinados por medio de los perfiles sensoriales, para lo cual se considera el orden de percepción de las características asignando un valor en función a la intensidad percibida por cada evaluador. Se debe estandarizar a los individuos (evaluadores) dado que estos son el instrumento de medida, por lo que deben ser seleccionados, entrenados y confirmar su eficiencia, analizando sus resultados y habilidades que deben ser consistente en distinguir las diferencias entre las muestras evaluadas. Sin embargo, esta preparación genera gastos económicos elevados y conllevan mucho tiempo durante su preparación (Trincherro, Monti & Ceroli 2007).

Además Olsen (1986), menciona que la colorimetría es un método óptico que se basa en la comparación del color usando el ojo del ser humano como detector. Pero en los últimos años el ojo humano ha perdido mucho prestigio por la subjetividad que posee cada persona, lo que hace variar la percepción del color, disminuyendo el enorme potencial de los diferentes alimentos, en el caso particular de la papa. Por ello el uso de máquinas, como es el caso del colorímetro o espectrofotómetro, ayudan a estandarizar los parámetros ópticos respecto al color del tubérculo. Debido, a estos factores las papas nativas aún no son valoradas, ni utilizadas en gran escala, en la gastronomía peruana, por lo que genera una pérdida de la biodiversidad de las papas nativas. Así, el objetivo de este trabajo de fue aplicar técnicas sensoriales correlacionándolas con los parámetros de calidad de las papas nativas.

CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 Papa

2.1.1 Origen

Hace más de 7.000 años en los Andes se cultiva la papa (*Solanum tuberosum*). Es originaria del norte del lago Titicaca, sur del Perú. La papa pertenece a la familia de las solanáceas. En la actualidad, la papa es el cuarto cultivo de mayor importancia en el mundo después del arroz, el trigo y el maíz (CIP & FEDECH, 2006).

2.1.2 Descripción botánica

La papa pertenece a las especies *S. tuberosum* y *S. andigenum*. La especie *S. andigenum* es de ciclo largo, tiene forma redonda, sus ojos son profundos, su color de piel es variable (blanca, negra, morada, roja y combinada) y su pulpa es de color amarilla o blanca. La especie *S. tuberosum* naturalmente es de ciclo cortos (90 a 100 días), es de forma alargada, piel lisa, sus ojos son superficiales, el color de la pulpa es crema a amarilla y la piel rosada, roja o beige, y tiene estolones cortos. (Román y Hurtado 2002).

Según Tapia y Fries (2007), la planta de papa pertenece al grupo de herbáceo, cuyo tamaño oscila de 0.30 a 1.00 m de altura, dependiendo de su variedad, con un crecimiento erecto o semierecto. Las papas son tallos modificados y constituyen los órganos de reserva de la planta; varían en su tamaño, forma y color de la piel y pulpa. Los ojos o yemas de la papa madura se conservan latentes hasta que desarrollan un estolón de donde se brota una nueva planta. Los almacenes de luz difusa ayudan a que los estolones no se desarrollen antes de la siembra. Las hojas son compuestas (ver Figura 1). La flor de la papa es bisexual, en otras palabras tiene pistilos (femenino) y estambres (masculino). El fruto maduro o también

conocido como pepino o tamborocoto, es una baya habitualmente de color verde oscuro y posee semillas botánicas, para poder diferenciarlos de la semilla tubérculo.

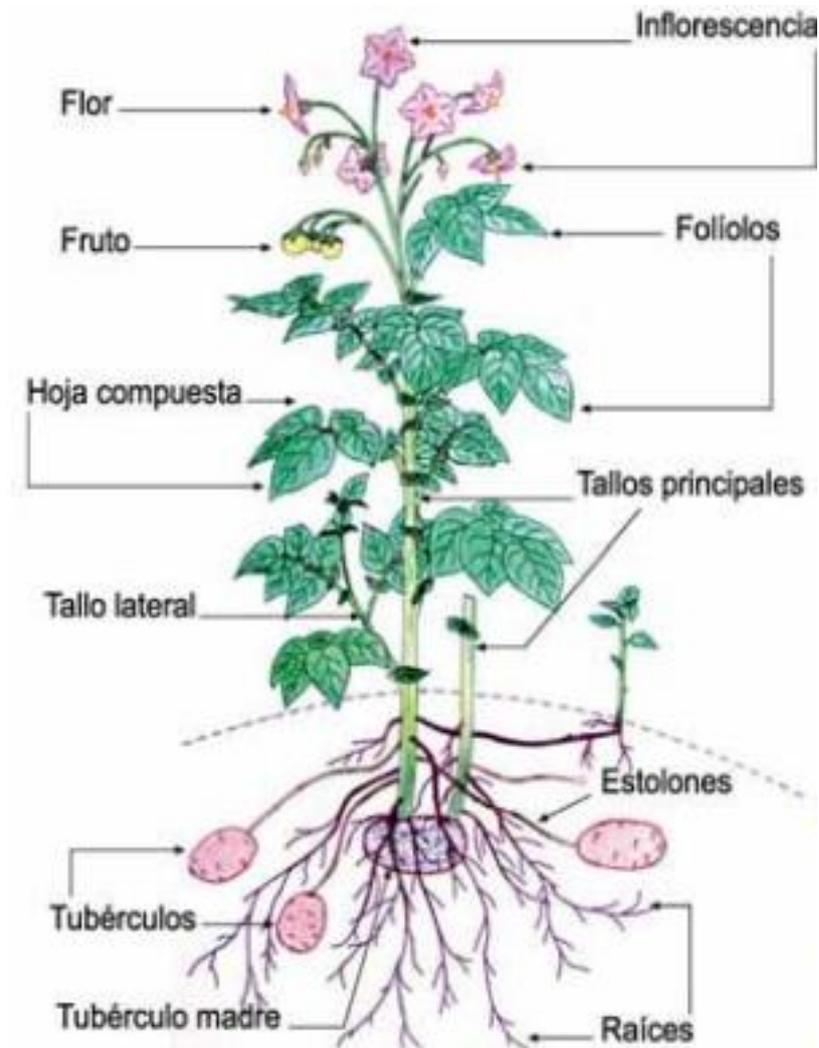


Figura 1. La planta de la papa y sus características
(*Tapia & Fries, 2007*)

2.1.3 Clasificación taxonómica

Según Fernández (2011) La papa se clasifica desde un punto de vista taxonómico de la siguiente manera:

- Reino: *Plantae*
- División: *Magnoliophyta*
- Clase: *Magnoliopsida*
- Subclase: *Asteridae*
- Orden: *Solanales*
- Familia: *Solanaceae*
- Género: *Solanum*
- Especie: *S. tuberosum*

2.1.4 Valor nutricional

Lu et al., (2001) reporta que, más que un cultivo capaz de producir una mayor energía por unidad de tiempo y área que cualquier otro, la papa nativa es una buena fuente de proteínas de alto valor biológico, de vitaminas solubles en el agua (vitamina C y complejo B), minerales (hierro, zinc, cobre y calcio) y carotenoides. Actualmente, la investigación en los Estados Unidos y Europa está avocada principalmente a la caracterización del contenido de vitaminas y potencial antioxidante de las papas mejoradas, principalmente en su contenido y tipos de antocianinas y carotenoides. Un especial interés al respecto se está dando a aquellos materiales mejorados derivados de *S. phureja* y *S. stenotomun*. Brown et al., (2003) indica que, los niveles de antioxidantes en las papas de pulpa roja o morada (característica de muchos cultivares nativos), fueron dos o tres veces mayores que en las papas blancas. El contenido total de antocianinas en las papas con carne roja y azul varía entre 5 a 35 mg/100 g de peso fresco; y su contenido en peso seco se ubica entre el de las fresas y las cerezas. Romers et al., (2002) reporta que, los principales carotenoides de la papa

son violaxantina, antheraxantina, luteína y xeoxantina, los que se encuentran en mayor contenido en las papas amarillas que en las blancas.

2.1.5 **Importancia del cultivo de papa nativa**

Zúñiga (2012) indica que, la papa es sin duda uno de los cultivos más importantes del país en términos de área sembrada (260.000 ha/año), número de productores que dependen de ella (600.000), aporte a la economía nacional (11% del PBI agrícola) y dieta humana (consumo promedio de 68.4kg/hab./año). La papa se produce en 19 de los 24 departamentos del Perú, lo cual demuestra su plasticidad en términos de adaptación. Como centro de origen de la papa, el Perú mantiene una cultura de diversidad; por ello, en la sierra, hoy en día es común encontrar una agricultura mixta con variedades nativas y mejoradas. Torres (2015) reporta que, el mejoramiento genético en el cultivo de papa empieza entre 1824 y la década de 1850 como consecuencia de la grave epifitía del tizón tardío en Irlanda. Posteriormente a la crisis, se realizaron hibridaciones para buscar genotipos resistentes a *Phytophthora infestans* y la ordenación taxonómica del género *Solanum*. Brush (2000). El ingreso campesino en este contexto es definido como la entrada de recursos monetarios y no monetarios generados por la unidad familiar, como consecuencia de haber realizado algunas actividades o transacciones económicas. Zumba (2008) reporta que, en la cosmovisión campesina andina, las papas nativas (*Solanum tuberosum* L.) tienen importancia especial, pues se las emplea como alimento u ofrenda. Monteros et al., (2006). A pesar de ello, las papas nativas que han sido sembradas generación tras generación están en peligro de desaparecer, debido al reemplazo por variedades mejoradas de mayor rendimiento y a la falta de oportunidades en los mercados de las grandes ciudades por el desconocimiento de su existencia por parte de los consumidores. De un estudio realizado por papa andina, se

encontró que apenas el 1% de los consumidores urbanos conocen la existencia de las papas nativas.

2.1.6 Importancia de las variedades de papas nativas

Se clasifica en 3 casos importantes:

a. Importancia Ambiental

Quispe (2013) indica que existen diferentes variedades genéticas de papas nativas, actualmente el Perú cuenta con más de 4.000 diferentes tipos de papa nativa entre amargas, semiamargas y dulce. Fonseca (2014) menciona que las variedades de la papa nativa se adaptan a diferentes ecosistemas y condiciones ambientales, también indica que la papa nativa presenta un alto riesgo de contaminación genética que se produce por la presencia de distintas variedades mejoradas, que generan cambios genéticos, extinción de especies y una menor práctica de costumbres culturales y tradicionales. Por la cual, es fundamental la conservación y valorización de diversas papas nativas ubicadas en las comunidades andinas, como por ejemplo, los distritos de Huayana y Pomacocha (Andahuaylas), que permiten garantizar la sostenibilidad de la variabilidad genética en el tiempo.

b. Importancia Económica

El rubro de la papa contribuye con 7.4%, 11% y 10% del PBI agrícola en Ecuador, Perú y Bolivia equivalente a un valor agregado total de 1,055.6 millones de US\$ al año 2009. La papa nativa es considerada como un alimento básico, por lo que su demanda se ha incrementado a nivel local, regional y nacional. Es decir, los productores tienen la oportunidad de posicionarse en el mercado y prosperar el nivel económico a través de precios adecuados en mercados de biocomercio (Devaux, Ordinola, Hibon, & Flores, 2010).

c. Importancia Social

En las comunidades andinas la papa nativa tiene un valor importante respecto a la relación cultural y espiritual, dado que está presente en casi todos los rituales y es un alimento que está en la mayor parte de sus actividades diarias y culturales. Asimismo para las comunidades andinas, la preservación de las diferentes variedades de papas nativas, representa un componente ancestral y de supervivencia. La papa nativa presenta un gran valor y es protegida por los agricultores de las comunidades andinas, ya que constituyen la base de la alimentación familiar y son considerados un cultivo tradicional y milenario (Alfaro, 2011).

Un factor importante a explotar es resaltar los beneficios y propiedades que contienen las papas nativas, además de ser un producto tradicional. Esta información debe ser distribuida; sin embargo, estos atributos están relacionados con la variedad de papa nativa que se esté consumiendo, dado que cada una de estas posee diversos factores abióticos o propiedades medicinales (Quispe, 2013).

2.1.7 Papas nativas

La papa nativa se denomina a las variedades de papas cultivadas por encima de los 3500 m.s.n.m. según la definición oficial que se obtiene del Ministerio de Agricultura del Perú (2003). Según los datos del Centro Internacional de la Papa (CIP, 2006), la papa está compuesto por carbohidratos, vitaminas y minerales. Así, se le incluye dentro de las hortalizas y verduras, o en el de los alimentos feculentos o amiláceos (Martínez, 2007).

Actualmente el Perú tiene 8 especies de papa cultivada y más de 3800 variedades, siendo así el país con mayor número de variedades de papa del mundo. La diversidad de especies y variedades de papa se debe a la combinación de factores geográficos, climáticos y agroecológicos con los que cuenta el país. En las variedades nativas se registran altos

valores nutricionales comparados con las papas comerciales. Según las investigaciones realizadas por el Ministerio de Agricultura del Perú, las papas nativas amarillas contienen un alto índice de vitamina C; las de color rojo o púrpura previenen de enfermedades degenerativas y aportan antioxidantes (Ramírez, 2013).

2.1.8 Variedades de papas nativas

Fonseca (2014) menciona que la clasificación todavía no está completa, debido a que los campesinos diferencian dentro de cada grupo las papas según formas, colores, así como su comportamiento frente a condiciones climáticas extremas, diferentes suelos, plagas y enfermedades, su período de crecimiento y las calidades culinarias, donde se destaca el contenido de almidón (papa harinosa).



Figura 2. Variedades de papas de colores (nativas)

(Fonseca, 2014)

Existen en los Andes de Perú y Bolivia más de 2 000 variedades de papas nativas. El conocimiento clasificado de los atributos y del uso de los tubérculos permite potenciar el recurso genético que tienen estas variedades nativas o cultivares y convertir a la región andina del Perú y de Bolivia en zona productora de papas de calidad, para responder a un exigente mercado nacional e internacional. En la Tabla 1 y 2 se presentan las diferentes variedades de papas nativas dependiendo del departamento (Tapia & Fries, 2007).

Tabla 1. Variedades de papas más importantes de Puno, Perú

(Tapia & Fries, 2007)

<i>Grupo imilla</i>	<i>Grupo pitiquiña</i>	<i>Diversos grupos</i>		
Imilla blanca	Pitiquiña blanca	Ccompis	Cuchicallo	Pucamari
Imilla negra	Pitiquiña roja	Yana	Tuni	Mari roja
Imilla roja	Pitiquiña amarilla	Ccoilo	Paula	Piña
Imilla rosada		Sutamari	Luntusa	Candarave
Sani imilla		Dacha lajra	Saccampaya	Chuiquiña
Alca imilla negra		Amajana	Santana	Huayro
Alca imilla roja		Llucta phara	Albina	Lomos
Zapallo imilla		Peruana	Marinegra	Suritomo
		Surimana		

Tabla 2. Clasificación campesina de las papas nativas en Lares, Cusco, Perú

(Tapia & Fries, 2007)

<i>Papas</i>	<i>Forma</i>	<i>Colores</i>	<i>Usos</i>
<i>Papas nativas</i>			
Imillas	Redondeadas, ojos profundos	Rojas, rosadas, negras. Algunas con manchas rojas y cremas, pulpa crema	Todas para sancochar y para papa al horno y especial en guisos
Chilcas	Redondeadas, ojos profundos	Negras y moteadas con crema en fondo negro. Pulpa blanca	Especial para wathiya, papa al horno y sancochar
Ch'oque phurus	Redondeadas, con hendidura de ojos planos	Rojas, negras y algunas con manchas cremas en fondo rojo o negro. Pulpa con anillo vascular y medula roja-azul en fondo crema	Todas para wathiya y sancochar
Lomos o mactillo	Todas alargadas, ligeramente arriñonadas. Ojos apenas visibles	Rojas y negras, la mayoría tienen moteado fino con crema. Pulpa blanca	Especial para wathiya y sancochar
Pitiquiñas	Alargadas cilíndricas, ojos profundos alargados	Predominantemente rojos de color entero y algunas negras. Pulpa crema con anillo vascular rojo o azul	Wathiya y sancochar
Bole	Redondeadas y aplanadas, ojos superficiales	Fondo rojo o negro siempre con moteadas cremas o rojos. Pulpa blanca	Exclusivamente para pelar y usar en sopas y guisos
Luntus = runtus (papa amarilla)	Redondeadas, ojos profundos	Cremas oscuras. Pulpa amarilla	Wathiya, sancochar y guisos.
Churuspi	Alargadas elipsoidal, ojos profundos	Predominantemente negra y algunas rojas, con lóbulos antes de los ojos	Wathiya y sancochar
Soccos	Redondeadas, con ojos profundos	Negras, siempre con salpicado fino de color crema	Sancochar y para pelar, para guisos.
Kusi kusi	Redondeadas aplanadas, con ojos semi profundos	Blanca, roja y negra	Para sancochar, para pelar y para transformación de chuño

Tabla 2. Clasificación campesina de las papas nativas en Lares, Cusco, Perú – continuación

<i>Papas</i>	<i>Forma</i>	<i>Colores</i>	<i>Usos</i>
<i>Papas amargas</i>			
Rucki	Redondeadas aplanadas, con ojos muy superficiales	Blanca y azules	Exclusivamente para transformación en chuño y moraya
Waña	Redondeadas aplanadas, ojos muy superficiales	Blanca y azules	Exclusivamente para transformación en chuño y moraya
Occucuri	Ligeramente alargadas y aplanadas	Blanca y azules	Exclusivamente para transformación en chuño y moraya

2.1.8.1 *Puka Puma Makin (Solanum tuberosum subesp. Andigena)*

Tiene buen contenido de micronutrientes como el hierro y el zinc. Su caracterización morfológica esta descrita por el color de su flor (morado y blanco en estrella), forma de tubérculo (oblongo), profundidad de ojos (profundo), color de piel (rojo – rosado) y color de pulpa (crema). Su caracterización nutricional de la papa Puka Puma Makin cruda está conformado por MS% (24.95), Vit. C (45.37), Fe (2.53), Zn (1.68) y Actividad Antioxidante (800.96) por cada mg/100g BS. Asimismo la papa cocida contiene MS% (26.29), Vit. C (24.36), Fe (1.97), Zn (1.64) y Actividad Antioxidante (572.44) por cada mg/100g BS (Fonseca, 2014).



Figura 3. Papa nativa Puka Puma Makin (*Solanum tuberosum* subesp. Andigena)

(Fonseca, 2014)

2.1.8.2 *Muru Millcu (Solanum tuberosum subesp. Andigena)*

Este tipo de variedad tiene buen contenido de vitamina C, buena en concentración de compuestos fenólicos totales y alta capacidad antioxidante. Su caracterización morfológica, esta descrita por el color de su flor (morado intenso y blanco en estrella), forma de tubérculo (Oblongo alargado), profundidad de ojos (profundo), color de piel (morado – amarillo) y color de pulpa (morado y blanco pocas manchas). Su caracterización nutricional de la papa en cruda contiene MS% (26.99), Vit. C (45.03), Fe (1.66), Zn (0,77) y Actividad Antioxidante (1.182) por cada mg/100g BS. Asimismo en la papa cocida contiene MS% (26.36), Vit. C (46.01), Fe (1.65), Zn (0.83) y Actividad Antioxidante (1.516) por cada mg/100g BS (Fonseca, 2014).



Figura 4. Papa nativa Muru Millku (*Solanum tuberosum subesp. Andigena*)

(Fonseca, 2014)

2.1.8.3 *Payapa Ankun (Solanum tuberosum subesp. Andigena)*

Esta variedad es originaria de Huancavelica, su descripción morfológica esta descrita por su color primario de la flor (morado), color secundario de la flor (blanco), color de tallo (verde), forma de tubérculo (oblongo alargado), color de la piel (blanco

crema) y color de la pulpa (blanco) (Centro Internacional de la Papa (CIP) y la Federación Departamental de Comunidades Campesinas (De Haan et al., 2006).



Figura 5. Papa nativa Payapa Ankun (*Solanum tuberosum* subesp. Andigena)
(De Haan et al., 2006)

2.1.8.4 *Qequrani* (*Solanum stenotomum*)

Este tipo de variedad tiene buen contenido de hierro y de compuestos fenólicos totales, con buena capacidad antioxidante. Su característica morfológica esta descrita por el color de su flor (blanco y amarillo pálido en estrella), forma de tubérculo (Oblongo), profundidad de ojos (medio), color de piel (morado pálido) y color de pulpa (crema – violeta). Su caracterización nutricional de la papa en cruda contiene MS% (35.16), Vit. C (34.66), Fe (1.77), Zn (0.84) y Actividad Antioxidante (1.268) por cada mg/100g BS. Asimismo en la papa cocida contiene MS% (23.59), Vit. C (20.61), Fe (2.05), Zn (1.01) y Actividad Antioxidante (1.159) por cada mg/100g BS (Fonseca, 2014).



Figura 6. Papa nativa Qequrani (*Solanum stenotomum*)

(Fonseca, 2014)

2.1.8.5 *Papa Amarilla* (*Solanum stenotomum*)

Este tipo de variedad es muy conocida por los consumidores. Es recomendable no hacerle hervir en exceso, ni pincharla ya que esta podría reventarse. Por su textura es rica en materia seca, se presta para puré. También se consume sancochada con salsas, al horno, envuelta en papel aluminio; o en el plato típico de Perú, denominado causa a la limeña (Cerrón, 2012).

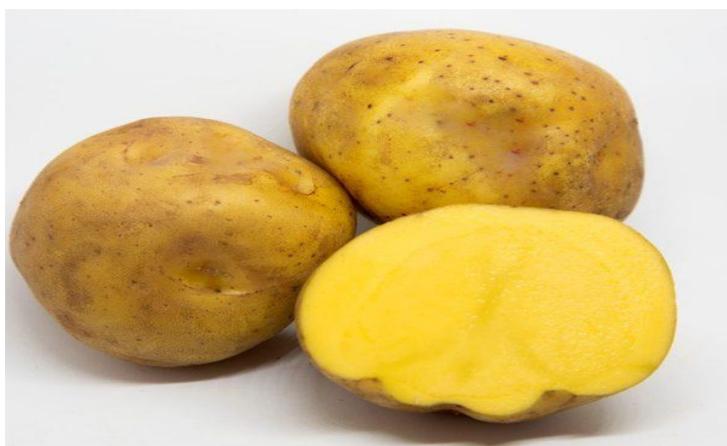


Figura 7. Papa amarilla (*Solanum stenotomum*)

(Cerrón, 2012)

2.1.9 Importancia socio económico del cultivo de papa

De acuerdo a Murra (2002), sobre el control vertical de un máximo de pisos ecológicos, destaca la racionalidad andina tradicional que maximiza la diversidad agrícola, ante el interés de conservar y difundir la mayor diversidad de especies. Los diversos modos de organización de la producción en la zona andina, presenta una producción multicíclica. Los productores andinos desarrollan estrategias productivas construidas sobre el acceso a un sistema de recursos abióticos (tierra y agua), bióticos (germoplasma diverso), conocimiento y disponibilidad de fuerza de trabajo en tiempo oportuno. La papa se cultiva por multiplicación vegetativa, esto significa que se plantan los tubérculos. Este tipo de propagación implica poca variabilidad genética comparada con el uso de la semilla y debido a esto ofrece mayores riesgos frente a una posible enfermedad que ataque al cultivo. También pueden utilizarse las semillas con el fin de obtener nuevas variedades, ya que originan producciones de papas muy heterogéneas. Es común la práctica de intercambio de papa entre las comunidades andinas, en ferias campesinas y entre familias, para conservar las variedades nativas y favorecer el flujo genético. También en esta zona se toma el cuidado de variar las regiones de cultivo y de seleccionar los tubérculos más favorables para cada estación del año. Incluso un mismo productor cultiva en su tierra diferentes variedades de papa protegiéndose así de las plagas y asegurando la cosecha (Quispe, 2013).

El cultivo de papa representa un importante factor socio económico entre las comunidades andinas, no sólo porque constituye un alimento básico en su dieta, sino porque además se comercializa. Las comunidades andinas han convertido las limitantes de un paisaje rugoso, con variabilidad de microclimas, suelos, incertidumbres provenientes de un clima inestable, en ventajas, gracias a un proceso civilizatorio que tiene varios miles de años.

Este proceso comprende la disponibilidad de un amplio rango de germoplasma a través de la domesticación de cientos de especies y adaptación a la diversidad climática y ecológica.

2.2 Parámetros fisicoquímicos

2.2.1 Humedad

La humedad en un alimento se puede perfeccionar de forma característica en un proceso de fabricación. Esta puede ejercer en gran medida la facilidad de un material, compresibilidad, y cohesividad. La mayoría de las técnicas tradicionales para definir el contenido de humedad son retrasadas, invasivos y solicita mano de obra intensiva. La técnica más común para determinar el contenido de humedad es analíticamente a través de la pérdida de peso mediante el método de secado en estufa, la cual se determina a partir del cambio de peso de la muestra después de la evaporación del agua absorbida en la estufa.

