



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS APLICADAS

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD POS COSECHA DE ONCE  
VARIETADES DE PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM*) EN TRES  
LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE BOLÍVAR

AUTORA

Carolina Tobar García

AÑO

2018



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS APLICADAS

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD POS COSECHA DE ONCE VARIEDADES DE PAPA  
(*SOLANUM TUBEROSUM*) EN TRES LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE  
BOLÍVAR

“Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Ingeniera Agroindustrial y de Alimentos.”

Profesora Guía  
MSc. Elsy Paola Carrillo Hinojosa

Autora  
Carolina Tobar García

Año  
2018

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido este trabajo, Evaluación de la calidad pos cosecha de once variedades de papa (*Solanum Tuberosum*) en tres localidades de la provincia de Bolívar, a través de reuniones periódicas con la estudiante Tobar García Carolina, en el semestre 2018-2, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

---

Elsy Paola Carrillo Hinojosa  
Máster en Alimentos y Nutrición  
C.I. 1708624503

## **DECLARACION DEL PROFESOR CORRECTOR**

“Declaro haber revisado este trabajo, Evaluación de la calidad pos cosecha de once variedades de papa (*Solanum Tuberosum*) en tres localidades de la provincia de Bolívar, de la estudiante, Carolina Tobar García, en el semestre 2018-2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de titulación”.

---

Ricardo Javier Aguirre Jaramillo  
Máster en Desarrollo e Innovación de Alimentos  
C.I. 1712729829

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

---

Carolina Tobar García

C.I. 1712518115

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme las fuerzas y la sabiduría para poder concluir mis estudios.

Agradezco a mis padres y hermanos por siempre guiarme hacia el camino correcto, permitiéndome seguir adelante creyendo en los valores que siempre me han entregado.

Agradezco también a mi tutora quien me ha brindado su conocimiento y experiencia para poder completar mi trabajo de titulación.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi familia, quienes con su unión y alegría me enseñan cómo ser una mejor persona y a conseguir todo lo que me proponga a pesar de los obstáculos que se puedan presentar.

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad pos cosecha de once variedades de papa en la provincia de Bolívar. Para evaluar estas variedades se utilizaron tres distintas variables, la cantidad de materia seca, misma que fue medida con un hidrómetro realizando tres repeticiones en cada variedad para verificar el porcentaje de sólidos totales. La calidad de fritura que permitió identificar las mejores variedades para la industrialización, realizando cuatro repeticiones de fritura por inmersión a 175 grados centígrados durante 2 minutos; y por último la coloración que fue medida con un colorímetro en la escala CIELAB para verificar el color adecuado después de la fritura. Las localidades donde se sembraron los tubérculos fueron Naguan (2770 msnm), Chimbo (2850 msnm) y Santa Fe (3100 msnm). Las variedades seleccionadas fueron; Fátima, Josefina, Victoria, Natividad, Libertad, Yana Shungo, Puca Shungo, Súper Chola, y los clones 11.99.1, 98.38.12 y 07.32.15 que tuvieron distintos periodos de almacenamiento, correspondientes a 10, 25 y 55 días. Al analizar las once variedades de papa se determinó que en la localidad de Naguan, el clon con mayor cantidad de materia seca fue 07.32.15 con 30.73%, dando como resultado 95.52% de chips buenas para calidad de fritura. En la localidad de Chimbo el clon con mayor cantidad de materia seca fue 07.32.15 con 24.88% y con mejor calidad de fritura fue Libertad con 93%. Por último en la localidad de Santa Fe, el clon 11.9.91 presentó la mayor cantidad de materia seca con 24.84%, y 100% en calidad de fritura. Los mejores resultados tanto de materia seca como de calidad de fritura, se obtuvieron a los 10 días de almacenamiento. En la escala CIELAB los mejores resultados en L fueron los clones 07.32.15, 11.9.91 y la variedad Súper Chola, en \*a\* fueron las variedades Libertad, Victoria y el clon 07.32.15, y finalmente en \*b\* fueron las variedades Fátima, Libertad y 07.32.15. Tanto las localidades como los periodos de almacenamiento se encuentran en parámetros adecuados para obtener papas de buena calidad, sin embargo, se logró identificar que la mejor localidad para este estudio fue Naguan, el mejor periodo fue a los 10 días y el mejor clon de papa fue 07.32.15.

## ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the post-harvest quality of eleven potato varieties in the province of Bolívar. To evaluate these varieties, three distinct variables were used. First, the quantity of dry matter, which was measured with a hydrometer for three repetitions for each variety to verify the total percentage of solids. Second, the frying quality that enabled the identification of the best variety for industrialization, by doing four frying repetitions per immersion at 175 °C during two minutes. Lastly, the coloration which was measured with a colorimeter on the CIELAB scale to verify the adequate color after frying. The locations where the tubers were planted were Naguan (2770 masl), Chimbo (2850 masl) and Santa Fe (3100 masl). The selected varieties were; Fátima, Josefina, Victoria, Natividad, Libertad, Yana Shungo, Puca Shungo, Super Chola, and the clones 11.99.1, 98.38.12 and 07.32.15 which had distinct periods of storage, correlating to 10, 25 and 55 days. In analyzing the eleven potato varieties it was determined that in the Naguan location, the clone with the most quantity of dry matter was 07.32.15 with 30.73%, resulting in 95.52% of chips in good quality for frying. In the Chimbo location the clone with the most quantity of dry matter was 07.32.15 with 24.88% and with the best frying was Libertad with 93%. Lastly, in the Santa Fe location, the clone 11.9.91 presented the most quantity of dry matter with 24.84%, and 100% in frying quality. The best results regarding both dry matter and frying quality, were obtained after 10 days of storage. In the CIELAB scale, the best results in L came from the clones 07.32.15 and 11.9.91 as well as from the variety Súper Chola. In \*a\*, the most optimal results came from the varieties Libertad, Victoria and the clone 07.32.15, and finally, in \*b\* from the varieties Fátima, Libertad and clone 07.32.15. Both the locations and periods of storage are in appropriate parameters to obtain good quality potatoes, nevertheless, it was possible to identify that the best location for this study was Naguan, which had the best period at 10 days and the best potato clone was 07.32.15.

# ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....                                   | 1  |
| 1.2 Objetivos .....                                    | 2  |
| 1.2.1 Objetivo General.....                            | 2  |
| 1.2.2 Objetivos Específicos.....                       | 2  |
| 2. MARCO TEÓRICO .....                                 | 3  |
| 2.1 Importancia de la papa en el Ecuador .....         | 3  |
| 2.2 Consumo en fresco y en la industria.....           | 4  |
| 2.3 Calidad de la papa para consumo fresco.....        | 5  |
| 2.4 Calidad de la papa para consumo industrial .....   | 6  |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS .....                          | 10 |
| 3.1 Localización.....                                  | 10 |
| 3.2 Material Vegetal.....                              | 10 |
| 3.3 Condiciones de almacenamiento.....                 | 11 |
| 3.4 Diseño experimental.....                           | 11 |
| 3.5 Método para la medición de materia seca.....       | 12 |
| 3.6 Metodo para la medicion en calidad de fritura..... | 13 |
| 3.7 Método para la medición de color. ....             | 17 |
| 3.8 Análisis Estadístico .....                         | 18 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....                        | 18 |
| 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....                | 27 |
| 5.1 Conclusiones.....                                  | 27 |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 5.2 Recomendaciones ..... | 27 |
| REFERENCIAS .....         | 29 |
| ANEXOS .....              | 33 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Medición de materia seca con Hidrómetro PW – 2050 Weigher.....                | 13 |
| Figura 2. Papas peladas con peladora mecánica. ....                                     | 14 |
| Figura 3. Papas peladas mecánica y manualmente. ....                                    | 14 |
| Figura 4. Hojuelas de papas listas para freír. ....                                     | 15 |
| Figura 5. Hojuelas de papa frita tipo chips. ....                                       | 16 |
| Figura 6. Niveles de valoración visual de hojuelas de papa. ....                        | 17 |
| Figura 7. Representación del sistema CIE L*a*b*. Adaptada de<br>Noor et al., 2012. .... | 17 |
| Figura 8. Representación de los promedios de coloración en escala L. ....               | 24 |
| Figura 9. Representación de los promedios de coloración en escala a. ....               | 25 |
| Figura 10. Representación de los promedios de coloración en escala b. ....              | 26 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Alturas de siembra en las tres distintas localidades.....  | 10 |
| Tabla 2. Factores a evaluar de tubérculos sembrados en la provincial de Bolívar.....  | 12 |
| Tabla 3. Niveles de la escala de valoración para hojuelas de papa.....  | 16 |
| Tabla 4. Análisis de Varianza, Andeva, fuentes de variación de materia seca en la localidad de Naguan (2770 msnm).....                              | 18 |
| Tabla 5. Análisis de Varianza, Andeva, fuentes de variación de materia seca en la localidad de Chimbo (2850 msnm).....                              | 19 |
| Tabla 6. Análisis de Varianza, Andeva, fuentes de variación de materia seca en la localidad de Santa Fe (3100 msnm).....                            | 19 |
| Tabla 7. Método Tuckey, análisis de los promedios más altos de materia seca, presentado por las distintas variedades, en las tres localidades. .... | 20 |
| Tabla 8. Análisis de varianza, calidad de fritura en la localidad de Naguan.....  | 21 |
| Tabla 9. Análisis de varianza, calidad de fritura en la localidad de Chimbo.....  | 21 |
| Tabla 10. Análisis de varianza, calidad de fritura en la localidad de Santa Fe. ....  | 21 |
| Tabla 11. Análisis de varianza, cantidad de materia seca en los diferentes periodos de almacenamiento. ....   | 22 |
| Tabla 12. Análisis de varianza, calidad de fritura en los diferentes periodos de almacenamiento. ....   | 22 |
| Tabla 13. Promedios y Desviación estándar de cantidad de materia seca y calidad de fritura en los diferentes periodos de almacenamiento. ....       | 23 |
| Tabla 14. Escala CIELAB.....  | 24 |

