

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**Evaluación fisicoquímica de tres cultivares de papa chaucha
(*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) y sus perspectivas para
el procesamiento**

TESIS

Para optar el título profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentada por el Bachiller

ROGER PERSY RONCAL RAMIREZ

Asesores:

Dr. Juan F. Seminario Cunya

MCs. David R. Uriol Valverde

CAJAMARCA – PERÚ

2017

DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido llegar alcanzar mis objetivos, además por darme su infinita bondad, amor, salud y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el período de estudio.

A mis padres, hermana por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por su motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi hija Fabiana porque es mi mayor orgullo, por ser centro y fuerza que sinergiza todas mis actividades; su apoyo, y comprensión fomentó en mí ser el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

Roger Persy Roncal Ramírez

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme estos años de vida y permitirme gozar con las personas que ha puesto en mi camino.

A mis estimados asesores: Dr. Juan Francisco Seminario Cunya y MCs. David Ricardo Uriol Valverde, por haber dedicado parte de su tiempo, por sus buenas enseñanzas, por compartir su sabiduría y calidad humana para orientar la elaboración de este trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, Por ser mi Alma Máter, y a los docentes de la escuela académico profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias por brindarme todo el conocimiento necesario para desenvolverme como profesional y crecer como persona.

Asimismo a mis familiares, amigos y a mi esposa que de manera incondicional me dieron su apoyo y su confianza tanto al inicio como a lo largo de todo este trabajo el cual es una realidad obtenida a base de mucho esfuerzo y perseverancia.

Roger Persy Roncal Ramírez

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar tres cultivares de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) en sus características físicas y químicas relacionadas con el procesamiento. Los cultivares en estudio fueron chaucha amarilla redonda, chaucha amarilla y chaucha limeña huachuma. Se evaluó: profundidad de ojos, color, forma, diámetro ecuatorial 1, diámetro ecuatorial 2, diámetro longitudinal, gravedad específica, materia seca, contenido de humedad y contenido de almidón. La profundidad de ojos, color, forma, diámetro ecuatorial 1, diámetro ecuatorial 2 y diámetro longitudinal, fueron evaluados con los descriptores del Centro Internacional de la Papa (CIP) y la gravedad específica, materia seca, contenido de humedad y contenido de almidón fueron evaluadas con protocolos y de acuerdo a estudios realizados en Colombia, donde se han seleccionado cultivares para la exportación en diferentes presentaciones. Las evaluaciones se realizaron en el Laboratorio de Química del Departamento Académico de Ciencias Químicas y Dinámicas de la Universidad Nacional de Cajamarca. El peso de tubérculos fue de 68,20 g; 85,35 g; 55,03 g; la materia seca fue de 20,6 %; 24,5 %; 23,1 %; el contenido de almidón fue de 15,3 %; 18,2 %; 17,2 %; en chaucha amarilla redonda, chaucha amarilla y chaucha limeña huachuma, respectivamente. Los tres cultivares resultaron mejores para frituras en hojuelas y para deshidratado.

Palabras Clave: Papa criolla, características físicas y químicas, procesamiento.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate three cultivars of chaucha potato (*Solanum tuberosum* L. Phureja group) in their physical and chemical characteristics related to processing. The cultivars under study were round yellow chaucha, yellow chaucha and chaucha limeña huachuma. It was evaluated: eye depth, color, shape, equatorial diameter 1, equatorial diameter 2, longitudinal diameter, specific gravity, dry matter, moisture content and starch content. The depth of eyes, color, shape, equatorial diameter 1, equatorial diameter 2 and longitudinal diameter were evaluated with the descriptors of the International Potato Center (CIP) and the specific gravity, dry matter, moisture content and starch content were evaluated with protocols and according to studies carried out in Colombia, where cultivars have been selected for export in different presentations. The evaluations were carried out in the Chemistry Laboratory of the Academic Department of Chemical and Dynamical Sciences of the National University of Cajamarca. The weight of tubers was 68,20 g; 85,35 g; 55,03 g; the dry matter was 20,6 %; 24,5 %; 23,1 %; the starch content was 15,3 %; 18,2 %; 17,2 %; in round yellow chaucha, yellow chaucha and chaucha limeña huachuma, respectively. The three cultivars were better for frying flakes and dehydrated.

Keywords: Creole potato, physical and chemical characteristics, processing.

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN | 8 |
| 1.1. Objetivos de la investigación | 9 |
| 1.1.1. Objetivo general | 9 |
| 1.1.2. Objetivo específico | 9 |
| CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA | 10 |
| 2.1. Antecedentes teóricos de la investigación..... | 10 |
| 2.2. Bases teóricas..... | 12 |
| 2.2.1. Generalidades sobre la papa chaucha | 12 |
| a) Origen..... | 12 |
| b) Características físicas de la papa chaucha (<i>Solanum phureja</i>) | 13 |
| c) Características químicas de la papa chaucha (<i>Solanum phureja</i>). ... | 14 |
| d) Procesamiento de la papa chaucha..... | 16 |
| 2.3. Definición de términos básicos | 21 |
| <i>Solanum phureja</i> | 21 |
| Proteínas..... | 21 |
| Carbohidratos totales | 22 |
| Almidón..... | 22 |
| Azúcares reductores | 22 |
| Ceniza..... | 22 |
| Humedad | 22 |
| Gravedad específica | 23 |
| Transformación, procesamiento..... | 23 |
| Industrialización | 23 |
| CAPÍTULO III. MATERIALES Y METODOS | 24 |
| 3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación..... | 24 |
| 3.2. Materiales..... | 24 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2.1. Material biológico..... | 24 |
| 3.2.2. Material y equipo de laboratorio | 26 |
| a) Equipos..... | 26 |
| b) Material de vidrio | 27 |
| 3.2.3. Otros..... | 27 |
| 3.3. Metodología | 27 |
| 3.3.1. Trabajo de campo..... | 27 |
| 3.3.2. Trabajo de laboratorio | 27 |
| 3.4. Tipo de investigación | 29 |
| 3.5. Análisis de datos..... | 29 |
| 3.6. Trabajo de gabinete | 30 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 31 |
| 4.1. Características físicas del tubérculo de tres cultivares de papa chaucha (<i>Solanum tuberosum</i> L. grupo Phureja) | 31 |
| 4.1.1. Cultivar chaucha amarilla redonda | 31 |
| 4.1.2. Cultivar chaucha amarilla | 35 |
| 4.1.3. Cultivar chaucha limeña huachuma..... | 40 |
| 4.2. Características fisicoquímicas de los tubérculos de los cultivares de papa chaucha (<i>Solanum tuberosum</i> L. grupo Phureja) en estudio..... | 46 |
| 4.2.1. Cultivar chaucha amarilla redonda | 46 |
| 4.2.2. Cultivar chaucha amarilla | 48 |
| 4.2.3. Cultivar chaucha limeña huachuma..... | 49 |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 52 |
| 5.1. Conclusiones | 52 |
| 5.2. Recomendaciones..... | 52 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 53 |
| ANEXOS | 58 |

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un producto originario de los Andes peruanos y uno de los principales cultivos alimenticios del mundo. Es una de las plantas de mayor diversidad genética. Existen ocho especies cultivadas de papas originarias de los Andes y 200 especies silvestres. Sin embargo, la evolución del cultivo y el mercado ha favorecido a *Solanum tuberosum* subespecie andígena, a partir de la cual se han desarrollado la mayoría de las variedades comerciales conocidas. Las otras siete especies cultivadas en la zona andina son menos desarrolladas y corren el riesgo de pérdida o extinción del material genético (Alvarez y Repo 1999).

En Cajamarca existe un número importante de cultivares nativos de papa del grupo phureja, conocidos como papas chaucha. Estas papas se caracterizan por ser precoces (3 a 4 meses), se cultivan entre los 2 000 a 3 400 msnm, se adaptan a días cortos, son altamente heterogéneos en la forma y tamaño de los tubérculos, tienen buena aceptación en el mercado y son de excelentes cualidades culinarias (Rojas y Seminario 2014). Este grupo de papas ha sido estudiado ampliamente en Colombia, donde se han seleccionado cultivares que se producen para la exportación en diferentes presentaciones (precocida congelada, francesa precocida, prefrita, preformados, puré deshidratado, harina y almidón) (Piñeros 2009).

La presente investigación, se desarrolló dentro del Programa de Tubérculos y Raíces Andinas de la UNC. Se enfocó en el estudio de las características fisicoquímicas: % de humedad, materia seca, gravedad específica, % de almidón, color, forma, diámetro, cantidad y profundidad de ojos. Estas características están relacionadas con el procesamiento. De este modo, se pudo conocer si los cultivares reúnen las características que exige la industria, para la preparación de productos como chips, puré y papa pre-cocida.

1.1. Objetivos de la investigación

1.1.1. Objetivo general

- Evaluar tres cultivares de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) en sus características físicas y químicas relacionados con el procesamiento.

1.1.2. Objetivos específicos

- Evaluar las características físicas: materia seca, gravedad específica, profundidad de ojos, color, forma, diámetro y peso de tres cultivares de papa chaucha (Chaucha amarilla redonda, chaucha amarilla y chaucha limeña huachuma).
- Evaluar el contenido de almidón de tres cultivares de papa chaucha (Chaucha amarilla redonda, chaucha amarilla y chaucha limeña huachuma).

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes teóricos de la investigación

Ligarreto y Suarez (2003) evaluaron, en CORPOICA, 50 accesiones de papa criolla especie *Solanum phureja* Juz et Buk, por parámetros que requiere la industria de procesados. En esta colección se había reportado la existencia de variabilidad genética pero se desconocía su calidad para la industria. Se evaluaron 17 variables: 10 variables cualitativas y 7 variables cuantitativas. Las variables cualitativas permitieron evaluar morfológicamente el tubérculo y las cuantitativas determinaron el comportamiento agronómico de los cultivares en el ambiente. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de correlación, y componentes principales y análisis de conglomerados. Se encontró que los tres primeros componentes principales expresaron el 85,00 % de la variabilidad total, donde las características más importantes fueron: diámetro ecuatorial 1, diámetro ecuatorial 2, diámetro longitudinal, gravedad específica y contenido de azúcares reductores. El análisis de conglomerados mostró cuatro grupos con subgrupos donde los subgrupos 2a y 3d presentaron las accesiones con mejores características industriales. Los genotipos que presentaron mejores características para el procesamiento industrial y que ameritan su evaluación en otros ambientes fueron: encurtido en salmuera o vinagre. 16, 20, 21, 68, 79, 80 y 81; papa precocida enlatada o congelada. 16, 20 y 21 y papa frita en hojuela el cultivar 23.

Rivera *et al.* (2003) evaluaron el comportamiento industrial de seis clones promisorios de papa criolla provenientes de hibridación interespecífica cultivados en tres localidades de Colombia (Soacha, Duitama y Mosquera) en los procesos de papa precocida y congelada IQF (Individual Quick Freezing). Como testigo se utilizó la variedad común Yema de Huevo o "Clon 1". Las variables evaluadas fueron: peso seco, gravedad específica, rendimiento en el proceso, número de ojos por tubérculo, profundidad de los ojos y tipo de piel. Se encontró que la mayoría de las variables, a pesar de ser definidas por el genotipo, son afectadas por las condiciones ambientales. Los tubérculos producidos en Marengo, presentaron bajos contenidos de materia seca, característica apropiada para la

elaboración de papa precocida. El clon 98 -71; 26, presentó alto potencial para ser procesado en forma precocida, debido a sus bajas pérdidas en precocción y sus características organolépticas similares al “Clon 1”, adicionalmente presentó un alto valor heterótico para la variable rendimiento. En la papa precocida y congelada la ausencia de defectos, el aroma y sabor y el color de la piel son los atributos más importantes. La papa precocida conservó sus características organolépticas iniciales por más de seis meses de almacenamiento. A partir de las exigencias de los consumidores en los diferentes productos se debe priorizar la búsqueda, por parte de los fitomejoradores, de los atributos de calidad necesarios para el proceso de precocción, entre estos se destacan: tubérculos redondos y pequeños, con ojos superficiales, piel lisa, color característico a la papa criolla y bajo contenido de materia seca.

En 1998, en los Centros de Investigación Tibaitatá, San Jorge y La Selva, se evaluaron, según parámetros de calidad industrial, las colecciones de papa de las subespecies *andígena*⁷⁸ y *tuberosum*⁸², genotipos preseleccionados por su resistencia a *Phytophthora infestans* y su precocidad. Se encontró que 53 genotipos reunieron aquellas características de importancia para la industria. En el caso de la subespecie *tuberosum* se identificaron cinco accesiones con buenas características para fines industriales. También se evaluaron 50 genotipos de la CCC (Colección Central Colombiana) de papa *Solanum phureja* por características para procesamiento de: encurtidos, precocido y fritos. Cinco accesiones, cumplieron con las exigencias de la industria para encurtidos en salmuera o vinagre; las colectas «yema de huevo» y «algodona» fueron aptas para la fabricación de productos precocidos enlatados o congelados. La accesión «naranjilla» fue óptima para el procesamiento de papa frita en hojuelas; además, en esta misma especie, se estudió la calidad nutricional del tubérculo, dando como resultado que 31 accesiones presentaron contenidos significativos de proteínas crudas frente a la variedad Diacol Capiro. En cuanto a carbohidratos, existen 12 materiales de la CCC de papa *Solanum phureja* con un promedio mayor a 33 % (Huertas *et al.*, citado por Moreno *et al.* 2006).

La industria exige que la materia prima (papa) cumpla ciertas condiciones de calidad que se reflejan en sus características físicas, químicas, biológicas y

organolépticas. Esta calidad dependerá básicamente del uso que se le dé. Por ejemplo los fabricantes de papa frita en Bolivia buscan en la materia prima las características físicas: tamaño grande (alargado o redondo), de pocos ojos y superficiales, de piel delgada y lisa, limpios y libres de impurezas, uniformes (entre lotes). En las características químicas buscan: bajo contenido de agua (favorable para el almacenamiento). En características biológicas: libres de enfermedades. En características organolépticas: color uniforme, no deben ser amargas. La mayor parte de los fabricantes (principalmente de papa frita), exigen éstas características al proveedor en el momento de la compra, si bien no siguen un análisis o prueba de calidad, observan y definen empíricamente y en algunos casos hacen una prueba de fritura con dos o tres tubérculos (Guido y Mamani 2001).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Generalidades sobre la papa chaucha

a) Origen

El cultivo de la papa (*Solanum phureja*) se originó en la región de los Andes de Perú, Ecuador, y Bolivia. En Ecuador se estima que existen alrededor de 400 variedades de papas nativas. La papa chaucha es pequeña (2-6 cm de diámetro) de piel y pulpa amarillo ocre, y su forma es semejante a una yema de huevo de gallina. Conocida bajo el nombre de papa criolla o chaucha o yema de huevo. *Solanum phureja* es una especie nativa, diploide (número cromosómico $2n = 24$, lo que se diferencia de las especies *Solanum tuberosum* y *Solanum andigenum* que son tetraploides), de crecimiento precoz, estos tubérculos se producen en 120 días dependiendo de la temperatura y la altitud, el pH del suelo también es importante ya que estas plantas son exigentes en calcio y magnesio, para su producción requiere de una cantidad menor de fertilizante orgánico y químico que diferentes especies de papas como él (*Solanum tuberosum*), porque es un cultivo nativo (Ramírez 2010).

b) Características físicas de la papa chaucha (*Solanum Phureja*)

Seminario (2014 y 2008) dan a conocer las características físicas en las tablas: 1 y 2.