Determinados autores han tratado de percibir métodos alternativos para la determinación de la humedad que causen crecidamente dable y eficaz el proceso (Martínez, 2007).

2.2.2 Grados Brix

Los grados brix es aprovechado en el sector de alimentos, para estimar la cantidad aproximada de azúcares en frutas y vegetales, dentro de la industria alimentaria ya que en verdad lo que se determina es el contenido de sólidos solubles totales, los técnicos siempre hacen referencia al contenido de azúcares y se manipula para elaborar un seguimiento *in situ* en la evolución de la maduración de frutos y su momento óptimo de recolección. Esta se ejecuta por medio de un refractómetro, instrumento que sirve para cuantificar el fenómeno físico de refracción, que se basa en el cambio de medios con distinto índice de propagación en función del cambio de dirección que sufre un rayo de luz al pasar oblicuamente de un medio a otro con distinto índice de propagación, y se establece en la medida del ángulo

crítico que ocasiona el fenómeno de reflexión total. La cantidad de desviación depende de la interacción del rayo incidente y de las densidades relativas de los dos medios: cuanto mayor es el ángulo del rayo y la diferencia de densidades, mayor es la refracción, todos los refractómetros poseen compensación automática de temperatura, para que dicho factor no obstruya en la variación que la misma provoca en la medida (Martí, 2014).

2.3 Compuestos bioactivos

2.3.1 Capacidad antioxidante

La oxidación es una reacción química donde se produce la reducción de electrones, de la ganancia de oxígeno en una molécula. Es la reducción de un compuesto exactamente lo contrario; es decir, la ganancia de electrones, de hidrógenos o la pérdida de oxígeno (Tito & Eusebia, 2015).

Se estima que la capacidad antioxidante de un alimento, depende de la naturaleza y concentración de los alimentos naturales, ya que la mayoría de los compuestos antioxidantes de las frutas y verduras se deben a ciertos compuestos como vitamina C, vitamina E, o β -caroteno, además de los recientes estudiados y caracterizados compuestos fenólicos (flavonas, isoflavonas, flavonoides, antocianinas, catequinas e isocatequinas), estos últimos son consumidos mayormente en la dieta humana y han demostrado tener una alta capacidad antioxidante (Pérez & Jiménez, 2011).

Para predecir el potencial antioxidante de los alimentos, es importante determinar la capacidad antioxidante de éste, tanto sobre el organismo humano, como frente a las reacciones de alteración que disminuyen la calidad y valor nutricional del propio alimento ya que este depende de un compuesto de sus propiedades redox, de su capacidad como quelante de metales prooxidantes, como donador de hidrógeno y como captador de radicales (Barea, 2015).

2.3.1.1 Métodos de determinación de la actividad antioxidante

a. ABTS (ácido 2,2 –azino-bis(3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico))

Este método es muy usado para materiales biológicos, compuestos puros o extractos de plantas de naturaleza hidrofílica y lipofílica, para poder llevar a cabo el método ABTS se tiene que formar el radical catión ABTS⁺, generado en medio de una reacción que puede ser química (dióxido de magnesio, persulfato de potasio) o enzimática (peroxidase, mioglobulina), el radical catión ABTS⁺ posee una coloración verde-azulada (Kuskoski et al., 2005).

b. DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracil)

El DPPH es un radical libre que puede obtenerse directamente sin una preparación previa, estable en medio orgánica. La reducción del DPPH• se monitorea por la disminución en la absorbancia a una longitud de onda característica. En su forma de radical libre, el DPPH absorbe a 515 nm y cuando sufre reducción por un antioxidante, esta absorción desaparece (Brand-Williams et al., 1995).

2.3.2 Vitamina C

Alcazar (2002) afirma que es una vitamina hidrosoluble y tiene un carácter reductor muy fuerte oxidándose fácilmente, la vitamina C es necesaria para la formación y protección de la sustancia intercelular. Su isómero D se usa en la industria alimentaria como antioxidante. Los alimentos embotellados o enlatados contienen oxígeno que podría reaccionar con varias moléculas del alimento, provocando rancidez, pérdida de color, entre otras características, el ácido ascórbico es uno de los aditivos más empleados en la industria como fijador de oxígeno y radicales libres, además controla el pardeamiento. El ácido ascórbico (vitamina C), participa como coenzima en muchos procesos metabólicos. Puede encontrarse en

forma oxidada o reducida, aun cuando en las plantas se presenta preferentemente en la última forma.

Gutiérrez, Hoyos & Páez (2007) acota que la determinación del contenido de ácido ascórbico en frutas y vegetales puede realizarse por diversos métodos como el uso de un Espectrofotómetro y se basa en la reducción del colorante 2,6-DiclorofenolIndofenol por efecto de la solución del ácido ascórbico.

El contenido de dicha solución es directamente proporcional a la capacidad de un extracto de la muestra para reducir una solución estándar de colorante.

2.4 Parámetros mecánicos

2.4.1 Perfil de textura

La textura es una característica importante de los alimentos, y el control o la modificación de la textura es un objetivo principal en la tecnología de los alimentos modernos. El manejo y el procesamiento de frutas y vegetales involucran problemas especiales ya que el consumidor tiene opiniones y expectativas bien formadas con respecto a la textura adecuada en estos productos. Entrega exitosa para el consumidor de productos aceptables requiere que se tenga cuidado de los posibles cambios en la textura que pueden ocurrir en el procesamiento y cadena de distribución. Tal cuidado se puede aplicar más efectivamente cuando es basado en una comprensión de los factores que influyen en la textura (Buren, 1979).

2.4.2 Firmeza

La firmeza es la consistencia de los alimentos, que se determina mediante la fuerza necesaria para deformar la superficie del alimento. La firmeza es una característica de textura importante en las frutas y las hortalizas. La firmeza puede determinarse a través de diferentes

dimensiones, como la resistencia a rotura, el módulo de elasticidad, la stiffness u otra magnitud (Barreiro & Ruiz, 1996).

2.5 Parámetros óptico

2.5.1 Color y su importancia

Nuestra percepción del mundo que nos rodea está determinada por los estímulos físicos y nuestras respuestas sensoriales. Las primeras impresiones de los alimentos son visuales y nuestra aceptación inicial depende, en su mayor parte del color. Sin embargo, la aceptación final o el rechazo de los alimentos por medio del escrutinio del color conllevan una respuesta conductual más complicada. En la determinación del producto final se incluyen una multiplicidad de factores: "en efecto, todos los demás procesos que Nuestra percepción del mundo que nos rodea está determinada por las funciones interrelacionadas de los estímulos físicos y nuestras respuestas sensoriales. Nuestras experiencias visuales se relacionan y se enriquecen con nuestra capacidad de percibir no solo la luz y la sombra, sino también el color. La asociación de ciertos colores con ciertos objetos comienza temprano en nuestro desarrollo cognitivo. Las primeras impresiones de los alimentos son visuales y nuestra aceptación inicial depende, en su mayor parte, sobre el color. La aceptación final o el rechazo de los alimentos por el escrutinio del color implican, sin embargo, una respuesta conductual más complicada. Se incluyen una multiplicidad de factores en la determinación del producto final: "en efecto, todos los otros procesos Nuestra percepción del mundo que nos rodea está determinada por las funciones interrelacionadas de los estímulos físicos y nuestras respuestas sensoriales. El valor de nuestras experiencias visuales se relaciona y se enriquece con nuestra capacidad de percibir no solo la luz y la sombra, sino también el color. Las primeras impresiones de los alimentos son visuales y nuestra aceptación inicial depende, en su mayor parte, del color. Sin embargo, la aceptación final o el rechazo de los alimentos

por medio del escrutinio del color conlleva una respuesta conductual más complicada (Clydesdale, 1991).

2.5.2 *Moledo Cielab (L*, a* y b*)*

El modelo L a b es un estándar internacional para la medición del color desarrollado por la Comisión Internacional de Eclairage (CIE) en 1976. El color L, a, b; consiste en un componente de luminancia o luminosidad (valor L, que varía de 0 a 100), junto con dos componentes cromáticos (que van desde) 120 a +120): el componente a (del verde al rojo) y el componente b (del azul al amarillo). El color de L, a, b, es independiente del dispositivo y proporciona un color uniforme independientemente del dispositivo de entrada o salida, como la cámara digital, el escáner, el monitor y la impresora. Los valores de L, a, b, a menudo se usan en estudios de investigación de alimentos (Yam & Papadakis, 2004).

2.6 Evaluación Sensorial

2.6.1 *Métodos sensoriales avanzadas*

2.6.1.1 *Método de Check All That Apply (CATA)*

La metodología de preguntas CATA consiste en presentar a los consumidores una lista de términos, de la cual deben seleccionar aquellos que consideren apropiados para describir la muestra evaluada (Fernández, Rodríguez & Vila, 2015). Los términos incluidos pueden estar exclusivamente vinculados con las características sensoriales de las muestras o pueden incluirse términos acerca de características no sensoriales como ocasiones de uso, posicionamiento del producto o emociones (Varela & Ares, 2012). Los términos a incluir pueden corresponder a los descriptores utilizados por el panel de jueces entrenados o pueden ser seleccionados en base a estudios previos con consumidores (Dooley et al., 2010; Varela & Ares, 2012).

Las preguntas CATA han sido ampliamente aplicadas para evaluar las características sensoriales de una gran variedad de productos (Adams et al., 2007; Varela y Ares 2012; Bruzzone et al., 2012; Dooley et al., 2010; Parente et al., 2010; Plaehn, 2012). También han sido utilizadas para identificar los atributos que direccionan la preferencia de los consumidores y evaluar su influencia sobre la aceptabilidad (Ares et al., 2011; Dooley et al., 2010). Sin embargo, ha sido reportado que dada la sencillez de la prueba los consumidores dan respuestas rápidas sin un procesamiento profundo de lo que están respondiendo y seleccionando por lo general los términos que aparecen primero en la lista o los que llaman más su atención (Krosnick, 1999). La aplicación de una estrategia que comprometa a los consumidores a un nivel de procesamiento mayor es necesaria para obtener resultados confiables. Por esta razón, se recomienda aleatorizar los términos en las boletas entre los consumidores (cada consumidor utiliza una pregunta CATA con los términos en diferente orden) y entre las muestras (cada muestra se presenta con los términos en un orden diferente) (Ares et al., 2011).

Este tipo de aleatorización compromete a un nivel de procesamiento de la información más profundo, ya que los consumidores tienen que prestar atención a toda la lista de términos cada vez que evalúan una muestra (Valera & Ares, 2014).

2.6.1.2 Método de Mapeo Proyectivo

Este método deriva originariamente de la Psicología y fue previamente utilizado en estudios de mercadeo para obtener asociaciones entre productos. Se presentan las muestras de forma conjunta, para que cada asesor individualmente las ubique en un espacio bidimensional (una hoja de papel blanco de tamaño grande), de acuerdo a las diferencias y similitudes que detecten entre ellas. De esta forma las muestras similares se ubicarán cerca entre sí y muestras diferentes se encontrarán distantes. Los criterios para dicho

posicionamiento se escogen libremente por los consumidores. Por esta razón este método se considera un procedimiento flexible y espontáneo (Ferratto & Mondino, 2006).

El resultado de este procedimiento es un mapa global de las muestras y sus características. En los mapas parciales, se solicita a los consumidores la ubicación de las muestras se haga según un criterio muy general pero fijo: por ejemplo que coloquen las muestras cerca o lejos teniendo en cuenta solamente la textura, o el sabor, etc. dependiendo de los intereses del estudio. De este modo, por comparación con el mapa global, se puede conocer la importancia relativa que el consumidor concede a cada factor (Rodríguez, 2015).

El método mapeo proyectivo permite relacionar información acerca de las características del producto con la preferencia de los consumidores, con el objetivo de identificar los atributos que direccionan la preferencia (Dooley et al., 2010; Van Kleef et al., 2006). Por otro lado, existen dos enfoques básicos para el análisis de la preferencia de los consumidores, que son diferentes al mapeo proyectivo, usualmente conocidos como Mapeos de Preferencia Interno y Externo, que difieren en la perspectiva de los datos y la información que se obtiene de ellos (Van Kleef et al., 2006). El Mapeo proyectivo Interno se basa en la preferencia de los consumidores, pudiendo utilizar los datos acerca de las características sensoriales como información complementaria. Los objetivos de esta metodología son determinar los atributos sensoriales más importantes que direccionan la aceptabilidad de los consumidores y visualizar grupos de consumidores con distintos patrones de preferencia (Van Kleef et al., 2006). El Mapeo Proyectivo Externo se basa en las características sensoriales de las muestras para construir el mapa sensorial y utiliza la información acerca de la preferencia de los consumidores como variable suplementaria. Esta metodología es útil debido a que proporciona información acerca de las características del producto y de cómo llevar a cabo su optimización (Van Kleef et al., 2006).

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de ejecución

El presente trabajo se realizó en el Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos (CITAL) y en el Centro de Investigación de Ciencias de Alimentos (CICAL), perteneciente a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión (UpeU) (Km. 19.5 Carretera Central, Ñaña – Lima).

3.2 Materiales e insumos

3.2.1 Materia prima

Se estudió cinco variedades de papas nativas: Puka Puma Makin, Amarilla, Muru Millcu, Payapa Ankun y Qequrani, se obtuvieron del distrito de Conayca a una altitud de 3.600 msnm y una latitud de 12° 31' 02"; provincia de Huancavelica, Perú.

3.2.2 Materiales

3.2.2.1 Materiales

- Tenedores
- Ollas
- Cuchillo
- Bol

3.2.2.2 Equipos

- Termómetro
- Balanza Analítica
- Cocina Semi-Industrial

- Colorímetro
- Texturómetro
- Pie de rey
- Espectrofotómetro
- Refractómetro
- Estufa
- Bomba al vacío
- Microscopio

3.2.2.3 Reactivos

- Ácido ascórbico
- Etanol 80°
- Solución DPPH
- Colorante 2,6 diclorofenol-indofenol (DFIF)
- Acido oxálico

3.2.2.4 Para Evaluación Sensorial

- Fichas de Evaluación Sensorial de las técnicas sensoriales de CATA y Mapeo
Proyectivo
- Vaso descartable de 200 ml
- Agua mineral de 2 L
- Servilletas
- Lapiceros

- Platos descartables
- Plumón indeleble

3.3 Metodología experimental

3.3.1 Proceso de cocción de las papas nativas andinas

La cocción de papas nativas se elaboraron siguiendo la metodología de Goldner et al. (2012), con modificaciones. En primer lugar, las papas nativas fueron seleccionadas del mismo tamaño y uniformes, luego se lavaron para eliminar los residuos no deseados, después se cocieron por inmersión en el agua a ebullición a temperatura ambiente, a una relación 1:1 a diferentes tiempos (15 a 40 minutos), dependiendo la variedad. Finalmente se retiraron las papas y se enfriaron a temperatura ambiente.

3.3.2 Parámetros fisicoquímicos y compuestos bioactivos para las variedades de papas nativas cocidas y crudas

3.3.2.1 Sólidos solubles totales (°Brix)

Se realizó por el método: AOAC, 932.12.

3.3.2.2 Humedad

Se determinó por el método gravimétrico: AOAC, 934.06.

3.3.2.3 Variación de peso

La variación de peso se determinó como la diferencia porcentual de peso entre la papa cruda y la papa cocida en relación con el peso de la papa cruda. El peso la papa cruda se midió inmediatamente antes de la cocción y el cocido al alcanzar la temperatura ambiente tras la cocción (Crespo, 2012).

$$\text{Variación de peso} = \left(\frac{(P_{inicial} - P_{final})}{P_{inicial}} \right) \times 100 \dots \dots \dots (Ec. 1)$$

3.3.2.4 Capacidad antioxidante (DPPH)

La capacidad antioxidante (CA) fue evaluada utilizando el ensayo DPPH, según Guija (2015). La solución stock fue preparada disolviendo 24 mg de DPPH en 100 ml de etanol y almacenada a -20°C hasta su uso. La solución de trabajo se obtuvo mediante la mezcla de 10 ml de solución stock con 45 ml de etanol hasta obtener una absorbancia de 1.1 ± 0.02 unidades a 515 nm. Para la reacción, el extracto (150 µL) fue mezclado con 2850 µL de solución de DPPH y la solución reposó por 30 minutos en oscuridad a temperatura ambiente. La absorbancia a 515 nm fue medida en un espectrofotómetro (ThermoSpectronic, Modelo Genesys 10 UV) utilizando etanol como blanco. La capacidad antioxidante fue expresada como mol-equivalentes de Trolox (ET) por 100g de muestra en base seca a una curva estándar de Trolox (150-750 µM).

$$\text{Inhibición (\%)} = \left(\frac{D.O.blanco - D.O.muestra}{D.O.blanco} \right) \times 100 \dots \dots \dots (Ec.2)$$

$$CA \left(mg \frac{ET}{100g} \right) = \frac{(\text{Inhibición\%} - \text{Valor intercepto})}{\text{Valor pendiente} \times W \text{ muestra}} \times 100 \dots \dots \dots (Ec.3)$$

3.3.2.5 Vitamina C

Para la vitamina C (Gutierrez, 2007). Se preparó una solución de ácido oxálico al 0.4%, solución de colorante 2,6 diclorofenol-indofenol (DFIF) al 1.2% y una solución Estándar (Madre) de ácido ascórbico 0.001% disuelto con ácido oxálico al 0.4%. Luego se preparó los estándares de trabajo a partir de solución estándar de ácido ascórbico 1, 2, 3, 4 y 5 ml enrasando con solución de ácido oxálico al 0,4% en fiola de 100 ml. Se determinó la curva estándar tomando 4 tubos enumerados del I al IV, el tubo I : 10 ml de agua destilada, tubo II : 1 ml de ácido oxálico al 0.4%, tubo III : 1 ml del estándar de trabajo (ET) más 9 ml de agua destilada y tubo IV : 1 ml de estándar de trabajo. En el espectrofotómetro a 515 nm, se ajustó a cero la absorbancia usando el tubo I, al tubo II se le añadió 9 ml del colorante y

exactamente después de 15 s se leyó la absorbancia (L1), Luego se ajustó a cero la absorbancia con la solución del tubo II y al tubo IV se le añadió 9 ml del colorante y, después de 15 s se leyó la absorbancia (L2). Se repitió el mismo procedimiento para cada estándar de trabajo (ET) y se registró los valores de L1 y L2. Se construyó la curva estándar con las concentraciones de ácido ascórbico (mg/100ml) en la abscisa y en la ordenada la absorbancia, (L1-L2) para cada estándar de trabajo.

Se preparó la muestra licuando por 3 minutos, 7 g de papa nativa con 35 ml de solución de ácido oxálico al 0.4%, luego se filtró con la ayuda de la bomba al vacío. Se tomó 4 tubos y se enumeró del I al IV y se agregó lo siguiente: tubo I: 10 ml de agua destilada, tubo II: 1ml de ácido oxálico al 0.4%, tubo III: 1 ml de muestra filtrada más 9ml de agua destilada y tubo IV: 1 ml de muestra filtrada. Se ajustó a cero la absorbancia usando el tubo I. Al tubo II, se le añadió 9 ml del colorante y exactamente después de 15 segundos, se leyó la absorbancia (L1). Luego se ajustó a cero la absorbancia con la solución del tubo III. Al tubo IV, se añadió 9 ml del colorante y, exactamente después de 15 s., se leyó la absorbancia (L2). Finalmente se calculó (L1-L2) y obtuvo la concentración de ácido ascórbico a partir de la curva estándar.

3.3.3 Parámetros mecánicos para las variedades de papas nativas cocidas

3.3.3.1 Firmeza

Las mediciones de firmeza se realizaron mediante un texturómetro. Se realizó un ensayo de compresión uniaxial a altas deformaciones de la muestra (papa cocida), utilizando una celda de compresión de 50 kg, una sonda metálica con plato de compresión de 75 mm de diámetro, a una velocidad de compresión de 10 mm/s y hasta 70% de deformación de la muestra. En este caso la primera discontinuidad en el gráfico Fuerza vs. Tiempo se tomó para caracterizar la resistencia mecánica de las muestras. Los resultados presentados se

obtuvieron mediante un promedio de seis mediciones realizadas sobre las distintas variedades de papa cocida (Catalán, 1999; López, 2008).

3.3.3.2 Análisis del perfil de textura (ATP)

Las muestras de las papas cocidas obtuvieron la forma de cubo de 2 cm, luego se sometieron a dos ciclos de punción con un cilindro de acrílico de 1,27 cm de diámetro y una distancia de penetración de 70.0 % con respecto a la altura original de la papa, a una velocidad de 0.2 cm/s, con un tiempo de espera entre ciclos de 2 s. La fuerza de contacto con la muestra fue de 5 g. Se determinará resistencia inicial a la punción (pendiente inicial de la curva de punción durante el primer ciclo), fuerza de fractura (pico máximo de fuerza en el primer ciclo), distancia de fractura (distancia recorrida al momento de la fractura), pendiente de caída de fuerza posterior a la fractura, fuerza mínima posterior a la fractura (fuerza mínima en el primer ciclo de punción, después de la fractura) y residencia (relación del área de descompresión del primer ciclo sobre el área de compresión del mismo) (Casas & Pardo, 2005).

3.3.4 Parámetros ópticos para las variedades de papas nativas cocidas y crudas

3.3.4.1 Color

Se midió las coordenadas de color L^*a^*b en tres puntos (Cáscara, corteza y pulpa) de las papas nativas mediante el uso del colorímetro de marca 3NH NR200 como instrumento estándar de medición, seguidamente se ubicó al lente del equipo directamente en las muestras de relleno para los diferentes 15 muestras, se hizo seis repeticiones por cada muestra teniendo un total de 90 tratamientos (Vásquez, 2015).

3.3.5 Análisis Sensorial para las variedades de papas nativas cocidas

3.3.5.1 Técnica de Check All That Apply (CATA)

Este método es conocido como de las preguntas “marque todo lo que corresponda”, Para realizar este método se contó con 100 consumidores no entrenados con edades comprendidas entre 18 y 40 años, a los evaluadores se les presentaron una lista de características y se les pidió que indiquen cuál de los atributos es la más apropiada, según su experiencia, para describir la muestra que están evaluando (Fernández et al., 2015). Los consumidores de esta evaluación contestaron al método a través de 18 atributos hedónicos y sensoriales para describir cada muestra de papas cocidas. La boleta a utilizar para el método CATA se observa en la Figura 8.

BOLETA DE EVALUACIÓN

Instrucciones: Sexo: _____ Edad: _____

- Usted recibirá diez muestras de papas nativas
- Por favor, prueba las muestras en el orden desee y responda a la pregunta utilizando la lista de palabras que presenta.
- Enjuáguese la boca con agua para poder probar la siguiente muestra.

PRUEBA DE PREFERENCIA

a) Usted prefiere las papa: Cuál de la papas prefiere usted, colocar la muestra:

Sin reventar	<input type="checkbox"/>	
Reventadas	<input type="checkbox"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>

PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

Muestra: _____

Cuanto te gusta esta muestra?

Me disgusta muchísimo (-) | Me gusta muchísimo (+)

<input type="checkbox"/> Amarillo	<input type="checkbox"/> Duro	<input type="checkbox"/> Blanda
<input type="checkbox"/> Rozado/Rojiza	<input type="checkbox"/> Seco	<input type="checkbox"/> Pegajoso
<input type="checkbox"/> Morado	<input type="checkbox"/> Húmeda	<input type="checkbox"/> Grumoso
<input type="checkbox"/> Blanca	<input type="checkbox"/> Desmenuzable	<input type="checkbox"/> Olor típico
<input type="checkbox"/> Sabor típico	<input type="checkbox"/> Mantecoso	<input type="checkbox"/> Insípido
<input type="checkbox"/> Arenosa	<input type="checkbox"/> Dulce	<input type="checkbox"/> Amarga

Figura 8. Boleta de CATA

3.3.5.2 Técnica de Mapeo Proyectivo

Para la aplicación del método Mapeo Proyectivo, se contó con 100 consumidores con edades comprendidas entre 18 y 40 años. La prueba consistió en recoger la distancia sensorial percibida entre las muestras posicionándolas sobre una hoja de papel blanco de tamaño A4. A cada participante se le presentó las muestras de papas y se le dió una breve introducción, en la que se informó de los fundamentos del método que va a emplear: 1) deberán utilizar todo el espacio proporcionado en el papel y no reducirlo o transformarlo (generar tablas, escalas o cualquier otro tipo de reorganización); 2) cada evaluador tendrán que ubicar los códigos de las muestras en el espacio proporcionado de manera que la proximidad entre dos muestras indicará semejanza; por lo contrario, la lejanía entre dos muestras indicaba diferencia; 3) los evaluadores tendrán criterios que tendrán que usar para clasificar las muestras son “diferencias/ semejanzas globales” “diferencias/ semejanzas de sabor” y “diferencias/ semejanzas de textura”, según la modalidad 4) cada evaluador establecerá sus propios criterios dentro del marco “global” para ubicar las muestras.