## 1. INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*), es el tercer cultivo más importante en la Sierra del Ecuador. (INIAP, 2012) El rendimiento anual del cultivo en el país es de 443 mil toneladas y una superficie sembrada de 36 mil hectáreas. (Egas, 2017). La provincia de Bolívar ocupa el 7,47% de la superficie sembrada, alrededor de 3500 hectáreas. (MAGAP, 2013). En el Ecuador se consume alrededor de 90 a 100 kilos/per cápita/anual. (FAO, 2014). La industria utiliza el 9% de la producción anual de papa, este porcentaje ha incrementado en un 5% anual. (FAO, 2011). Por esta razón varios esfuerzos se realizan por mantener este cultivo como base de la seguridad alimentaria.

El desarrollo de clones y variedades que cubran las necesidades del consumidor y la industria, han estado a cargo del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2002) y el Centro Internacional de la Papa (CIP, 2002). Debido a análisis realizados por el INIAP y el CIP, actualmente se siembran solo treinta cultivares, de los cuales las variedades de INIAP Súper Chola y Gabriela representan más del 50% del área sembrada. (INIAP, 2005). Además, se realizan estudios de otros clones y variedades; (Josefina, Fátima, Victoria, Natividad, Puca, Yana, 11991, 983812, 073215 y Libertad) desarrolladas por el INIAP y el CIP.

El mejoramiento de las variedades, depende de factores físico – químicos que afectan la calidad y el rendimiento del tubérculo, tanto en el campo como en almacenamiento e industrialización. (Román, 2012). Los factores que más influencia presentan son: Tiempo y clima, suelo y fertilización, plagas y enfermedades, materia seca, gravedad específica y azúcares reductores. (Esquivel, Brenes y Alfaro, 2009). Estos factores son los tomados en cuenta para la selección de variedades, y de allí se deriva la importancia de conocer todo el proceso productivo e industrial de la papa.

Los consumidores de papas fritas tipo chips, buscan características específicas tales como; olor, color, apariencia/forma, sabor y textura. (Ravano, 2008). Los Tubérculos destinados al proceso de industrialización, demandan rasgos específicos, inherentes a la variedad y, de la misma forma, requiere características de cultivo específicas, para así, alcanzar una producción comercial que cumpla con las exigencias del tipo

de transformación industrial. (Valdunciel, 2008). El conjunto de estas características, dará como resultado la variedad de mejor calidad para la industrialización.

En cuanto a la transformación y comercialización de la papa, se deben tomar en cuenta las propiedades bioquímicas de las variedades. En el caso de hojuelas fritas tipo chips, se requieren características específicas, alto contenido de materia seca (24%), bajo contenido de azúcares reductores (0.035%) como factores principales. (Egúsqüiza, 2000). Estos parámetros dan como resultado las características que quiere el consumidor. Por la importancia de las características finales de la transformación en fritura, este estudio pretende evaluar la calidad pos cosecha de once variedades de papa en tres localidades de la provincia de Bolívar. Por lo que se ha establecido una relación entre la altitud del cultivo y la calidad pos cosecha, logrando clasificar las variedades de acuerdo a su comportamiento durante la fritura. Para finalmente determinar la variedad de mejor calidad para la industrialización.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Evaluar la calidad pos cosecha de once variedades de papa (*Solanum tuberosum*) en tres localidades de la provincia de Bolívar.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar el efecto de la altura de siembra, en la calidad industrial de once variedades de papa.
- Establecer la relación entre los días de almacenamiento y el comportamiento en fritura de once variedades de papa.
- Relacionar los resultados de calidad de las once variedades de papa con el color después de la fritura en chips.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Importancia de la papa en el Ecuador

Después del Maíz y el trigo, la papa es el cultivo más importante para el Ecuador, se cultivan 66.000 ha, con una producción promedio de 482.000 toneladas, y rendimiento aproximado de 8.5 toneladas por hectárea. (INIAP, 2012). Esta producción llega a un valor total bruto de 65 millones de dólares anualmente. (CIP, 2015). Así, se considera a este cultivo, como una fuente fundamental de ingresos tanto para comunidades rurales, como para la economía nacional. (Pumisacho y Sherwood, 2002). Además en cuanto a la demanda, es la principal fuente de alimentación de los ecuatorianos, con un consumo per cápita anual de 125 kg en Quito, 90 kg en Cuenca y 60 kg en Guayaquil. (FAO, 2015).

El 90% de la papa en Ecuador se consume en estado fresco y las industrias procesadoras utilizan 50.000 toneladas al año, lo cual indica el 10% de la producción. (INIAP, 2012). Los restaurantes de las principales ciudades del Ecuador, consumen alrededor de 17.224 toneladas al año, principalmente de papa frita tipo chip. (Pumisacho y Sherwood, 2002)

En cuanto al ecosistema, el cultivo de papa en Ecuador se divide en tres zonas geográficas: sur, norte y centro, siendo el clima, la fisiografía y la altura los factores agroecológicos determinantes. (CIP e INIAP, 2002) En términos generales, el cultivo se desarrolla en laderas irregulares con más de 35% de pendiente, a una altura desde 2.400, hasta 3.800 msnm., logrando soportar bajas temperaturas. La zona centro del país, está constituida por Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Tungurahua y Bolívar. (Pumisacho y Sherwood, 2002)

En el Ecuador existen doce provincias productoras de papa, dentro de las cuales la provincia de Bolívar tiene una representatividad de 7,47% de la superficie total sembrada, ocupando el séptimo lugar. (INEC, 2011). Lo que convierte a Bolívar en una provincia poco sobresaliente en cuanto a calidad de producción de papa, aunque sobresale debido al alto rendimiento y productividad de toneladas por hectárea. (Monteros, 2016). El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca

(MAGAP) ha indicado que, en la provincial de Bolívar, actualmente hay 1500 productores, los que representan aproximadamente 3500 hectáreas de cultivo, con un rendimiento promedio de once toneladas por hectárea. (Coronel, 2013).

En cuanto a las características demográficas, la altitud fluctúa desde 3300 (msnm) en la zona de los andes hasta 500 (msnm) en el subtropical, la temperatura según la época del año, puede variar entre 12 a 24 °C. (Gobierno Provincial de Bolívar, 2015). Se debe tomar en cuenta la importancia de estos factores para así establecer condiciones ideales tanto para el cultivo como para la industrialización.