Tabla 1. Evaluaciones de algunos cultivares de papa chaucha de Cajamarca

| Cultivar | Masa de tubérculo (g) | Materia seca (%) |
|-----------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Amarilla | 15,9 | 27,0 |
| Amarilla mahuay | 31,9 - 315,0 | 24,3 |
| Huagalina | 105,0 | 28,1 |
| Montañera 2 | 76,0 | 24,1 |
| Clavelina 2 | 71,5 | 26,7 |
| Mulla | 68,9 | 25,8 |

Fuente: Seminario (2014)

Tabla 2. Características físicas de tres cultivares de papa chaucha

| Cultivar | Características |
|------------------|--|
| Chaucha blanca | Tubérculos redondos a ligeramente alargados, piel blanca amarillenta, pulpa blanca amarillenta, ojos profundos. |
| Chaucha colorada | Tubérculos redondos a ligeramente alargados, ojos profundos, piel de tono rosado muy pálido, pulpa amarilla. |
| Chaucha negra | Tubérculos redondos, piel negra, ojos profundos, pulpa amarilla con el anillo vascular y la masa medular pigmentada de morado. |

Fuente: Seminario (2008)

c) Características químicas de la papa chaucha (*Solanum phureja*)

La papa chaucha tiene un contenido nutricional importante como describimos a continuación: carbohidratos (13,90 % a 24,60 %), almidón (6,69 % a 23,08 %), proteína (0,62 % a 2,50 %), y en menor cantidad contiene vitamina C y antioxidantes (Prieto *et al.* 2013).

Los carbohidratos son los constituyentes de más alta concentración en la papa; incluyen almidón, celulosa, glucosa, sacarosa y pectinas (Mootaldo, 1984). Su principal componente es el almidón que representa entre el 60,00 % a 80,00 % de la composición total y por ello hace que la papa sea considerada como un alimento de alto valor energético (Melian 2010).

El almidón es la sustancia de reserva alimenticia predominante en las plantas, y proporciona el 70,00 a– 80,00 % de las calorías consumidas por los humanos de todo el mundo. Tanto el almidón como los productos de la hidrólisis del almidón constituyen la mayor parte de los carbohidratos digeribles de la dieta habitual (Fenema 2000).

El almidón se forma como polisacárido de reserva en las hojas, tallo, raíces (tubérculos), semillas, fruta y polen de muchas plantas superiores (FAO, 1980). Se encuentra en todas las partes de una planta de papas, en tubérculos, estolones, hojas y frutos. Sin embargo, el almidón proveniente del tubérculo es el de principal interés por su naturaleza y propiedades para el uso en la industria (Barrientos 1992).

El contenido de proteína en el tubérculo fresco de la papa se encuentra comprendido entre un 2,10 % y 10,30 % calculado sobre la materia seca. El nitrógeno en la papa está presente, en la proteína y en una variada gama de combinaciones entre las cuales encontramos, ácidos nucleicos, aminoácidos libres y amidas (Artacho, 1975). La papa tiene un alto contenido de lisina, valina y fenilalanina; bajo contenido de isoleucina y es muy deficiente en metionina (Montaldo 1984).

El contenido de azúcares reductores, glucosa y fructosa puede variar desde cantidades muy pequeñas (trazas) hasta un 10,00 % del peso seco total del tubérculo (Moreno, 2003). Un alto contenido de azúcares reductores en los tubérculos disminuye el color, sabor y olor en los productos elaborados; más aún, los azúcares reductores no deben sobrepasar 0,25 % a 0,50 % (Lisinska y Leszczynsk 1989).

Según Pino (1995) la composición del tubérculo de papa chaucha es como se presenta en la tabla 3

Tabla 3. Composición básica de papa criolla en fresco y con cáscara

| Descripción | Contenido (g/100 g) |
|---------------------|----------------------------|
| Humedad | 81,10 |
| Extracto seco total | 18,90 |
| Cenizas | 1,10 |
| Grasa | 0,083 |
| Nitrógeno | 0,32 |
| Proteína x 6,25 | 2,02 |
| Fibra | 0,57 |
| Almidón | 14,92 |
| Azúcares reductores | 0,065 |
| Sodio | 0,018 4 |
| Potasio | 0,429 9 |
| Calcio | 0,001 09 |
| Hierro | 0,012 196 |

Fuente: Pino (1995)

d) Procesamiento de la papa chaucha

Prieto *et al.* (2013) de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) indica que la papa criolla ofrece un gran potencial de industrialización a través de los de diversos productos apetecidos a nivel nacional e internacional. Entre estos productos, se presentan a continuación:

- Papa chaucha frita en hojuelas: Este producto es obtenido por la fritura de rebanadas de papa criolla en aceite vegetal para darle al tubérculo varios atributos de calidad deseables como el sabor, crocancia y olor. Estos cambios deseables se presentan por la pérdida de humedad, ganancia de aceite y gelatinización del almidón presente en la papa.

- Papa chaucha en conserva: Este producto se elabora con papa criolla de tamaño pequeño que se envasa en recipientes cerrados para someterlos a tratamiento térmico con el objetivo de inactivar los microorganismos presentes. Cuando los productos en conserva presentan envases herméticamente cerrados en buen estado, se pueden almacenar a temperatura ambiente por largos períodos de tiempo.

- Harina precocida de papa chaucha: Este producto de papa chaucha presenta una apariencia de polvo fino que se obtiene a partir de tubérculos cocidos que se deshidratan y muelen. La harina de papa criolla contiene almidón y por esta característica, se emplea como espesante o como aglutinante en diversos procesos industriales.

- Papa chaucha precocida congelada: El producto precocido y congelado de papa chaucha, se obtiene al someter primero la papa a cocción y luego a congelación rápida del agua presente en el tubérculo. Este producto se puede conservar hasta seis meses al mantenerlo en temperaturas cercanas a -15 °C, es decir, que la aplicación del frío no deja que la papa se deteriore porque se inhiben los procesos de los microorganismos y de las enzimas presentes en el alimento.

Para Cortes y Hurtado (2002) la transformación de la materia prima o papa para el consumo, es un proceso que genera un valor agregado al producto. En términos generales, los subproductos más importantes obtenidos a partir de la papa son:

- Papa fresca: Sin cáscara en bolsas, lista para ser consumida en diversas sopas.
- Papa congelada: La cual es conservada para uso de papas fritas en la industria de comida rápida.
- Papa chip: En hojuelas de papas fritas en la industria de comida rápida.
- Papa deshidratada: La cual sirve para la elaboración de sopas, saborizantes y harinas.

En la actualidad la industrialización del tubérculo está en crecimiento, principalmente, en las presentaciones de papas fritas y conservas y, se ha comenzado a suplir con este producto los mercados europeos, con presentaciones en frito enlatado y en vidrio (Martin *et al.* 2000).

Mediante la industrialización de productos de las papas nativas se ha reportado que una buena calidad en fresco, puede presentar características desfavorables para el procesamiento: como alto contenido de azúcares, ojos medianos a profundos y piel oscura, que en concepto de los procesadores son limitantes que enfrenta la industria y que se traducen en la ausencia de variedades que reúnan los requisitos específicos que esta requiere (Pineda, citado por Ligarreto y Suarez 2003).

Hojuelas

La papa utilizada para la industrialización es aquella que se encuentra en su etapa de madurez, y que contiene una alta gravedad específica y alto contenido de sólidos. El valor de la gravedad específica está directamente relacionado con el rendimiento y la calidad en cuanto a textura interna de los productos procesados, como las hojuelas. Las variedades de papas que acumulan azúcares durante el almacenamiento no sirven para el procesamiento de papas fritas a la francesa y hojuelas de papa. Para obtener purés deshidratados si se puede trabajar con niveles un poco más altos de azúcares (Murillo s.f.)

La gravedad específica se define como la relación del peso de un cuerpo en el aire y el peso del mismo en el agua, y está influenciada principalmente por la temperatura y humedad del ambiente, cuando se realiza la evaluación, la madurez del tubérculo, los factores climáticos, edafológicos y agronómicos. La gravedad

específica sirve para estimar el contenido de materia seca y el contenido de almidón, basándose en la existencia de tablas de conversión diseñadas por Hougland (1966) y Burton (1948) para papa (Ligarreto y Suarez 2003).

Los altos valores de gravedad específica de estos materiales evitarían que absorban demasiado aceite durante la fritura del producto entero y un contenido de materia seca superior al 20 % sirve para mantener un buen rendimiento (Talbur y Smith 1975).

El producto para papa frita en hojuela necesita tubérculos regulares de forma redonda o comprimida, de diámetro superior a 4 cm, piel clara, libre de daños internos y verdeamientos. La gravedad específica debe ser mayor a 1,080 (Ligarreto y Suarez 2003).

Alto contenido de azúcares reductores, causan ennegrecimiento del tubérculo debido al proceso o reacción de Maillard, que consiste en la glucosilación no enzimática de proteínas, producida entre el grupo amino de los aminoácidos y los azúcares reductores, cuando se calienta el tubérculo. Las investigaciones han demostrado que 2,5 a 3,0 mg de azúcares reductores/gramo de peso fresco debe ser considerado como el máximo nivel permisible para hojuelas; la presentación en francesas o tiras, permite un nivel máximo cercano a 5 mg/g de peso fresco (Ligarreto y Suarez 2003).

Características del tubérculo requeridas para papa tipo francesa

La tabla 4 muestra las características que son requeridas por la agroindustria, según la investigación realizada por Ponce (2008), en el proyecto de papa tipo francesa aplicado a la empresa KFC (Campoverde y Cifuentes 2013).

Tabla 4. Características del tubérculo, requeridas para papa tipo francesa

| Características de papa tipo francesa requerida por la agroindustria | |
|---|--|
| Características | Rangos |
| Tamaño | |
| Corte trasversal | 10 a 12 cm |
| Corte longitudinal | 7 a 8 cm |
| Color | Pulpa amarilla |
| Forma | Ovalada, con ojos superficiales |
| Materia seca | 22,00 % |
| Gravedad específica | 1,08 (N / m ³) |
| Azúcares reductores | 0,02 % |
| Ciclo de cultivo | Precoz |
| Otros | Buen, sabor Sin daños físicos No daño mecánico No daño por insectos Buena crocancia no quemada en la cocción, cocinado por igual Tiempo de pre cocción Max. 5 minutos y terminado máx. 3 minutos. |

Fuente: Ponce (2003)

De otra parte, los procesos para la obtención de productos deshidratados, preformados y presentación en francesas o bastones, requieren alto contenido en materia seca; factor relacionado con gravedad específica y contenido de almidones, los cuales evitan que se absorba demasiado aceite durante la fritura; adicionalmente, la materia seca determina índices de rendimiento en hojuela, expresado como la relación directa entre almidón y rendimiento industrial, para lo cual se requieren entre 4 y 5 kg de papa fresca para producir un kg de “chips” u hojuela (Ligarreto y Suarez 2003). En la tabla 5, se presentan los parámetros utilizados por la industria para la selección de variedades de papa chaucha.

Tabla 5. Parámetros utilizados en la industria según producto procesado

| PARÁMETRO | ENCURTIDOS | PRECOCIDO | FRITO | | DESHIDRATADO |
|----------------------------|--|--------------------------------|--|---------------------------------------|------------------------------------|
| | SALMUERA Y VINAGRE | ENLATADO Y CONGELADO | HOJUELA | FRANCESA | |
| Forma y diámetro | Redondo o comprimido 2,5 cm | Redondo o comprimido 2,5 cm | Redondo o comprimido 4,0 cm a 6,5 cm 6,5 cm a 8,0 cm | Comprimido o alargado 5,0 cm o más | Redonda 3,0 cm a 4,5 cm |
| Profundidad de ojos | Sobresalientes o superficiales | | | | |
| Color | Color piel: Amarillo intenso | | Color de la piel: amarillo | Color de la piel: amarillo | Color de la piel: Amarillo intenso |
| Materia seca(%) | 16,00 a 19,00 | 18,50 a 20,50 | Niveles superiores a 23,00 | | 21,00 a 25,00 |
| Gravedad específica | 1,075 a 1,070 | 1,068 – 1,070 | 1,089 | | 1,080 – 1,100 |
| Almidón (%) | 9,85 a 12,70 | 12,00 a 14,00 | Niveles superiores a 16,61 | | 14,50 a 18,50 |
| Cenizas (%) | No Aplica | | Máximo 15,00 % | Máximo 30,00 % | No Aplica |
| Características de rechazo | Suma de defectos: Daño por plagas: máximo 8,00 % (<i>T. solanivora</i> , <i>Aeolus spp.</i> , <i>Agrotis spp.</i> , <i>Phyllophaga spp.</i>) Daños por microorganismos: máximo 3,00 % (Alteraciones por bacterias, hongos, etc). Daño físico: Máximo 10,00 % (Asoleada, magullada, cortada, pardeada, papa hueca) | | Suma de defectos internos y externos: 3,00 % Daño interno: Pulpa color diferente o papa hueca. Daño externo: Microorganismos, plagas, asoleada, tallada, Magullada | | |

Fuente: Ligarreto y Suarez (2003)

2.3. Definición de términos básicos

– Phureja o fureja

Deriva del aymara y alude a su precocidad (phureja = temprana o precoz) (Monteros *et al.*, 2010, citado por Rojas y Seminario 2014).

– Chaucha

En Perú y Ecuador se utiliza el término chaucha que también significa temprano o precoz (Monteros *et al.*, 2010, citado por Rojas y Seminario 2014) y Colombia, aunque el nombre más frecuente en este último país es papa criolla (Piñeros 2009).

– *Solanum phureja*

Es una especie nativa, diploide (número cromosómico $2n = 24$, lo que se diferencia de las especies *Solanum tuberosum* y *Solanum andigenum* que son tetraploides) y de crecimiento precoz (Ramírez 2010).

– Cultivares

Variedad cultivada. Se refiere a un tipo de planta dentro de una especie particular cultivada que se distingue por una o más cualidades (NAL 2017).

– Proteínas

Polímeros muy complejos, constituidos por hasta 20 aminoácidos distintos unidos vía enlaces amida sustituidos. A diferencia de los enlaces éter y fosfodiéster de los polisacáridos y ácidos nucleicos, los enlaces amida de las proteínas tienen parcialmente carácter de doble enlace, lo que incrementa la complejidad estructural de las proteínas. A nivel elemental, las proteínas contienen 50 – 55 % de carbono, 6 – 7 % de hidrógeno, 20 – 23 % de oxígeno, 12 – 19 % de nitrógeno y 0,2 - 3,0 % de azufre. La síntesis de las proteínas tiene lugar en los ribosomas (Fennema 2000).

– **Carbohidratos totales**

Son sustancias naturales compuestas de carbono, hidrógeno y oxígeno, definidas como aldehídos o cetonas polihidroxilados. Se consideran los azúcares sencillos y los polisacáridos, que en realidad incluyen también las sustancias pécticas y la lignina (Fenema 2000).

– **Almidón**

Químicamente el almidón es una mezcla de dos polisacáridos, uno lineal (amilosa) y otro ramificado (amilopectina) y se encuentran agrupados en la forma de gránulos parcialmente cristalinos. El contenido de amilosa y amilopectina dependerá de la fuente de origen de la cual procedan y representan siempre el 97 – 99 % del peso seco de un buen almidón (Galliard 1987).

– **Azúcares reductores**

Son monosacáridos que forman una serie de compuestos responsables de coloraciones pardas y de sabores desagradables durante la reacción de Maillard. El almacenamiento a temperaturas de refrigeración inferiores a 5 °C provoca en la mayoría de los cultivares de papa la transformación del almidón en sacarosa y otros azúcares reductores (Fenema 2000).

– **Cenizas**

Las cenizas se refieren a los residuos inorgánicos que permanecen después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica (Peralta *et al.* sf), y proporcionan una estimación del contenido total de minerales que se encuentran en forma de óxidos, sulfatos, fosfatos, nitratos, cloruros y otros haluros (Fenema 2000).

– **Humedad**

Indica la cantidad de agua involucrada en la composición de los alimentos y se expresa como porcentaje, en los alimentos naturales las cifras varían entre 60,00 % a 95,00 %. En los tejidos vegetales y animales existe dos formas

generales: agua libre y agua ligada, como soluto o como solvente; en forma libre, formando hidratos o como agua adsorbida. (Peralta *et al.* sf).

– **Gravedad específica**

Se define como la relación del peso de un cuerpo en el aire y el peso del mismo en el agua. En términos prácticos es la relación entre el peso del cuerpo y el peso del agua que este desplaza al ser sumergido (Thompson 1998, citado por Díaz et al. 2008). En tubérculos de papa es importante la determinación de la gravedad específica porque este índice está relacionado con el contenido de materia seca y el contenido de azúcares reductores. Estos últimos, a la vez, tienen relación estrecha con la aptitud de la papa para el procesamiento, sobre todo para hojuelas y otros productos fritos (CIP 2010).