Los datos que se recogieron de cada muestra, consistieron en medir su ubicación, como si fueran coordenadas (X, Y) sobre el papel, tomando como el punto (0, 0) el extremo izquierdo inferior de la hoja. Por otro lado se recogieron todas las características apuntadas en las hojas, que definían la percepción de las muestras (Bozhinov, Fiszman, Santo, Hernando, & Marcano, s. f.). La boleta que se utilizó para el método Mapeo Proyectivo se observa en la Figura 9.

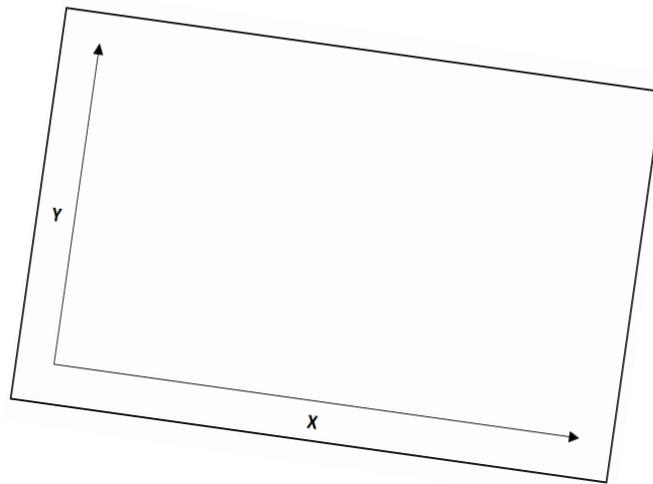


Figura 9. Boleta de evaluación para el método Mapeo de Proyectivo

3.4 Análisis Estadístico

Se utilizó el diseño factorial A x B (5 x 2), que presenta dos variables independientes A (Variedades de papas nativas) y B (tipo de cocción), con 5 y 2 niveles, respectivamente. La interacción de estos factores y niveles produjeron 10 ensayos. Los niveles codificados de estas variables se presentan en la Tabla 4. Las variables respuestas para este diseño fueron parámetros fisicoquímicos, compuestos bioactivos, mecánicos y ópticos. Se aplicó un análisis de varianza y al encontrar diferencias significativas donde se aplicó la prueba de Tukey, se trabajó con un error de 5% ($p < 0,05$) con software STATISTICA y MINITAB.

En el análisis sensorial, para la metodología de CATA se utilizó la prueba estadística Q de Cochran a través de los atributos sensoriales. Además se realizó un análisis de correspondencia (AC) el cual presenta en diferentes dimensiones el porcentaje de variabilidad del total de los datos. El mapeo proyectivo se trabajó el análisis multifactorial (MFA) para comparar las diferencias en la variación entre los consumidores, se aplicó elipses de 95% de confianza alrededor de los puntos donde se ubicó las muestras en el espacio multidimensional. Una vez realizado el MFA, los datos obtenidos permitieron

realizar un mapa consensual global de las muestras. Los métodos CATA y mapeo proyectivo se trabajarán con el software XLSTAT versión prueba.

Tabla 3. Variables y su descripción

<i>Factores</i>	<i>Niveles</i>	<i>Descripción</i>
X1: Variedad de papas	5	Puka Puma Makin
		Amarilla
		Muru Millcu,
		Payapa Ankun
		Qequrani,
X2: Tipo	2	Punto
		Reventada

Tabla 4. Diseño factorial A x B con muestras de control

<i>Tratamiento</i>	<i>Variedad</i>	<i>Tipo de cocción</i>	<i>Variable respuesta</i>
1	Qequrani	Punto	Parámetros fisicoquímicos, compuestos bioactivos, parámetros ópticos y evaluación sensorial
2	Amarilla	Punto	
3	Payapa Ankun	Punto	
4	Muru Millcu	Punto	
5	Puka Puma Makin	Punto	
6	Qequrani	Reventado	
7	Amarilla	Reventado	
8	Payapa Ankun	Reventado	
9	Muru Millcu	Reventado	
10	Puka Puma Makin	Reventado	
11 (C1)	Qequrani	Crudo	Control
12 (C2)	Amarilla	Crudo	
13 (C3)	Payapa Ankun	Crudo	
14 (C4)	Muru Millcu	Crudo	
15 (C5)	Puka Puma Makin	Crudo	

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Parámetros fisicoquímicos y compuestos bioactivos para las variedades de papas nativas cocidas y crudas

Se analizó fisicoquímicamente las variedades de papas nativas crudas y cocidas: Puka Puma Makin, Amarilla, Muru Millcu, Payapa Ankun y Qequrani; los resultados fueron reportados en la Tabla 5.

4.1.1 Sólidos Solubles Totales (°Brix)

Para el contenido de °Brix de las cinco variedades de papas nativas se realizó un análisis de varianza con una significancia ($p < 0,05$). La papa que presentó mayor °Brix fue la variedad de Amarilla cruda $7,6 \pm 0,283$ y menor la variedad Amarilla reventada $2,9 \pm 0,141$. Un similar comportamiento mostro Oña (2015) el cual trabajo dos papas nativas, la variedad Tushpa y Uvilla fresco 6,07 y 7,10; y luego de la cocción 5,28 y 5,18; respectivamente; indicando que los sólidos solubles disminuyen en el proceso de cocción. Asimismo, esta tendencia en los resultados fueron reportados en papas nativas de las variedades Yana y Puca (Llumiquinga, 2014). Por otro lado Rincón (2015) en relación a las características fisicoquímicas de la papa nativa “variedad yana chapiña” fresca encontró que el contenido de sólidos solubles promedio fue de 6,07. Villavicencio & Zavala, (2013) indican que el contenido de sólidos solubles (°Brix) de papas nativas se encuentra en un rango de 0,25 a 7,20. Los sólidos solubles registrados para las diferentes papa nativas estudiadas se encuentran dentro de los resultados de diferentes autores. Es probable que la disminución de sólidos solubles se deba a que el almidón muestra una mayor variabilidad durante la cocción con tendencia a la disminución (Espín et al., 2004).

Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos de las diferentes variedades de las papas nativas crudas y cocidas

Variedad	Tipo de cocción	°Brix	Humedad (%)	Variación de Peso (%)	Capacidad Antioxidante ($\mu\text{mol TE/ml}$)	Vitamina C (mg/100g)
Qequrani	Cruda	$6,25 \pm 0,354^c$	$64,565 \pm 0,573^g$	-	$28,3131 \pm 0,899^{ab}$	$34,26 \pm 0,00^c$
	Punto	$4,2 \pm 0,283^{ef}$	$63,870 \pm 0,636^g$	$-0,015 \pm 0,00707^{cd}$	$25,3032 \pm 0,489^{bc}$	$26,253 \pm 0,592^g$
	Reventada	$3,3 \pm 0,141^{ef}$	$66,300 \pm 0,778^g$	$2,455 \pm 0,488^{bc}$	$22,1378 \pm 0,669^c$	$26,661 \pm 0,586^h$
Amarilla	Cruda	$7,6 \pm 0,283^{bc}$	$74,68 \pm 0,410^{cd}$	-	$13,0957 \pm 1,896^{efg}$	$31,292 \pm 0,807^{de}$
	Punto	$5,3 \pm 0,141^{ef}$	$75,060 \pm 0,0707^{bcd}$	$0,245 \pm 0,0778^{cd}$	$10,8920 \pm 0,848^{fgh}$	$29,228 \pm 0,383^{ef}$
	Reventada	$2,9 \pm 0,141^{ef}$	$77,985 \pm 1,025^{ab}$	$4,475 \pm 1,110^{ab}$	$8,9094 \pm 0,998^{gh}$	$21,266 \pm 0,195^g$
Payapa Ankun	Cruda	$5,8 \pm 0,14^a$	$71,285 \pm 1,237^{ef}$	-	$14,0296 \pm 0,573^{ef}$	$32,090 \pm 0,639^{cd}$
	Punto	$3,7 \pm 0,141^{cd}$	$70,795 \pm 1,308^f$	$-0,755 \pm 0,219^d$	$10,8247 \pm 0,688^{fgh}$	$29,612 \pm 0,310^{ef}$
	Reventada	$3,2 \pm 0,28^{3f}$	$72,455 \pm 0,898^{def}$	$1,625 \pm 0,700^{cd}$	$6,4175 \pm 0,306^h$	$27,597 \pm 0,355^{fg}$
Muru Millcu	Cruda	$6,85 \pm 0,212^{ab}$	$73,805 \pm 0,771^{cdef}$	-	$31,4886 \pm 0,1454^a$	$47,721 \pm 0,859^a$
	Punto	$4,1 \pm 0,424^{def}$	$74,900 \pm 0,467^{bcd}$	$0,58 \pm 0,0141^{cd}$	$28,4723 \pm 2,25^{ab}$	$32,972 \pm 0,592^{cd}$
	Reventada	$3,7 \pm 0,141^{ef}$	$76,335 \pm 0,346^{bc}$	$4,490 \pm 1,41^{ab}$	$20,5350 \pm 5,92^{cd}$	$22,894 \pm 1,361^h$
Puka Puma Makin	Cruda	$5,5 \pm 0,707^{bc}$	$74,465 \pm 0,856^{cde}$	-	$24,0522 \pm 1,728^{bc}$	$37,028 \pm 0,313^b$
	Punto	$3,5 \pm 0,424^{de}$	$75,320 \pm 1,103^{bcd}$	$0,77 \pm 0,255^{cd}$	$21,5735 \pm 1,326^{cd}$	$29,424 \pm 0,979^{ef}$
	Reventada	$3 \pm 0,283^{ef}$	$79,700 \pm 0,877^a$	$5,595 \pm 0,1202^a$	$17,1668 \pm 2,19^{de}$	$25,943 \pm 1,357^g$

En la figura 10, se observa que una tendencia a la reducción de los °Brix con el tipo de cocción (a punto o reventada) respecto la papas frescas (Cruda), sin embargo no se evidencia que el tipo de cocción varié entre sí, aunque en la variedad de papa Amarilla se aprecia una reducción significativa del contenido de sólidos solubles.

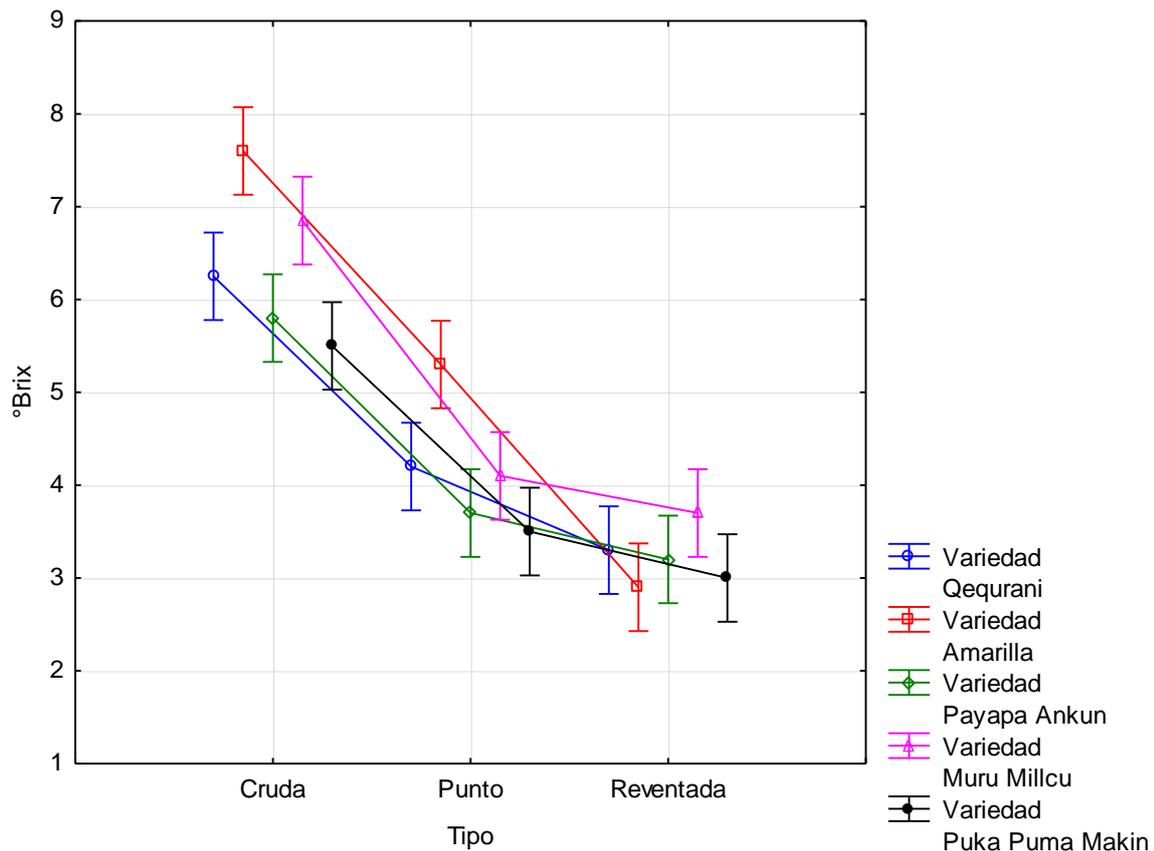


Figura 10. Gráfico de interacción de °Brix

4.1.2 Humedad

Respecto la humedad se encontró que el mayor valor fue en la variedad Puka Puma Makin ($79,700 \pm 0,877$ %) y el menor contenido en la variedad de Qequrani ($63,870 \pm 0,636$ %). Sin embargo, Zamora (2007) indicó que el contenido de humedad en papas puede variar dependiendo del clima, la época de siembra y el tipo de suelo y variedad genética. Además, del período de tuberización de la papa, la humedad disminuye a medida que dicho periodo

avanza. Zavala y Sesibet (2013) indicaron que el contenido de humedad en la papas nativas variedad de Huayro Negro, con el tipo de cocción en ebullición fue de 67.33 % y con el tipo de cocción por horneado 62.79 %, incrementado su humedad. Además, Oña (2015) realizó un similar experimento de humedad de la variedad Uvilla, en estado fresco registró 74,35 % de humedad el cual no cambió luego del proceso de cocción, sin embargo, la humedad en la variedad Tushpa fresco (72,67 %) tuvo un ligero aumento (2 %) dando una humedad de 75,11% en papa cocida, similares comportamiento se encontraron en yuca (Metzler, Tovar, & Fernández, 2004), lo cual puede ser atribuido a una mayor absorción de agua por la ruptura de los puentes de hidrógeno al alcanzar la gelatinización al almidón (Espín et al., 2004).

En la figura 11, se presenta los resultados de humedad de las diferentes papas nativas en estado fresco (cruda) y a distintos tipos de cocción. Luego del proceso de cocción a punto la humedad no presentó una tendencia definida, sin embargo al ser reventadas este se incrementó. Crespo (2012) mencionó que la humedad está relacionado con la máxima capacidad de retención de agua durante el proceso de cocción. Cuando el agua se calienta, la energía de sus moléculas es suficiente para romper las zonas más débiles del gránulo de almidón. Entonces los gránulos absorben más agua y se hinchan, aplicando cada vez más presión a las zonas más organizadas y fuertes del gránulo. Entre los 62 y 68°C los gránulos pierden de golpe su estructura organizada, absorben una gran cantidad de agua y se convierten en marañas (enredos) amorfas de almidón y agua entremezcladas. Los gránulos se transforman en geles individuales, mallas de largas moléculas que contienen agua. Por efecto del tiempo y temperatura de cocción, donde los gránulos se hinchan más y empiezan a producirse la ruptura gradual de las moléculas de almidón en pequeños fragmentos. Según Villavicencio & Zavala (2014) indicaron que el contenido humedad (%) de papas nativas es de $72,78 \pm 1,07\%$, los resultados encontrados se encuentran dentro de este rango.

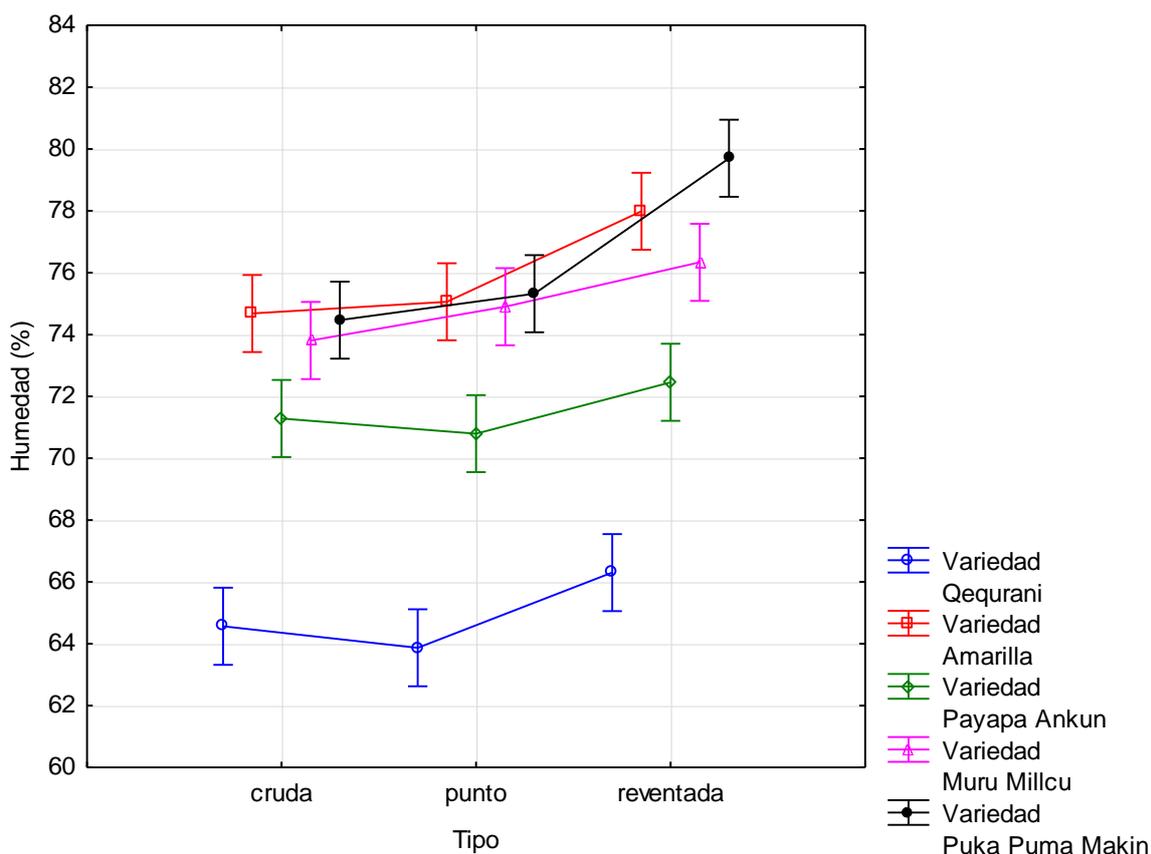


Figura 11. Gráfico de interacción de la Humedad (%)

4.1.3 Variación de peso

Para la variación de peso se realizó un análisis de varianza con una significancia al 95 % (Tabla 5), donde se observó que las papas reventadas la variedad Puka Puma Makin poseen una mayor variación de peso ($5,595 \pm 0,1202$ %), respecto a las otras papas reventadas. La variedad Payapa Ankunel cual presentó una menor variación ($1,625 \pm 0,700$ %). Por otro lado, las papas cocidas a su punto variedad Qequrani y Payapa Ankun, mostraron una ligera reducción del peso $-0,015 \pm 0,00707\%$ y $-0,755 \pm 0,219\%$, respectivamente, a diferencia de las otras papas a su punto que ganan peso. Crespo (2012) por su parte menciona que en las papas sometidas entre 62 y 68 °C, se produce la gelatinización lo que genera que en las franja de los gránulos de almidón empiezan a absorber moléculas de agua, que desbaratan su estructura compacta, y se hinchan hasta un

volumen muchas veces mayor que el original, formando un gel blando, una red esponjosa de cadenas largas con bolsas de agua entre las cadenas. El resultado general es una estructura tierna, pero algo seca, porque la humedad del tejido se ha empapado en el almidón. Este hecho justifica las escasas pérdidas de peso durante la cocción ya que el agua del tejido de la papa se utiliza en la hidratación del almidón durante el proceso de gelificación.

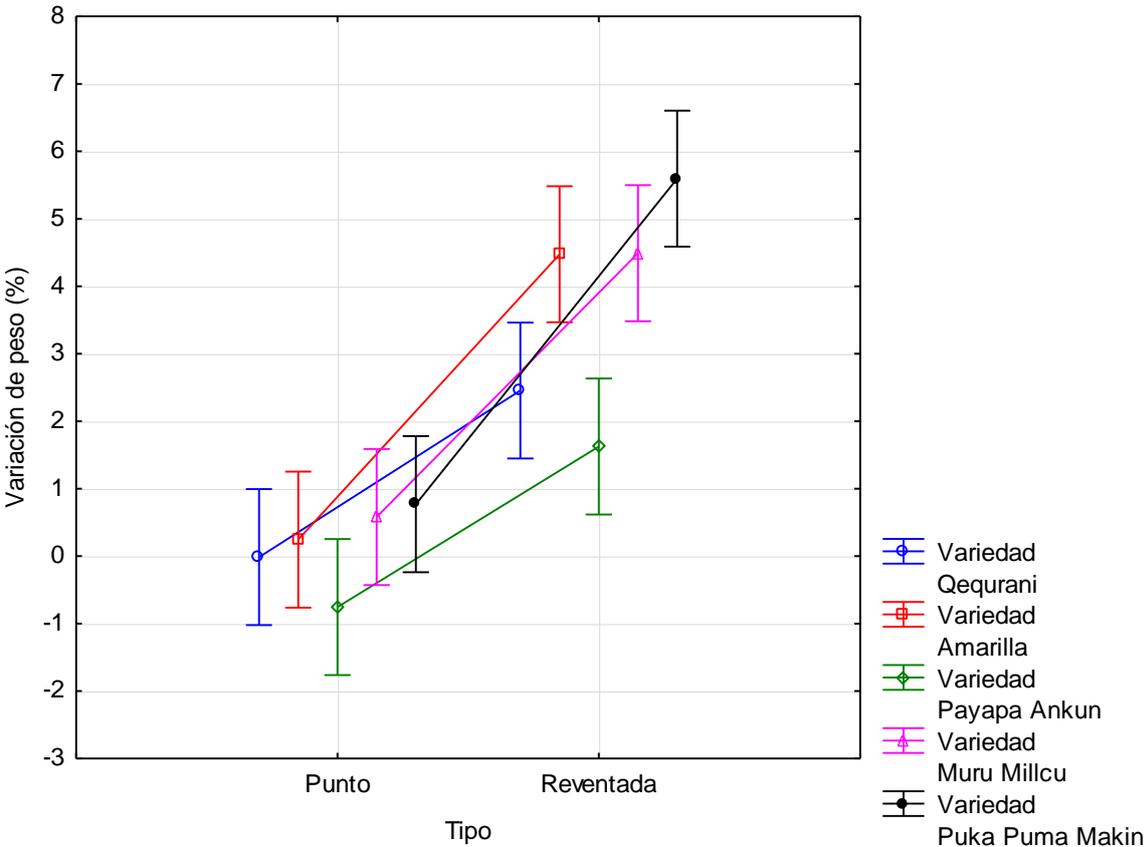


Figura 12. Gráfico de interacción de Variación de peso

En la figura 12, se observa la variación de peso en las papas nativas luego del proceso de cocción, donde se presenta una mayor variación de peso, incremento el peso en las muestras de papas nativas reventadas, esto se debe a la cocción con temperaturas superiores a las de gelificación, los gránulos y las partes de amilopectina cristalina absorben agua, dando lugar a un hinchamiento de los gránulos de almidón (Whistler y Daniel, 1993).

4.1.4 Capacidad antioxidante

La determinación de actividad antioxidante se basa en comprobar cómo un agente oxidante induce un daño oxidativo a un sustrato oxidable, dado que es inhibido; es decir, que reduce la presencia de un antioxidante, ya que la inhibición es proporcional a la actividad antioxidante del compuesto o la muestra. Asimismo el método de reducción a través del sistema DPPH es el más usado actualmente para la determinación de la capacidad antioxidante de alimentos de origen vegetal principalmente en muestras acuosas como es la papa nativa (Fuenzalida, 2008; Llano, Sgroppo, & Avanza, 2003).