## **2.2 Consumo en fresco y en la industria**

La papa se considera un alimento fundamental en términos de seguridad alimentaria, frente al constante crecimiento de la población. (CIP, 2015). Tiene diversas aplicaciones industriales, fuera del consumo directo, o la comercialización en fresco, debido a su aporte nutricional y sabor, logrando así productos de valor agregado con gran aceptación. (Cabieses et al., 2006)

Nutricionalmente, el cultivo de papa es considerado un alimento altamente energético y bajo en grasa, debido a su aporte de carbohidratos, proteínas, vitaminas (niacina, riboflavina, tiamina y vitamina c) y minerales (hierro, calcio, fósforo, potasio). (Prokop y Albert, 2008). En 100 gr de papa se pueden encontrar valores aproximados de calorías (95), carbohidratos (21,6 gr), proteína (1,9 gr) y grasas (0,1 gr), todos estos valores corresponden a materia seca, la cual ocupa aproximadamente el 23% de un tubérculo. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (FAO), 2010)

El proyecto (INCOPA) explica el fin de la industrialización, basándose en un concepto de la creación de ventajas competitivas sobre la cadena productiva. (Dirección general de Promoción Agraria. (DGPA), 2014). Mediante la producción de múltiples variedades de papa, capaces de ser conservadas por tiempos prolongados, y así aprovechar papa de calidad no comercial. (INCOPA, 2012). Entonces se plantean diversos proyectos y alternativas con el fin de prolongar la cadena de valor, e industrializar la papa, logrando aprovechar al máximo los tubérculos.

### 2.3 Calidad de la papa para consumo fresco

En Ecuador el 90% del consumo de papa se lo realiza en fresco. (Mancero, 2012). Una de las principales características que determinan la calidad del tubérculo, es la poca cantidad de agua que este contenga, esto se determina con la cantidad de materia seca o sólidos totales presentes. (Alvarado, Rogel y Medina, 2010). Este parámetro se establece principalmente en el cultivo, es decir cuando el tubérculo no ha sido cosechado es cuando se presenta la asimilación de materia seca. (Alvarado et al., 2010). De esta manera, su distribución y acumulación, alcanzan un aumento de materia seca desde la semana 6 hasta la semana 18, siendo las semanas entre la 8 y 10 las de mayor incremento. (Ñústes, Santos y Segura, 2009).

Estos procesos de campo son de suma importancia, ya que determinan la productividad y calidad del cultivo. (CIP, 2012). El estudio de distintos patrones como la asignación de materia seca, el efecto de las condiciones ambientales y la variabilidad según las variedades, podrían ayudar a mejorar la calidad y a escoger variedades para un propósito específico. (Ñústes, Castellanos y Abril, 2009).

De la misma forma, la calidad de la papa fresca se ve afectada por la presencia de lesiones primarias y secundarias, por falta de homogeneidad de tamaño, y por la cantidad de impurezas que presenta el tubérculo. (Guidi & Mamani, 2001). Para el mercado en fresco, las papas deben ser simétricas en forma y tamaño (5 a 9 cm), sin imperfecciones o enfermedades. (Avilés y Piedra, 2016).

El programa completo de producción del cultivo de papa, desde la siembra hasta el consumo, está diseñado con el fin de producir una cosecha que cumpla con las exigencias del cliente o el mercado. Partiendo desde la selección de variedad, la gestión agronómica, condiciones de almacenamiento e industrialización. (Araucan y Lagos, 2011). Durante el almacenamiento, pueden presentarse pérdidas cualitativas o cuantitativa, causadas por factores físicos, fisiológicos, químicos o patogénicos. (Crisci, 1992). La papa almacenada, es un tubérculo vivo que mantiene procesos fisiológicos como la respiración, misma que proporciona la energía necesaria para mantener los tubérculos con vida, si la temperatura y ventilación no son adecuadas, pueden causar deshidratación. (Cadiz, 2011). Se debe cuidar la manipulación y

movimiento, ya que una papa golpeada respira más, por lo que gasta mayor energía. (Crisci, 1992). Lo cual tiene relación directa con la pérdida de peso. (Méndez y Carillanga, 2007).

Otro proceso físico durante el almacenamiento es la pérdida de agua ya que los tubérculos sufren disminución de peso, dada por transpiración y evaporación. (Cadiz, 2011). Para evitar estas pérdidas, se requieren condiciones controladas, siendo ideal una temperatura de 5 °C y una humedad relativa entre 90% y 95%. (Velásquez, 1989). De igual manera un factor crítico en almacenamiento es la brotación, esta causa pérdidas directas en el peso de las papas, mediante evaporación de agua a través de la superficie.

(INIAP 2012), para controlar la brotación, se requiere de un ambiente controlado, sobretodo en cuanto a luz, aireación y temperatura. (Crisci, 1992). La suma de todos los factores antes mencionados, y un almacenamiento inapropiado, puede causar difusión de enfermedades. (Cadiz, 2011). Ocasionando así, pudrición en tubérculos, por lo que en el proceso de almacenamiento se recomienda guardar un producto sano, y realizar controles permanentes, ya que los tubérculos enfermos pueden llegar a ocasionar pérdidas severas. (INIAP 2012).

Entonces, el almacenamiento de la papa (*Solanum tuberosum*) en bajas temperaturas, puede prevenir la deshidratación, el deterioro y la brotación. (Rubiano, 2017). Las papas una vez separadas de la planta, sufren pérdidas durante su periodo autónomo, ya que mientras están en la tierra, obtiene energía, misma que requieren posteriormente, durante el proceso de almacenamiento. (Crisci, 1992). Por ende en la separación, existen cambios en la composición química y normalmente pérdida de peso, misma que pueden afectar la calidad. Se debe entender que buenas condiciones de almacenamiento, no son capaces de mejorar la calidad de las papas, solo logra mitigar pérdidas. (Materano et al, 2011)

## **2.4 Calidad de la papa para consumo industrial**

Los Tubérculos destinados al proceso de industrialización, requieren rasgos específicos, comunes de cada variedad y, de la misma forma, requiere características

de cultivo específicas (Murillo, 2007). Para así, alcanzar una producción comercial que cumpla con las exigencias del tipo de transformación industrial. (Valdunciel, 2008)

Según el proyecto de papa andina, la transformación y comercialización de la papa, debe presentar diferentes características, para el subproducto que se desea obtener. (PROINPA), 2001). En el caso de hojuelas de papa fritas tipo chips, se requieren características específicas, mismas que se dan cuando la papa llega a su madurez, y contiene alta materia seca y baja cantidad de azúcares reductores. (Murillo, 2007).

Dentro de las características más importantes, se pueden resaltar; tubérculos con alto contenido de materia seca, manteniendo un promedio de 24% (Reinoso y Monteros, 2011). Así mismo, tubérculos con bajo contenido de azúcares reductores, manteniendo un promedio de 0.035%. (Haverkort, 2002). Se considera importante también mantener un diámetro o calibre de los tubérculos entre 5 y 10 cm, forma regular sin presencia de brotes, no debe existir desprendimiento de su piel, ni presentar signos de plagas o enfermedades. (Egúsquiza, 2000).

El contenido de materia seca varía entre las distintas variedades, pero la misma variedad también puede presentar variaciones en distintas localidades. (Nustes, Santos y Segura, 2009). Esto se puede dar por diferencias al momento de la siembra, temperatura, altitud, humedad, entre otros factores. (Lishman, 2016).

En cuanto a la transformación industrial, la acumulación de materia seca, tiene relación directa con el aumento en el rendimiento industrial. (Rojas, 2004). Reduciendo la absorción de aceite y logrando así que los "chips" sean crujiente y resistentes a la ruptura. (Contreras, 2001). Contenidos altos, mayores a 26% dan lugar a productos con texturas duras; por otro lado, si son bajos, menores a 23%, serán deformes. (Moreno, 2000).

Las variedades de papas que acumulan azúcares durante el almacenamiento no sirven para el procesamiento de papas fritas tipo chips. (Pajar, 2008). Esto establece que los azúcares reductores, son indispensables al momento de seleccionar una variedad para fritura, pues tienen una relación directa con el color final de las hojuelas. (Murillo, 2007). Los principales factores que influyen en el contenido de azúcares son

la variedad, la madurez del tubérculo, las condiciones de almacenamiento y estrés hídrico. (Valdunciel, 2008).

Como resultado de un nivel alto de azúcares reductores, fructosa y glucosa, durante la fritura, se da un proceso químico no deseado en la industrialización, denominado reacción de Maillard. (Polo, 2017). Mismo que causa oscurecimiento del producto, debido a la reacción de aminoácidos y azúcares, generando un sabor amargo, degradando las proteínas y disminuyendo el valor nutricional del producto final. (Cardelle, 2005).