– **Transformación, procesamiento**

La transformación de los alimentos se puede definir como “cualquier cambio efectuado a un alimento para alterar su calidad comestible o garantizar su conservación”. En la elaboración de los alimentos se usa el potencial de creatividad de la persona encargada para transformar las materias primas en una gran cantidad de productos apetitosos, es decir, una amplia gama de variedad en las dietas de los consumidores (FAO 2004).

El procesamiento de alimentos es todas aquellas operaciones mediante las cuales los alimentos crudos pasan a ser adecuados para su consumo, preparación o almacenamiento (CISAN s.f.).

– **Industrialización**

Industrialización es la utilización de tecnologías que sustituyen la habilidad del artesano mediante el uso de la máquina (García s.f.)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación

La presente investigación se realizó en el Programa de Raíces y Tubérculos Andinos de la Facultad de Ciencias Agrarias y en el Laboratorio de Química Ambiental (1E – 207) del Departamento Académico de Química de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicados en el distrito, provincia y departamento de Cajamarca, a 3,5 km de la ciudad de Cajamarca, cuyas características geográficas son las siguientes: altitud 2 650 msnm, 7° 10´ latitud sur, 78° 30´ longitud este, temperatura promedio anual 14 °C, humedad relativa promedio anual 65 %, precipitación promedio anual 650 mm/año.

3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico

Se utilizaron tubérculos de tres cultivares de papa chaucha del grupo Phureja: amarilla redonda, limeña huachuma y amarilla, que fueron directamente recolectada después de la cosecha de parcelas ubicadas en la Ciudad Universitaria y en el fundo Tartar (Figura 1).

Manejo del cultivo de los cultivares en estudio:

Los tres cultivares fueron sembrados a distanciamientos de 0,90 m entre surcos y 0,40 m entre plantas. Se aplicó la fórmula de fertilización 140-110- 105 de N, P y K. El N se aplicó fraccionado a la siembra (50 %) y al aporque (50 %). Además, se aplicó 5,5 t/ha de humus de lombriz. El control sanitario contra *Phytophthora infestans* y contra insectos foliares, fue preventivo con productos comerciales y con las dosis del fabricante.

Según Tapia (2017) las características de los cultivares en estudio son como se detalla a continuación:

Chaucha amarilla redonda

| | |
|--------------|--|
| Planta | Decumbente, tallo verde y alas onduladas. |
| Hoja | Disectada, 4 pares de foliolos laterales, 2 pares de interhojuelas entre foliolos laterales, no presenta interhojuela sobre peciolulo. |
| Floración | Escasa. |
| Flor | Corola rotada, color principal morada y color secundario blanco, distribuido en el acumen en haz y envés. |
| Baya | Verde con abundantes puntos blancos y forma globosa. |
| Tubérculo | Comprimido, ojos de profundidad media, piel amarilla, pulpa amarilla. |
| Brote | Morado con blanco – verdoso distribuido en la base. |
| Materia seca | 28 % |

Chaucha amarilla

| | |
|--------------|--|
| Planta | Decumbente, tallo verde y alas rectas. |
| Hoja | Disectada, 4 pares de foliolos laterales, 4 pares de interhojuelas entre foliolos laterales, no presenta interhojuela sobre peciolulo. |
| Floración | Escasa. |
| Flor | Corola pentagonal, color principal morada y color secundario blanco, distribuido en el acumen en el envés. |
| Baya | Verde con áreas pigmentadas y forma cónica. |
| Tubérculo | Elíptico, ojos de profundidad superficial, piel anaranjada, pulpa amarilla. |
| Brote | Rojo con blanco – verdoso distribuido en la base. |
| Materia seca | 21 % |

Chaucha limeña huachuma

| | |
|--------------|---|
| Planta | Decumbente, tallo verde y alas onduladas. |
| Hoja | Disectada, 4 pares de foliolos laterales, 2 pares de interhojuelas entre foliolos laterales, no presenta interhojuelas sobre peciolulo. |
| Floración | Escasa. |
| Flor | Corola rotada, color principal morado y color secundario blanco, distribuido en el acumen en haz y envés. |
| Baya: | Verde de forma globosa. |
| Tubérculo | Redondo, ojos de profundidad media, piel amarillo pálido, pulpa amarillo claro. |
| Brote | Morado con blanco – verdoso distribuido en la base. |
| Materia seca | 23 % |



Figura 1. Cultivares de papa utilizados en la investigación. Izquierda: Chaucha amarilla redonda. Centro: Chaucha limeña huachuma. Izquierda: Chaucha amarilla

3.2.2. Material y equipo de laboratorio

a) Equipos

- Balanza analítica
- Estufa
- Termómetro

b) Material de vidrio

- Lunas de reloj
- Campana desecadora
- Probetas de 1L
- Placas Petri

3.2.3. Otros

- Agua destilada, alcohol, vernier, cuchillo, tabla de picar, papel toalla.

3.3. Metodología

3.3.1. Trabajo de campo

Consistió en recolectar los tubérculos cosechados, lavar cuidadosamente las partículas de tierra y secar.

3.3.2. Trabajo de laboratorio

En esta etapa se realizaron las siguientes actividades

Pesado del tubérculo. Se realizó con una balanza analítica, los datos obtenidos se registraron como pesos en gramos de cada tubérculo.

Determinación del diámetro. Se utilizó un calibrador (Vernier) y se midió diámetro ecuatorial 1, diámetro ecuatorial 2 y diámetro longitudinal en milímetros.

Diámetro longitudinal del tubérculo: la medida fue tomada teniendo en cuenta el eje del tubérculo que parte del lugar donde se insertaba a estolón y el ápice.

Diámetro ecuatorial 1: se tomó la medida del eje transversal mayor del tubérculo.

Diámetro ecuatorial 2: se realizó la medida tomando el eje transversal menor del tubérculo.

Forma, color externo y de la pulpa y, profundidad de ojos. Estas características se evaluaron inmediatamente después de la cosecha en el tubérculo crudo, y con la lista de descriptores y la tabla de colores para tubérculos del Centro Internacional de la Papa.

Se usó la guía para las caracterizaciones morfológicas básicas en colección de papas nativas, propuesto por el Centro Internacional de la Papa (Gómez 2000).

Determinación de humedad. Se realizó con el método por secado en estufa (Kirk *et al.* 1996). Se pesó 50 g de muestra en un pesafiltro con tapa (previamente pesado). Se secó la muestra en la estufa por 72 horas a 80 °C. Se retiró de la estufa y se dejó enfriar en el desecador, y se pesó cuando su temperatura se equilibró con la temperatura ambiente. Este procedimiento se repitió hasta conseguir un peso constante.

Luego se calculó el porcentaje de humedad, reportándose como pérdida por secado a 80 °C.

Contenido de almidón. Se determinó usando el método que relaciona la gravedad específica con el contenido de almidón de los tubérculos mediante la fórmula siguiente (Alvarado *et al.* 2010).

$$\text{Contenido de almidón} = 169 (\text{Gravedad específica}) - 169$$

Gravedad específica. Se determinó con el método de la densidad relativa (IUPAC, 2014), como sigue:

- ❖ Se colocó una placa Petri sobre una balanza analítica y se taró.
- ❖ Se colocaron papas de tamaño comercial en la placa Petri y se registró el dato como masa de la papa en el aire.
- ❖ En una probeta de 1 L se midió 500 mL de agua destilada
- ❖ Se sumergió las papas en la probeta con agua y por diferencia de volúmenes se registró el volumen de las papas.
- ❖ Luego se calculó la densidad de la papa con la fórmula: $\rho = m/v$ (ρ : densidad, m : masa, v : volumen). (Mills *et al.* 2007).
- ❖ Con un termómetro se registró la temperatura del agua la cual fue de 23 °C. Y con ayuda de la tabla propiedades del agua a diferentes temperaturas (ver anexo tabla 24), se encontró la densidad del agua a dicha temperatura registrada. La densidad del agua a 23 °C es de 0,997 62 g/mL. (Rodríguez 2006).

- ❖ Según IUPAC (2014) la gravedad específica es igual a la densidad relativa que es la relación de densidad a una densidad de referencia, usualmente la densidad del agua.

Formula de densidad relativa: $d_r = \rho_p / \rho_{\text{agua}}$

d_r : densidad relativa,

ρ_p : densidad de la papa (g/cm^3)

ρ_{agua} : densidad del agua: g/cm^3 (A temperatura registrada en laboratorio, 23 °C) (Mills *et al.* 2007).

La densidad relativa de la papa se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad de la papa}}{\text{Densidad del agua a la } t^\circ \text{ registrada}}$$

Contenido de materia seca. Se obtuvo por diferencia, conociendo el porcentaje de humedad.

$$\% \text{ Materia seca} = 100 - \% \text{ humedad}$$

3.4. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo descriptiva y correlacional.

3.5. Análisis de datos

Los datos fueron analizados con estadística descriptiva. Las características cualitativas (forma, color, profundidad de ojos) se evaluaron a través de descriptores para tubérculos (Gómez 2000) y para las características cuantitativas (% de almidón, % materia seca, % de humedad, peso, longitud del tubérculo, diámetro ecuatorial 1 y diámetro ecuatorial 2) se usó las medidas de tendencia central. Para determinar el tipo de relación entre el peso y las medidas lineales del tubérculo, se realizó el análisis de correlación y regresión.

3.6. Trabajo de gabinete

- Los análisis de correlación y regresión se realizaron con la ayuda del programa Microsoft Office Excel. Con el propósito de establecer la influencia de las variables: longitud del tubérculo, diámetro ecuatorial 1, diámetro ecuatorial 2 sobre la variable peso del tubérculo.
- Se tabuló y se elaboraron gráficas y se compararon y discutieron los resultados con otros estudios.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características físicas del tubérculo de tres cultivares de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja)

4.1.1. Cultivar chaucha amarilla redonda

El cultivar chaucha amarilla redonda (Tabla 6) presenta un peso promedio de 68,20 \pm 27,83 g. La longitud promedio del tubérculo fue de 4,57 \pm 0,81 cm. El diámetro ecuatorial 1 promedio fue de 4,87 \pm 0,65 cm. El diámetro ecuatorial 2 promedio fue de 4,86 \pm 0,74 cm.

Para Ligarreto y Suarez (2003) para papa frita en hojuelas se necesita tubérculos regulares de diámetro superior a 4 cm, los valores obtenidos están dentro de este parámetro.

Según Prieto *et al.* (2013) para papa precocida congelada se escoge la papa de tamaño pequeño con diámetros entre 2 y 3,5 cm, los valores obtenidos sobrepasan estas dimensiones.

Tabla 6. Promedios de los datos obtenidos del peso unitario y de sus dimensiones del cultivar chaucha amarilla redonda

| | Cultivar chaucha amarilla redonda | | | |
|---------------------|--|----------------|-----------------|-----------------|
| | PESO (g) | LT (cm) | DE1 (cm) | DE2 (cm) |
| Promedio | 68,20 | 4,57 | 4,87 | 4,86 |
| Desviación estándar | 27,83 | 0,81 | 0,65 | 0,74 |
| Muestra | 30 | 30 | 30 | 30 |

Leyenda:

LT : longitud del tubérculo

DE1 : diámetro ecuatorial 1

DE2 : diámetro ecuatorial 2

Análisis de regresión para el peso de tubérculos y la longitud de tubérculo

El coeficiente de correlación lineal calculado ($r = 0,90$), indica que existe una correlación positiva muy alta entre la variable independiente (longitud del tubérculo) y la variable dependiente (peso del tubérculo), es decir, que ambas variables presentan una relación directamente proporcional (Figura 2), esto indica que un aumento en el longitud del tubérculo produciría un aumento en el peso de tubérculos.

Martínez (2012) menciona, para la interpretación del coeficiente de correlación que sea igual o que se encuentra entre los valores de 0,90 a 0,99; es una correlación positiva muy alta.

El coeficiente de determinación ($r^2 = 0,80$), indica que el 80 % del peso de los tubérculos se debe a la longitud del tubérculo, el 20 % restante se debe a otros factores. La ecuación de regresión resultante fue la siguiente:

$$\text{Peso de tubérculos} = 30,787 \cdot \text{LT} - 72,499.$$

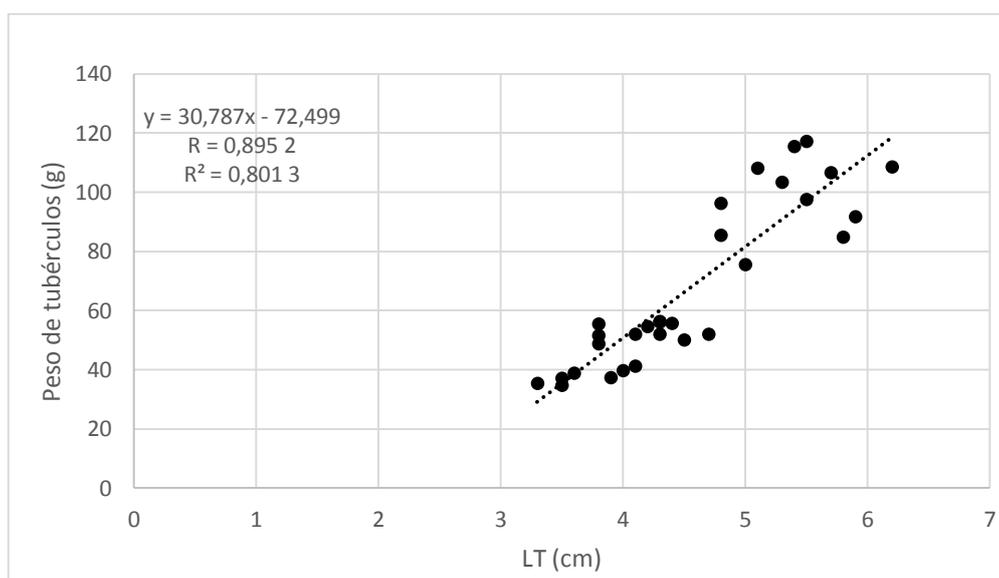


Figura 2. Línea de regresión lineal para el peso de tubérculos *versus* la longitud de tubérculo.

Análisis de regresión para el peso de tubérculos y el diámetro ecuatorial 1

El análisis arrojó un coeficiente de correlación lineal calculado ($r = 0,72$), indica que existe una correlación positiva alta entre la variable independiente (diámetro

ecuatorial 1) y la variable dependiente (peso del tubérculo), es decir, que ambas variables presenta una relación directamente proporcional (Figura 3); esto indica que un aumento en el diámetro ecuatorial 1 produciría un aumento en el peso de tubérculos.

Martínez (2012) menciona, para la interpretación del coeficiente de correlación que sea igual o que se encuentra entre los valores de 0,70 a 0,89; es una correlación positiva alta.

El coeficiente de determinación ($r^2 = 0,52$), indica que el 52 % del peso de los tubérculos se debe al diámetro ecuatorial 1, el 48 % restante se debe a otros factores. La ecuación de regresión resultante fue la siguiente:

$$\text{Peso de tubérculos} = 30,903 * \text{DE1} - 82,407$$

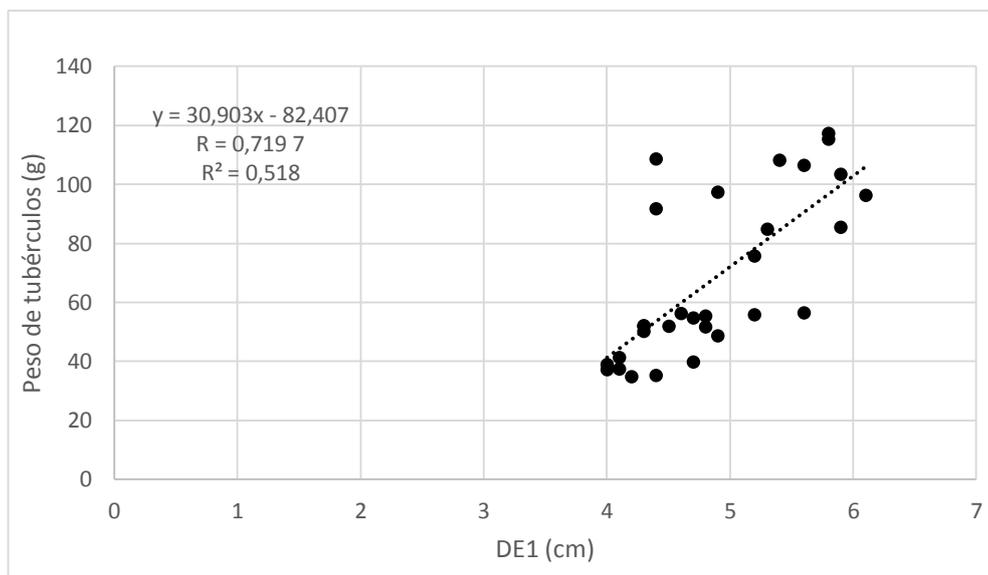


Figura 3. Línea de regresión lineal para el peso de tubérculos *versus* el diámetro ecuatorial 1

Análisis de regresión para el peso de tubérculos y el diámetro ecuatorial 2

El análisis produjo un coeficiente de correlación lineal calculado ($r = 0,92$), indica que existe una correlación positiva muy alta entre la variable independiente (diámetro ecuatorial 2) y la variable dependiente (peso del tubérculo), es decir, que ambas variables presentan una relación directamente proporcional (Figura 4); esto indica que un aumento en el diámetro ecuatorial 2 produciría un aumento en el peso de tubérculos.