La capacidad antioxidante presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) como se puede observar en Anexo 13, donde la variedad de papa nativa Muru Millcu cruda y cocida a punto presentaron una mayor capacidad antioxidante $31,486 \pm 0,1454$ y $28,4723 \pm 2,25$ $\mu\text{molTE/ml}$, respectivamente. Los valores inferiores de capacidad antioxidante se observó en la variedad Amarilla y Payapa Ankun reventada, $8,9094 \pm 0,998$ y $6,4175 \pm 0,306$ $\mu\text{molTE/ml}$, respectivamente. Por otro lado, Huamani (2015) indicó que la capacidad antioxidante para reducir el radical DPPH de la papa peruanita y papa piña colorada, fue de 4,16 y 7,06 mg/mL, respectivamente, valores menores a los encontrados en esta investigación. Respecto a tipo de proceso, Zavala y Sesibet (2013) mencionaron que hay un mayor contenido de capacidad antioxidante por el método de cocción por horneado 113,35 $\mu\text{mol TE/ 100 g}$ de muestra, superando a la muestra en crudo en 1.20%; la menor capacidad antioxidante se reportó en la muestra por microondas 43,88 $\mu\text{mol TE/ 100 g}$ de muestra, reportando una pérdida de 46.56%.

En la figura 13, se observa una disminución de la capacidad antioxidante, respecto al estado fresco (crudo) y luego del tipo de cocción, similar comportamiento a lo registrado por Bello (1999) que menciona que se producen cambios sobre los compuestos antioxidantes

durante los procesos de cocción. Las variedades que presentaron mayores valores fueron Qequrani, Murur Milcu y Puka Puma Makin; y menor capacidad antioxidante la Payapa Ankun y Amarilla. Brown et al., (2003) menciona que la capacidad antioxidante de la papa de variedades de pulpa roja y púrpura contiene aproximadamente de 2,5 a tres veces mayor de actividad antioxidante en comparación con las variedades de pulpa blanca. Además, Zheng (2009) acota que el consumo de alimentos con altos compuestos antioxidantes es beneficioso para el organismo, debido a que posee propiedades antiinflamatorias, antitumorales y reducen el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. Por esta razón, Fernández S et al., (2006) indicaron que el consumo de papa es otro alimento fuente de antioxidantes en especial las papas coloreadas (papas nativas), lo cual sería un alimento con alto contenido de capacidad antioxidante con mayor disponibilidad.

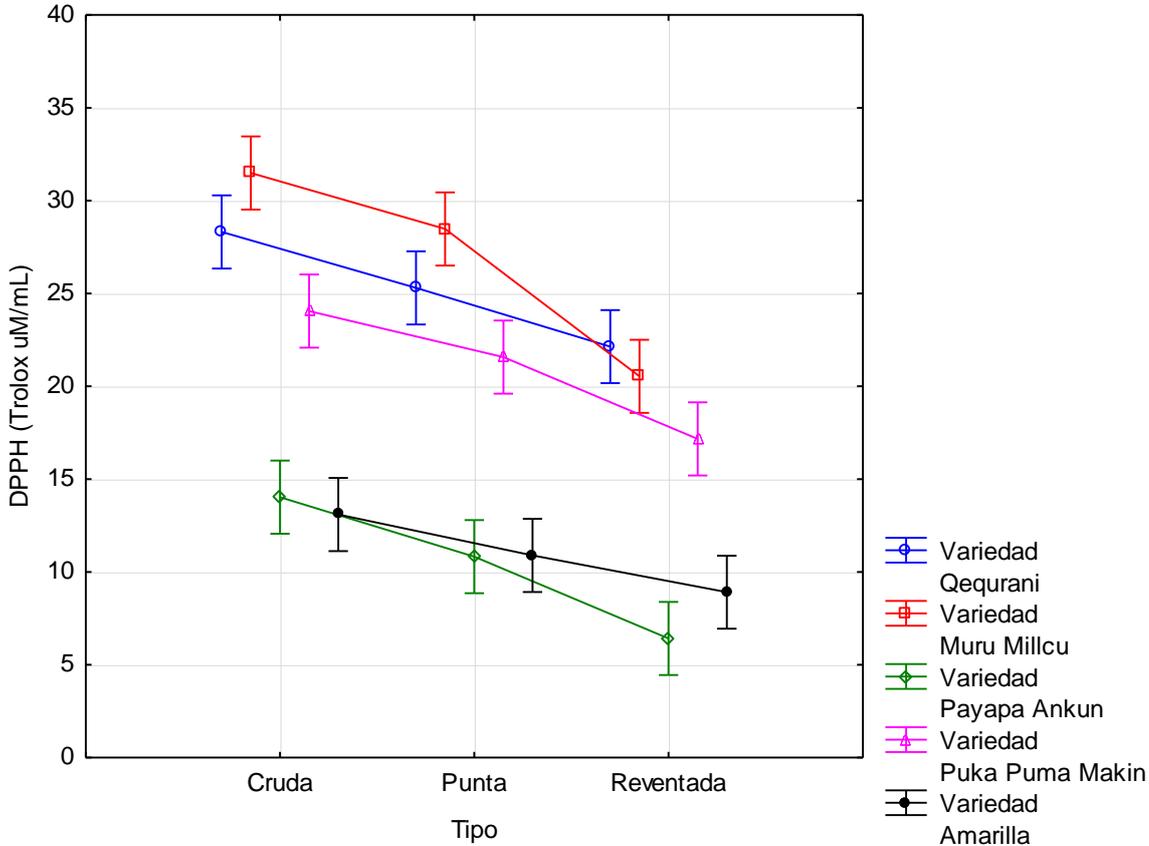


Figura 13. Gráfico de interacción de Capacidad Antioxidante

4.1.5 Vitamina C

La Vitamina C desempeña un papel importante en la protección contra el estrés oxidativo ya que capta los radicales libres de oxígeno como oxidante de compuestos derivados que contribuyan al desarrollo de enfermedades degenerativas del corazón y el cáncer a través de los daños resultantes de la oxidación de los lípidos, la rotura de ADN (Morales, 2015). Tito Soto (2017) menciona respecto a la vitamina C, que una papa cocida de 100 g consumida con su piel, aporta entre 17-20 % de las necesidades diarias del adulto de vitamina C. Según las investigaciones realizadas por el MINAG, las papas nativas amarillas contienen un alto índice de vitamina C; las de color rojo o púrpura previenen de enfermedades degenerativas y aportan antioxidantes. Los resultados registraron que la variedad Muru Millcu cruda obtuvo $47,721 \pm 0,859$ mg/100 mg de producto, la cual contiene mayor capacidad de vitamina C a comparación de las demás variedades. La variedad Qequrani reventada $21,266 \pm 0,195$ mg/100 mg de producto contiene menor cantidad de Vitamina C a comparación de las otras variedades. Asimismo, se observó que la vitamina C disminuye cuando el tipo y tiempo de cocción (tipo punto y reventada). En la Tabla 6 se apreció una disminución de la vitamina C con los diferentes tipos de cocción.

De tal modo Fonseca (2014) menciona que las papas Puka Puma Makin, Muru Millcu y Qequrani crudas contienen 45.47, 45.03 y 34.66 mg/100g BS de vitamina C, siendo similares a los encontrados. Además, indicó que el contenido de papas cocidas Puka Puma Makin, Muru Millcu y Qequrani contienen 24.36, 46.01 y 20.61 mg/100g BS de vitamina C. Las Tablas Peruanas de Composición de Alimentos (2009) menciona que la papa amarilla sin azúcar contiene 9,00 mg de Vitamina C por cada 100gr (Collazos et al., 2009). Villacrés (2011) indica que las papas nativas, podrían aportar un rango de vitamina C desde 7,67 a

26,22 mg / 100 g de papa nativa Calvache y Uvilla, respectivamente. El contenido de vitamina C varía ampliamente según las variedades y el método de cocción.

En la figura 14, se observa una disminución del contenido de vitamina C, donde las variedades que contiene mayor contenido se reducen luego de ser sometidos a los tipos de cocción. Según Moncada & Gualdrón (2005) mencionaron que en el proceso de cocción, al estar el alimento inmerso en agua, este facilita la migración de nutrientes solubles hacia el agua de cocción, reduciendo los nutrientes del alimento.

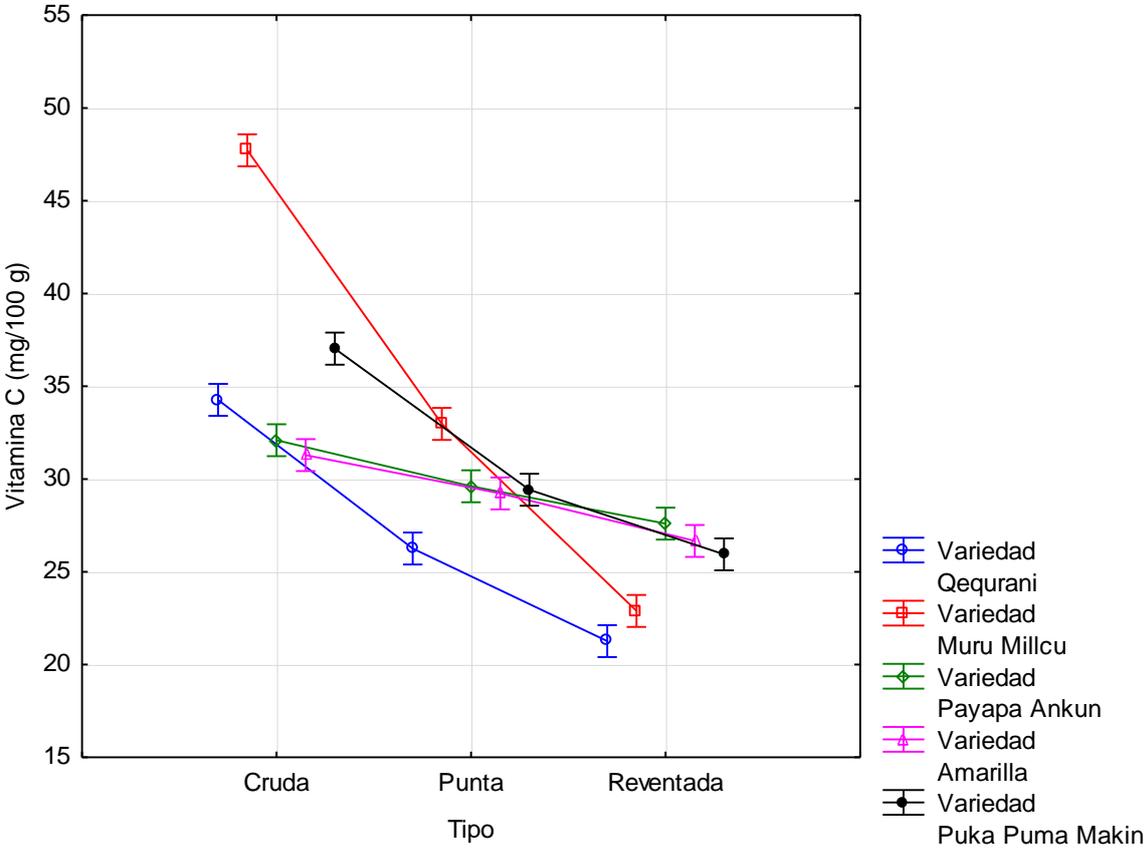


Figura 14. Gráfico de interacción de Vitamina C

4.2 Propiedades mecánicas

Se analizó las propiedades mecánicas de papas nativas cocidas, los resultados fueron reportados en la Tabla 6.

4.2.1 Firmeza

La firmeza es un atributo de la textura que está relacionada con la calidad y el procesamiento a que se somete (Barragán, 2018). Asimismo, Jaros et. al., (2001) define la firmeza de un material como la fuerza necesaria para romper los tejidos carnosos, como es en la papa nativa. Para el análisis de firmeza de papas nativas se realizó un análisis de varianza con una significancia ($p < 0,05$). En la Tabla 6, se registró que la variedad Qequrani punto presentó mayor firmeza ($101,2 \pm 24,9$ g) respecto a las demás variedades.

En la figura 15, se puede apreciar que en las variedades como Amarilla, Payapa Ankun, Muru Millcu y Puka Puma Makin son similares entre sí, a diferencia de la variedad Qequrani, después del proceso de cocción.

Tabla 6. Propiedades mecánicas de las papas nativas cocidas a su punto y reventadas

Variedad	Tipo de cocción	Firmeza (g)	Dureza (g)	Fracturabilidad (g)	Elasticidad (mm)	Gomosidad (g)
Qequrani	Punto	101,2±24,9 ^a	4428 ±1681 ^{ab}	3923 ± 1466 ^a	23,52±7,72 ^{abc}	192 ± 44,8
	Reventada	74,00±19,49 ^a	3594 ±1043 ^a	3521 ± 1262 ^{ab}	24,94±4,05 ^{abc}	196,2 ±110,6
Amarilla	Punto	61,20±12,62 ^b	1913 ± 553 ^{bc}	1874 ± 603 ^{bc}	17,35±6,99 ^c	55,60 ±21,13
	Reventada	50,00±8,37 ^b	1150 ± 331 ^c	1058 ± 410 ^c	24,89±6,68 ^{abc}	218 ± 294
Payapa Ankun	Punto	64,8±25,8 ^b	3893 ± 1778 ^{ab}	3344 ± 1416 ^{ab}	26,16±7,06 ^{ab}	128,2 ± 29,6
	Reventada	60,00±18,22 ^b	3648 ± 438 ^{ab}	2868 ± 721 ^{abc}	28,52±5,15 ^a	274 ± 328
Muru Millcu	Punto	59,60±13,15 ^b	3815 ± 447 ^{ab}	3602 ± 501 ^{ab}	18,74±7,80 ^{bc}	106,4 ± 55,4
	Reventada	51,60±11,87 ^b	2237 ± 940 ^{bc}	1912 ± 655 ^{bc}	23,12±5,37 ^{abc}	113,4 ± 68,6
Puka Puma Makin	Punto	60,00±10,95 ^b	2403 ± 864 ^{abc}	2314 ± 948 ^{abc}	21,46±7,72 ^{abc}	82,6 ± 31,7
	Reventada	58,80±4,60 ^b	2306 ± 836 ^{abc}	2148 ± 795 ^{abc}	28,99±3,95 ^a	94 ± 29,3

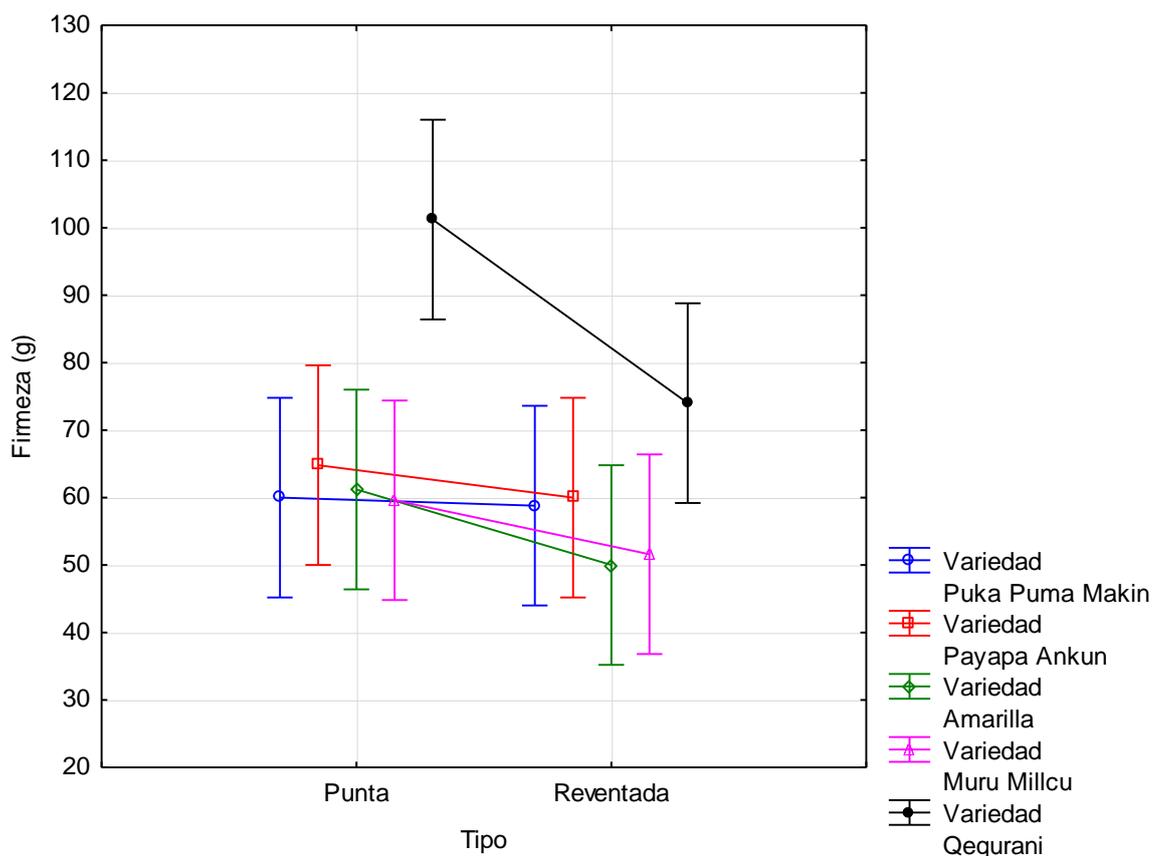


Figura 15. Firmeza de diferentes papas nativas después de la cocción

4.2.2 Análisis del perfil de textura

En la Tabla 6, se presentan los datos de dureza, al que se aplicó un análisis de varianza al 95 %. La variedad de la papa Qequrani punto 4428 ± 1681 g presentó diferencias significativas, debido a que registro una mayor dureza y la variedad amarilla reventada una menor dureza (1150 ± 331 g) a comparación de otras variedades. Respeto a la fracturabilidad, el mayor valor lo reporto la variedad Qequrani punto 3923 ± 1466 g, siendo diferente a comparación de las otras variedades y la menor variedad Amarilla reventada 1058 ± 410 g a comparación de las demás. Por otro lado, la variedad con mayor elasticidad fue Puka Puma Makin reventada $28,99 \pm 3,95$ mm y la variedad con menor elasticidad es la Amarilla punto $17,35 \pm 6,99$ mm; debido que a menor tiempo de cocción la papa es dura a comparación de a mayor tiempo de cocción, la papa es pone más suave en la cual se puede

sentir ver más elasticidad. En la parte de gomosidad el mayor, reporto ser la variedad Payapa Ankun reventada 274 ± 328 g es diferente a comparación de las otras variedades y la menor variedad Amarilla punto $55,60 \pm 21,13$ g a comparación de las demás. Kaur et al., (2002) menciona que la textura de la papa cocida está relacionada con el contenido en sólidos secos, amilasa, azúcares, almidón, materias pécticas, proteínas y contenido en nitrógeno total del tubérculo. Siendo el almidón el compuesto predominante en el tubérculo, las variaciones de textura durante la cocción se deben principalmente a los cambios producidos en él y en las materias pécticas, en donde ocurre la gelatinización y retrogradación de almidón y una degradación enzimática y no enzimática de las pectinas que constituyen la pared celular. Crespo (2012), indicó que los cambios de textura durante la cocción de las papas se relacionan con las modificaciones de las propiedades del almidón. El almidón, a partir de los 50°C , comienza su gelatinización, para las papas se hace efectivo aproximadamente entre $62-68^{\circ}\text{C}$ y retrogradación posterior tras su enfriamiento.

4.3 Parámetros ópticos

4.3.1 Color de las papas nativas con cáscara

Se observa en la figura 16, los parámetros L^* , a^* y b^* . El parámetro de luminosidad (L^*) mostró que la muestra cruda de la variedad Puka Puma Makin posee el menor valor de L^* (más oscura) y el mayor valor es la variedad Payapa Ankun (menos oscuro).

Las muestras reventadas no presentaron diferencias luego de la cocción (caliente) ni después del enfriamiento (60 min a temperatura ambiente). Sin embargo las muestras a punto presentan ligeros cambios de luminosidad para las muestras Payapa Ankun, Amarilla y Qequrani luego del enfriamiento. La Puka Puma Makin y Muru Millcu no presentaron cambios de luminosidad manteniéndose constante.

El parámetro de enrojecimiento (a^*) mostró que la muestra cruda de la variedad Muru Millcu posee el menor valor de a^* (más oscura) y el mayor valor es la variedad Puka Puma Makin (menos oscuro) y el resto es similar en el enrojecimiento Payapa Ankun, Amarilla y Qequrani.

Las muestras a su punto y reventadas aumentaron el a^* para la variedad Puka Puma Makin y Muru Millcu luego del enfriamiento a temperatura ambiente, las demás muestras no representaron cambios significativos.

El parámetro de amarillamiento (b^*) mostro que la muestra cruda de la variedad Puka Puma Makin y Muru Millcu presenta valores bajos y las Payapa Ankun, Amarilla y Qequrani valores superiores a los muestras anteriores. Luego de la cocción (caliente) y el enfriado no se observaron diferencias entre estos, manteniendo sus valores de amarillamiento.

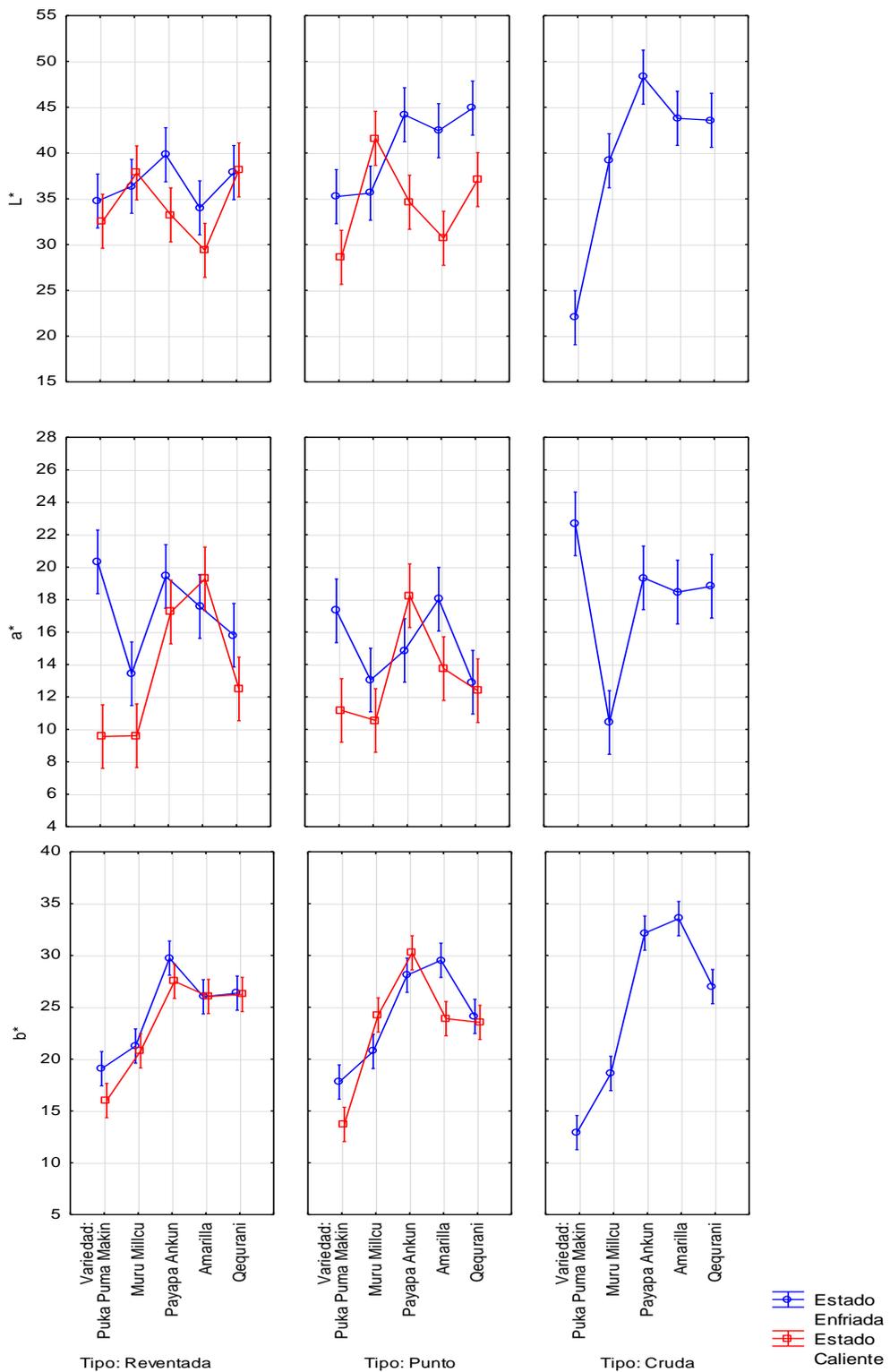


Figura 16. Parámetros de color de las papas nativas con cáscara

4.3.2 Color de las papas nativas sin cáscara

Se observa en la figura 17, los parámetros L^* , a^* y b^* . Respecto a la luminosidad (L^*), la diferente variedad de papa mostraron diferencia significativas. La variedad Puka Puma Makin y Muru Millcu presentaron menores valores L^* (más oscuros) y las variedades Payapa Ankun, Amarilla y Qequrani fueron mayores (menos oscuras), este comportamiento se mantuvo independientemente del tipo de cocción (a punto y reventado) y de momento de la lectura del color ya sea recién cocida (calientes) o enfriada (60 min después).