Cuando el contenido de azúcares reductores, sobrepasa niveles de 0.03, existen problemas de oscurecimiento. (Santana, 2003). El azúcar presente en las papas es la sacarosa, está por sí misma no causa pardeamiento no enzimático, el problema se lleva a cabo cuando esta se hidroliza e origina Fructosa y glucosa. (Pajar, 2008). La principal causa para dar origen a la hidrólisis, es el mal manejo de la temperatura en almacenamiento, ocasionando un nivel elevado de sacarosa y aumentando el porcentaje de azúcares reductores. (Valdunciel, 2008)

La fritura es un método de deshidratación utilizado primordialmente sobre productos amiláceos, destinado a modificar las características estructurales y organolépticas. (Lucas, Dumar y Vasco, 2011). Este proceso se da al momento que el tubérculo entra en contacto con aceite caliente y tiene como fin sellar el producto para conservar el sabor, creando así productos más atractivos para el consumidor. (Correa, 2004). Durante la fritura, se gelatiniza el almidón, parcialmente las enzimas se inactivan y los tejidos se ablandan. (Lucas et al., 2011). Estos procesos forman una capa que no permite que se pierdan jugos, obteniendo así, un sabor concentrado debido a la disminución de humedad durante el proceso. (Fellows, 1994).

Existen varios tipos de fritura, en este caso se hablará de la fritura por inmersión, en donde la eficiencia y velocidad dependen de la calidad y temperatura del aceite, esta suele estar entre 150 y 190 °C. (Ramos y Tarazona, 2001). Favoreciendo así a un alto porcentaje de deshidratación en menor tiempo. Se considera también de suma importancia, el tiempo de fritura, el cual está directamente relacionado con la

temperatura. (Vázquez, Ramos, Ybarra, Rubio, Covarrubias Y Cadena, 2013). Para las temperaturas antes mencionadas se utiliza un tiempo aproximado de dos minutos.

En un producto frito como es el caso de los chips, la humedad es un importante indicador de calidad, junto con factores como la textura y el color, entre otros. (Castro, 2008). El porcentaje de humedad en un producto frito no debe sobrepasar el 3%, mientras que la cantidad de aceite del mismo llega hasta 35% aproximadamente. (Lucas, 2011).

El color es un factor sumamente importante, por no decir el más importante, ya que mediante este el consumidor acepta o rechaza el producto. (Pajar, 2008). Este factor en las hojuelas fritas, depende de los aminoácidos y los azúcares reductores, los cuales dan lugar al pardeamiento no enzimático o reacción de Maillard. (Rodríguez, 2015). Dando como resultado una coloración oscura, no deseada por la industria ni por el consumidor.

Comúnmente, a nivel industrial, la forma más utilizada para determinar el color de los chips es la escala CIELAB, (Vásquez, 2015). Esta escala determina los cambios de color, de la misma manera que el ojo humano, por lo cual se considera el método más preciso y efectivo. (Lucas, 2011). En esta escala de color se miden los valores  $L^*a^*b$  para expresar la diferencia de color entre muestras, siendo la dimensión  $L$  la claridad, la dimensión  $a^*$  las matices rojas – verdes y  $b^*$  las matices azul – Amarillo. (Rettig, 2014).

Entonces, se considera de suma importancia estudiar y analizar los parámetros y factores antes mencionados, debido a que estos pueden afectar positivamente en la industrialización de un producto, si se encuentran en los parámetros adecuados, por el otro lado, si no se encuentran dentro de los índices correspondientes, afectaran negativamente al producto, ocasionando pérdidas y sobre todo una mala calidad en el producto industrializado.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (INIAP), en la estación experimental Santa Catalina, ubicado en el sur de Quito. Otra parte de la investigación, fue realizada en el laboratorio de análisis sensorial de la Universidad de las Américas, situada en el norte de Quito.

La siembra de los tubérculos se realizó en la provincia de Bolívar, en tres distintas localidades, que presentan características específicas en cuanto a altitud y temperatura, como se puede observar en la tabla 1.

Tabla 1.

*Alturas de siembra en las tres distintas localidades.*

| <b>Ubicación</b> | <b>Localidad 1</b> | <b>Localidad 2</b> | <b>Localidad 3</b> |
|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Provincia        | Bolívar            | Bolívar            | Bolívar            |
| Cantón           | Guaranda           | Chimbo             | Guaranda           |
|                  | Naguan             | La Magdalena       | Santa Fe           |
| Altitud msnm     | 2770               | 2850               | 3100               |

#### 3.2 Material Vegetal

Para esta investigación, se utilizaron distintos clones y variedades de papa desarrollados por el INIAP.

Para el estudio de los distintos clones y variedades, se tomó como referencia dos variedades testigo, Súper Chola y Gabriela, ya que estas variedades se encuentran dentro de las más utilizadas en el campo por su buen rendimiento y calidad para fines industriales.

El resto de variedades utilizadas fueron Fátima, Victoria, Natividad, Libertad, Yana Shungo y Puca Shungo. Los clones utilizados fueron; 11991, 073215 y 983812.

Estos clones y variedades, presentaron diferentes características, en los factores evaluados, según las diferentes variables.

### **3.3 Condiciones de almacenamiento.**

Los tubérculos fueron almacenados, después de su cosecha en cada localidad antes mencionada. Con parámetros adecuados para la perduración en el tiempo. A temperatura ambiente, en un lugar oscuro y con aireación apropiada.

### **3.4 Diseño experimental.**

Se realizó un diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial  $11 * 4 * 3$  con 3 repeticiones. Totalizando 396 ensayos. Se utilizará el método Tukey al 5% para comparaciones múltiples.

Factores: Su utilizaran factores ya que, en el diseño experimental planteado, existe la combinación de distintos tratamientos. Los factores a analizar son: Variedades, almacenamiento y localidades. (Tabla 2).

Niveles: Se utilizará número de niveles ya que, en el diseño experimental planteado, existe la combinación de distintos tratamientos.

Las variables analizadas fueron porcentaje de materia seca, porcentaje de hojuelas buenas tipo chips y coloración después de la fritura.

La investigación se desarrolla en base a tres factores, que corresponden a las variedades, los días de almacenamiento y las diferentes localidades de la provincia de Bolívar, como se puede observar en la tabla 2. Se evaluaron dos variables distintas, Materia Seca y Color después de la fritura, y como afectan estas en la calidad final del producto hojuelas de papas fritas tipo chips.

Tabla 2.

*Factores a evaluar de tubérculos sembrados en la provincial de Bolívar.*

| <b>Factores</b> | <b>Variedades</b> | <b>Almacenamiento</b> | <b>Localidades</b> |
|-----------------|-------------------|-----------------------|--------------------|
|                 | Súper Chola       | 10 Días               | Naguan             |
|                 | Gabriela          | 25 Días               | Chimbo             |
|                 | Fátima            | 55 Días               | Santa Fe           |
|                 | Victoria          |                       |                    |
|                 | Josefina          |                       |                    |
|                 | Libertad          |                       |                    |
|                 | Natividad         |                       |                    |
|                 | Puca Shungo       |                       |                    |
|                 | Yana Shungo       |                       |                    |
|                 | 11991             |                       |                    |
|                 | 073215            |                       |                    |
|                 | 983812            |                       |                    |

### **3.5 Método para la medición de materia seca**

La materia seca es un parámetro que determina la cantidad de sólidos totales que tiene el tubérculo, en el caso de papas fritas tipo chips, se requiere un porcentaje ideal de 25%, el cual no debería estar en un rango de 22% a 26%.

La medida de materia seca, se la realiza con un hidrómetro (PW – 2050 Weigher). Debe ser tomada de todas las variedades, se realizan tres repeticiones de cada variedad en los distintos días de almacenamiento.

Para realizar la medición, es necesario en primer lugar calibrar el hidrómetro, una vez calibrado, se llena una tina con agua, ya que la medición se la realiza primero en el aire y luego en el agua, es necesario enjuagar las papas que estaban en almacenamiento, posteriormente, se requiere tener mínimo 1500 gr de cada muestra que se va a realizar, como se realizan tres repeticiones, se requieren mínimo 4500 gr de cada variedad. Una vez pesadas las muestras, se procede a realizar las tres repeticiones con el hidrómetro. (Figura 1.)