Martínez (2012) menciona, para la interpretación del coeficiente de correlación que sea igual o que se encuentra entre los valores de 0,90 a 0,99; es una correlación positiva muy alta.

El coeficiente de determinación ($r^2 = 0,85$), indica que el 85 % del peso de los tubérculos se debe al diámetro ecuatorial 2, el 15 % restante se debe a otros factores. La ecuación de regresión resultante fue la siguiente:

$$\text{Peso de tubérculos} = 34,607 * \text{DE2} - 100,11$$

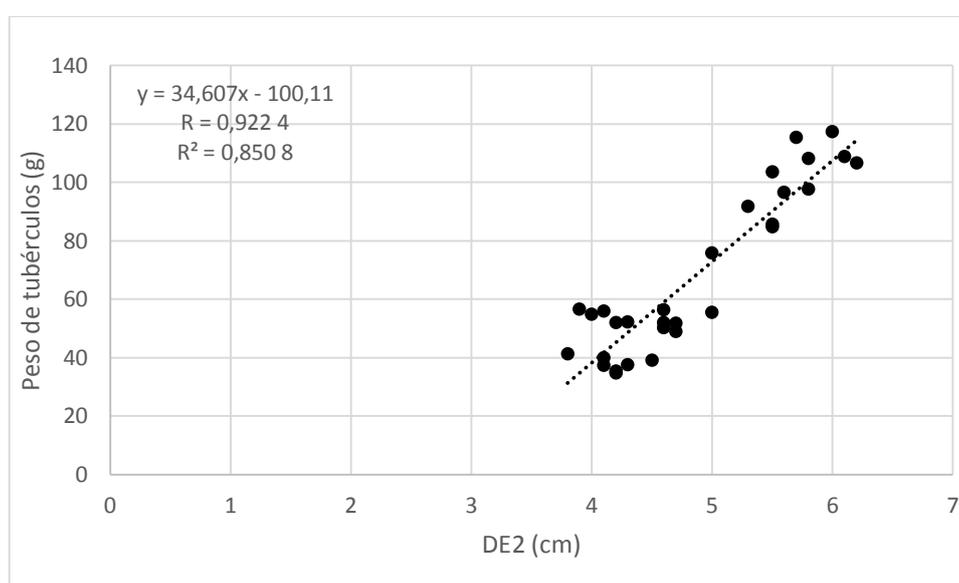


Figura 4. Línea de regresión lineal para el peso de tubérculos *versus* el diámetro ecuatorial 2

Análisis de regresión para el peso de tubérculos (Y) y la longitud del tubérculo (X1), diámetro ecuatorial 1 (X2), el diámetro ecuatorial 2 (X3)

El análisis dio un coeficiente de correlación lineal calculado ($r = 0,98$), indica que existe una correlación positiva muy alta entre las variables independientes (longitud del tubérculo, diámetro ecuatorial 1 y diámetro ecuatorial 2) y la variable dependiente (peso del tubérculo), es decir, que las variables presentan una relación directamente proporcional (Tabla 7); esto indica que un aumento en cualquiera de las variables independientes produciría un aumento en el peso de tubérculos.

Martínez (2012) menciona, para la interpretación del coeficiente de correlación que sea igual o que se encuentra entre los valores de 0,90 a 0,99; es una correlación positiva muy alta.

El coeficiente de determinación ($r^2 = 0,95$), indica que el 95 % del peso de los tubérculos se debe a la longitud del tubérculo, diámetro ecuatorial 1 y diámetro ecuatorial 2, el 5 % restante se debe a otros factores. La ecuación de regresión resultante es la siguiente:

$$\text{Peso de tubérculos (Y)} = 14,479 \cdot \text{LT} + 10,578 \cdot \text{DE1} + 16,268 \cdot \text{DE2} - 128,643$$

Tabla 7. Resumen estadísticas de la regresión

| | |
|---|---|
| Coeficiente de correlación R | 0,976 8 |
| Coeficiente de determinación R ² | 0,954 1 |
| Observaciones | 30 |
| Ecuación de regresión | Y = 14,479*X1 + 10,578*X2 + 16,268*X3 - 128,643 |

4.1.2. Cultivar chaucha amarilla

El cultivar chaucha amarilla (Tabla 8) presenta un peso promedio de $85,35 \pm 32,1$ g. La longitud promedio del tubérculo fue de $8,56 \pm 1,68$ cm. El diámetro promedio ecuatorial 1 fue de $3,96 \pm 0,48$ cm. El diámetro promedio ecuatorial 2 fue de $3,96 \pm 0,51$ cm.

Según Ponce (2008) las características del tubérculo requeridas para la agroindustria para papa tipo francesa es; corte transversal de 10 a 12 cm, corte longitudinal de 7 a 8 cm y ser de forma ovalada. Esta característica no se evidencia en los resultados obtenidos.

Según Prieto *et al.* (2013) el producto para la elaboración de papa en conserva se escoge la papa criolla richi de tamaño uniforme, con un diámetro menor a 2 cm y con piel o cáscara libre de manchas. Los resultados no están dentro de este parámetro lo cual nos indica que no es apta para procesar papa en conserva.

Tabla 8. Promedios de los datos obtenidos del peso unitario y de sus dimensiones del cultivar chaucha amarilla

| | Cultivar chaucha amarilla | | | |
|---------------------|----------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | PESO (g) | LT (cm) | DE1 (cm) | DE2 (cm) |
| Promedio | 85,35 | 8,56 | 3,96 | 3,96 |
| Desviación estándar | 32,1 | 1,68 | 0,48 | 0,51 |
| Muestra | 30 | 30 | 30 | 30 |

Leyenda:

LT : longitud del tubérculo

DE1 : diámetro ecuatorial 1

DE2 : diámetro ecuatorial 2

Análisis de regresión para el peso de tubérculos y la longitud de tubérculo

El análisis arrojó un coeficiente de correlación lineal calculado ($r = 0,94$), indica que existe una correlación positiva muy alta entre la variable independiente (longitud del tubérculo) y la variable dependiente (peso del tubérculo), es decir, que ambas variables presentan una relación directamente proporcional (Figura 5); esto indica que un aumento en el longitud del tubérculo produciría un aumento en el peso de tubérculos.

Martínez (2012) menciona, para la interpretación del coeficiente de correlación que sea igual o que se encuentra entre los valores de 0,90 a 0,99; es una correlación positiva muy alta.

El coeficiente de determinación ($r^2 = 0,88$), indica que el 88 % del peso de los tubérculos se debe al longitud del tubérculo, el 12 % restante se debe a otros factores. La ecuación de regresión resultante fue la siguiente:

$$\text{Peso de tubérculos} = 17,883 * \text{LT} - 67,732$$

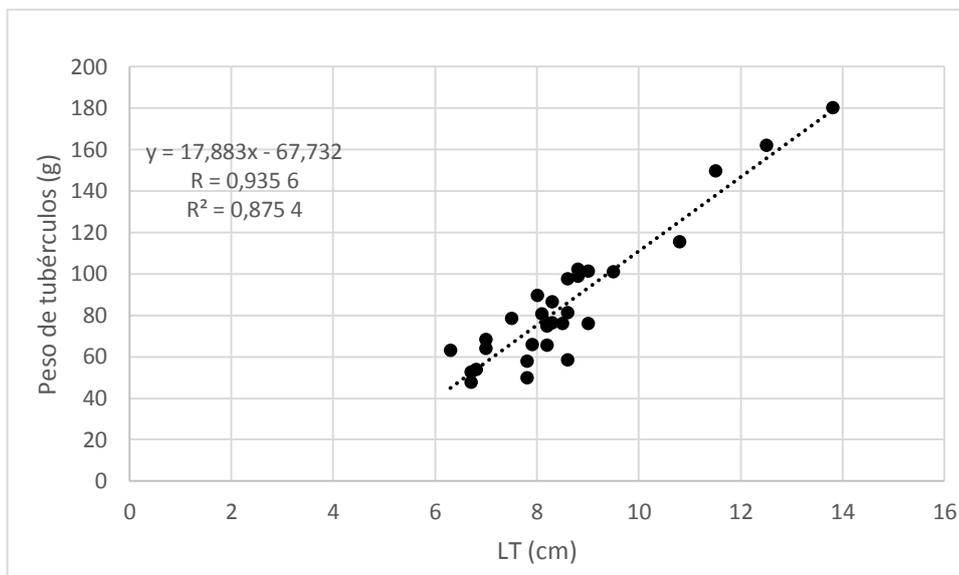


Figura 5. Línea de regresión lineal para el peso de tubérculos *versus* la longitud de tubérculo

Análisis de regresión para el peso de tubérculos y el diámetro ecuatorial 1

El análisis dio un coeficiente de correlación lineal calculado ($r = 0,52$), indica que existe una correlación positiva media entre la variable independiente (diámetro ecuatorial 1) y la variable dependiente (peso del tubérculo), es decir, que ambas variables presenta una relación directamente proporcional (Figura 6); esto indica que un aumento en el diámetro ecuatorial 1 produciría un aumento en el peso de tubérculos.

Martínez (2012) menciona, para la interpretación del coeficiente de correlación que sea igual o que se encuentra entre los valores de 0,40 a 0,69; es una correlación positiva moderada.

El coeficiente de determinación ($r^2 = 0,27$), indica que el 27 % del peso de los tubérculos se debe al diámetro ecuatorial 1, el 73 % restante se debe a otros factores. La ecuación de regresión resultante fue la siguiente:

$$\text{Peso de tubérculos} = 34,593 * \text{DE1} - 51,523$$

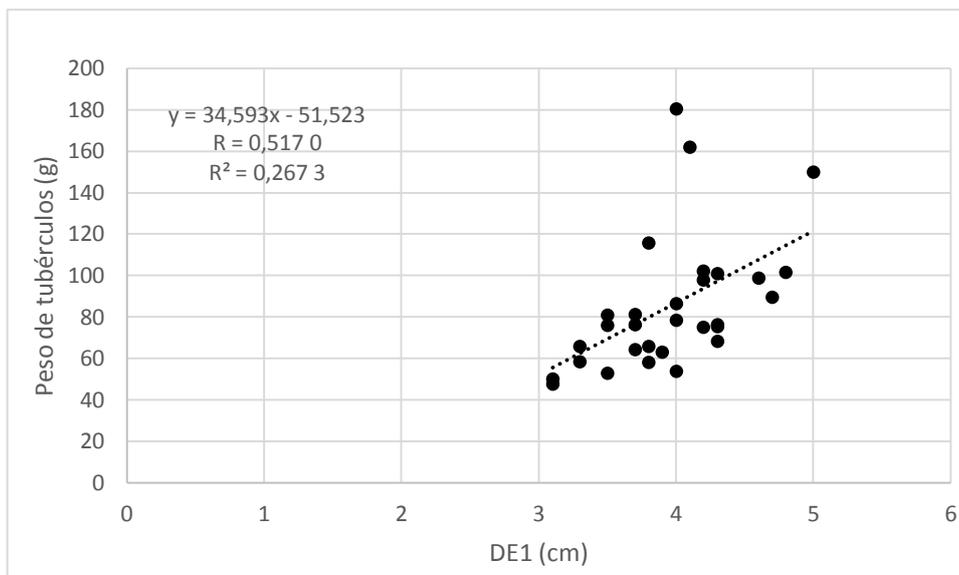


Figura 6. Línea de regresión lineal para el peso de tubérculos versus el diámetro ecuatorial 1

Análisis de regresión para el peso de tubérculos y el diámetro ecuatorial 2

El análisis arrojó un coeficiente de correlación lineal calculado ($r = 0,69$), indica que existe una correlación positiva muy alta entre la variable independiente (diámetro ecuatorial 2) y la variable dependiente (peso de tubérculo), es decir, que ambas variables presentan una relación directamente proporcional (Figura 7); esto indica que un aumento en el diámetro ecuatorial 2 produciría un aumento en el peso de tubérculos.

Martínez (2012) menciona, para la interpretación del coeficiente de correlación que sea igual o que se encuentra entre los valores de 0,40 a 0,99; es una correlación positiva moderada.

El coeficiente de determinación ($r^2 = 0,47$), indica que el 47 % del peso de los tubérculos se debe al diámetro ecuatorial 2, el 53 % restante se debe a otros factores. La ecuación de regresión resultante fue la siguiente:

$$\text{Peso de tubérculos} = 43,086 * \text{DE2} - 85,128$$

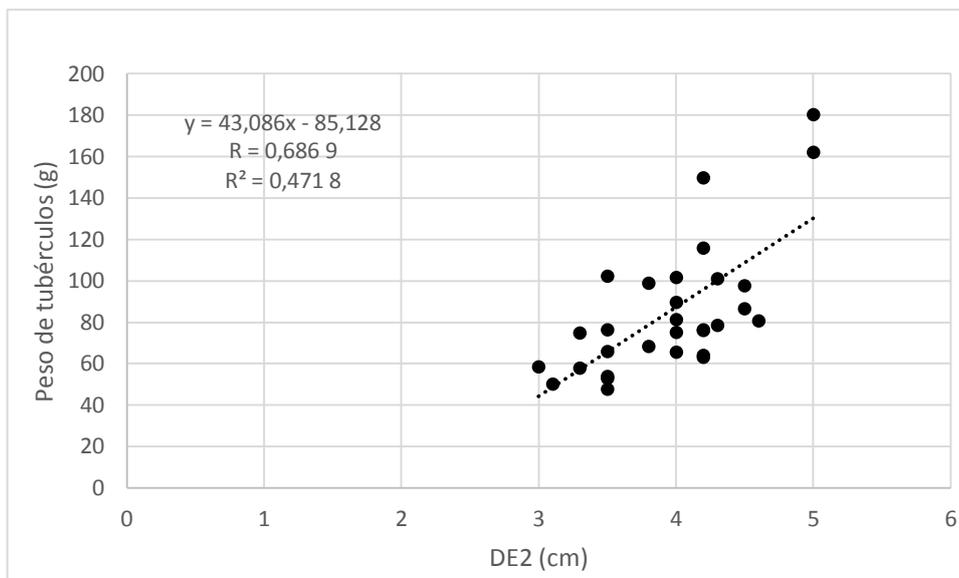


Figura 7. Línea de regresión lineal para el peso de tubérculos *versus* el diámetro ecuatorial 2

Análisis de regresión para el peso de tubérculos (Y) y la longitud del tubérculo (X1), diámetro ecuatorial 1 (X2), el diámetro ecuatorial 2 (X3)

El análisis dio un coeficiente de correlación lineal calculado ($r = 0,98$), indica que existe una correlación positiva muy alta entre las variables independientes (longitud del tubérculo, diámetro ecuatorial 1 y diámetro ecuatorial 2) y la variable dependiente (peso del tubérculo), es decir, que las variables presentan una relación directamente proporcional (Tabla 9); esto indica que un aumento en cualquiera de las variables independientes produciría un aumento en el peso de tubérculos.