El parámetro enrojecimiento (a^*) presento valores superiores para la Puka Puma Makin, las muestras Payapa Ankun, Amarilla y Qequrani presentaron valores similares. Este comportamiento se mantuvo luego del proceso de cocción (a punto y reventada) y para la lectura de color después de la cocción (caliente) y/o enfriado, observando la misma tendencia que la luminosidad.

Para el b^* (amarillamiento), se observó diferencias significativas entre las diversas variedades de papas andinas, las muestras Puka Puma Makin y Muru Millcu presentaron los valores más bajo y el mayor valor fue para la variedad amarilla y los valores intermedios presentaron la Payapa Ankun y Qequrani, este comportamiento fue similar después del proceso de cocción la punto y reventada y esta tendencia se mantuvo para las lecturas de color luego de la cocción y enfriado.

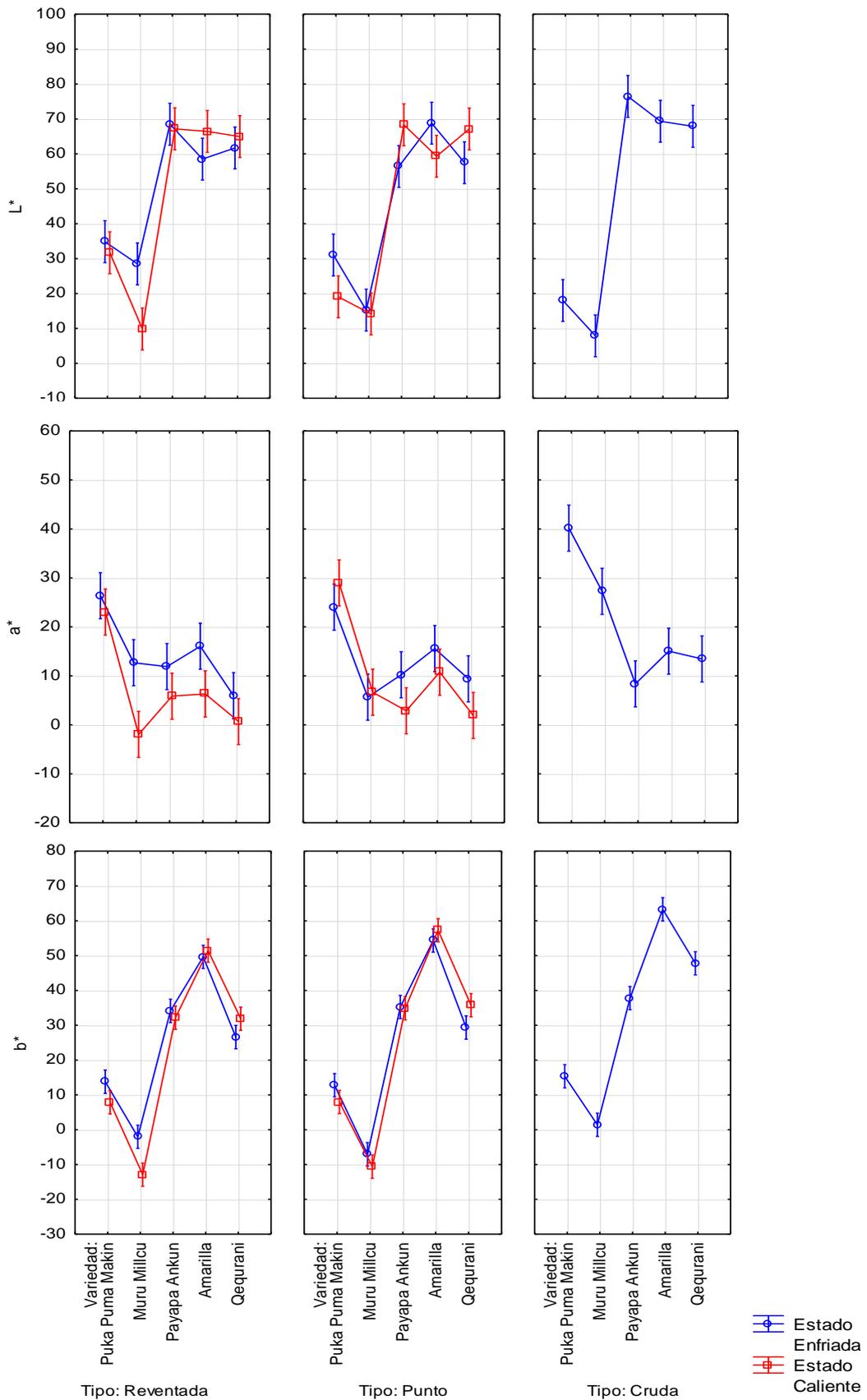


Figura 17. Parámetros de color de las papas nativas sin cáscara

4.3.3 Color de las papas nativas del centro de la pulpa

Respecto a los parámetros L^* , a^* y b^* en el centro de las papas nativas, se observó un similar comportamiento al de las papas sin cáscara

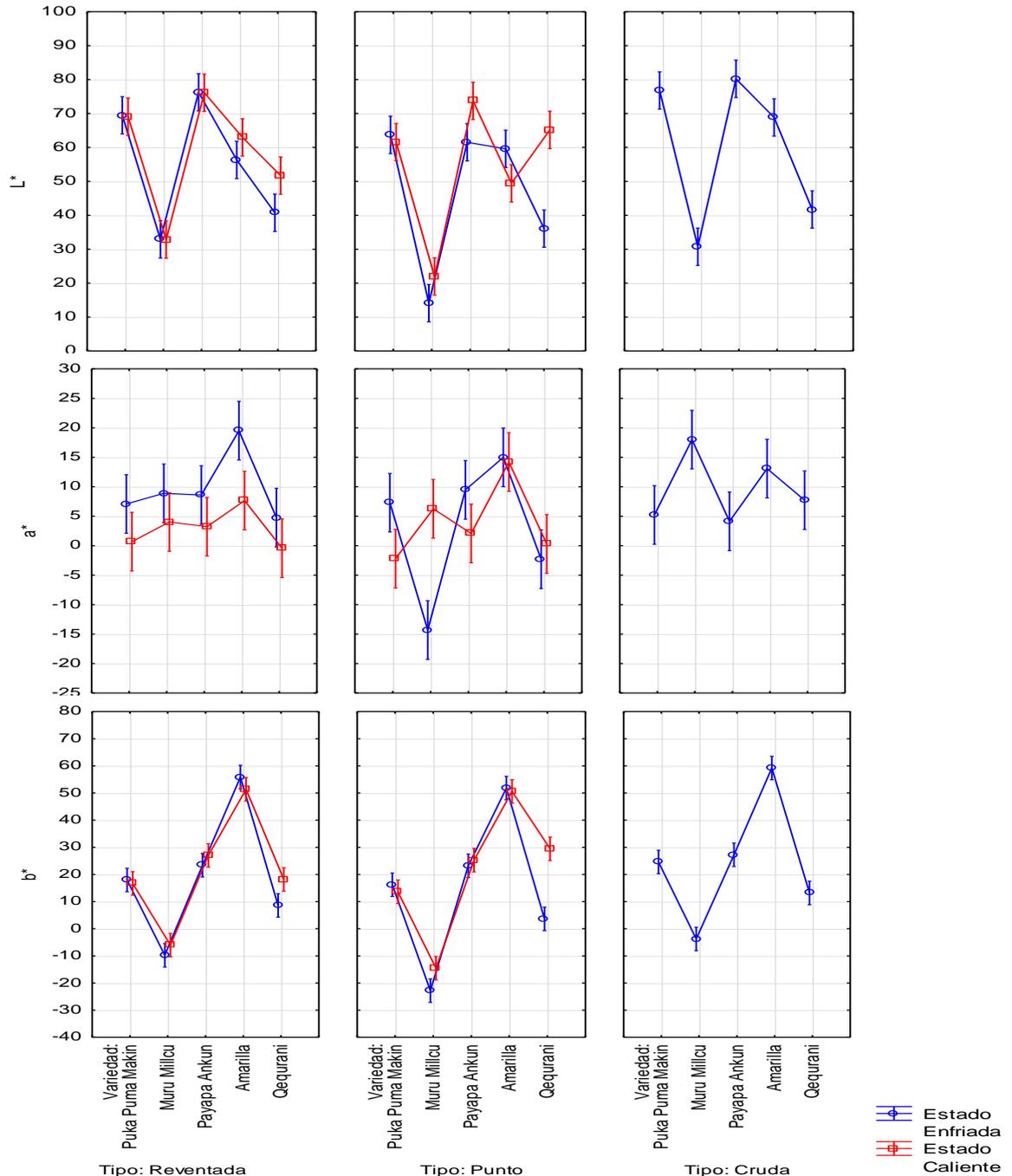


Figura 18. Parámetros de color de las papas nativas del centro de la pulpa

Respecto al color diversos autores encontraron resultados diferentes. Oña (2015) menciona que el análisis de las medidas de papas nativas reportó un L^* , en la variedad Uvilla y Puca Shungo cocida ligeramente superior al de la superficie externa, con respecto al estado fresco. Sin embargo, Llumiquinga (2014) indicó que para la variedad Tushpa después de la cocción, mostró un descenso de luminosidad de 11 % en la superficie externa, con respecto al estado fresco, resultados similares fueron reportados en pimentón verde y en camote, estos cambios podrían atribuirse a variaciones composicionales que modifican la matriz celular y a una disminución de contenido de β carotenos (Muñoz, Muñoz, Pérez, & Santos, 2013). Con respecto a la superficie interna o pulpa, los valores de luminosidad en la variedad Uvilla no presentaron diferencia significativa entre tratamientos. La variedad Tushpa presentó un descenso de luminosidad de 17,30 % luego del proceso de cocción, resultados similares se reportaron en zapote (Ramos et al., 2009); la disminución de luminosidad se otorga a la presencia de fenoles totales, probablemente relacionados con el oscurecimiento gradual de la pulpa.

3.1 Evaluación sensorial

3.1.1 Técnica de Check All That Apply (CATA)

Se realizó la prueba de Q Cochran en la Tabla 7, para cada atributo descrito por las preguntas de CATA, donde se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) para quince atributos. Por lo que, los consumidores encontraron diferencia entre los atributos en los dos tipos de cocción a su punto y reventado.

Las papas nativas de la variedad Amarilla reventada y punto reportaron los valores más altos mientras que las variedades Qequrani reventada y punto obtuvieron los valores intermedios y los valores más bajo fueron de la variedad de Muru Millcu reventado y punto para el atributo “amarillo”. Las muestras de papas nativas para el atributo “rosado/rojizo”

se obtuvo valores altos en la variedad Puka Puma Makin reventada y punto a comparación de los demás variedades que se mantienen en valores intermedios. Las variedad Muru Millcu punto reportó tener un alto valor para el atributo “morado” asimismo la variedad Amarilla reventada y a punto, Payapa Ankun reventada y punto, Puka Puma Makin reventada y punto reportaron menores valores. La variedad Payapa Ankun reventa y a punto indicaron tener un alto valor para el atributo “blanca” por consiguiente la variedad de Amarilla reventada y punto, Muru Millcu reventada y punto, Qequrani reventada y punto fueron reportaron valores menores. La variedad Amarilla reventada y Puka Puma Makin fueron los valores más alto para el atributo “sabor típico” a comparación de las otras variedades Amarilla punto, Puka Puma Makin reventada, Qequrani reventada y punto que obtuvieron bajos valores. La variedad Muru Millcu reventada y punto presentaron alto valor en el atributo “arenosa” y los valores bajos fueron de la variedad Payapa Ankun reventado y punto. La variedad de Payapa Ankun punto obtuvo un alto valor en el atributo “duro” y de bajos valores fueron la variedad Amarilla reventada, Muru Millcu a punto y Puka Puma Makin. La variedad Muru Millcu punto y Payapa Ankun punto obtuvieron alto valor en el atributo “seco” en cambio las otras variedades obtuvieron bajo valor Amarilla reventada y punto, Puka Puma Makin reventada y punto. El atributo “húmeda” con más alto valor fue el de la variedad Payapa Ankun reventada y con bajos valores fueron la variedad Amarilla reventada y punto, Puka Puma Makin reventada. El atributo “desmenuzable” con alto valor fue la variedad de Amarilla reventada y el menor valor fue Payapa Ankun punto. El atributo “mantecoso” con alto valor fue la variedad de Amarilla reventada y Puka Puma Makin a comparación de las otras variedades Muru Millcu reventada y punto, Payapa Ankun reventada y punto y Qequrani reventada que obtuvieron un menor valor. El atributo “dulce” con un alto valor fue la variedad Puka Puma Makin punto y con menores valores la variedad Muru Millcu punto, Payapa Ankun punto. El atributo “blanda” con una alto valor fue la variedad Puka Puma

Makin reventada y con un bajo valor la variedad Payapa Ankun punto. Asimismo en el atributo “pegajoso” Puka Puma Makin a punto presento un alto valor y la variedad Muru Millcu obtuvo un bajo valor. El atributo “grumoso” la variedad Qequrani presento un alto valor y la variedad Payapa Ankun a punto presento con menor valor. El atributo “insípido” reportaron alto valor en la variedad Payapa Ankun punto y con menores valores la variedad Amarilla reventada, Muru Millcu reventada y Payapa Ankun punto. El atributo “amarga” reporto con un alto valor la variedad Payapa Ankun reventada y con menor valor las variedades Amarilla reventada y punto, Puka Puma Makin reventada.

Tabla 7. Prueba Q de Corhan

Atributos	valores-p	Amarilla Reventada	Amarilla a Punto	Muru Millcu Reventada	Muru Millcu a Punto	Payapa Ankun Reventada	Payapa Ankun a Punto	Puka Puma Makin Reventada	Puka Puma Makin a Punto	Qequrani Reventada	Qequrani a Punto
Amarillo	0.000	1 (c)	0.980 (c)	0 (a)	0 (a)	0.200 (ab)	0.120 (a)	0.160 (ab)	0.160 (ab)	0.480 (b)	0.440 (b)
Rosado / Rojiza	0.000	0 (a)	0 (a)	0.020 (a)	0.020 (a)	0 (a)	0 (a)	0.460 (b)	0.360 (b)	0.040 (a)	0.020 (a)
Morado	0.000	0.020 (a)	0 (a)	0.960 (bc)	1 (c)	0.020 (a)	0 (a)	0.080 (a)	0.180 (a)	0.680 (b)	0.720 (b)
Blanca	0.000	0 (a)	0.040 (a)	0.120 (a)	0.120 (a)	0.820 (b)	0.860 (b)	0.640 (b)	0.640 (b)	0.080 (a)	0.180 (a)
Sabor Típico	0.006	0.360 (a)	0.160 (a)	0.220 (a)	0.180 (a)	0.160 (a)	0.240 (a)	0.140 (a)	0.300 (a)	0.140 (a)	0.120 (a)
Arenosa	0.000	0.460 (a)	0.460 (a)	0.520 (a)	0.560 (a)	0.220 (a)	0.280 (a)	0.280 (a)	0.400 (a)	0.480 (a)	0.360 (a)
Duro	0.000	0.080 (abc)	0.100 (abc)	0.140 (abc)	0 (a)	0.200 (abc)	0.640 (d)	0.060 (ab)	0.120 (abc)	0.380 (cd)	0.320 (bcd)
Seco	0.002	0.320 (a)	0.360 (a)	0.480 (a)	0.580 (a)	0.440 (a)	0.560 (a)	0.320 (a)	0.340 (a)	0.600 (a)	0.420 (a)
Húmeda	0.044	0.320 (a)	0.320 (a)	0.140 (a)	0.240 (a)	0.340 (a)	0.140 (a)	0.320 (a)	0.240 (a)	0.160 (a)	0.200 (a)
Demenuzable	0.014	0.420 (a)	0.280 (a)	0.320 (a)	0.360 (a)	0.200 (a)	0.140 (a)	0.360 (a)	0.300 (a)	0.360 (a)	0.200 (a)
Mantecoso	0.002	0.260 (a)	0.180 (a)	0.080 (a)	0.080 (a)	0.180 (a)	0.080 (a)	0.180 (a)	0.260 (a)	0.040 (a)	0.160 (a)
Dulce	0.580	0.120 (a)	0.100 (a)	0.100 (a)	0.060 (a)	0.140 (a)	0.060 (a)	0.100 (a)	0.180 (a)	0.100 (a)	0.100 (a)
Blanda	0.000	0.420 (bc)	0.360 (bc)	0.340 (abc)	0.400 (bc)	0.260 (abc)	0.060 (a)	0.560 (c)	0.280 (abc)	0.180 (ab)	0.200 (ab)
Pegajoso	0.500	0.220 (a)	0.200 (a)	0.080 (a)	0.140 (a)	0.160 (a)	0.140 (a)	0.200 (a)	0.240 (a)	0.140 (a)	0.180 (a)
Grumoso	0.114	0.140 (a)	0.160 (a)	0.260 (a)	0.160 (a)	0.120 (a)	0.100 (a)	0.120 (a)	0.180 (a)	0.280 (a)	0.240 (a)
Olor típico	0.277	0.400 (a)	0.260 (a)	0.340 (a)	0.320 (a)	0.260 (a)	0.200 (a)	0.360 (a)	0.320 (a)	0.360 (a)	0.260 (a)
Insípido	0.112	0.140 (a)	0.280 (a)	0.140 (a)	0.220 (a)	0.220 (a)	0.300 (a)	0.240 (a)	0.160 (a)	0.180 (a)	0.320 (a)
Amarga	0.002	0 (a)	0.020 (a)	0.140 (a)	0.100 (a)	0.200 (a)	0.120 (a)	0.020 (a)	0.060 (a)	0.040 (a)	0.120 (a)

En la Figura 19, se observa el gráfico de sedimentación, donde al trabajar con la dimensión F1 Y F2 se explica el 68,64% de total de los datos sensorial realizando el análisis de correspondencia.

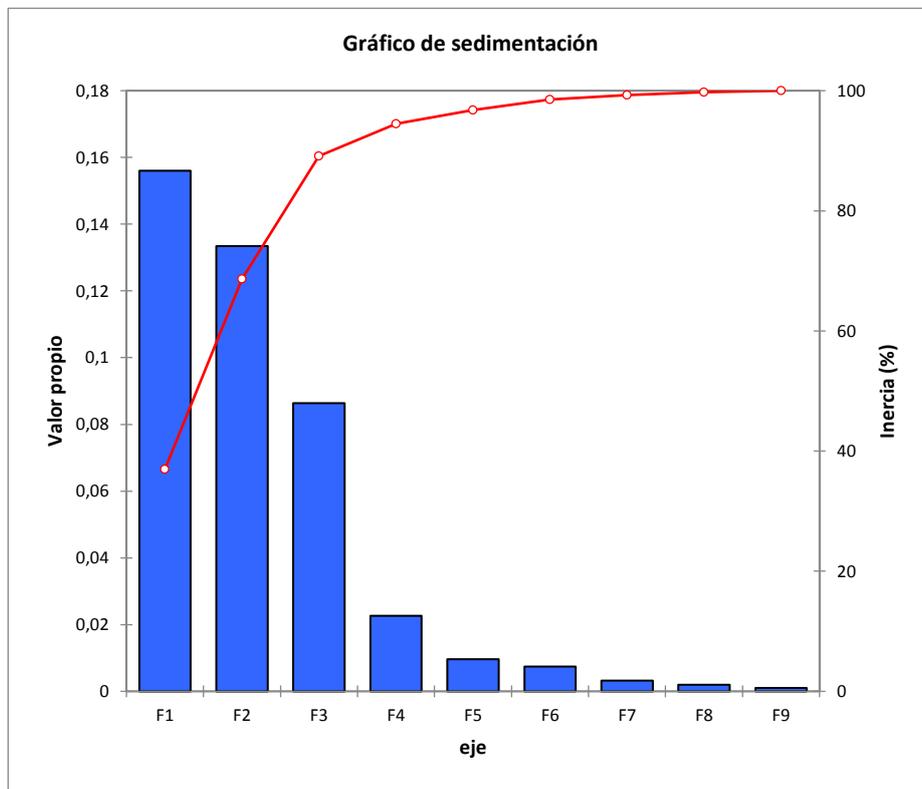


Figura 19. Sedimentación de los datos sensoriales

La figura 20, presenta el análisis de correspondencia donde están representadas las muestras en la primera y segunda dimensión que explican 68,64% de la variación de total de los datos, mostrando que los consumidores segmentan las diferentes variedades de papas nativas en 3 grupos.

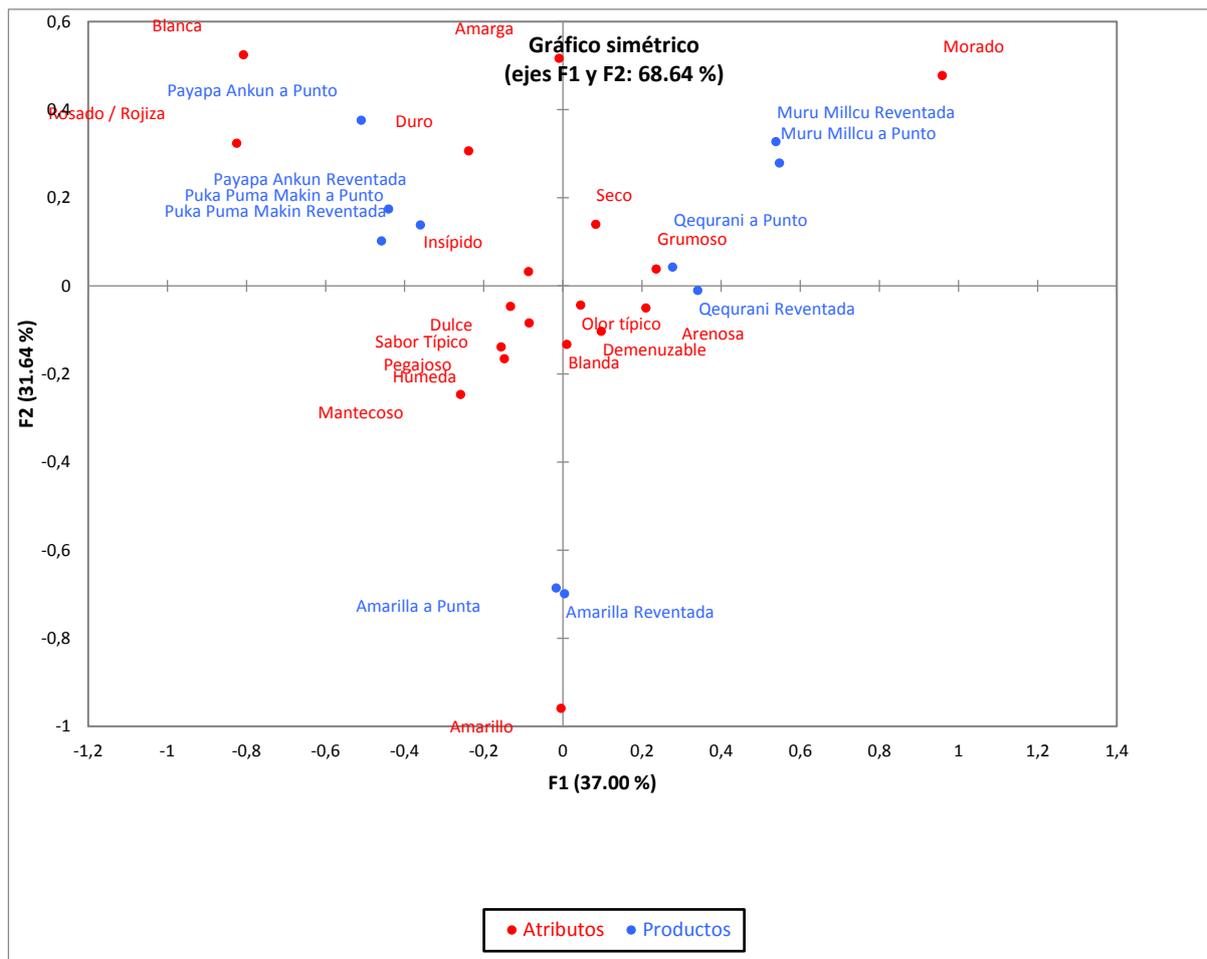


Figura 20. Análisis de correspondencia para las muestras

El primer grupo o clúster constituido por la muestra Payapa Ankun y Puka Puma Makin reventado y a punto descritas por ser insípido, dura, rosada/rojiza y blanca. El segundo grupo compuesto por la Muru Millcu y Qequrani reventada y a punto caracterizadas por ser secas, grumosas, arenosa, olor, típico y moradas. El último grupo constituido por la variedad amarilla reventada y a punto descriptos por el atributo amarillo.