*Figura 1.* Medición de materia seca con Hidrómetro PW – 2050 Weigher.

### **3.6 Método para la medición en calidad de fritura.**

Una vez que ha culminado el proceso de la obtención de materia seca, se da lugar al inicio del proceso de industrialización, el cual tiene como fin la obtención de papas fritas tipo chips.

El primer paso de este proceso es el pelado del tubérculo, el cual se lo realiza a todas las variedades por separado, el pelado se encuentra dividido en dos partes, la primera parte se lo realiza mecánicamente con una peladora de papas. (Figura 2). Este proceso tiene una duración de 2 a 3 minutos, posteriormente se realiza un pelado manual, para dejar la papa sin irregularidades y eliminar todas las impurezas. (Figura 3).

Cabe recalcar, que a partir de la extracción de la cascara, el tubérculo debe permanecer en constante hidratación, de lo contrario empieza a producirse pardeamiento enzimático, obteniendo así una coloración café no deseada en el producto.



*Figura 2. Papas peladas con peladora mecánica.*

*Como se mencionó anteriormente, es de suma importancia corregir el pelado de manera manual, hasta que las papas queden lo más uniformes posibles.*



*Figura 3. Papas peladas mecánica y manualmente.*

Una vez que las papas están listas, se procede a cortar en rodajas diez papas, este proceso se lo realiza mecánicamente con una rodajadora Robot Coupe CL50, mientras más uniforme sea el tubérculo y el pelado, se obtendrán hojuelas de mejor calidad.

Se deben seleccionar las diez mejores papas de cada variedad, y obtener las diez mejores hojuelas de cada una, obteniendo cien hojuelas por variedad.

Para seleccionar correctamente las hojuelas, esta debe ser uniformes y mantener el mismo espesor, ya que una hojuela muy fina se quema más rápido en la fritura, de lo contrario una muy gruesa, tarda mucho en freír. (Figura 4).



*Figura 4.* Hojuelas de papas listas para freír.

Este proceso, tiene como fin la deshidratación de la papa, logrando así que se concentre el sabor y brindando al consumidor un producto agradable. En esta investigación, se realiza fritura por inmersión, con el fin de tener un color y aspecto uniforme, ya que toda la superficie recibe el mismo tratamiento térmico. (Castro, 2008).

El proceso de fritura se lo realiza por 2 minutos a una temperatura de 175 °C, previamente se escogieron cien hojuelas, por lo que se da el mismo tratamiento cuatro veces con veinte y cinco hojuelas a cada variedad de papa. (Figura 5).

La temperatura se mide constantemente con un termómetro digital, y el tiempo es medido con exactitud con un cronometro.



Figura 5. Hojuelas de papa frita tipo chips.

Determinación de la calidad de hojuelas, según el color de fritura.

El color es uno de los más importantes parámetros de calidad, por de decir el más importante, ya que es lo primero que se ve al momento de fabricar o consumir este tipo de productos.

La determinación de la calidad, está dada por un porcentaje de hojuelas buenas, esta clasificación se realiza en base a una escala compuesta por cinco niveles, en donde 1 son chips cremas sin ninguna mancha u oscurecimiento, y 5 son chips quemadas en su totalidad con manchas café oscuro intenso, como se puede ver en la (tabla 3).

Tabla 3.

*Niveles de la escala de valoración para hojuelas de papa.*

| Escala | Descripción   | Calificación |
|--------|---|--------------|
| 1      | Chips cremas sin ninguna mancha u oscurecimiento  | Muy buena    |
| 2      | Chips cremas con ligero oscurecimiento, manchas periféricas o centrales de color café claro de diámetro < a 0.5 cm  | Buena        |
| 3      | Chips cremas con ciertas manchas oscuras de diámetros < a 0.5 cm en los bordes, que no cubran más del 25% del chip. | Regular      |
| 4      | Chips marrón oscuro con manchas oscuras de diámetro > a 1.8 cm, que no cubran más del 50% del chip.                 | Mala         |
| 5      | Chips quemados en su totalidad, con manchas cafés oscuro intenso periféricas o centrales de diámetro > a 1,8 cm.    | Indeseable   |

Posteriormente, con referencia en los niveles de la escala, se procede a separar los chips, colocándolos en la escala respectiva, tomando en cuenta la descripción. Los chips que se encuentran dentro del 1 al 3, son chips buenos industrialmente, los niveles se pueden observar en la (figura, 6)

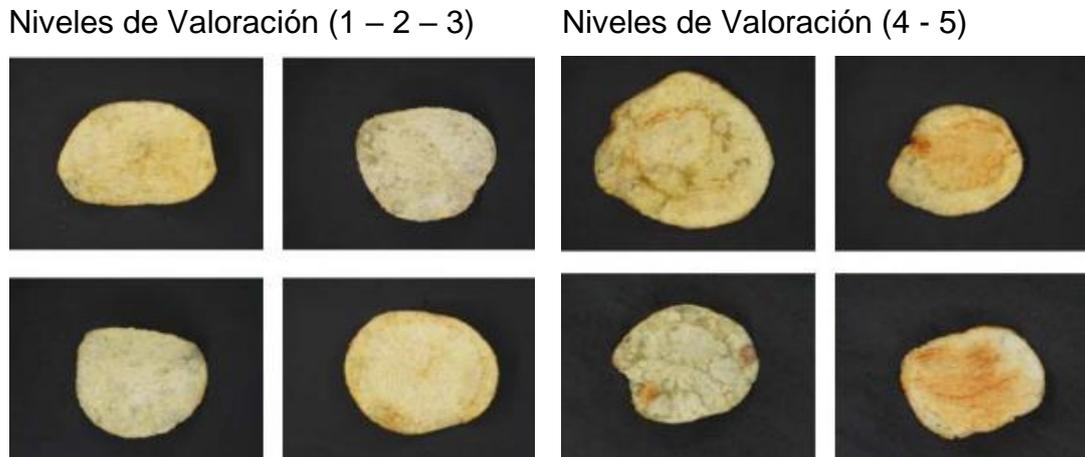


Figura 6. Niveles de valoración visual de hojuelas de papa.

### 3.7 Método para la medición de color.

La medición de color, se realizó con la escala  $L^*a^*b^*$ , (Figura 7). Este método se realizó posteriormente con un colorímetro en la Universidad de las Américas, para poder corroborar la información que se obtuvo con anterioridad.

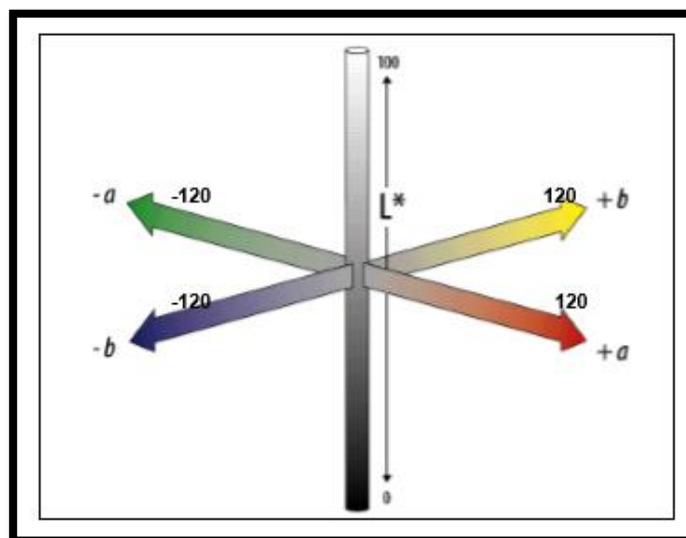


Figura 7. Representación del sistema CIE  $L^*a^*b^*$ . Adaptada de Noor et al., 2012.

### 3.8 Análisis Estadístico

Para el desarrollo de los cálculos correspondientes de este trabajo se aplicó un análisis de varianza con interacción de factores, y una prueba de medias Tuckey al 5%. Se utilizó también, análisis de varianza ANOVA con el programa estadístico Infostat, para determinar los diferentes efectos, relaciones y resultados en la calidad industrial del procesamiento de once variedades de papa.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La determinación del efecto de la altura de siembra y de almacenamiento sobre la materia seca, se analizó con una prueba de normalidad de Shapiro Wilk. ( $P > 0.05$ ). La prueba de normalidad no presentó resultado ajustados a una curva estándar. Por lo cual se separaron los análisis de varianza en las tres localidades. Pese a esta falta de normalidad, los promedios muestran que en este estudio si existen diferencias, como se puede observar en las tablas (4,5 y 6)

Tabla 4.