Martínez (2012) menciona, para la interpretación del coeficiente de correlación que sea igual o que se encuentra entre los valores de 0,90 a 0,99; es una correlación positiva muy alta.

El coeficiente de determinación ($r^2 = 0,96$), indica que el 96 % del peso de los tubérculos se debe a la longitud del tubérculo, diámetro ecuatorial 1 y diámetro ecuatorial 2, el 4 % restante se debe a otros factores. La ecuación de regresión resultante es la siguiente:

$$\text{Peso de tubérculos (Y)} = 14,053 \cdot \text{LT} + 15,739 \cdot \text{DE1} + 13,545 \cdot \text{DE2} - 152,053$$

Tabla 9. Resumen estadísticas de la regresión

| | |
|---|--|
| Coeficiente de correlación múltiple | 0,9823 |
| Coeficiente de determinación R ² | 0,9649 |
| Observaciones | 30 |
| Ecuación de regresión | $Y = 14,053 \cdot X_1 + 15,739 \cdot X_2 + 13,545 \cdot X_3 - 152,053$ |

4.1.3. Cultivar Chaucha limeña huachuma

El cultivar chaucha limeña huachuma (Tabla 10) presenta un peso promedio de $55,03 \pm 20,61$ g. La longitud promedio del tubérculo fue de $4,30 \pm 0,73$ cm. El diámetro promedio ecuatorial 1 fue de $4,58 \pm 0,51$ cm. El diámetro promedio ecuatorial 2 fue de $4,62 \pm 0,64$ cm.

Para Ligarreto y Suarez (2003) el producto para papa frita en hojuelas se necesita tubérculos regulares de diámetro superiores a 4 cm, los valores obtenidos están dentro de este parámetro.

Según Prieto *et al.* (2013) la papa para la elaboración de hojuelas debe cumplir un tamaño de diámetro superior a 3,5 cm que equivale a un tamaño de papa mediana y los tubérculos que no cumplan con el tamaño se pueden aprovechar en el procesamiento de otros productos. Los resultados obtenidos en la investigación evidencian que sí cumplen con este parámetro.

Tabla 10. Promedios de los datos obtenidos del peso unitario y de sus dimensiones del cultivar chaucha limeña huachuma

| | Cultivar chaucha limeña huachuma | | | |
|---------------------|---|----------------|-----------------|-----------------|
| | PESO (g) | LT (cm) | DE1 (cm) | DE2 (cm) |
| Promedio | 55,03 | 4,3 | 4,58 | 4,62 |
| Desviación estándar | 20,61 | 0,73 | 0,51 | 0,64 |
| Muestra | 30 | 30 | 30 | 30 |

Leyenda:

LT : longitud del tubérculo

DE1 : diámetro ecuatorial 1

DE2 : diámetro ecuatorial 2

Análisis de regresión para el peso de tubérculos y la longitud de tubérculo

El análisis arrojó un coeficiente de correlación lineal calculado ($r = 0,88$), indica que existe una correlación positiva muy alta entre la variable independiente (longitud del tubérculo) y la variable dependiente (peso del tubérculo), es decir, que ambas variables presentan una relación directamente proporcional (Figura 8); esto indica que un aumento en el longitud del tubérculo produciría un aumento en el peso de tubérculos.

Martínez (2012) menciona, para la interpretación del coeficiente de correlación que sea igual o que se encuentra entre los valores de 0,70 a 0,89; es una correlación positiva alta.

El coeficiente de determinación ($r^2 = 0,77$), indica que el 77 % del peso de los tubérculos se debe al longitud del tubérculo, el 23 % restante se debe a otros factores. La ecuación de regresión resultante fue la siguiente:

$$\text{Peso de tubérculos} = 24,624 * \text{LT} - 50,77$$

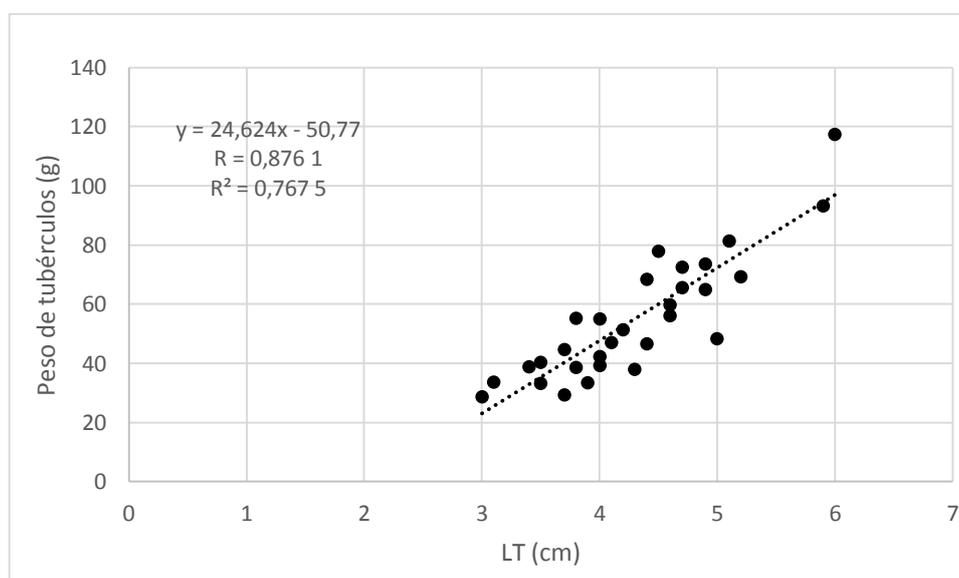


Figura 8. Línea de regresión lineal para el peso de tubérculos *versus* la longitud de tubérculo

Análisis de regresión para el peso de tubérculos y el diámetro ecuatorial 1

El análisis dio un coeficiente de correlación lineal calculado ($r = 0,85$), indica que existe una correlación positiva muy alta entre la variable independiente (diámetro

ecuatorial 1) y la variable dependiente (peso del tubérculo), es decir, que ambas variables presenta una relación directamente proporcional (Figura 9); esto indica que un aumento en el diámetro ecuatorial 1 produciría un aumento en el peso de tubérculos.

Martínez (2012) menciona, para la interpretación del coeficiente de correlación que sea igual o que se encuentra entre los valores de 0,70 a 0,89; es una correlación positiva alta.

El coeficiente de determinación ($r^2 = 0,72$), indica que el 72 % del peso de los tubérculos se debe al diámetro ecuatorial 1, el 28 % restante se debe a otros factores. La ecuación de regresión resultante fue la siguiente:

$$\text{Peso de tubérculos} = 34,396 * \text{DE1} - 102,39$$

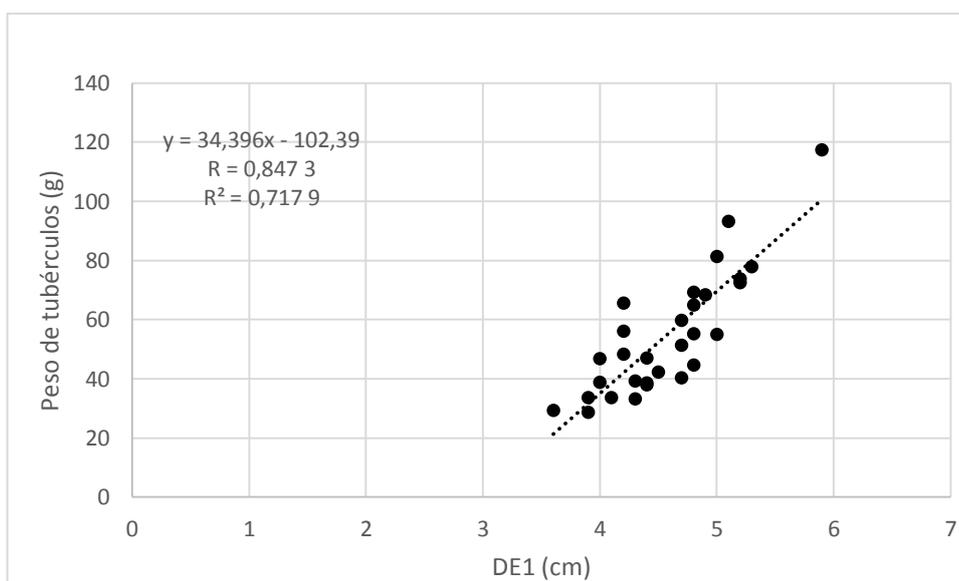


Figura 9. Línea de regresión lineal para el peso de tubérculos versus el diámetro ecuatorial 1

Análisis de regresión para el peso de tubérculos y el diámetro ecuatorial 2

El análisis arrojó un coeficiente de correlación lineal calculado ($r = 0,87$), indica que existe una correlación positiva muy alta entre la variable independiente (diámetro ecuatorial 2) y la variable dependiente (peso del tubérculo), es decir, que ambas variables presentan una relación directamente proporcional (Figura 10); esto indica que un aumento en el diámetro ecuatorial 2 produciría un aumento en el peso de tubérculos.

Martínez (2012) menciona, para la interpretación del coeficiente de correlación que sea igual o que se encuentra entre los valores de 0,70 a 0,89; es una correlación positiva alta.

El coeficiente de determinación ($r^2 = 0,75$), indica que el 75 % del peso de los tubérculos se debe al diámetro ecuatorial 2, el 25 % restante se debe a otros factores. La ecuación de regresión resultante fue la siguiente:

$$\text{Peso de tubérculos} = 28,032 * \text{DE2} - 74,479$$

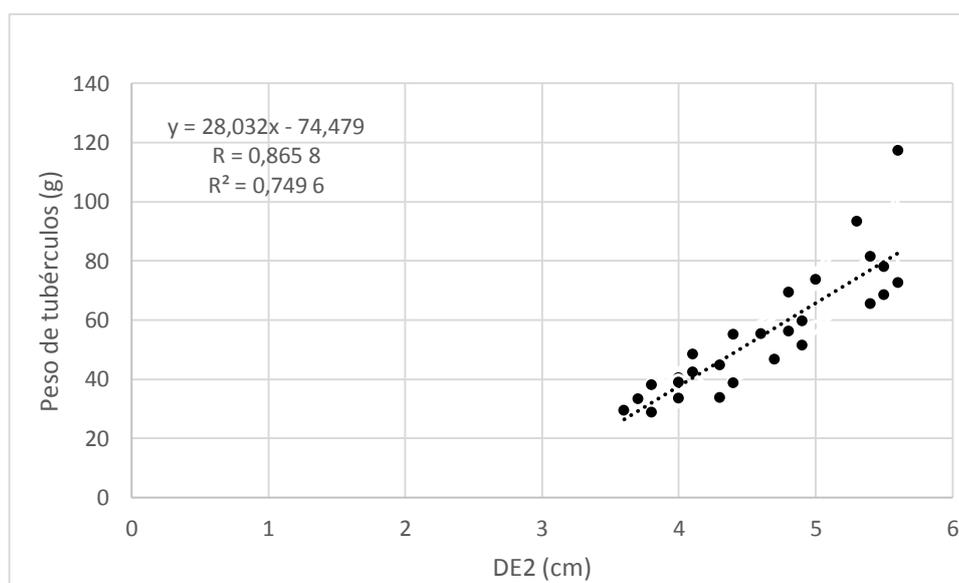


Figura 10. Línea de regresión lineal para el peso de tubérculos *versus* el diámetro ecuatorial 2

Análisis de regresión para el peso de tubérculos (Y) y la longitud del tubérculo (X1), diámetro ecuatorial 1 (X2), el diámetro ecuatorial 2 (X3)

El análisis dio un coeficiente de correlación lineal calculado ($r = 0,97$), indica que existe una correlación positiva muy alta entre las variables independientes (longitud del tubérculo, diámetro ecuatorial 1 y diámetro ecuatorial 2) y la variable dependiente (peso del tubérculo), es decir, que las variables presentan una relación directamente proporcional (Tabla 11); esto indica que un aumento en cualquiera de las variables independientes produciría un aumento en el peso de tubérculos.

Martínez (2012) menciona, para la interpretación del coeficiente de correlación que sea igual o que se encuentra entre los valores de 0,90 a 0,99; es una correlación positiva muy alta.

El coeficiente de determinación ($r^2 = 0,94$), indica que el 94 % del peso de los tubérculos se debe a la longitud del tubérculo, diámetro ecuatorial 1 y diámetro ecuatorial 2, el 6 % restante se debe a otros factores. La ecuación de regresión resultante fue: $\text{Peso de tubérculos (Y)} = 12,277 \cdot \text{LT} + 14,791 \cdot \text{DE1} + 9,403 \cdot \text{DE2} - 108,854$

Tabla 11. Resumen estadísticas de la regresión

| | |
|-------------------------------------|--|
| Coeficiente de correlación múltiple | 0,971 0 |
| Coeficiente de determinación R^2 | 0,942 8 |
| Observaciones | 30 |
| Ecuación de regresión | $Y = 12,277 \cdot X1 + 14,791 \cdot X2 + 9,403 \cdot X3 - 108,854$ |

En la Tabla 12 se observa el resumen de los análisis de regresión en el cual se detalla la influencia de las variables independientes (longitud del tubérculo, diámetro ecuatorial 1 y diámetro ecuatorial 2 sobre la variable dependiente (peso del tubérculo) en sus respectivas ecuaciones de regresión, el coeficiente de determinación R^2 fue interpretado individualmente en resultados de cada cultivar.

Tabla 12. Resumen de análisis de regresión

| Cultivar | Variable dependiente (Y) | Variable independiente (X) | Ecuación | R^2 |
|--------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------|--------|
| Chaucha amarilla redonda | P T | LT | $y = 30,787x - 72,499$ | 0,8013 |
| | P T | DE 1 | $y = 30,903x - 82,407$ | 0,5180 |
| | P T | DE 2 | $y = 34,607x - 100,11$ | 0,8508 |
| Chaucha amarilla | P T | LT | $y = 17,883x - 67,732$ | 0,8754 |
| | P T | DE 1 | $y = 34,593x - 51,523$ | 0,2673 |
| | P T | DE 2 | $y = 43,086x - 85,128$ | 0,4718 |
| Chaucha limeña huachuma | P T | LT | $y = 24,624x - 50,770$ | 0,7675 |
| | P T | DE 1 | $y = 34,396x - 102,39$ | 0,7179 |
| | P T | DE 2 | $y = 28,032x - 74,479$ | 0,7496 |

Leyenda:

PT = peso del tubérculo (g)

LT = longitud del tubérculo

DE 1 = diámetro ecuatorial 1 (cm)

DE 2 = diámetro ecuatorial 2 (cm)

R = coeficiente de correlación

R^2 = coeficiente de determinación

El análisis de las características físicas del número de ojos de los cultivares de chaucha amarilla redonda, chaucha amarilla y chaucha limeña huachuma (Tabla 13) indican que se encontró un promedio de número de ojos de 9 y con una desviación estándar de 1,49; 1,60; 1,62 para cada cultivar respectivamente.

Tabla 13. Promedio del número de ojos de los tuberculosos de los cultivares en estudio

| | Número de ojos por tubérculo de cada cultivar | | |
|---------------------|--|-------------------------|--------------------------------|
| | Chaucha amarilla redonda | Chaucha amarilla | Chaucha limeña huachuma |
| Promedio | 9 | 9 | 9 |
| Desviación estándar | 1,49 | 1,60 | 1,62 |
| Muestra | 30 | 30 | 30 |

La papa chaucha (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) presenta características propias de su variedad, las cuales se encuentran en la tabla 14.

Según Ligarreto y Suarez (2003), el producto para papa frita en hojuela necesita tubérculos regulares de forma redonda o comprimida, de diámetro superior a 4 cm, piel amarillo, libre de daños internos y verdeamientos.

Tabla 14. Color de la piel, de la pulpa, forma, profundidad de ojos, de los tubérculos de tres cultivares de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja)

| | DESCRIPCIÓN | | |
|-----------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| CARACTERÍSTICA | Chaucha redonda | Chaucha amarilla | Chaucha limeña huachuma |
| Color de piel | Amarillo | Anaranjado | Amarillo pálido |
| Color de pulpa | Amarillo | Amarillo | Amarillo Claro |
| Forma | Comprimido | Elíptico | Redonda |
| Profundidad de ojos | Medio | Superficiales | Medio |

Según la tabla 15 los cultivares de papas chaucha estudiadas fueron de primera y de segunda las cuales se clasificaron mediante los siguientes parámetros, diámetro

mayor de 4 cm (primera), de 2 cm a 4 cm (segunda) y menor a 2 cm (tercera) Rodríguez et al. (2009) citado por Tapia (2017).