Respecto a la aceptabilidad se observa en la figura 21, el análisis de componentes principales realizados sobre el atributo sensorial de aceptabilidad, esta se ubicó en el cuadrante inferior derecho, donde los consumidores relacionan la aceptabilidad con la arenosidad, sabor típico, olor, desmenuzable y color amarillo.

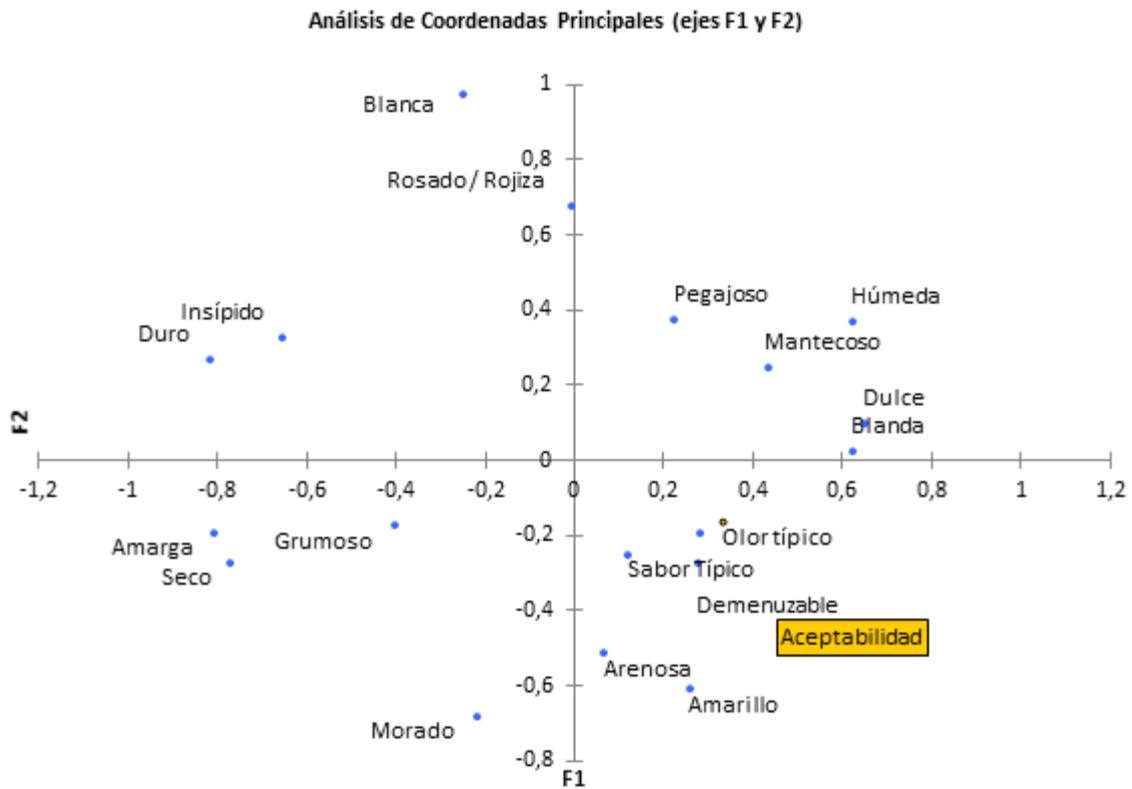


Figura 21. Análisis de componentes principales de la aceptabilidad

Respecto al % de análisis CATA, en cuanto a los resultados utilizados, se observó en la figura 22 que los atributos; rosado/rojiza, sabor típico, duro, mantecoso, dulce, pegajoso, grumoso y amargo están ausentes en las características de las papas nativas. Sin embargo están presentes los atributos arenoso, seco, amarillo, morado, blanca, blanda y olor típico

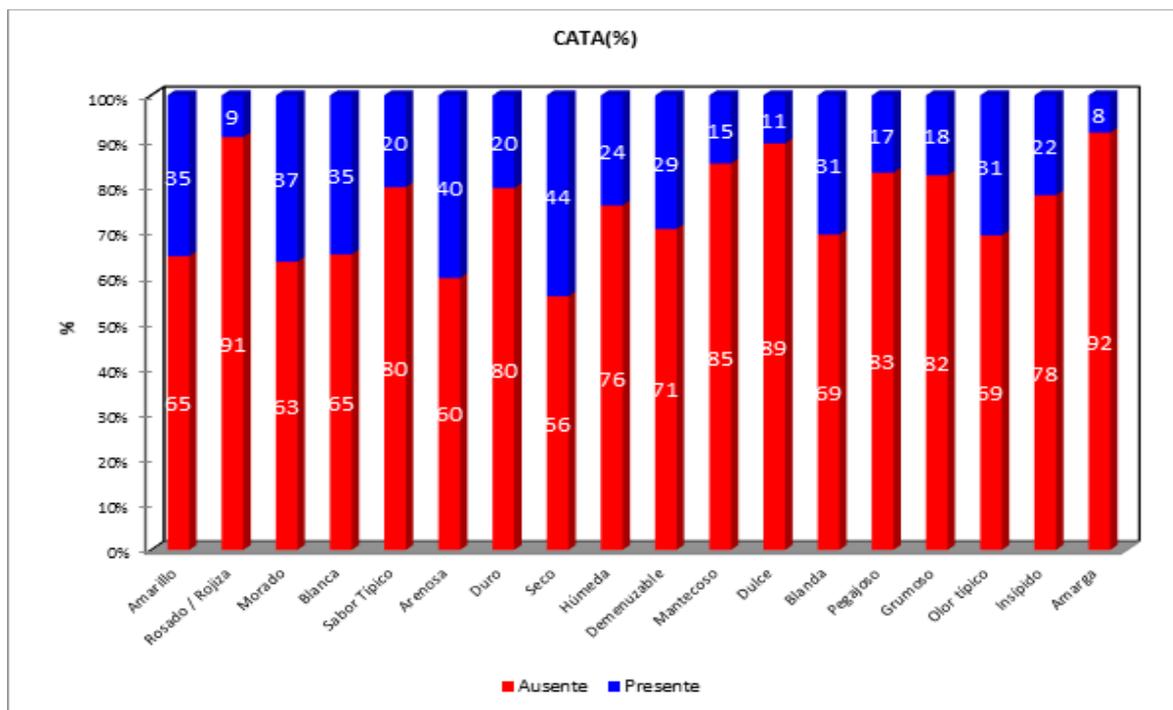


Figura 22. Ausencia - Preferencia de los atributos CATA

Respecto a la figura 23, se observa el efecto sobre la media, presentes los atributos a un impacto sacrificado sobre la media, los atributos deseable son blanda, sabor y olor típico, arenosa, amarilla y húmeda por los atributos no deseables por los consumidores es que sean secos, duros e insípidos.

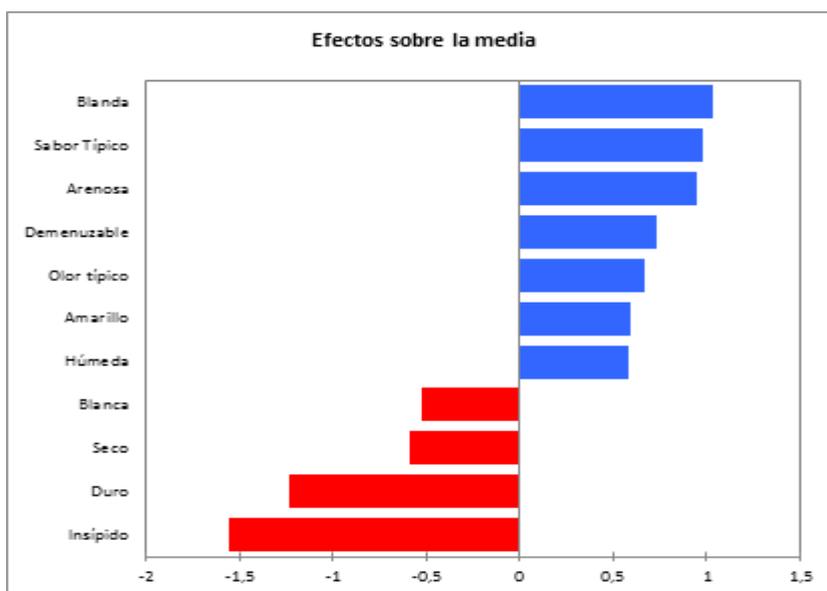


Figura 23. Efecto sobre la media

El gráfico de efecto sobre la media vs %, nos permite identificar directamente los atributos deseables e indeseables los atributos asociados a las coordenadas bajas en el eje Y (duro, insípido, blanca y seco) son los atributos indeseables, lo que se corrobora con el gráficos de efecto sobre la media (Figura 24). Los atributos asociados a las coordenadas altas en el eje Y son los atributos deseables o imprescindibles (arenosa, desmenuzable, amarillo, húmeda y olor típico).

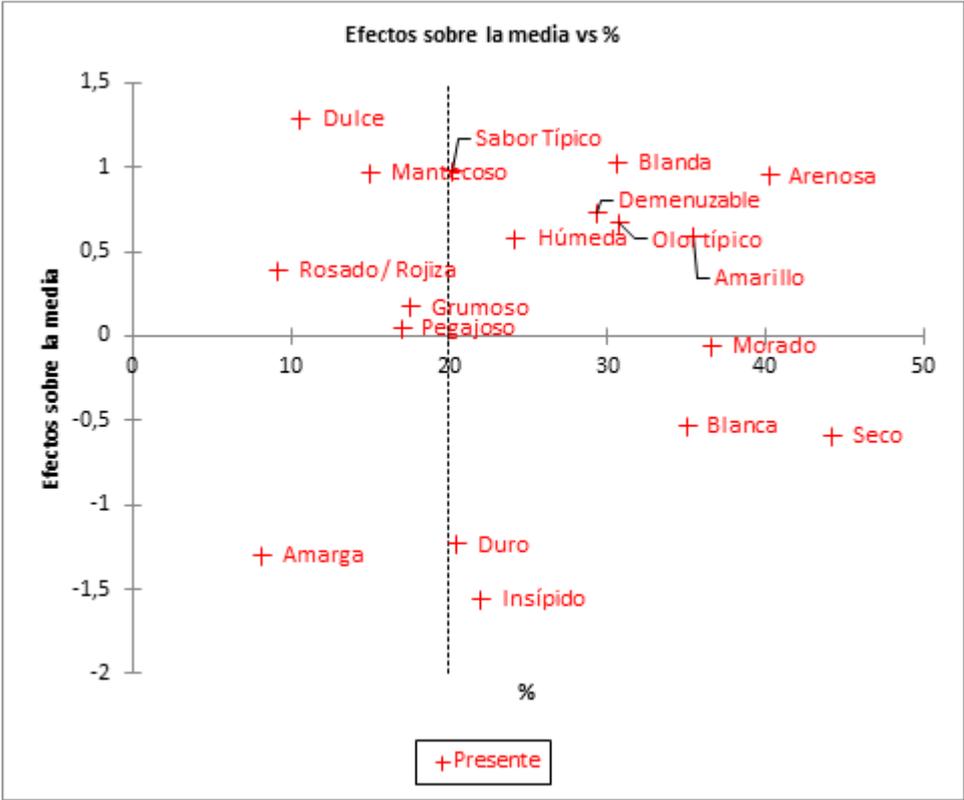


Figura 24. Efecto sobre la media vs porcentaje (%)

En la figura 25, se puede observar el gráfico de barras respecto a la preferencia de las papas nativas, donde los consumidores prefieren la papa amarilla reventada (42,55%), seguida la amarilla a punto (12,77%) y finalmente la Muru Millcu reventada (10,64%).

Luego se realizó una prueba de preferencia respecto a tipo de cocción reventada y punto donde el 62,5% de los consumidores prefieren las papas reventadas (Figura, 26).

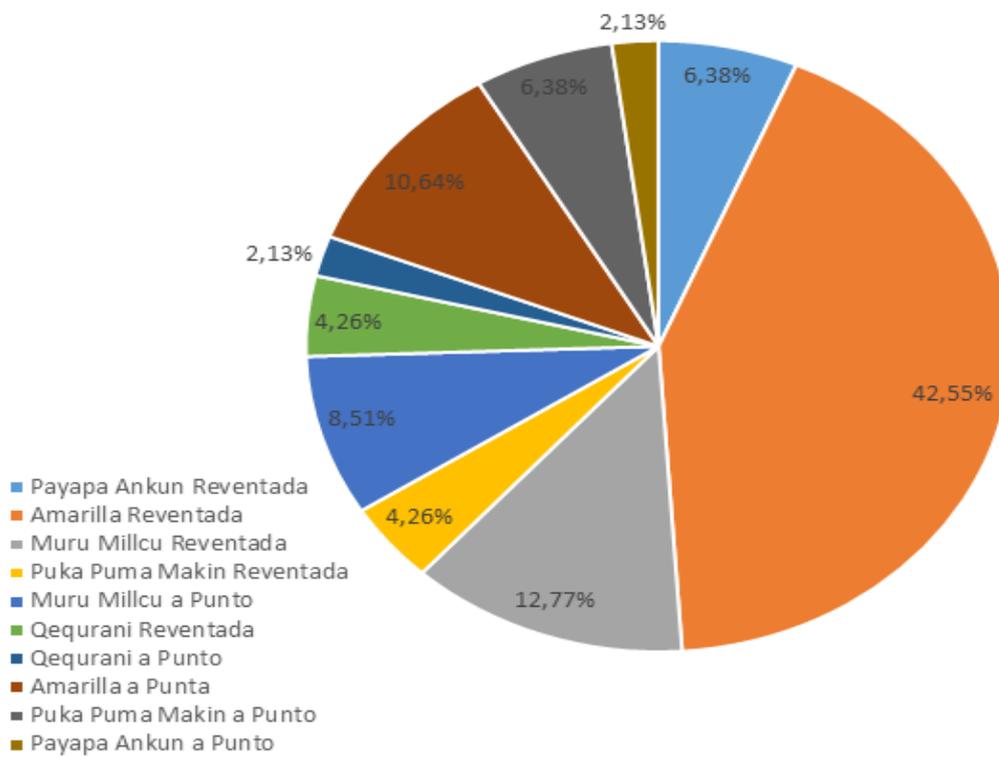


Figura 25. Preferencia de papas nativas

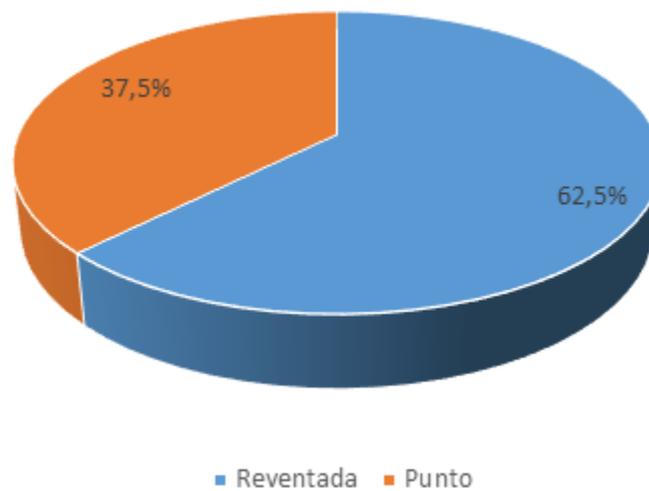


Figura 26. Preferencia entre su punto o reventada

3.1.2 Técnica de Mapeo Proyectivo

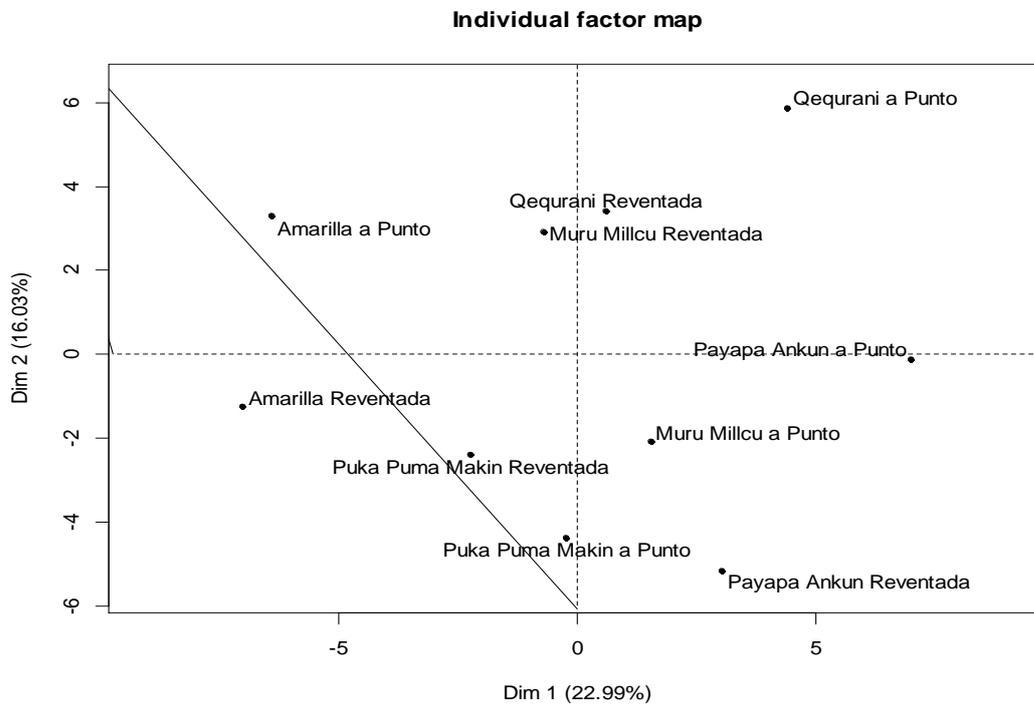


Figura 27. Análisis multifactorial

Se realizó el análisis multifactorial (MFA) donde están representadas las diferentes variedades de papa en la primera y segunda dimensión que explica el 39,02 de total de la variabilidad de papas percibimos que está en diferente cocción a punto (Figura 27). Sin embargo mediante el análisis de correspondencia del método CATA (Figura 20) y el círculo de correlación de los datos sensorial, donde se ubica el termino ME GUSTA en el cuadrante inferior izquierdo (Figura 28). Por lo que, podemos indicar que la variedad Amarilla a punto y reventado fueron los más aceptados sensorialmente.

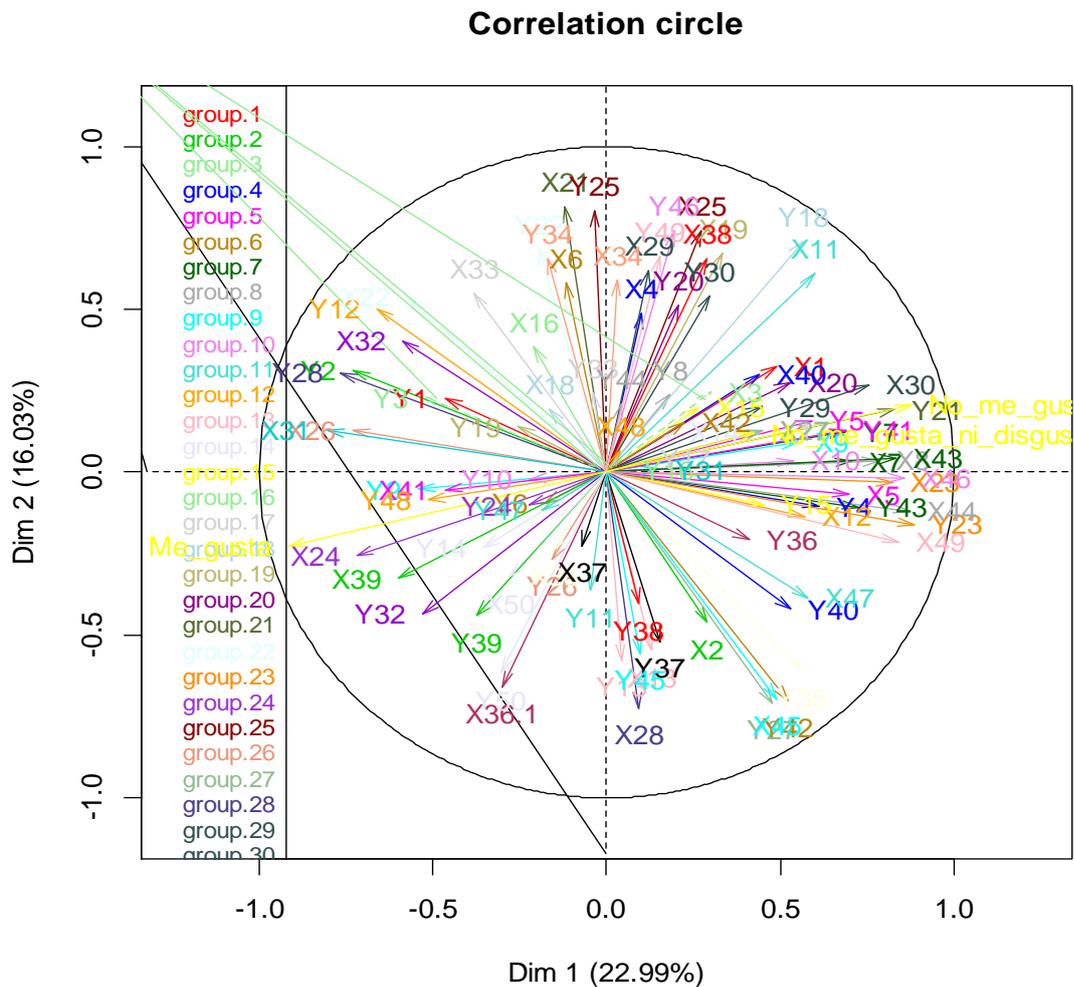


Figura 28. Correlación de los consumidores

En la figura 29, no se presentan concordancia de los consumidores, donde todos presenten un similar comportamiento en sus respuestas sensorial, sim embargo dos consumidores (21 y 25) se alejan ligeramente de la opción consensual.

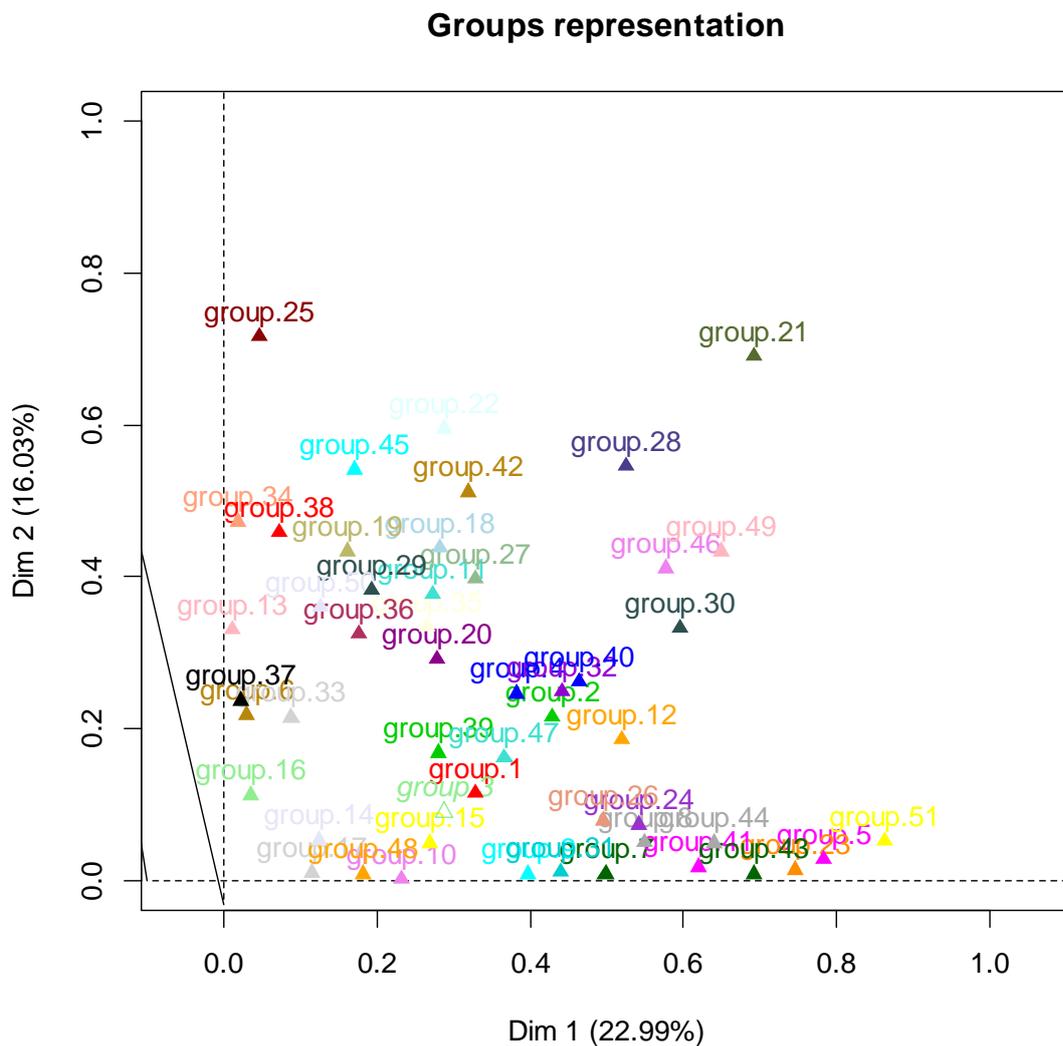


Figura 29. Representación de los consumidores

En la figura 30, se presenta la respuesta sensorial de cada consumidor y la agrupación consenso realizado por el análisis multifactorial (MFA), el cual explica el 39,02% de la variación de los datos.