*Análisis de Varianza, Andeva, fuentes de variación de materia seca en la localidad de Naguan (2770 msnm)*

| <b>F.V.</b>             | <b>SC</b> | <b>gl</b> | <b>p-valor</b> |
|-------------------------|-----------|-----------|----------------|
| Modelo.                 | 751.57    | 28        | <0.0001        |
| Periodo de Tiempo       | 102.27    | 2         | <0.0001        |
| Clon/ Variedad          | 604.67    | 8         | <0.0001        |
| Repetición              | 0.51      | 2         | 0.6867         |
| época*Clon/<br>Variedad | 44.13     | 16        | 0.0001         |
| Error                   | 34.87     | 52        |                |
| Total                   | 786.44    | 80        |                |

Tabla 5.

*Análisis de Varianza, Andeva, fuentes de variación de materia seca en la localidad de Chimbo (2850 msnm).*

| F.V.                    | SC     | gl | p-valor |
|-------------------------|--------|----|---------|
| Modelo.                 | 166.04 | 28 | <0.0001 |
| Periodo de tiempo       | 24.28  | 2  | <0.0001 |
| Clon/ Variedad          | 53.36  | 8  | <0.0001 |
| Repetición              | 0.5    | 2  | 0.6113  |
| Época*Clon/<br>Variedad | 87.9   | 16 | <0.0001 |
| Error                   | 26.28  | 52 |         |
| Total                   | 192.32 | 80 |         |

Tabla 6.

*Análisis de Varianza, Andeva, fuentes de variación de materia seca en la localidad de Santa Fe (3100 msnm).*

| F.V.                     | SC     | gl | p-valor |
|--------------------------|--------|----|---------|
| Modelo.                  | 319.74 | 28 | <0.0001 |
| Periodo de tiempo        | 47.88  | 2  | <0.0001 |
| Clon/ Variedad           | 202.56 | 8  | <0.0001 |
| Repetición               | 4.21   | 2  | 0.0032  |
| Época *Clon/<br>Variedad | 65.09  | 16 | <0.0001 |
| Error                    | 17.05  | 52 |         |
| Total                    | 336.79 | 80 |         |

Como se puede observar en las tablas (4, 5 y 6), a excepción de la repetición, todas las fuentes de variación influyen en este estudio. Esto indica que las pruebas realizadas son adecuadas, y que la toma de muestras no varía significativamente. Por otro lado el resto de fuentes de variación, la época y las variedades, presentan diferencias significativas, al igual que las localidades, por lo tanto todas las variables menos las repeticiones, influyen en este estudio.

La comparación de la cantidad de materia seca, en las variedades de cada altura (Naguan, Chimbo y Santa Fe.), dio como resultado cantidades significativamente diferentes de materia seca. ( $P < 0.0001$ ). Las diferencias estadísticas del porcentaje

de materia seca en este estudio, se debe a la variación de altura y temperatura que existe entre las distintas localidades. (Tabla 7).

Tabla 7.

*Método Tuckey, análisis de los promedios más altos de materia seca, presentado por las distintas variedades, en las tres localidades.*

| Localidad | Clon/     |        | Calificación | Desviación |
|-----------|-----------|--------|--------------|------------|
|           | Variedad  | Medias |              | Estándar   |
| Naguan    | 07.32.15  | 30.73  | A            | 0.34       |
| Naguan    | 11.9.91   | 25.35  | B            | 0.83       |
| Naguan    | Natividad | 25.04  | B            | 1.85       |
| Chimbo    | 07.32.15  | 24.88  | A            | 0.45       |
| Chimbo    | 98.38.12  | 23.28  | B            | 0.66       |
| Chimbo    | 11.9.91   | 23.06  | B            | 1.70       |
| Santa Fe  | 11.9.91   | 24.84  | A            | 1.31       |
| Santa Fe  | 98.38.12  | 23.26  | B            | 1.36       |
| Santa Fe  | 07.32.15  | 22.72  | BC           | 1.68       |

Aunque la papa es un cultivo versátil, capaz de adaptarse a diversos factores, la mejor producción ocurre a una temperatura de 10 a 20 °C. (FAO, 2008). Por lo cual, mientras más alto se encuentra el cultivo, más baja es la temperatura. Esto se ve reflejado en los resultados. (Tabla 7). En donde la localidad de Naguan que se encuentra a 2770 msnm, presentó mayores contenidos de materia seca en los tubérculos. A diferencia de Chimbo y Santa Fe que se encuentran a 2850 msnm y 3100 msnm respectivamente y presentan cantidades inferiores de materia seca. En este estudio.

La mayor cantidad de materia seca se presentó en el clon, (07.32.15), en la localidad de Naguan, seguido por el clon (11.9.91) y la variedad (Natividad), todas en la localidad de Naguan. (Tabla 7). Lo que evidencia que, en este estudio, la localidad con menor altura, presento mejor contenido de materia seca en los tubérculos.

En este estudio, también se evaluó, el desarrollo de las variedades a diferentes alturas, con fin de saber la mejor variedad para industrialización. (Tabla 8, 9 Y 10).

Tabla 8.

*Análisis de varianza, calidad de fritura en la localidad de Naguan.*

| <b>F.V.</b>              | <b>SC</b> | <b>gl</b> | <b>p-valor</b> |
|--------------------------|-----------|-----------|----------------|
| Modelo.                  | 49291.75  | 29        | <0.0001        |
| Periodo de tiempo        | 366.36    | 2         | 0.632          |
| Clon/ Variedad           | 31553.8   | 8         | <0.0001        |
| Repetición               | 408.6     | 3         | 0.7942         |
| Época *Clon/<br>Variedad | 16962.98  | 16        | 0.0021         |
| Error                    | 30959.38  | 78        |                |
| Total                    | 80251.13  | 107       |                |

Tabla 9.

*Análisis de varianza, calidad de fritura en la localidad de Chimbo*

| <b>F.V.</b>              | <b>SC</b> | <b>gl</b> | <b>p-valor</b> |
|--------------------------|-----------|-----------|----------------|
| Modelo.                  | 66327.04  | 29        | <0.0001        |
| Época                    | 517.38    | 2         | 0.3588         |
| Clon/ Variedad           | 57878.62  | 8         | <0.0001        |
| Repetición               | 1299.43   | 3         | 0.1659         |
| Época *Clon/<br>Variedad | 6631.61   | 16        | 0.0721         |
| Error                    | 19427.99  | 78        |                |
| Total                    | 85755.03  | 107       |                |

Tabla 10.

*Análisis de varianza, calidad de fritura en la localidad de Santa Fe.*

| <b>F.V.</b>              | <b>SC</b> | <b>gl</b> | <b>p-valor</b> |
|--------------------------|-----------|-----------|----------------|
| Modelo.                  | 182627.67 | 29        | <0.0001        |
| Época                    | 4535.17   | 2         | <0.0001        |
| Clon/ Variedad           | 164166.89 | 8         | <0.0001        |
| Repetición               | 149.94    | 3         | 0.5798         |
| Época *Clon/<br>Variedad | 13775.66  | 16        | <0.0001        |
| Error                    | 5916.51   | 78        |                |
| Total                    | 188544.18 | 107       |                |

Factores como la altura y el clima, pueden dar como resultado tubérculos con bajo contenido de materia seca. Si la cantidad de materia seca es menor al 20%, los

tubérculos son susceptibles al deterioro. Además, son menos recomendados para la industrialización. (Duran, 2007).