Tabla 15. Clasificación de los tubérculos de papas chaucha estudiadas

| | Clasificación de los tubérculos en estudio | | |
|---------------------|---|-----------------------------|------------------------------------|
| | Chaucha amarilla redonda (%) | Chaucha amarilla (%) | Chaucha limeña huachuma (%) |
| Primera (> 4 cm) | 100 | 80 | 93 |
| Segunda (2 - 4 cm) | 0 | 20 | 7 |
| Tercera (< 2 cm) | 0 | 0 | 0 |
| Muestra | 30 | 30 | 30 |

Según Moreno (s.f.), para la elaboración de hojuelas (chips) se exige una forma redonda con un tamaño de tubérculo entre 40 y 50 mm de diámetro, para papas a la francesa (palitos o bastones) formas oblongas alargadas mayores de 55 mm de largo y para papas en conserva, por debajo de 35 mm. Estos parámetros son similares a los resultados obtenidos el presente trabajo de investigación a excepción con el parámetro de papas en conserva no coinciden con los resultados, lo que se puede evidenciar en las figuras 6, 7 y 8.

4.2. **Características fisicoquímicas de los tubérculos de los cultivares de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) en estudio**

4.2.1. **Cultivar chaucha amarilla redonda**

Características fisicoquímicas del cultivar chaucha amarilla redonda

El cultivar chaucha amarilla redonda (Tabla 16 y figura 11) presentó una gravedad específica que oscila entre un mínimo de 1,084 8 y un máximo de 1,099 6, con promedio de 1,09 y una desviación estándar de 0,01, lo cual indica que en los datos obtenidos puede aumentar o disminuir en 0,01. La humedad promedio fue de 79,4 %, la materia seca 20,6 %, ambas con una desviación estándar de 1,4. El almidón promedio presente en los tubérculos fue de 15,3 con una desviación estándar de 1,1.

Ponce (2008) indica que para el procesamiento de papas a la francesa los tubérculos deben tener 22 % de materia seca y 1,08 de gravedad específica. Estos resultados no coinciden con los resultados del presente trabajo de investigación es decir el cultivar chaucha amarilla redonda no es apta para este procesamiento.

Para Talburt y Smith (1975), en elaboración de hojuelas los altos valores de gravedad específica de los tubérculos evitarían que absorban demasiado aceite durante la fritura del producto entero y un contenido de materia seca superior al 20 % sirve para mantener un buen rendimiento, en cuanto a estos parámetros los resultados obtenidos sí cumplen para el procesamiento de hojuelas.

Tabla 16. Características fisicoquímicas del cultivar chaucha amarilla redonda

| Cultivar chaucha amarilla redonda | | | | |
|--|----------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|
| Repetición | Gravedad específica | Humedad (%) | Materia seca (%) | Almidón (%) |
| 1 | 1,084 8 | 80,8 | 19,2 | 14,3 |
| 2 | 1,089 8 | 79,6 | 20,4 | 15,2 |
| 3 | 1,088 2 | 80,0 | 20,0 | 14,9 |
| 4 | 1,099 6 | 77,4 | 22,6 | 16,8 |
| Promedio | 1,090 6 | 79,4 | 20,6 | 15,3 |
| Desviación estándar | 0,006 4 | 1,4 | 1,4 | 1,1 |

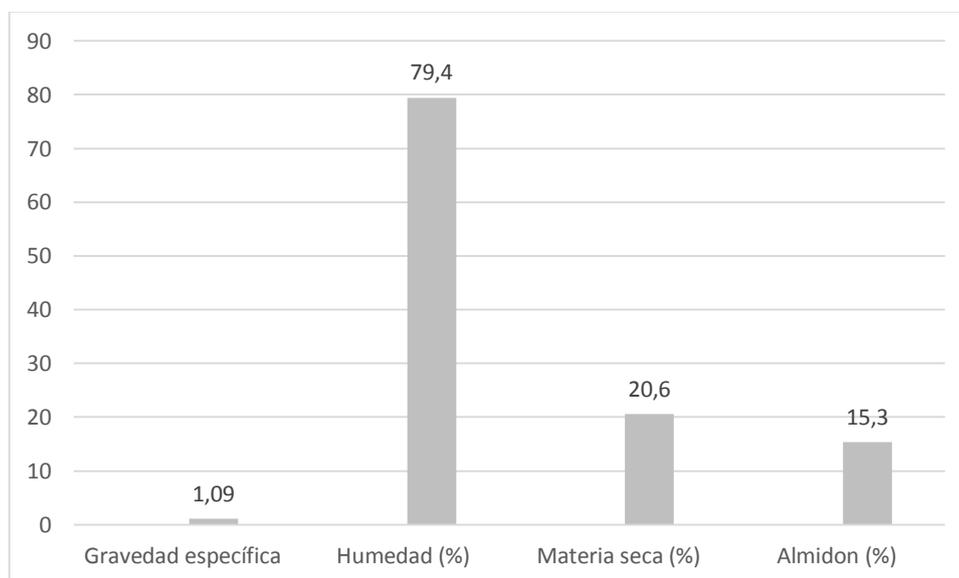


Figura 11. Características fisicoquímicas del cultivar chaucha amarilla redonda

4.2.2. Cultivar chaucha amarilla

Características fisicoquímicas del cultivar chaucha amarilla

El cultivar chaucha amarilla redonda (Tabla 17 y figura 12) presentó una gravedad específica que oscila entre un mínimo de 1,106 2 y un máximo de 1,108 8, con promedio de 1,11 y una desviación estándar de 0,001, lo cual indica que en los datos obtenidos puede aumentar o disminuir en 0,001. La humedad promedio fue de 75,5 %, la materia seca 24,5 %, ambas con una desviación estándar de 0,3. El almidón promedio presente en los tubérculos fue de 18,2 con una desviación estándar de 0,2.

Segun Talburt y Smith (1975), para la elaboración de hojuelas los tubérculos deben tener altos valores de gravedad específica y materia seca superior al 20 %, los resultados obtenidos sí cumplen con este parámetro.

Ligarreto y Suárez (2003) los tubérculos con materia seca de 21 – 25 %, gravedad específica 1,080 – 1,100 y almidón de 14,5 – 18,5 % son aptas para el procesamiento de deshidratado, los resultados obtenidos son cercanos a estos parámetros, por lo que se consideran aptas para este proceso.

Tabla 17. Características fisicoquímicas del cultivar chaucha amarilla

| Cultivar chaucha amarilla | | | | |
|----------------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|
| Repetición | Gravedad específica | Humedad (%) | Materia seca (%) | Almidón (%) |
| 1 | 1,106 2 | 75,9 | 24,1 | 17,9 |
| 2 | 1,108 5 | 75,4 | 24,6 | 18,3 |
| 3 | 1,108 8 | 75,3 | 24,7 | 18,4 |
| 4 | 1,108 5 | 75,4 | 24,6 | 18,3 |
| Promedio | 1,108 0 | 75,5 | 24,5 | 18,2 |
| Desviación estándar | 0,001 2 | 0,3 | 0,3 | 0,2 |

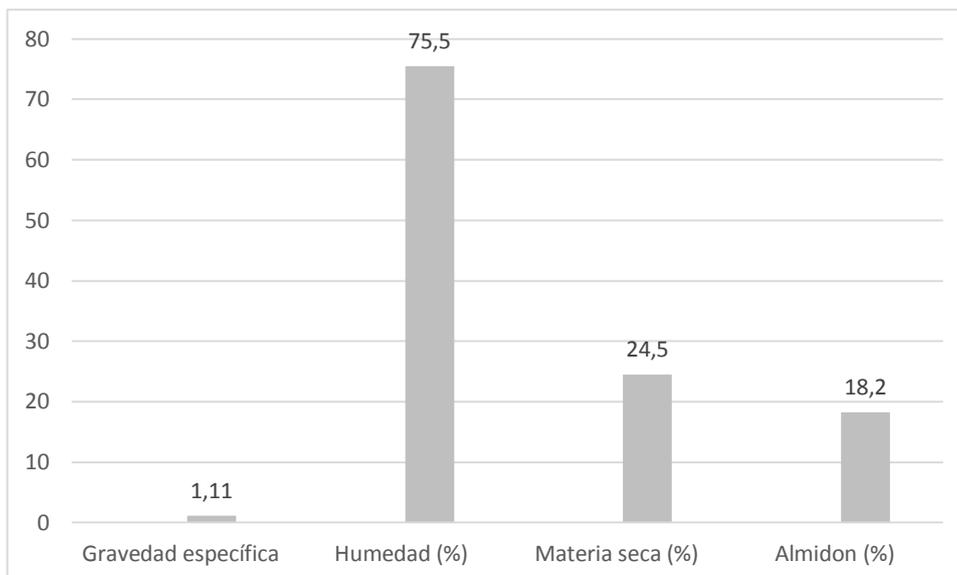


Figura 12. Características fisicoquímicas del cultivar chaucha amarilla

4.2.3. Cultivar chaucha limeña huachuma

Características fisicoquímicas del cultivar chaucha limeña huachuma

El cultivar chaucha amarilla redonda (Tabla 18 y figura 13) presentó una gravedad específica que oscila entre un mínimo de 1,099 8 y un máximo de 1,103 8, con promedio de 1,10 y una desviación estándar de 0,002, lo cual indica que en los datos obtenidos puede aumentar o disminuir en 0,002. La humedad promedio fue de 76,9 %, la materia seca 23,1 %, ambas con una desviación estándar de 0,4. El almidón promedio presente en los tubérculos fue de 17,2 con una desviación estándar de 0,3.

Segun Talburt y Smith (1975), para la elaboración de hojuelas los tubérculos deben tener altos valores de gravedad específica y materia seca superior al 20 %, los resultados obtenidos sí cumplen con este parámetro.

Ligarreto y Suarez (2003) menciona que el producto para papa frita en hojuela necesita tubérculos regulares de forma redonda o comprimida, de diámetro superior a 4 cm, piel clara, libre de daños internos y verdeamientos y la gravedad específica debe ser mayor a 1,080. Los resultados obtenidos sí están dentro de estos parámetros para la elaboración de hojuelas.

Tabla 18. Características fisicoquímicas del cultivar chaucha limeña huachua

| Cultivar chaucha limeña huachuma | | | | |
|---|----------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|
| Repetición | Gravedad específica | Humedad (%) | Materia seca (%) | Almidón (%) |
| 1 | 1,103 8 | 76,4 | 23,6 | 17,5 |
| 2 | 1,101 0 | 77,1 | 22,9 | 17,1 |
| 3 | 1,099 8 | 77,4 | 22,6 | 16,9 |
| 4 | 1,102 3 | 76,8 | 23,2 | 17,3 |
| Promedio | 1,101 7 | 76,9 | 23,1 | 17,2 |
| Desviación estándar | 0,001 7 | 0,4 | 0,4 | 0,3 |

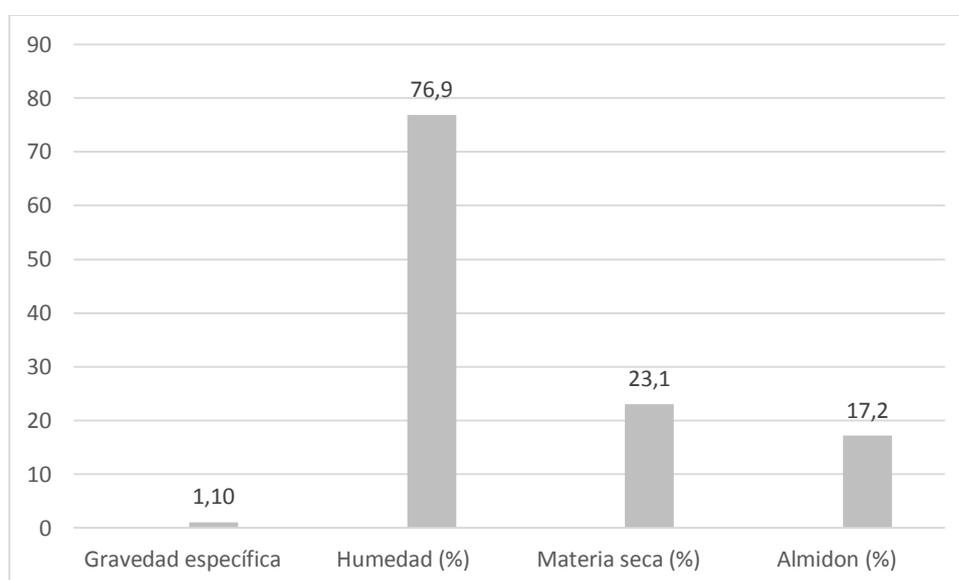


Figura 13. Características fisicoquímicas del cultivar chaucha amarilla

Según Moreno (s.f.), el contenido ideal de materia seca es de 25 % en el caso de papas fritas. Esto es importante, tanto para la economía como para la nutrición porque aumenta el rendimiento de las hojuelas por menores pérdidas cuantitativas de evaporación de agua y disminuye la retención de aceite. Desafortunadamente, el nivel de contenido en materia seca está limitado. Así, a mayor contenido en peso seco aumenta la tendencia a formar manchas azules en los tubérculos. Contenidos demasiado altos dan lugar a productos con texturas duras y astillosas; contenidos demasiado bajos dan lugar a productos con grandes deformaciones en la elaboración de hojuelas.

Los resultados de los tres cultivares se encuentran dentro del valor permisible para la elaboración de hojuelas.

Según Ligarreto y Suarez (2003), la materia prima para papa frita en hojuela necesita tubérculos con gravedad específica mayor a 1,080; los resultados obtenidos están dentro del rango permisible, por lo que, los tres cultivares son aptos para este procesamiento.

En la tabla 19 se muestran los resultados del potencial que tiene cada cultivar estudiado para cada producto.

Tabla 19. Resumen sobre el potencial para el producto

| Cultivar | Producto | | | | |
|--------------------------|---------------------|----------|---------------------|--------------|-----------|
| | Precocida congelada | Hojuelas | Papas tipo francesa | Deshidratado | Encurtido |
| Chaucha amarilla redonda | – | + | – | + | – |
| Chaucha amarilla | – | + | – | + | – |
| Chaucha limeña huachuma | – | + | – | + | – |

Leyenda:

+ : Aceptable

– : No aceptable

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. Los cultivares chaucha amarilla redonda, chaucha amarilla y chaucha limeña huachuma presentaron tubérculos de forma comprimida, elíptica y comprimida, respectivamente. En los tres casos los ojos fueron de profundidad media y pulpa amarilla. El diámetro mayor varió entre 4,0 cm – 8,0 cm. El contenido de materia seca fue de 20,6 %; 24,5 %; 23,1 % y la gravedad específica de 1,09; 1,108; 1,102, para los cultivares chaucha amarilla redonda, chaucha amarilla y chaucha limeña huachuma, respectivamente. El contenido de almidón fue de 15,3 %, 18,2 % y 17,2 %, respectivamente.
2. Los tres cultivares resultaron aptos para el procesamiento en hojuelas y deshidratado.

5.2. RECOMENDACIONES

1. Realizar pruebas para la determinación de azúcares reductores en los cultivares estudiados.
2. Realizar pruebas de procesado de hojuelas y deshidratado y analizar sus características fisicoquímicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, M; Repo, R. 1999. Desarrollo de productos de papas nativas. (CIP) Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 108 p.

ATPP (Aplicaciones Técnicas Procesos Productivos). 2008. Densidad y peso Específico. 2p.

Badui, S. 2006. Química de los alimentos. 4 ed. México. Editorial Alhambra mexicana. 736p.

Barrientos, CA. 1992. Evaluación del contenido y rendimiento de almidón en 22 líneas de papa (*solanum tuberosum* spp. *tuberosum*) derivadas del germoplasma chileno. Tesis Ing. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 83 p.