Individual factor map

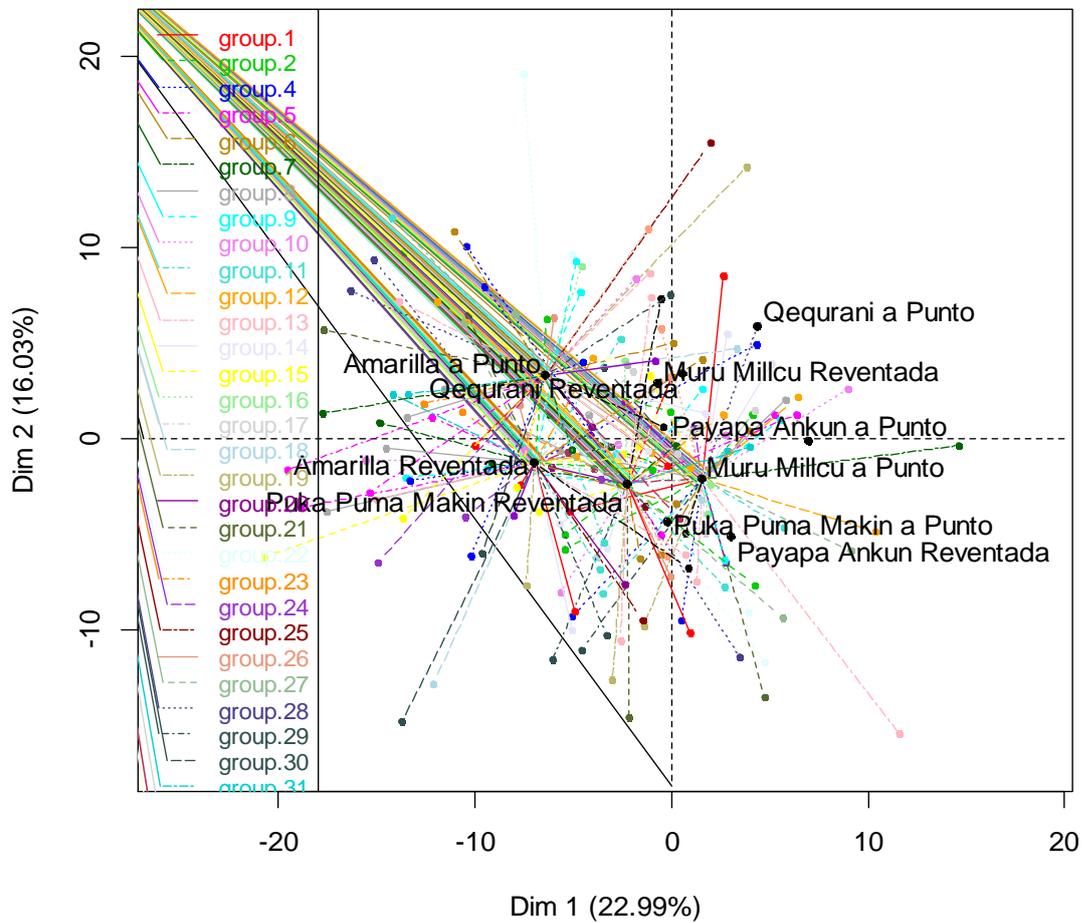


Figura 30. Conceso de las muestras para los consumidores

La figura 31, se observa la correlación de los consumidores con la primera y segunda dimensión donde se puede mostrar que la dimensión se distribuye de forma opuesta en algunos casos. Sin embargo los consumidores se correlacionan de forma adecuada con las dos dimensiones.

Partial axes

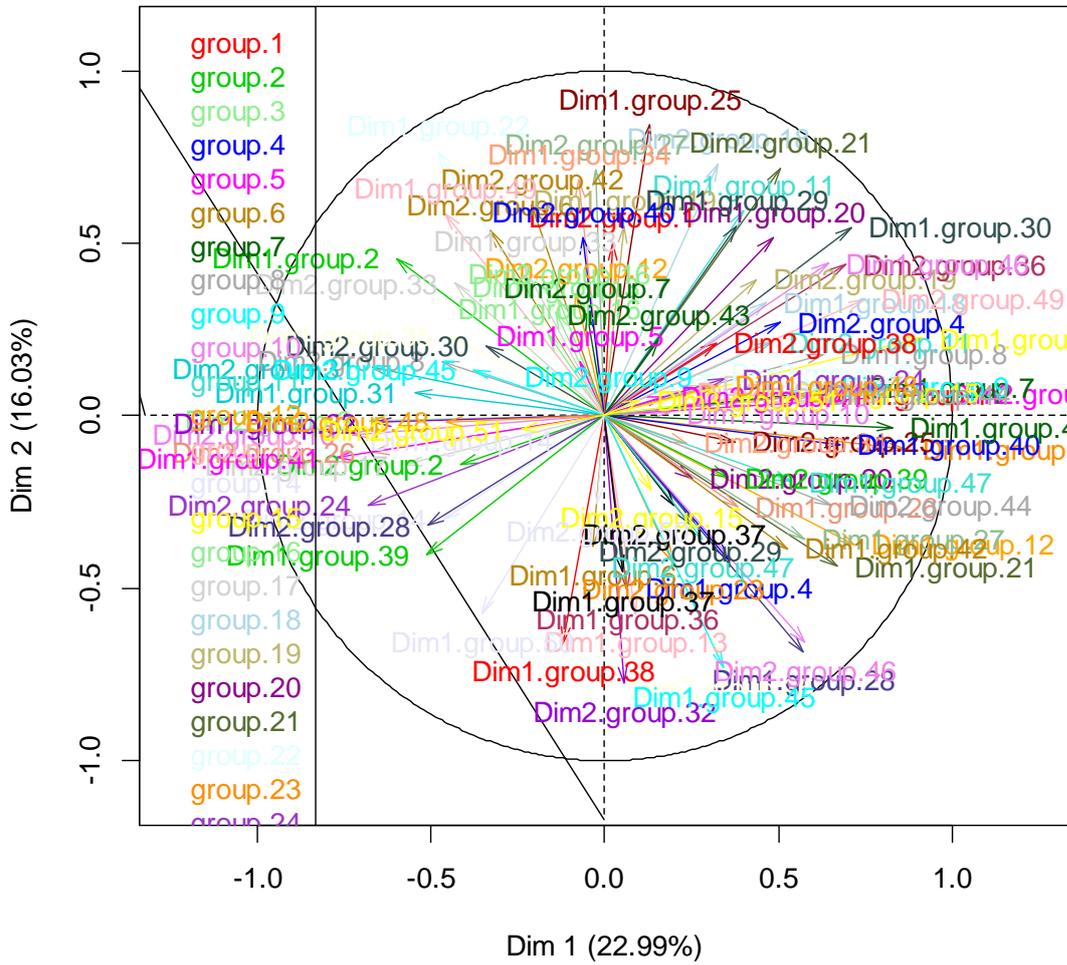


Figura 31. Consumidores y dimensiones

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

Se analizó los parámetros fisicoquímicos de las diferentes variedades de papas nativas crudas y cocidas (a su punto y reventada) presentaron diferencias significativas. Los valores de sólidos solubles (°Brix) se encontraron entre 2,9-6,85; humedad 63,87-79,79 %; variación de peso -0,01 a 5,59 %; capacidad antioxidante 6,41–31,48 uMol TE/ mL y vitamina C 21,26–47,72 mg/100 g. Estos mostraron una tendencia de tener valores menores en las muestras cocidas reventadas respecto a las a cocidas a punto, excepto en la humedad y variación de peso donde los valores fueron mayores en las muestras reventadas.

Los parámetros de textura presentaron diferencias significativas, excepto la gomosidad. Respecto a la firmeza las muestras mostraron valores similares entre sí, sin embargo, la variedad Qequrani presentó mayor firmeza, dureza, fracturabilidad independientemente del tipo de cocción a punto o reventada, esta variedad es la más recomendada para snack, papas fritas, y extracción de almidón. La variedad Amarilla reventada presentó una menor dureza, fracturabilidad y elasticidad y se puede utilizar en purés, sancochado, guisos, etc.

En cuanto al color, representados en el sistema CIELab, se observaron diferencias significativas para las papas con cáscara, sin cáscara y en el interior. Las muestras con cáscara cocidas a punto mostraron mayor luminosidad y se reducen ligeramente al ser reventadas. Además, estos valores se redujeron ligeramente entre las muestras recién cocidas (caliente) y enfriadas. Por otro lado, las muestras cocidas a punto sin cáscara, presentaron mayor luminosidad y menores a^* y b^* que las cocidas reventadas. Sin embargo, este comportamiento no se observa entre las muestras recién cocidas (calientes) y enfriadas. Similar comportamiento mostró el color interno de las papas nativas.

El análisis sensorial basado en la metodología CATA en conjunto con la prueba de aceptación permitió identificar las características sensoriales de las diferentes papas nativas cocidas a punto o reventado. El análisis de correspondencia explicó que el 68.64 % del total de los datos, donde se encontró que los consumidores forman tres grupos que se caracterizan por tener la misma variedad indistintamente del proceso de cocción. Además, de los 18 atributos evaluados, cinco de ellos no presentaron diferencias significativas. En la prueba de preferencia de las diferentes variedades de papas nativas, los consumidores seleccionaron la papa Amarilla reventada, seguida de Amarilla a punto y finalmente la Muru Millcu reventada. También se encontró que los consumidores prefieren las papas reventadas, es decir sobre-cocidas. Del mapeo proyectivo, el análisis multifactorial (MFA) explicó el 39,02 % de total de la variabilidad de los datos de aceptabilidad general. Al relacionar el mapeo proyectivo y el círculo de correlación de los datos sensorial con el análisis de correspondencia del método CATA, la variedad Amarilla cocida a punto y reventada fueron los más aceptados sensorialmente, debido a que el paladar del consumidor está acostumbrado a consumir esta variedad, y las demás variedades son nuevas para el gusto del consumidor.

Se logró determinar los compuestos bioactivos, fisicoquímicos, las características sensoriales, parámetros mecánicos y ópticos de las papas nativas. Así mismo, se espera incentivar a los peruanos a apostar por nuestras papas nativas y su consumo diario, debido a que la mayoría de agricultores peruanos la comercialización de la papa, es la fuente principal de ingresos familiares. Dado que, en el Perú, se cuenta con una gran biodiversidad de papas que se aprecian rápidamente al observar sus formas y color, además de su sabor que muestran las diferentes papas andinas y mantener esta gama de tubérculos.

REFERENCIAS

- Adams, J., Williams, A., Lancaster, B., y Foley, M. (2007). Advantages and uses of checkall-that-apply response compared to traditional scaling of attributes for salty snacks. In: 7th Pangborn Sensory Science Symposium. Minneapolis, USA, 12– 16 August, 2007.
- Alcazar, J. 2002. Diccionario Técnico de Industrias Alimentarias, 1ra Edición, Cibercopy: Cuzco Perú, 702p.
- Alfaro Casas J. (2011) Identificación y Priorización de los Principales Productos de la Diversidad Biológica, con énfasis en la Agrobiodiversidad en la Región Apurímac, Ayacucho y Huancavelica. PRODERN I, Ministerio del Ambiente, Andahuaylas – Apurímac.
- Ares, G., Valera, P., Rado, G., y Gimenez, A. (2011). Identifying ideal products using three different consumer profiling methodologies. Comparison with external preference mapping. *Food Quality and Preference* 22, 581–591.
- Barea, M. (2015). *Caracterización, capacidad antioxidante y perfil fenólico de frutas subtropicales producidas y comercializadas en la costa de Granada- Málaga* (Tesis doctoral). Universidad de Granada, España.
- Barragán Montesdeoca, C. E. (2018). Evaluación del uso de papas nativas con cáscara en dos procesos de transformación (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2018).
- Barreiro, P.; Ruiz, A. M. (1996). Propiedades mecánicas y calidad de frutos. *Revista Fruticultura Profesional*, n° 77, p.50.

- Bello, J. (1999). Ciencia y tecnología culinaria. Ed. Díaz de Santos. Madrid, España.
- Bozhinov, D. G., Fiszman, S., Santo, D., Hernando, M. I., & Marcano, J. (s. f.).
Consumidores : Aplicación De Napping Parcial En Postres Lácteos Saciantes, 1-20.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M., & Berset, C. (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. Wiss*, Págs. 25-30.
- Brown, C. R., R. Wrolstad, R. Durst, C. P. Yang, and B. Clevidence (2003). Breeding studies in potatoes containing high concentrations of anthocyanins. *Am. j. potato res.* 80:241-250 pp.
- Brush, S. 2000, the issues of in situ conservation of crop genetic resources, in; genes in the field; on – fanm conservation of crop diversity, IDGRI, 3 – 23 pp.
- Bruzzone, F. (2012). Aplicación de metodologías de caracterización sensorial con consumidores en el desarrollo de postres lácteos funcionales.
- Buren, J. V. (1979). The chemistry of texture in fruits and vegetables. *Journal of Texture Studies*, 10(1), 1-23.
- Cahuana, R. y Arcos, J. (1993). Variedades de papas más importantes en Puno. Proyecto Piwa, Puno, Perú.
- Casas, N., y Pardo, D. (2005). Análisis de perfil de textura y propiedades de relajación de geles de mezclas almidón de maíz ceroso entrecruzado-gelana. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 4 (1), 107-121.

- Catalan, E. (1999). Transformación de frutas de alta humedad conservadas por métodos combinados en productos de fruta comerciales. Tesis de Licenciatura. Universidad de las Americas Puebla, Mexico.
- Centro Internacional de la Papa (CIP) y la Federación Departamental de Comunidades Campesinas (FEDECH) (2006). Catálogo de variedades de papa Nativa de Huancavelica – Perú. Lima, Perú: Perú por Metrocolor.
- Cerrón, L. (2012). Evaluación del efecto del tipo de cocción en el contenido de antocianinas y capacidad antioxidante en papa nativa cuchipelo (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú.
- Clydesdale, F. M. (1991). Color perception and food quality. *Journal of Food Quality*, 14(1), 61-74
- Collazos, C. A. R. L. O. S., Alvisur, E., Vasquez, J., Herrera, N., Robles, N., Arias, M., & Roca, A. (2009). Tablas peruanas de composición de alimentos (No. Q04 C6 1996-R). Instituto Nacional de Salud, Lima (Peru); Centro Nacional de Alimentación y Nutrición, Lima (Peru).
- Crespo Relucio, G. (2012). Estudio del proceso de cocción en patata “Violette”. Valencia - España.
- Danzart, M., Sieffermann, J., & Delarue, J. (2004). New developments in preference mapping techniques: finding out a consumer optimal product, its sensory profile and the key sensory attributes. In *Proceedings of the 7th Sensometrics Meeting*. Davis, USA, July 27-30 2004.

De Haan, S., Ana, T. P., Armando, R. C., Ng, Y. D. S. R., & Zoraida, P. (2006). Catálogo de variedades de papa nativa de Huancavelica-Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP), y la Federación Departamental de Comunidades Campesinas (FEDECH). Lima, Peru.

Devaux A. Ordinola M., Hibon A, Flores R. (2010) El sector papa en la Región Andina. Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú). Proyecto INCOPA, PROINPA, INIAP, Iniciativa Papa Andina, Centro Internacional de la Papa, COSUDE..

Dooley, L., Lee, Y., & Meullenet, J. (2010). The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. *Food Quality and Preference*, 21, 394-401.

Espín, S., Villacrés, E., & Brito, B. (2004). Raíces y tubérculos andinos: alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador Vol. 4 de (Conservación y Uso de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos: Una Década de Investigación para el Desarrollo (1993-2003).

Fernández, E., Rodríguez, J., y Vila, J. (2015). Comparación de nuevas técnicas de caracterización sensorial utilizando consumidores (Tesis de Maestría). Universidad de Valladolid, España. Recuperado en <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/14341/1/TFM-L234.pdf> Universidad

- Fernández, J. (2011). Costos de producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Valle y cofre de Perote, Universidad Veracruzana, Veracruz, México, pp 8 – 10.
- Fernández, S., Villano, D., Troncoso, A., & García, C. (2006). Revisión de los métodos de evaluación de la actividad antioxidante in vitro del vino y valoración de sus efectos in vivo. Pág. 1-13.
- Ferrato, J. y Mondino M. C. (2006). El análisis sensorial, una herramienta para la evaluación de la calidad desde el consumidor. Recuperado en: <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/18/7AM18.htm>.
- Fonseca, C., Burgos, G., Rodríguez, F., Muñoa, L., & Ordinola, M. (2014). Catálogo de variedades de papa nativa con potencial para la seguridad alimentaria y nutricional de Apurímac y Huancavelica. International Potato Center.
- 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.
- Goldner, MC, Pérez, OE, Pilosof, AM, y Armada, M. (2012). Estudio comparativo de las características sensoriales e instrumentales de la textura y el color de los tubérculos andinos subexplotados hervidos. LWT-Ciencia y tecnología de los alimentos, 47 (1), 83-90.
- Guija-Poma, E., Inocente-Camones, M. Á., Ponce-Pardo, J., & Zarzosa-Norabuena, E. (2015). Evaluación de la técnica 2, 2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) para determinar capacidad antioxidante. Horizonte Médico, 15(1), 57-60.

- Gutierrez, T.; Hoyos, O., y Páez M. (2007). Determinación del contenido de ácido ascórbico en uchuva (*Physalis peruviana* L.), por cromatografía líquida de alta resolución (clar). Universidad del Valle.
- Huamani Bernal, L. E. (2015). *Capacidad antioxidante de papas nativas (Solanum tuberosum ssp. Andígena), variedades peruanita y piña colorada* (Tesis de licenciatura). Universidad Alas Peruanas, Lima, Perú.
- Jaros, D., Petrag, J., Rohm, H., & Ulberth, F. (2001). Milk fat composition affects mechanical and rheological properties of processed cheese. *Applied Rheology*, 11(1), 10.
- Kaur, L., Singh, N., Sodhi, N. S., & Gujral, H. S. (2002). Some properties of potatoes and their starches I. Cooking, textural and rheological properties of potatoes. *Food chemistry*, 79(2), 177-181.
- Kroschel, J., Alcázar, J., Cañedo, V., Miethbauer, T., Zegarra, O., Córdoba, L. y Gamarra, C. (2013). Producción de papa orgánica en la región andina del Perú: el manejo integrado de plagas lo hace posible. Recuperado de https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/57020/CIP_77522_OA.pdf?sequence=1.
- Krosnick, J. (1999). Survey research. *Annual Review of Psychology*, 50, 537-567.
- Kuskoski, E. , Asuero, A., Troncoso, A., Mancinii-Filho, J., & Fett, R. (2005). Aplicación de Diversos Métodos Químicos para Determinar Actividad Antioxidante en Pulpa de Frutos. *Ciencia Tecnología Alimentos*, Págs. 726-732.

- Lisinska, G., & Leszczynski, W. (1989). Potato science and technology. Elsevier science publishers LTD, Pág. 391.
- Llano, K., Sgroppo, S., & Avanza, J. (2003). Actividad antioxidante y contenido en fenoles totales en vinos de origen nacional. FACENA, Pág. 1-19.
- Llumiquinga, T. (2014). Composición química y capacidad antioxidante de tres variedades de papas nativas (*Solanum tuberosum*) : Yana Shungo, Puca Shungo y Leona Negra. Tesis.
- López, D. (2008). Osmodehidrocongelación de Durazno. Tesis de Licenciatura. Universidad de las Américas Puebla, México.
- López, G. y Lozano, N. (2007). Estudio sobre el mercado de papas nativas en la ciudad del Cusco. Lima, Perú: Soluciones Prácticas.
- Lu W., K. Haynes, E. Wiley, and B. Clevidence, 2001. Carotenoid content and color in diploid potatoes. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 126: 722- 726 pp.
- Martí, E. M. (2014). Caracterización y análisis del impacto y los resultados de las fusiones de cooperativas en el sector agroalimentario español. Universidad Almería.
- Martínez, A. (2007) Conociendo la cadena productiva de la papa en Ayacucho. Ayacucho, Perú: Solid Perú. Recuperado a partir de <http://www.solidperu.com/upl/1/default/doc/Conociendo%20la%20cadena%20productiva%20de%20la%20papa%20en%20Ayacucho.pdf>.

- Metzler, A., Tovar, J., & Fernández, M. (2004). Caracterización nutricional de los carbohidratos y composición centesimal de raíces y tubérculos tropicales cocidos, cultivados en Costa Rica.
- Ministerio de Agricultura (2003). Plan Estratégico de la Cadena de la Papa.
- Moncada, L., & Gualdrón, L. (2005). Evaluación de la pérdida de nutrientes por cocción, freído y horneado de tres alimentos de consumo frecuentes en la población colombiana. Universidad De La Salle, Pág. 111.
- Monteros C., J. Jiménez, G. López. 2006. Conocimiento y percepción de las papas nativas en el ecuador. Informe de trabajo. Instituto nacional autónomo de investigaciones agropecuarias (INIAP), Programa Nacional de Raíces y Tubérculos, rubro papa (PNRT- Papa), Proyecto papa andina. 10 pp.
- Morales Freire, V. R. (2015). Estudio de la variación genética y ambiental sobre el contenido de hierro, zinc y vitamina c en catorce genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Muñoz, F. E., Muñoz, Á. M., Pérez, J. A., & Santos, L. E. (2013). Cambios en la Vitamina C y el Color durante la Cocción del Pimentón Verde (*Capsicum Annuum* l). *Tecno Lógicas*, (31).
- Murra, J. V. (2002). *El mundo andino: población, medio ambiente y economía* (Vol. 24). Fondo Editorial PUCP.
- Olsen, E. (1986). *Métodos Ópticos de Análisis* Barcelona, España: Reverté.

- 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.
- Parente, M., Ares, G., & Manzoni, A. (2010). Application of two consumer profiling techniques to cosmetic emulsions. *Journal of Sensory Studies*, 25, 685-705.
- Pérez, C., Jimenez, F., (2011) “metodología para la evaluación de capacidad antioxidante en frutas y hortalizas” departamento de metabolismo y nutrición, instituto del frio. Madrid – España.
- Plaehn, D. (2012). CATA penalty/reward. *Food Quality and Preference*, 24, 141-152.
- Quispe, N. (2013). Análisis de la Cadena de Valor de la Papa Nativa en los distritos de Huayana y Pomacocha – Provincia de Andahuaylas-Apurímac (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú. Recuperado de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5444/QUISPE_EC_OS_NELIDA_ANALISIS_PAPA.pdf?sequence=1.
- Ramírez Medina, P. M. Relaciones de confianza en la cadena de valor de la papa nativa: desde la chacra hasta los anaqueles. Estudio de caso de la cadena de valor compuesta por los productores de Kishuará, Capac Perú y Supermercados peruanos. 2009-2013.
- Ramírez, P. (2013). Relaciones de confianza en la cadena de valor de la papa nativa: Desde la chacra hasta los anaqueles (Tesis de licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú. Recuperado de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5440/RAMIREZ_MEDINA_PAOLA_RELACIONES_ANAQUELES_2.pdf?sequence=3.