En los resultados para este estudio, se pudo observar, que las localidades de Naguan (Tabla 8) y Chimbo (Tabla 9), mantienen buena calidad de fritura, durante el paso del tiempo, debido a que su p-valor en periodo de tiempo, no varía significativamente, lo que quiere decir que la época no influye. (Tabla 8 y 9). A diferencia de la localidad de Santa Fe, que fue irregular en la calidad de fritura con el paso del tiempo. Presento un p-valor en periodo de tiempo  $<0.0001$ . (Tabla 10). Esto se debe a que a mayor altura, las temperaturas presentan picos más altos y bajos, lo que no permite que un cultivo permanezca estable, causando que el mismo se deteriore con el tiempo. (Kohler, Wehrli y Jurek. 2014)

La relación entre los días de almacenamiento y el comportamiento de las variedades, fue analizada en tres periodos de tiempo distintos. (10 días, 25 días y 55 días.) El almacenamiento se llevó a cabo en las tres localidades de siembra. La comparación de estos tres periodos, dio como resultado ( $P < 0.0001$ ), en la influencia de los periodos de tiempo sobre las variedades. (Tabla 11).

Tabla 11.

*Análisis de varianza, cantidad de materia seca en los diferentes periodos de almacenamiento.*

| Localidad | F.V.           | SC     | gl | p-valor   |
|-----------|----------------|--------|----|-----------|
| Naguan    | Periodo Tiempo | 102.27 | 2  | $<0.0001$ |
| Chimbo    | Periodo Tiempo | 24.28  | 2  | $<0.0001$ |
| Santa Fe  | Periodo Tiempo | 47.88  | 2  | $<0.0001$ |

Tabla 12.

*Análisis de varianza, calidad de fritura en los diferentes periodos de almacenamiento.*

| Localidad | F.V.              | SC      | gl | p-valor |
|-----------|-------------------|---------|----|---------|
| Naguan    | Periodo de Tiempo | 366.36  | 2  | 0.632   |
| Chimbo    | Periodo de Tiempo | 517.38  | 2  | 0.3588  |
| Santa Fe  | Periodo de Tiempo | 4535.17 | 2  | 0.211   |

Esto muestra, que los distintos días de almacenamiento influyeron significativamente en el contenido de materia seca del tubérculo. (Tabla 11). A diferencia del análisis de varianza entre los días de almacenamiento y la calidad de fritura. Estos resultados no muestran diferencias significativas. (Tabla 12). Esto quiere decir, que los días de almacenamiento no influyeron en la calidad de fritura.

Se define como alto porcentaje de materia seca si una papa tiene en su composición más del 20%, contenido medio si tiene de 18% a 19.9% y bajo contenido, menos de 17.9%. (Cacace et al., 1994). Esta teoría explica, por qué si los días de almacenamiento que influyen en la cantidad porcentual de materia seca, no afectan significativamente la calidad de fritura.

El contenido de materia seca durante el almacenamiento, depende de varios factores, entre esos la variedad de la papa, no todas las variedades reaccionan de la misma manera. (Orena, 2015). Por lo que en este estudio, se logró determinar el mejor periodo de almacenamiento y su efecto en variedades específicas.

Tabla 13.

*Promedios y Desviación estándar de cantidad de materia seca y calidad de fritura en los diferentes periodos de almacenamiento.*

| Días | Promedio |                  | D. Estándar |             |
|------|----------|------------------|-------------|-------------|
|      | M.S      | D. Estándar M.S. | Fritura     | Fritura     |
| 10   | 23.72    | 1.81             | 72.03       | 12.92639548 |
| 55   | 23.02    | 0.61             | 65.30       | 17.9860622  |
| 25   | 22.62    | 1.94             | 64.08       | 18.73838929 |

Los mejores resultados se presentan a los 10 días de almacenamiento. (Tabla 13). Los primeros 15 días de almacenamiento son críticos para asegurar la calidad de un cultivo con fines comerciales. (Penn State U, 2004). Las papas almacenadas por tres meses, requieren condiciones más estrictas, para evitar la deshidratación de los tubérculos y la aparición de brotes. (Arévalo, 2010). Es por esto que es este estudio, los resultados tanto de materia seca como de fritura se encuentran en parámetros adecuados, ya que no existió una toma de muestra en un almacenamiento en más de tres meses.

La calidad de las papas para industrialización, se refleja en el color después de la fritura. Una papa de buena calidad industrial, presentara un color amarillo, sin manchas o pardeamiento. La mala calidad industrial se verá reflejada en manchas marrón oscuro y quemadura tanto en el interior como en los bordes de las hojuelas. Para el análisis del color después de la fritura, se utilizó la escala CIELAB, con el modelo  $L^*a^*b^*$ . (Tabla 14).

Tabla 14.

*Escala CIELAB.*

| Rangos   | Determinación |
|----------|---------------|
| L = 0    | Negro         |
| L = 100  | Blanco        |
| a = -120 | Verde         |
| a = +120 | Rojo          |
| b = -120 | Azul          |
| b = +120 | Amarillo      |

Para el análisis de este estudio, se realizó la toma de muestras de cada variedad, Se tomaron muestras con el colorímetro, y se obtuvieron los promedios y las desviaciones estándar de cada variedad, para relacionar que variedad presenta mejor calidad, en relación a los colores de fritura.

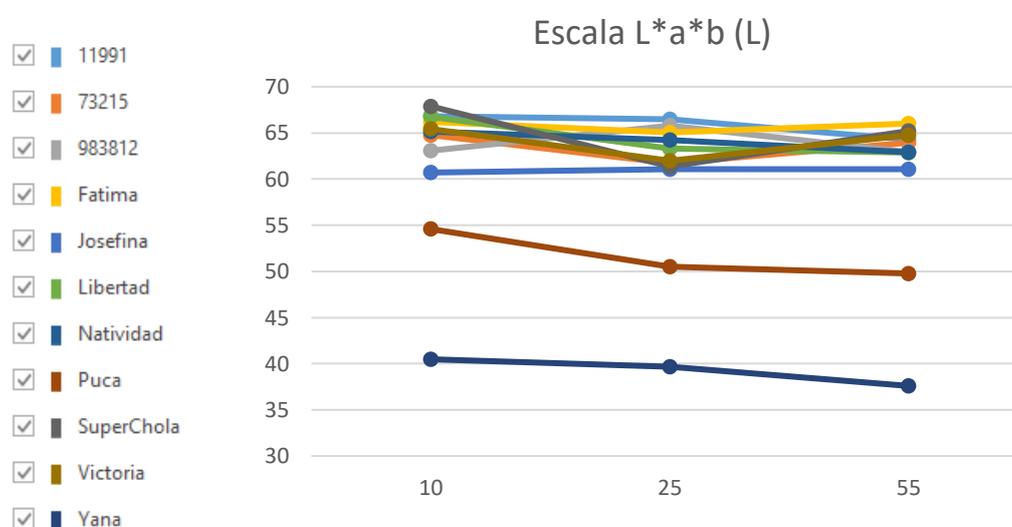


Figura 8. Representación de los promedios de coloración en escala L.

La luminosidad del colorímetro, representa que tan clara u oscura es una papa. (Vásquez, 2015). La mayoría de variedades, se encuentran en un rango de 60 a 70 de luminosidad. (Figura 8). Esto significa que la tendencia es hacia blanco, dando como resultado chips claras. Las variedades Yana y Puca, tienen luminosidad menor a 55, llegando hasta 38, lo que significa que tienden a oscurecerse, por lo tanto estas variedades no son adecuadas para fritura.

Se logra observar también que los mejores resultados en días de almacenamiento para fritura son a los 10 y 55 días, ya que se muestran los picos más altos, a diferencia del día 25 en donde la calidad de fritura tiende a disminuir. (Figura 8).