Campoverde, AC; Cifuentes, MC. 2013. Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la industrialización y comercialización de papa estilo francesa congelada y empacada al vacío lista para freír, ubicada en el norte de la ciudad de Quito. Tesis Ing. Comercial. Quito, Ecuador, UPSSQ. 271p.

CIP (Centro Internacional de la Papa). 2010. Procedimientos para pruebas de evaluaciones estándar de clones avanzados de papa: Guía para cooperadores internacionales. Bonierbale, M; De Haan, S; Forbes, A; Bastos. C (eds.). CIP, Lima, Perú. 150 p.

CISAN (Consejo para la Información sobre Seguridad de Alimentos y Nutrición, s.l.). s.f. Los alimentos procesados: Historia, ventajas y métodos. (en línea). s.l. 9 p. Consultado 24 de jul.2016. Disponible en http://cisan.org.ar/adjuntos/20110209162154_.pdf.

Cortez, MR; Hurtado, G. 2002. Guía técnica cultivo de la papa. Centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal CENTA. San Salvador. 34 p.

Deborah E. s.f. Industria Alimentaria: Procesos de la industria alimentaria (en línea). s.l. 36 p. Consultado 24 de jul. 2016. Disponible en <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/67.pdf>.

Del Valle, A. 1994. Papa amarilla yema de huevo o papa criolla colombiana. Revista papa. No. 10:19-27

Díaz, E; Martínez, E; Mendez, LY. 2008. Guías para prácticas de laboratorio de poscosecha en vegetales. 1 ed. Boyacá, Colombia, UPTC. 71 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura ,Roma). 2004. Los alimentos: su elaboración y transformación (en línea, folleto). Roma. 67 p. Consultado 24 de jul. 2016. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/y5113s/y5113s00.pdf>.

Fenema, OR. 2000. Química de los alimentos. 2 ed. Zaragoza, España. Acribia. 1280 p.

Fundamentos y técnicas de análisis de alimentos. 2007-2008. Laboratorio de alimentos I Facultad de Química, UNAM. 58p.

Galliard, T.1987. Starch: Properties and potencial. Inglaterra. Wiley. v. 13, 151p.

García, E. s.f. Estado del conocimiento teórico. Vazco. 72 p.

Gómez, R. 2000. Guía para la caracterización morfológica básica en colecciones de papas nativas. Ed. act. (CIP). Lima, Perú. 29 p.

Guido, A; Mamani P. 2001. Características de la cadena agroalimentaria de la papa y su industrialización en Bolivia. Fundación PROINPA, Proyecto Papa Andina Cochabamba, Bolivia. 93p.

IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry). 2014. Compendium of Chemical Terminology. s.l. Gold Book, versión 2.3.3. p. 1281-1282

Ligarreto, GA; Suarez, MN. 2003. Evaluación del potencial de los recursos genéticos de papa criolla (*solanum phureja*) por calidad industrial. *Agronomía Colombiana*. 21 (1-2): 83-94

Lisinska, N. W.; Leszczyński, W. 1989. *Potato Science and Technology*. Universities Press. Belfast, Northern Ireland. 391p.

Martin, GA; Bonilla, DS; Ligarreto, GA; Fajardo, DA. 2000. Identificación y análisis de la variabilidad morfológica de 59 cultivares de papa criolla (*Solanum phureja* juz. et buk.). *Agronomía Colombiana*, 2000. 17: 49-60.

Martinez, C. 2012. *Estadística y Muestreo*. 13 ed. Bogotá, Ecoe. 898 p.

Melian, DE. 2010. Ensayo comparativo de dos metodologías de extracción de almidón de papa usando muestras de diez variedades nativas de Chiloé y dos variedades comerciales. Tesis Lic. Ciencia de los Alimentos. Valdivia, Chile, UAC. 84p.

Mills, I; Cvitas, T; Homann, K; Kallay, N; Kuchitsu, K. 2007. *IUPC: Quantities, units and symbols in physical chemistry*. 3 ed., Cambridge, Inglaterra. p. 13 -14

Montaldo, A. 1984. *Cultivo y mejoramiento de la papa*. Eds Matilde De la Cruz y Fanny De la Torre P. IICA. San José, costa Rica. 706 p.

Moreno, JD. s.f. *Calidad de la papa para usos industriales*. Santa Fe de Bogota, Colombia. 07 p.

Moreno, JD; Ceron, MS; Zapata, JL; Peña, LA. 2006. Corpoica-Mary: variedad de papa mejorada de alto rendimiento para consumo en fresco y procesamiento en hojuelas. *Revista Innovación y Cambio Tecnológico*. 4(4): 26-35.

Murillo, OM. s.f. Ficha técnica de industrialización de papa (*Solanum tuberosum*). Costa Rica. s. e. 5 p.

NAL (Biblioteca Nacional de Agricultura, EE. UU.). 2017. Glosario: Lista alfabética (en línea, catálogo). EE.UU. Consultado 14 de ago. 2016. Disponible en <https://agclass.nal.usda.gov/mtwdk.exe?k=glosses&l=91&w=3303&n=1&s=5&t=2>

ONG (Organización no gubernamental, Perú) Care. 2014?. Papas nativas peruanas. Perú. 41 p.

Obregón, A. Repo, R. 2013. Evaluación fisicoquímica y bromatológica de cuatro variedades nativas de papa (*solanum spp.*). Ciencia e Investigación. UNMSM. 16(1): 38-40

Peralta, F; Maldonado, j; Centeno, MI. sf. Manual de prácticas de los laboratorios de alimentos. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 57 p.

Pino, M. 1995. Método para prolongar la vida útil de la papa criolla mediante tecnologías de encerado. Tesis Ing. Agroindustrial. Santa Fe de Bogotá. US. 112 p.

Piñeros, CJ. 2009. Recopilación de la investigación del sistema productivo papa criolla. Convenio SADE 045/06. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Económico. Federación Colombiana de Productores de papa. Colombia.

Prieto, L; Álvarez, CP; Cerón, MS; Garnica, AM; Molina, Y. 2013. Manual de procesamiento de la papa Criolla. Bogotá, Colombia. CORPOICA. 61 p.

Ramírez, D. 2010. Caracterización física, química y nutricional de la papa chaucha (*Solanum Phureja*) cultivado en dos suelos edafoclimáticos del Ecuador, Como base de estudio para la elaboración de una norma técnica (papa chaucha fresca requisitos 2010) por parte del INEN. Tesis Ing. de alimentos. Quito, Ecuador, UTE. 185p.

Rivera, JE; Herrera, A; Rodríguez, LE. 2003. Procesamiento de papa criolla precocida y congelada mediante la técnica de congelación individual (IQF), en seis genotipos promisorios de papa criolla (*Solanum phureja*). Agronomía Colombiana. 21 (1-2): 95-101.

Rodríguez, JJ. 2006. Química y análisis químico. Ed. Ceysa. 1 ed., s.l. p. 384-385

Rojas, LP; Seminario, JF. 2014. Productividad de diez cultivares promisorios de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja) de la región Cajamarca. Scientia Agropecuaria 5 (2014) 165 – 175.

Seminario, J. 2008. Diversidad y variabilidad de papa, con énfasis en el norte peruano. (en línea). Perú, UNC. Consultado 29 may. 2016. Disponible en <http://investigacionyacademia.blogspot.pe/2011/05/variedades-de-papa-nativa-y-mejorada.html>

Talbert, WF; Smith, O. 1975. Potato Processing: Un libro AVI Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Ed. WF Talburth. 3 ed., s. l. Avi Publishing. 705 p.

Tapia, H. 2017. Fenología y caracterización morfológica de 43 entradas de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) de la región Cajamarca. Tesis Ing. Agr. Cajamarca, Perú, UNC. 133 p.(En prensa).

Zárate, LM; Ramírez, LM; Otálora N.A.; Prieto, L.; Garnica A.M.; Cerón M.S.; Argüelles, J.H. 2013. Extracción y caracterización de almidón nativo de clones promisorios de papa criolla (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja). Revista Latinoamericana de la Papa 18 (1): 1-24.

ANEXOS



Figura 14. Tubérculos recolectados en campo



Figura 15. Color externo y de la pulpa del tubérculo



Figura 16. Muestras de tubérculos en estufa para determinar materia seca



Figura 17. Determinación de gravedad específica

Tabla 20. Peso unitario del tubérculo, longitud, diámetro ecuatorial 1 y diámetro ecuatorial 2, del cultivar chaucha amarilla redonda

| Cultivar chaucha redonda | | | | |
|---------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | PESO (g) | LT (cm) | DE1 (cm) | DE2 (cm) |
| 1 | 106,72 | 5,7 | 5,6 | 6,2 |
| 2 | 108,313 5 | 5,1 | 5,4 | 5,8 |
| 3 | 97,653 1 | 5,5 | 4,9 | 5,8 |
| 4 | 41,429 1 | 4,1 | 4,1 | 3,8 |
| 5 | 115,557 8 | 5,4 | 5,8 | 5,7 |
| 6 | 84,931 9 | 5,8 | 5,3 | 5,5 |
| 7 | 56,398 3 | 4,3 | 4,6 | 4,6 |
| 8 | 52,161 4 | 4,1 | 4,5 | 4,6 |
| 9 | 52,251 9 | 4,7 | 4,3 | 4,3 |
| 10 | 51,778 8 | 3,8 | 4,8 | 4,7 |
| 11 | 96,555 | 4,8 | 6,1 | 5,6 |
| 12 | 50,275 8 | 4,5 | 4,3 | 4,6 |
| 13 | 55,564 9 | 3,8 | 4,8 | 5 |
| 14 | 48,917 9 | 3,8 | 4,9 | 4,7 |
| 15 | 39,149 | 3,6 | 4 | 4,5 |
| 16 | 37,620 2 | 3,9 | 4,1 | 4,3 |
| 17 | 37,335 1 | 3,5 | 4 | 4,1 |
| 18 | 85,649 6 | 4,8 | 5,9 | 5,5 |
| 19 | 35,501 | 3,3 | 4,4 | 4,2 |
| 20 | 34,893 | 3,5 | 4,2 | 4,2 |
| 21 | 91,95 | 5,9 | 4,4 | 5,3 |
| 22 | 108,844 5 | 6,2 | 4,4 | 6,1 |
| 23 | 75,817 | 5 | 5,2 | 5 |
| 24 | 56,576 9 | 4,3 | 5,6 | 3,9 |
| 25 | 54,895 8 | 4,2 | 4,7 | 4 |
| 26 | 103,601 2 | 5,3 | 5,9 | 5,5 |
| 27 | 52,136 | 4,3 | 4,3 | 4,2 |
| 28 | 55,976 2 | 4,4 | 5,2 | 4,1 |
| 29 | 40,012 | 4 | 4,7 | 4,1 |
| 30 | 117,396 | 5,5 | 5,8 | 6 |
| Media | 68,195 4 | 4,570 0 | 4,873 3 | 4,863 3 |
| Mediana | 55,770 6 | 4,35 | 4,75 | 4,65 |
| Moda | | 4,3 | 4,3 | 5,5 |
| Desviación estándar | 27,825 5 | 0,809 1 | 0,648 0 | 0,741 6 |

Tabla 21. Peso unitario del tubérculo, longitud, diámetro ecuatorial 1 y diámetro ecuatorial 2, del cultivar chaucha amarilla

| Cultivar chaucha amarilla | | | | |
|----------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | PESO (g) | LT (cm) | DE1 (cm) | DE2 (cm) |
| 1 | 75,494 6 | 8,2 | 4,3 | 4 |
| 2 | 64,417 4 | 7 | 3,7 | 4,2 |
| 3 | 101,218 1 | 9,5 | 4,3 | 4,3 |
| 4 | 89,918 1 | 8 | 4,7 | 4 |
| 5 | 101,805 | 9 | 4,8 | 4 |
| 6 | 76,544 3 | 8,3 | 4,3 | 3,5 |
| 7 | 162,328 2 | 12,5 | 4,1 | 5 |
| 8 | 180,662 | 13,8 | 4 | 5 |
| 9 | 115,952 4 | 10,8 | 3,8 | 4,2 |
| 10 | 150,048 7 | 11,5 | 5 | 4,2 |
| 11 | 63,278 1 | 6,3 | 3,9 | 4,2 |
| 12 | 50,317 3 | 7,8 | 3,1 | 3,1 |
| 13 | 99,165 7 | 8,8 | 4,6 | 3,8 |
| 14 | 58,692 5 | 8,6 | 3,3 | 3 |
| 15 | 75,243 1 | 8,2 | 4,2 | 3,3 |
| 16 | 97,995 | 8,6 | 4,2 | 4,5 |
| 17 | 53,067 5 | 6,7 | 3,5 | 3,5 |
| 18 | 47,921 5 | 6,7 | 3,1 | 3,5 |
| 19 | 58,203 7 | 7,8 | 3,8 | 3,3 |
| 20 | 65,919 4 | 8,2 | 3,3 | 4 |
| 21 | 54,167 5 | 6,8 | 4 | 3,5 |
| 22 | 81,030 2 | 8,1 | 3,5 | 4,6 |
| 23 | 86,854 6 | 8,3 | 4 | 4,5 |
| 24 | 68,534 5 | 7 | 4,3 | 3,8 |
| 25 | 76,298 4 | 8,5 | 3,5 | 4,2 |
| 26 | 81,480 7 | 8,6 | 3,7 | 4 |
| 27 | 66,152 4 | 7,9 | 3,8 | 3,5 |
| 28 | 78,788 | 7,5 | 4 | 4,3 |
| 29 | 76,480 8 | 9 | 3,7 | 4,2 |
| 30 | 102,491 | 8,8 | 4,2 | 3,5 |
| Media | 85,349 0 | 8,56 | 3,9567 | 3,9567 |
| Mediana | 76,512 6 | 8,25 | 4,0 | 4,0 |
| Moda | | 8,2 | 4,3 | 4,2 |
| Desviación estándar | 32,099 7 | 1,679 4 | 0,479 7 | 0,511 7 |

Tabla 22. Peso unitario del tubérculo, longitud, diámetro ecuatorial 1 y diámetro ecuatorial 2, del cultivar chaucha limeña huachuma.

| Cultivar chaucha limeña huachuma | | | | |
|---|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | PESO (g) | LT (cm) | DE1 (cm) | DE2 (cm) |
| 1 | 68,628 8 | 4,4 | 4,9 | 5,5 |
| 2 | 117,508 8 | 6 | 5,9 | 5,6 |
| 3 | 72,783 9 | 4,7 | 5,2 | 5,6 |
| 4 | 78,114 9 | 4,5 | 5,3 | 5,5 |
| 5 | 51,582 6 | 4,2 | 4,7 | 4,9 |
| 6 | 44,915 8 | 3,7 | 4,8 | 4,3 |
| 7 | 73,894 4 | 4,9 | 5,2 | 5 |
| 8 | 93,497 7 | 5,9 | 5,1 | 5,3 |
| 9 | 55,462 2 | 3,8 | 4,8 | 4,6 |
| 10 | 47,244 3 | 4,1 | 4,4 | 4,7 |
| 11 | 40,572 | 3,5 | 4,7 | 4 |
| 12 | 38,232 2 | 4,3 | 4,4 | 3,8 |
| 13 | 81,536 9 | 5,1 | 5 | 5,4 |
| 14 | 65,248 1 | 4,9 | 4,8 | 5,4 |
| 15 | 65,704 4 | 4,7 | 4,2 | 5,4 |
| 16 | 56,404 | 4,6 | 4,2 | 4,8 |
| 17 | 48,492 9 | 5 | 4,2 | 4,1 |
| 18 | 46,930 2 | 4,4 | 4 | 4,7 |
| 19 | 38,901 8 | 3,8 | 4,4 | 4,4 |
| 20 | 69,523 | 5,2 | 4,8 | 4,8 |
| 21 | 59,899 | 4,6 | 4,7 | 4,9 |
| 22 | 55,321 6 | 4 | 5 | 4,4 |
| 23 | 39,448 4 | 4 | 4,3 | 4 |
| 24 | 42,450 4 | 4 | 4,5 | 4,1 |
| 25 | 33,826 5 | 3,1 | 4,1 | 4,3 |
| 26 | 28,924 1 | 3 | 3,9 | 3,8 |
| 27 | 33,764 | 3,9 | 3,9 | 4 |
| 28 | 38,984 5 | 3,4 | 4 | 4 |
| 29 | 33,432 3 | 3,5 | 4,3 | 3,7 |
| 30 | 29,654 2 | 3,7 | 3,6 | 3,6 |
| Media | 55,029 5 | 4,296 7 | 4,576 7 | 4,620 0 |
| Mediana | 50,037 8 | 4,25 | 4,6 | 4,65 |
| Moda | | 4,0 | 4,8 | 4,0 |
| Desviación estándar | 20,607 9 | 0,733 2 | 0,507 7 | 0,636 5 |