- Ramos-Ramírez, F. X., Alia-Tejagal, I., López-Martínez, V., Colinas-León, M. T., Acosta-Durán, C. M., Tapia-Delgado, A., & Villegas-Torres, O. (2009). Almacenamiento de frutos de zapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) HE Moore & Stearn] en atmósfera modificada. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 15(1), 17-23.
- 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.
- Roche, L. A., Silva, R. J., Languasco, J. M., Della, P. y Mascheroni, R. (2015) Papas fortificadas con Ca y vitamina C conservadas por osmodehidrocongelación y envasadas en atmósfera modificada. *Proyecciones*, 13 (1), 79-79.
- Rodríguez, J. M. M. (2015). Diseño de alimentos saciantes: estudio de las propiedades físicas, sensoriales y de la capacidad saciante esperada en un postre lácteo sólido tipo tarta de queso (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- Román, M; Hurtado, G. (2002). La Papa. Centro Nacional De Tecnología Agropecuaria y Forestal. 34 p.
- Romers, J. Lubeck, F. Kauder, S. Steiger, C. Adomat y G. Sandmann (2002). Genetic engineering of a zeaxanthin-rich potato by antisense inactivation and co- suppression of carotenoid epoxidation. *Metabolic engineering* 4, 263-272 pp.
- Tapia M.E., Fries A.M. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE: Lima. Recuperado en http://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/SALUD_10/Quimica_Farmaceutica/10.pdf.

- Tito Soto, A. (2017). Cuantificación del contenido de hierro, zinc y vitamina C en la producción de 20 clones de papa mejorada biofortificada en el Distrito de Yauli.
- Tito, M., & Eusebia, K. (2015). Capacidad antioxidante y contenido de flavonoides entre las semillas de Chia Negra (salvia nativa) y Chia Blanca (salvia hispánica l.) Puno, Octubre 2014–enero 2015.
- Torres Ramirez, T. K. (2015). Colecta, caracterización fenotípica, productividad de papas nativas (*Solanum tuberosum* ssp andígena Juz. et Buk.) de zonas andinas en el centro del país.
- Trincherro, J., Monti M. y Ceroli, P. (2007). Características sensoriales de papas fritas en bastones. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 14(1): 33-40
- Valera, P., Ares, G., (2014). *Novel Techniques in Sensorial Characterization and Consumer Profiling*. CRC Press Taylor&Francis Group. Boca Ratón U.S.A. 1, 1 – 5.
- Van Kleef, E., Van Trijp, H., & Luning, P. (2006). Internal versus external preference analysis: An exploratory study on end-user evaluation. *Food Quality and Preference*, 17, 387-399.
- Varela, P., & Ares, G. (2012). Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. *Food Research International*, 48, 893-908.
- Vásquez. A. (2015). Estimación de las coordenadas CIEL*a*b en concentrados de tomate utilizando imágenes digitales. Univ. Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería y Administración. Pág. 11-153.

- Villacrés, E., Quilca, N., Reinoso, R., Iván, A., Monteros, J., & Muñoz, R. (2011). Valorización nutricional y funcional de las papas nativas (*Solanum andígena ssp.*).
- Villavicencio Vásquez, D. Z. & Zavala Villacís, J. S. (2015). *Obtención de la harina de papa como sustituto parcial en la elaboración de pan tipo enrollado*. (Tesis de grado). Escuela Superior, Guayaquil, Ecuador.
- Politécnica del Litoral). Whistler, R.L. y Daniel, J.R. (1993). Carbohidratos. En Química de los alimentos. 2ª ed. Ed por: Fenemma, D. R., Acribia. S. A. Zaragoza. España.
- Yam, K. L., & Papadakis, S. E. (2004). A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. *Journal of Food Engineering*, 61(1), 137-142.
- Zamora, J. (2007). Antioxidantes: micronutrientes en la lucha por la salud. . *Revista Chilena Nutrición*.
- Zavala, R., & Sesibet, M. (2013). Compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en dos variedades de papas nativas (*solanum tuberosum*) pigmentadas con diferentes tipos de cocción.
- Zheng, Y. L., Lu, J., Zhang, Z. F., Fan, S. H., Wu, D. M., Shan, Q., & Hu, B. (2009). Purple sweet potato color attenuates oxidative stress and inflammatory response induced by d-galactose in mouse liver. *Food and chemical toxicology*, 47(2), 496-501.
- Zumba, M. 2008. Caracterización morfo-agronómica y etnobotánica de 49 papas nativas ecuatorianas de Cotopaxi. Tesis, Universidad de Cotopaxi, Facultad de Agronomía. Latacunga, Ecuador. 67 pp.

Zúñiga L. Noemí (2012), Instituto Nacional de Innovación Agraria, Mejoramiento genético de papa nativas. INIA – Huancayo.

ANEXOS

Anexo 1. Papa nativa Puka Puma Makin (*Solanum tuberosum* subesp. *Andigena*)



Anexo 2. Papa nativa Muru Milku (*Solanum tuberosum* subesp. *Andigena*)



Anexo 3. Papa nativa Payapa Ankun (*Solanum tuberosum subesp. Andigena*)



Anexo 4. Papa nativa Qequrani (*Solanum stenotomum*)

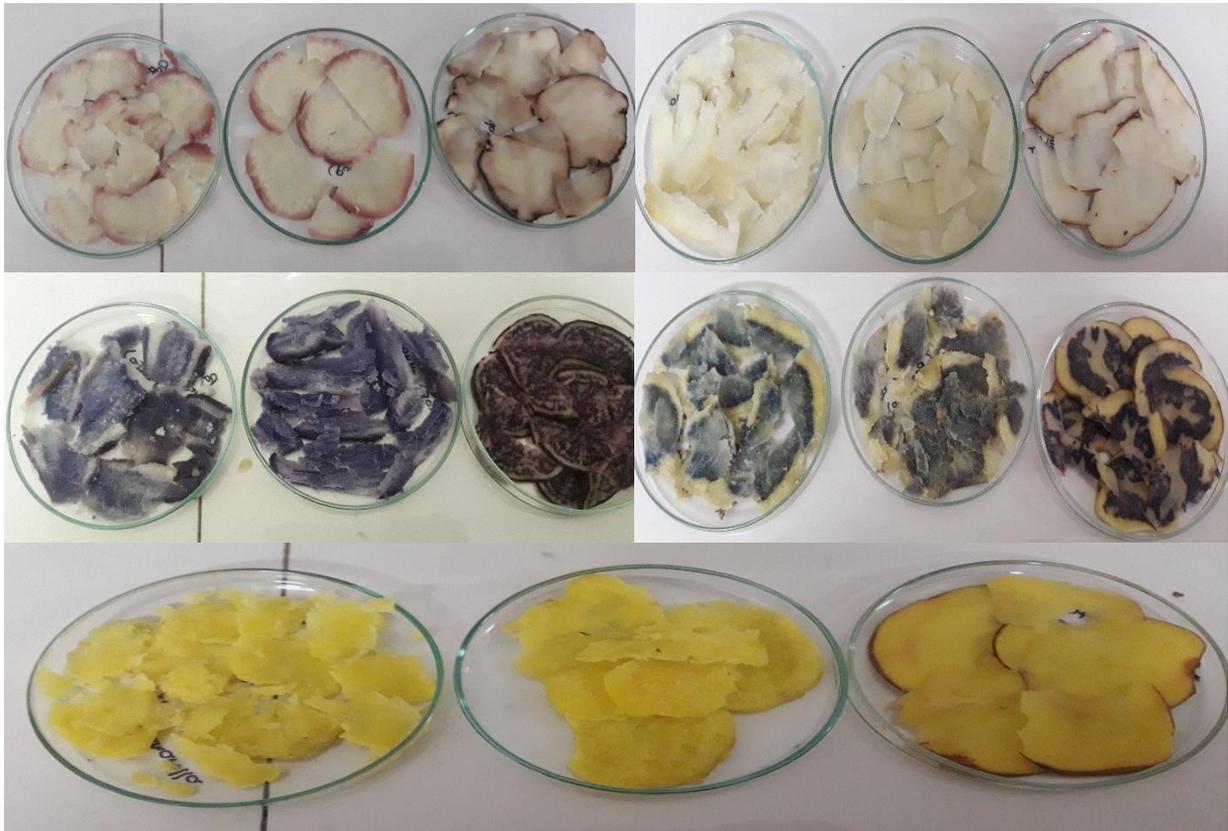


Anexo 5. Papa amarilla (*Solanum stenotomum*)

Anexo 6. Proceso para la obtención de Grados Brix



Anexo 7. Proceso para la obtención de Humedad (%)



Anexo 9. Proceso para la obtención de pérdida de peso



Anexo 8. Proceso para la obtención de Capacidad Antioxidante



Anexo 10. Proceso para la obtención de Vitamina C



Anexo 11. Análisis de parámetros mecánicos



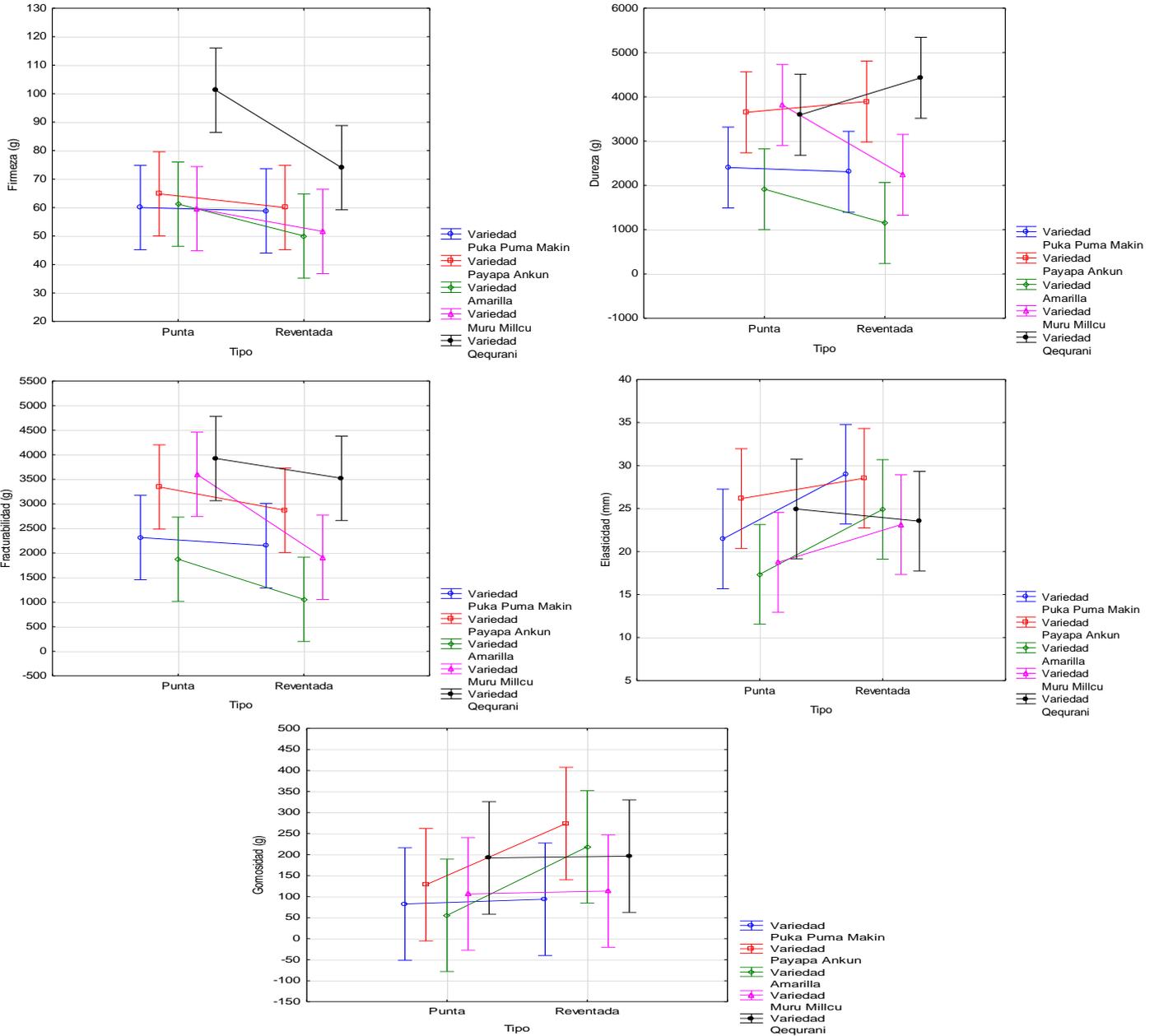
Anexo 12. Análisis de Evaluación Sensorial para el método de CATA y Mapeo Projectivo



Anexo 13. Pruebas estadísticas para los parámetros fisicoquímicos y compuestos bioactivos

°Brix					
	SS	Degr. of - Freedom	MS	F	P
Variedad	6.1153	4	1.5288	15.6	0.000032
Tipo	53.3787	2	26.6893	272.34	0
Variedad*Tipo	4.2347	8	0.5293	5.401	0.002505
Error	1.47	15	0.098		
Humedad					
	SS	Degr. of - Freedom	MS	F	P
Variedad	552.6	4	138.1	201.9	0
Tipo	48.2	2	24.1	35.2	0.000002
Variedad*Tipo	12.1	8	1.5	2.2	0.088601
Error	10.3	15	0.7		
Variación de Peso					
	SS	Degr. of - Freedom	MS	F	P
Variedad	19.42978	4	4.85745	11.8644	0.000819
Tipo	63.47484	1	63.47484	155.0379	0
Variedad*Tipo	4.75208	4	1.18802	2.9018	0.078266
Error	4.09415	10	0.40942		
Capacidad Antioxidante					
	SS	Degr. of - Freedom	MS	F	P
Variedad	2906.1	4	726.53	189.893	0
Tipo	521.52	2	260.76	68.155	0
Variedad*Tipo	60.1	8	7.51	1.964	0.073458
Error	172.17	45	3.83		
Vitamina C					
	SS	Degr. of - Freedom	MS	F	P
Variedad	262.68	4	65.67	123.13	0
Tipo	1024.24	2	512.12	960.21	0
Variedad*Tipo	424.71	8	53.09	99.54	0
Error	16	30	0.53		

Anexo 14. Análisis de propiedades mecánicas de las papas cocidas a su punto y reventadas



Anexo 15. Parámetros ópticos de las papas nativas con cáscara en tipo frío y caliente

<i>Variedad</i>	<i>Tipo</i>	<i>Enfriado</i>			<i>Caliente</i>		
		<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>
Qequrani	Reventada	37,863 ± 2,381 ^{bcde}	15,801 ± 0,911 ^{cdef}	26,361 ± 1,228 ^{cd}	38,15 ± 4,07 ^{ab}	12,488 ± 1,120 ^{bcd}	26,234 ± 1,274 ^{bc}
Amarilla		34,01 ± 2,67 ^e	17,570 ± 1,793	26,011 ± 0,934 ^{cd}	29,37 ± 7,65 ^d	19,27 ± 8,99 ^a	26,04 ± 3,28 ^{bc}
Payapa Ankun		39,805 ± 1,964 ^{bcde}	19,427 ± 1,503	29,739 ± 2,251 ^{abc}	33,242 ± 2,109 ^{bcd}	17,231 ± 1,129 ^{abc}	27,503 ± 1,994 ^{ab}
Muru Millcu		36,360 ± 1,801 ^{cde}	13,426 ± 1,895 ^{efg}	21,263 ± 2,180 ^{ef}	37,826 ± 2,103 ^{ab}	9,605 ± 0,878 ^d	20,791 ± 1,244 ^d
Puka Puma Makin		34,76 ± 3,85 ^e	20,33 ± 3,11 ^{ab}	19,08 ± 2,56 ^f	32,55 ± 2,65 ^{bcd}	9,555 ± 0,494 ^d	16,002 ± 1,331 ^e
Qequrani	Punto	44,901 ± 1,384 ^{ab}	12,904 ± 0,649 ^{fg}	24,118 ± 0,959 ^{de}	37,09 ± 2,95 ^{abc}	12,380 ± 0,402 ^{cd}	23,544 ± 0,964 ^{cd}
Amarilla		42,437 ± 1,543 ^{abcd}	18,022 ± 1,130 ^{bcd}	29,533 ± 1,741 ^{abc}	30,68 ± 3,00 ^{cd}	13,744 ± 1,256 ^{abcd}	23,900 ± 1,774 ^{bcd}
Payapa Ankun		44,17 ± 3,56 ^{ab}	14,866 ± 1,242 ^{def}	28,095 ± 1,550 ^{bcd}	34,62 ± 3,59 ^{bcd}	18,238 ± 1,705 ^{ab}	30,25 ± 2,81 ^a
Muru Millcu		35,618 ± 1,593 ^{de}	13,039 ± 1,483 ^{fg}	20,74 ± 2,56 ^{ef}	41,599 ± 0,867 ^a	10,546 ± 1,188 ^d	24,257 ± 2,234 ^{bcd}
Puka Puma Makin		35,24 ± 3,85 ^{de}	17,308 ± 1,305 ^{bcde}	17,787 ± 1,128 ^f	28,608 ± 2,145 ^d	11,168 ± 0,862 ^d	13,701 ± 0,536 ^e
Qequrani	Cruda	43,57 ± 8,73 ^{abc}	18,82 ± 2,61 ^{abc}	26,995 ± 2,078 ^{cd}			
Amarilla		43,78 ± 3,93 ^{abc}	18,461 ± 2,232 ^{bcd}	33,553 ± 2,168 ^a			
Payapa Ankun		48,28 ± 4,02 ^a	19,339 ± 2,403 ^{abc}	32,15 ± 4,43 ^{ab}			
Muru Millcu		39,15 ± 5,31 ^{bcde}	10,42 ± 2,66 ^g	18,618 ± 1,991 ^f			
Puka Puma Makin		22,010 ± 1,240 ^f	22,668 ± 2,142 ^a	12,910 ± 1,437 ^g			

Anexo 16. Parámetros ópticos de las papas nativas sin cáscara en tipo frío y caliente

<i>Variedad</i>	<i>Tipo</i>	<i>Enfriado</i>			<i>Caliente</i>		
		<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>
Qequrani	Reventada	61,69 ± 4,92 ^{bcde}	5,94 ± 2,47 ^d	26,60 ± 6,99 ^d	64,95 ± 7,42 ^a	0,672 ± 0,486 ^{bc}	31,866 ± 2,065 ^b
Amarilla		58,50 ± 6,15 ^{cde}	16,04 ± 2,61 ^{bcd}	49,63 ± 3,69 ^b	66,422 ± 1,130 ^a	6,306 ± 2,151 ^{bc}	51,40 ± 3,98 ^a
Payapa Ankun		68,49 ± 7,55 ^{abc}	11,88 ± 2,53	34,10 ± 6,04 ^{cd}	67,162 ± 1,871 ^a	5,85 ± 2,84 ^{bc}	32,17 ± 3,78 ^b
Muru Millcu		28,49 ± 6,06 ^{fg}	12,68 ± 3,40 ^{cd}	-2,04 ± 4,43 ^f	9,846 ± 1,720 ^c	-1,96 ± 7,46 ^c	-12,921 ± 1,165 ^d
Puka Puma Makin		34,84 ± 5,32 ^f	26,36 ± 3,29 ^b	13,79 ± 3,51 ^e	31,7 ± 28,9 ^b	23,01 ± 11,79 ^a	7,87 ± 2,71 ^c
Qequrani	Punto	57,452 ± 2,002 ^{de}	9,386 ± 2,241 ^d	29,34 ± 5,07 ^{cd}	67,13 ± 3,29 ^a	1,896 ± 0,906 ^{bc}	35,77 ± 2,48 ^b
Amarilla		68,78 ± 3,34 ^{abc}	15,575 ± 2,108 ^{bcd}	54,34 ± 5,13 ^{ab}	59,314 ± 2,132 ^a	10,748 ± 1,979 ^b	57,26 ± 3,08 ^a
Payapa Ankun		56,39 ± 8,53 ^e	10,22 ± 4,74 ^d	35,24 ± 6,41 ^{cd}	68,31 ± 2,97 ^a	2,854 ± 1,692 ^{bc}	34,86 ± 3,05 ^b
Muru Millcu		15,24 ± 5,99 ^h	5,64 ± 14,87 ^d	-7,05 ± 3,80 ^f	14,157 ± 2,228 ^{bc}	6,65 ± 8,03 ^{bc}	-10,5980 ± 2,365 ^d
Puka Puma Makin		31,02 ± 3,61 ^f	24,010 ± 1,497 ^{bc}	12,771 ± 2,014 ^e	19,05 ± 5,32 ^{bc}	28,98 ± 3,81 ^a	7,96 ± 5,43 ^c
Qequrani	Cruda	67,88 ± 2,84 ^{abcd}	13,442 ± 1,803 ^{cd}	47,77 ± 3,64 ^b			
Amarilla		69,326 ± 2,163 ^{ab}	15,030 ± 1,386 ^{bcd}	63,28 ± 1,886 ^a			
Payapa Ankun		76,44 ± 2,89 ^a	8,36 ± 4,12 ^d	37,77 ± 5,42 ^c			
Muru Millcu		76,88 ± 4,58 ^h	27,25 ± 14,66 ^b	1,41 ± 3,80 ^f			
Puka Puma Makin		18,00 ± 7,47 ^{gh}	40,17 ± 4,31 ^a	15,34 ± 4,23 ^e			

Anexo 17. Parámetros ópticos de la pulpa de papas nativas en tipo frío y caliente

<i>Variedad</i>	<i>Tipo</i>	<i>Enfriado</i>			<i>Caliente</i>		
		<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>
Qequrani		40,73 ± 8,67 ^{de}	4,75 ± 2,71 ^{ab}	8,60 ± 8,26 ^{de}	51,70 ± 4,75 ^d	-0,431 ± 1,635 ^{de}	18,19 ± 2,63 ^{cd}
Amarilla		56,30 ± 6,42 ^{cd}	19,50 ± 3,08 ^a	55,86 ± 2,80 ^a	62,96 ± 4,29 ^c	7,654 ± 2,062 ^b	51,38 ± 6,43 ^a
Payapa Ankun	Reventada	76,25 ± 5,73 ^{ab}	8,590 ± 1,890 ^{ab}	23,385 ± 1,966 ^{bc}	76,115 ± 1,628 ^a	3,226 ± 0,391 ^{bcd}	27,02 ± 2,49 ^b
Muru Millcu		32,90 ± 3,74 ^e	8,88 ± 3,54 ^{ab}	-9,769 ± 2,430 ^g	32,84 ± 9,48 ^e	4,025 ± 1,366 ^{bcd}	-6,02 ± 4,40 ^e
Puka Puma Makin		69,455 ± 2,325 ^{abc}	7,07 ± 3,17 ^{ab}	17,947 ± 1,405 ^{bcd}	69,074 ± 1,815 ^{abc}	0,674 ± 1,391 ^{de}	16,699 ± 1,786 ^d
Qequrani		36,08 ± 14,37 ^e	-2,30 ± 5,43 ^{bc}	3,62 ± 9,41 ^{ef}	65,18 ± 2,75 ^{bc}	0,293 ± 0,317 ^{de}	29,442 ± 1,531 ^b
Amarilla		59,57 ± 5,60 ^c	14,98 ± 4,93 ^a	51,80 ± 2,99 ^a	49,41 ± 5,52 ^d	14,19 ± 5,19 ^a	50,58 ± 8,60 ^a
Payapa Ankun	Punto	61,52 ± 9,55 ^{bc}	9,46 ± 2,71 ^{ab}	23,19 ± 4,53 ^{bc}	73,731 ± 1,804 ^{ab}	2,072 ± 0,672 ^{cde}	25,275 ± 2,039 ^{bc}
Muru Millcu		14,09 ± 8,12 ^e	-14,3 ± 27,6 ^c	-22,81 ± 3,14 ^h	21,95 ± 4,54 ^f	625 ± 3,76 ^{bc}	-14,524 ± 1,911 ^f
Puka Puma Makin		63,693 ± 1,955 ^{bc}	7,289 ± 1,772 ^{ab}	16,208 ± 0,969 ^{bcd}	61,569 ± 2,446 ^c	-2,210 ± 1,389 ^e	13,615 ± 2,183 ^d
Qequrani		41,70 ± 18,52 ^{de}	7,72 ± 4,04 ^{ab}	13,18 ± 17,63 ^{cde}			
Amarilla		68,83 ± 2,90 ^{abc}	13,070 ± 0,595 ^{ab}	59,21 ± 2,62 ^a			
Payapa Ankun	Cruda	80,221 ± 1,150 ^a	4,121 ± 1,298 ^{ab}	27,226 ± 1,019 ^b			
Muru Millcu		30,72 ± 5,84 ^e	17,991 ± 2,144 ^a	-3,75 ± 3,82 ^{fg}			
Puka Puma Makin		76,803 ± 0,998 ^{ab}	5,215 ± 0,774 ^{ab}	24,600 ± 1,155 ^{bc}			