Tabla 23. Número de ojos de los tres cultivares en estudio

| Número de ojos por tubérculo de cada cultivar | | | |
|--|---------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Repeticiones | Chaucha amarilla redonda | Chaucha amarilla | Chaucha limeña huachuma |
| 1 | 9 | 8 | 10 |
| 2 | 9 | 8 | 7 |
| 3 | 8 | 10 | 7 |
| 4 | 9 | 8 | 9 |
| 5 | 7 | 10 | 9 |
| 6 | 11 | 6 | 11 |
| 7 | 9 | 8 | 7 |
| 8 | 9 | 8 | 9 |
| 9 | 9 | 9 | 11 |
| 10 | 12 | 9 | 12 |
| 11 | 8 | 8 | 7 |
| 12 | 14 | 12 | 8 |
| 13 | 8 | 8 | 8 |
| 14 | 9 | 10 | 9 |
| 15 | 9 | 9 | 8 |
| 16 | 9 | 9 | 11 |
| 17 | 8 | 10 | 9 |
| 18 | 8 | 12 | 8 |
| 19 | 9 | 13 | 10 |
| 20 | 8 | 9 | 10 |
| 21 | 9 | 8 | 12 |
| 22 | 13 | 11 | 7 |
| 23 | 9 | 8 | 11 |
| 24 | 8 | 10 | 8 |
| 25 | 9 | 12 | 7 |
| 26 | 9 | 9 | 10 |
| 27 | 9 | 9 | 11 |
| 28 | 10 | 9 | 7 |
| 29 | 9 | 8 | 8 |
| 30 | 9 | 7 | 9 |
| Media | 9,20 | 9,17 | 9,00 |
| Mediana | 9 | 9 | 9 |
| Moda | 9 | 8 | 7 |
| Desviación estándar | 1,49 | 1,60 | 1,62 |

Guía para la caracterización morfológica de papa (Gómez 2000)

Color de piel del tubérculo (tabla de colores de la piel del tubérculo)

| a | b | c | d |
|--------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| Color predominante | Intensidad del color predominante | Color secundario | Distribución del color secundario |
| 1 Blanco | 1 Pálido | 0 Ausente | 0 Ausente |
| 2 Amarillo | 2 Intermedio | 1 Blanco crema | 1 En los ojos |
| 3 Anaranjado | 3 Intenso/Oscuro | 2 Amarillo | 2 En las cejas |
| 4 Marrón | | 3 Anaranjado | 3 Alrededor de los ojos |
| 5 Rosado | | 4 Marrón | 4 Manchas dispersas |
| 6 Rojo | | 5 Rosado | 5 Como anteojos |
| 7 Rojo - morado | | 6 Rojo | 6 Manchas salpicadas |
| 8 Morado | | 7 Rojo - morado | 7 Pocas manchas |
| 9 Negruzco | | 8 Morado | |
| | | 9 Negruzco | |

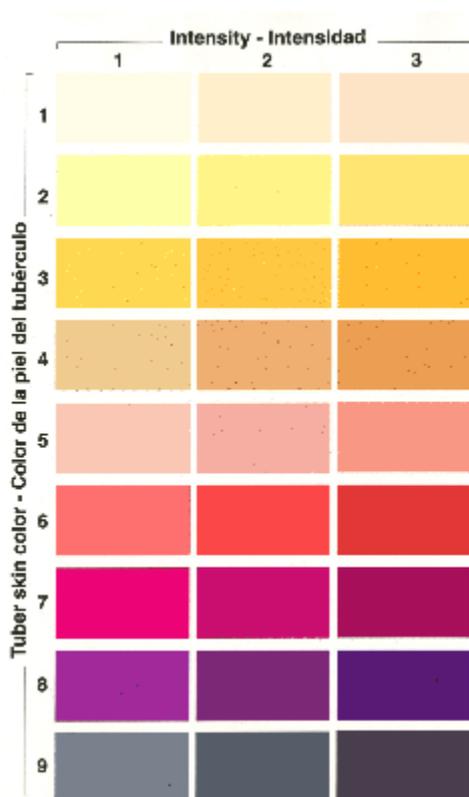


Figura 18. Tabla de colores de la piel y pulpa del tubérculo de papa

Forma del tubérculo

a Forma general

- 1 Comprimido
- 2 Redondo
- 3 Ovalado
- 4 Obovado
- 5 Elíptico
- 6 Oblongo
- 7 Oblongo - alargado
- 8 Alargado

b Variante de forma

- 0 Ausente
- 1 Aplanado
- 2 Clavado
- 3 Reniforme
- 4 Fusiforme
- 5 Falcado
- 6 Enroscado

- 7 Digitado
- 8 Concertinado
- 9 Tuberosado

c

Profundidad de ojos

- 1 Sobresaliente
- 3 Superficial
- 5 Medio
- 7 Profundo
- 9 Muy profundo

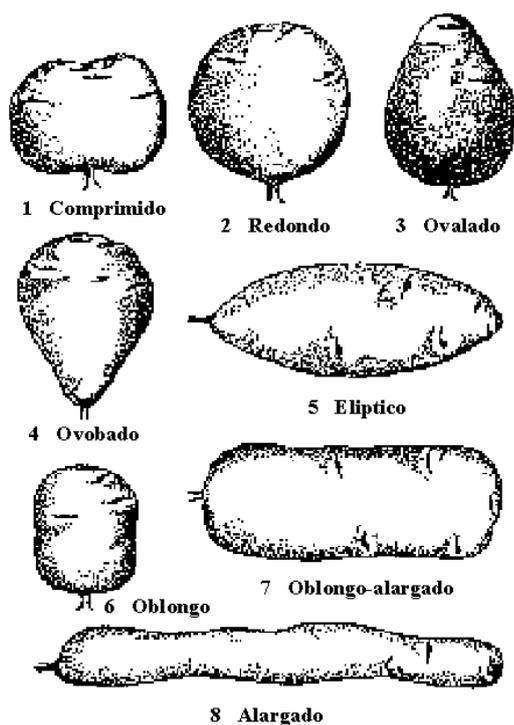


Figura 19. Forma general de tubérculos

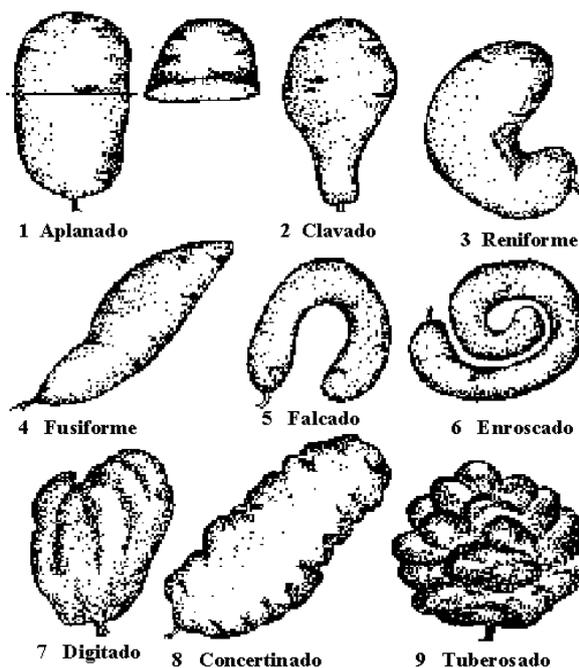


Figura 20. Formas secundarias o inusuales en tubérculos

Color de la pulpa del tubérculo

| Color predominante | Color secundario | Distribución del color secundario |
|--------------------|--------------------|-----------------------------------|
| 1 Blanco | 0 Ausente | 0 Ausente |
| 2 Crema | 1 Blanco | 1 Pocas manchas |
| 3 Amarillo claro | 2 Crema | 2 Áreas |
| 4 Amarillo | 3 Amarillo claro | 3 Anillo vascular angosto |
| 5 Amarillo intenso | 4 Amarillo | 4 Anillo vascular ancho |
| 6 Rojo | 5 Amarillo intenso | 5 Anillo vascular y medula |
| 7 Morado | 6 Rojo | 6 Todos menos medula |
| 8 Violeta | 7 Morado | 7 Otro (salpicado) |
| | 8 Violeta | |

Tabla 24. Escala para interpretar el coeficiente de correlación (Martínez 2012)

| VALOR | SIGNIFICADO |
|---------------|--|
| -1 | Correlación negativa grande y perfecta |
| -0,90 a -0,99 | Correlación negativa muy alta |
| -0,70 a -0,89 | Correlación negativa alta |
| -0,40 a -0,69 | Correlación negativa moderada |
| -0,20 a -0,39 | Correlación negativa baja |
| -0,01 a -0,19 | Correlación negativa muy baja |
| 0 | Correlación nula |
| 0,01 a 0,19 | Correlación positiva muy baja |
| 0,20 a 0,39 | Correlación positiva baja |
| 0,40 a 0,69 | Correlación positiva moderada |
| 0,70 a 0,89 | Correlación positiva alta |
| 0,90 a 0,99 | Correlación positiva muy alta |
| 1 | Correlación positiva grande y perfecta |

Tabla 25. Propiedades del agua a diferentes temperaturas (Rodríguez 2006)

| Temperatura . °C | Densidad g/ml | Viscosidad cp | Presión vapor mm Hg | Temperatura . °C | Densidad g/ml | Viscosidad cp | Presión vapor mm Hg |
|---------------------|------------------|------------------|------------------------|---------------------|------------------|------------------|------------------------|
| 0 | 0,999 82 | 1,79 | 4,58 | 51 | 0,987 56 | 0,54 | 97,21 |
| 1 | 0,999 89 | 1,73 | 4,93 | 52 | 0,987 09 | 0,53 | 102,1 |
| 2 | 0,999 94 | 1,67 | 5,29 | 53 | 0,986 62 | 0,52 | 107,2 |
| 3 | 0,999 98 | 1,62 | 5,68 | 54 | 0,986 14 | 0,51 | 112,52 |
| 4 | 1000 00 | 1,57 | 6,10 | 55 | 0,985 65 | 0,50 | 118,06 |
| 5 | 1,000 00 | 1,52 | 6,54 | 56 | 0,985 16 | 0,50 | 123,83 |
| 6 | 0,999 99 | 1,47 | 7,01 | 57 | 0,984 66 | 0,49 | 129,85 |
| 7 | 0,999 96 | 1,43 | 7,51 | 58 | 0,984 16 | 0,48 | 136,11 |
| 8 | 0,999 91 | 1,39 | 8,04 | 59 | 0,983 64 | 0,47 | 142,62 |
| 9 | 0,999 85 | 1,35 | 8,60 | 60 | 0,983 13 | 0,47 | 149,41 |
| 10 | 0,999 77 | 1,31 | 9,20 | 61 | 0,982 60 | 0,46 | 156,46 |
| 11 | 0,999 68 | 1,27 | 9,84 | 62 | 0,982 07 | 0,45 | 163,79 |
| 12 | 0,999 58 | 1,24 | 10,52 | 63 | 0,981 54 | 0,45 | 171,42 |
| 13 | 0,999 46 | 1,20 | 11,23 | 64 | 0,981 00 | 0,44 | 179,34 |
| 14 | 0,999 33 | 1,17 | 11,98 | 65 | 0,980 45 | 0,43 | 187,57 |
| 15 | 0,999 19 | 1,14 | 12,78 | 66 | 0,979 90 | 0,43 | 196,13 |
| 16 | 0,999 03 | 1,11 | 13,63 | 67 | 0,979 34 | 0,42 | 205,01 |
| 17 | 0,998 86 | 1,08 | 14,52 | 68 | 0,978 78 | 0,42 | 214,22 |
| 18 | 0,998 68 | 1,05 | 15,47 | 69 | 0,978 21 | 0,41 | 223,8 |
| 19 | 0,998 49 | 1,03 | 16,47 | 70 | 0,977 63 | 0,40 | 233,73 |
| 20 | 0,998 29 | 1,00 | 17,53 | 71 | 0,977 05 | 0,40 | 244,02 |
| 21 | 0,998 08 | 0,98 | 18,65 | 72 | 0,976 47 | 0,39 | 254,7 |
| 22 | 0,997 86 | 0,95 | 19,82 | 73 | 0,975 88 | 0,39 | 265,77 |
| 23 | 0,997 62 | 0,93 | 21,06 | 74 | 0,975 28 | 0,38 | 277,25 |
| 24 | 0,997 38 | 0,91 | 22,37 | 75 | 0,974 68 | 0,38 | 289,13 |
| 25 | 0,997 13 | 0,89 | 23,75 | 76 | 0,974 08 | 0,37 | 301,45 |
| 26 | 0,996 86 | 0,87 | 25,20 | 77 | 0,973 46 | 0,37 | 314,2 |
| 27 | 0,996 59 | 0,85 | 26,73 | 78 | 0,972 85 | 0,36 | 327,4 |
| 28 | 0,996 31 | 0,83 | 28,34 | 79 | 0,972 23 | 0,36 | 341,08 |
| 29 | 0,996 02 | 0,81 | 30,03 | 80 | 0,971 60 | 0,35 | 355,22 |
| 30 | 0,995 71 | 0,80 | 31,82 | 81 | 0,970 97 | 0,35 | 369,86 |
| 31 | 0,995 41 | 0,78 | 33,69 | 82 | 0,970 33 | 0,35 | 384,99 |
| 32 | 0,995 09 | 0,77 | 35,66 | 83 | 0,969 69 | 0,34 | 400,64 |
| 33 | 0,994 76 | 0,75 | 37,72 | 84 | 0,969 04 | 0,34 | 416,82 |
| 34 | 0,994 43 | 0,73 | 39,89 | 85 | 0,968 39 | 0,33 | 433,56 |
| 35 | 0,994 08 | 0,72 | 42,17 | 86 | 0,967 73 | 0,33 | 450,84 |
| 36 | 0,993 73 | 0,70 | 44,55 | 87 | 0,967 07 | 0,33 | 568,7 |
| 37 | 0,993 37 | 0,69 | 47,06 | 88 | 0,966 41 | 0,32 | 487,14 |
| 38 | 0,993 00 | 0,68 | 49,68 | 89 | 0,965 74 | 0,32 | 506,19 |
| 39 | 0,992 63 | 0,67 | 52,44 | 90 | 0,965 06 | 0,32 | 525,85 |
| 40 | 0,992 25 | 0,65 | 55,32 | 91 | 0,964 38 | 0,31 | 546,15 |
| 41 | 0,991 86 | 0,64 | 58,33 | 92 | 0,963 70 | 0,31 | 567,10 |
| 42 | 0,991 46 | 0,63 | 61,49 | 93 | 0,963 01 | 0,30 | 588,71 |
| 43 | 0,991 05 | 0,62 | 64,80 | 94 | 0,962 31 | 0,30 | 611,00 |
| 44 | 0,990 64 | 0,61 | 68,26 | 95 | 0,961 62 | 0,30 | 633,99 |
| 45 | 0,990 22 | 0,60 | 71,87 | 96 | 0,960 91 | 0,29 | 657,69 |
| 46 | 0,989 80 | 0,59 | 75,64 | 97 | 0,960 20 | 0,29 | 682,13 |
| 47 | 0,989 36 | 0,58 | 79,60 | 98 | 0,959 49 | 0,29 | 707,32 |
| 48 | 0,988 92 | 0,57 | 83,71 | 99 | 0,958 78 | 0,28 | 733,26 |
| 49 | 0,988 47 | 0,56 | 88,02 | 100 | 0,958 05 | 0,28 | 760,00 |
| 50 | 0,988 02 | 0,55 | 92,52 | | | | |