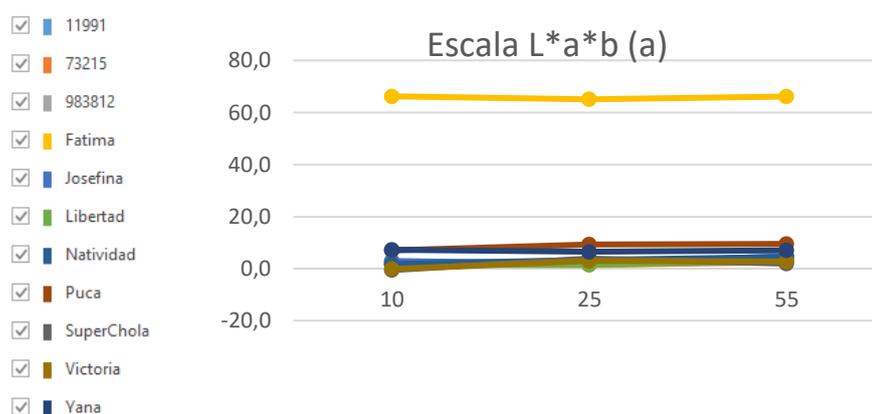
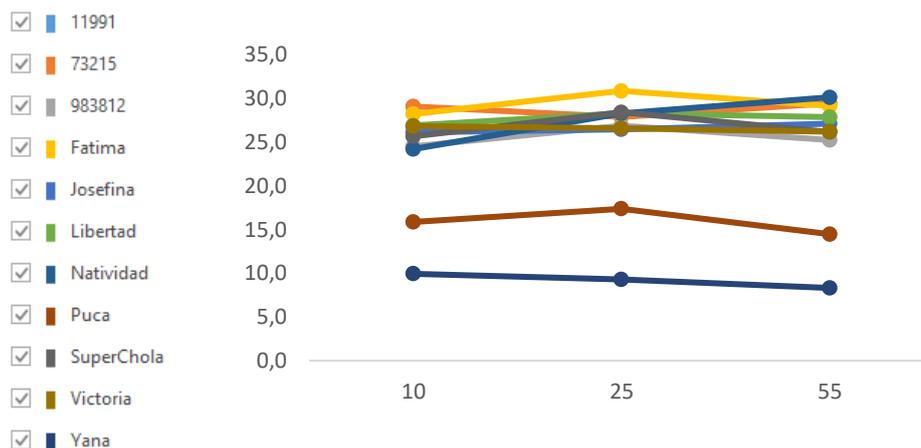


Figura 9. Representación de los promedios de coloración en escala a.

En la croma a, se puede ver como la mayoría de las variedades se encuentran en un rango de -3 a 10, lo que representa que tienden a ser neutras y un poco verdes, lo cual es positivo para la industrialización. A diferencia de la variedad Fátima, que tiende hacia colores rojos, lo que representa que se puede oscurecer durante el proceso de fritura. (Tabla 9).



*Figura 10.* Representación de los promedios de coloración en escala b.

En la cromatografía b, se puede observar que las variedades en su mayoría son más amarillas, esto es un buen indicador para fritura de hojuelas, ya que ese es su color característico. Las variedades Puca y Yana presentan valores más bajos entre 5 y 25, lo que muestra que tienden a colores azules, esto concuerda con este estudio, ya que las variedades Yana y Puca son variedades de coloración morada por naturaleza.

Se puede ver en estas figuras, los cambios que presentaron las variedades, y a excepción de Yana y Puca, las otras variedades en su mayoría, presentan parámetros adecuados para la industrialización de papas fritas tipo chips.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

La mejor altura fue Naguan, localizada a 2770 msnm, en donde las variedades presentaron la mayor cantidad de materia seca, entre 26% y 30.52%, de la misma forma, en Naguan se encontró la mejor calidad de chips buenos para fritura, mismos que dieron como resultado 71% de chips de buena calidad en escala de 1 a 3. Por otro lado, la localidad de Santa Fe, localizada a (3100 msnm), obtuvo los resultados más bajos tanto de materia seca como de fritura, por lo que esa altura no es óptima para la producción de chips industriales.

Los mejores resultados de cantidad de materia seca y calidad de fritura, fueron a los 10 días de almacenamiento, presentando tubérculos en buen estado, sin efectos físicos ni químicos en el proceso industrial, por otro lado, los peores resultados se dieron a los 55 días de almacenamiento, Estas diferencias entre la calidad y el periodo de almacenamiento, se dan ya que a partir de los 30 días de almacenamiento los tubérculos entran en un proceso de deshidratación, esto sucede si las condiciones de almacenamiento no son las ideales.

Las variedades de mejor calidad fueron el clon 073215, la variedad Súper Chola y el clon 11991, manteniendo un color entre 63 y 65 en  $L^*$ , la cual representa la luminosidad y se mide en un rango de 0 a 100, en donde 0 es negro y 100 es blanco. El color en  $a^*$  presenta un rango de -60 a +60, siendo rojo (-60) y verde (+60), los resultados en  $a^*$  fueron de 1.7 a 2.5. El color en  $b^*$  presenta un rango de -60 a +60, en donde azul es (-60) y amarillo (+60), los resultados en  $b^*$  fueron de 26.7 a 28.8.

### 5.2 Recomendaciones

Se recomienda sembrar los tubérculos a alturas no menores de 2600 msnm, ni mayores a 3100 msnm, a alturas sumamente bajas o altas, el rendimiento es menor.

Se recomienda almacenar las papas con buenas condiciones de temperatura, luz y aireación, por un periodo no mayor a 60 días, ya que en este periodo se mantiene la calidad y el color.

Se recomienda realizar un estudio en más días de almacenamiento y en alturas significativamente diferentes, así se podrá evaluar grandes diferencias entre las diferentes variedades de papas.

Se recomienda aumentar la cantidad de tubérculos sembrados, aumentando la producción, para lograr analizar de manera adecuada todos los factores, las variedades y las variables.

Se recomienda realizar un seguimiento de este estudio, analizando los parámetros de almacenamiento en condiciones ideales, para evaluar el máximo de días que un tubérculo con fin industrial, puede ser almacenado.

## REFERENCIAS

- Alonso, J. (2017). Almacenamiento de papa. Recuperado el 6 de Junio del 2018, de <file:///C:/Users/andrea/Desktop/Tesis/Bibliografia%20Mendeley/EI%20almacenamiento%20de%20la%20papa.pdf>
- Arévalo, J. (2010) Almacenamiento de papa. Recuperado el 6 de Junio del 2018, de <http://logis36192.blogspot.com/>
- Avalos, J. (2011). La papa. Recuperado el 15 de mayo del 2018, de <http://ingenieriaagroindustrial-unt.blogspot.com/2011/10/la-papa.html>
- Avilés, J. y Piedra, E. (2016). Manual del cultivo de papa en costa rica (*Solanum tuberosum* L.). Recuperado el 15 de mayo del 2018, de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10931.pdf>
- Cabieses, F., Chauvin, L., Glave, L., Lumbreras, L., Millones, L., Ochoa, C., Rhoades, R., Swaminathan, M., Wust, W. y Zandstra, W. (2006). Tesoro de los Andes. Recuperado el 15 de mayo del 2018, de [https://books.google.com.ec/books?id=8UE6bR6GI5QC&pg=PA125&dq=papa+tuberculo&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiEnqS\\_-IfbAhUlvFkKHearAxMQ6AEIMzAD#v=onepage&q=papa%20tuberculo&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=8UE6bR6GI5QC&pg=PA125&dq=papa+tuberculo&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiEnqS_-IfbAhUlvFkKHearAxMQ6AEIMzAD#v=onepage&q=papa%20tuberculo&f=false)
- Cacace, E., Huarte, M., and M. y Monfi I (1994). Producción de papa. Recuperado el 20 de junio de 2018 de <file:///C:/Users/andrea/Downloads/produccion-de-papa.pdf>
- Cadiz, F. (s.f.). Principales enfermedades de la papa en el almacenamiento y su manejo. Recuperado el 8 de junio del 2018, de <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40680.pdf>
- Cardelle A. (2005). Evaluación del pardeamiento no enzimático en alimentos derivados de cereales. Recuperado el 8 de Junio del 2018, de [https://www.researchgate.net/publication/268285313\\_Evaluacion\\_del\\_pardeamiento\\_no\\_enzimatico\\_en\\_alimentos\\_derivados\\_de\\_cereales](https://www.researchgate.net/publication/268285313_Evaluacion_del_pardeamiento_no_enzimatico_en_alimentos_derivados_de_cereales)
- Castro, M. (2008). Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la patata para fritura. Recuperado el 09 de junio de 2018 de [http://riubu.ubu.es/bitstream/10259.1/27/4/Castro\\_Lara.pdf](http://riubu.ubu.es/bitstream/10259.1/27/4/Castro_Lara.pdf)

- Coció, C. (2006). Estudio de la distribución del aceite en rodajas de papa frita. Recuperado el 8 de junio del 2018, de [http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2006/cocio\\_c/sources/cocio\\_c.pdf](http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2006/cocio_c/sources/cocio_c.pdf)
- Crisci, C. (1992). Almacenamiento de papas. Recuperado el 16 de mayo del 2018, de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2926/1/111219220807120127.pdf>
- Duran, D. (2007). Determinación de Calidad Culinaria y Organoléptica de 50 Variedades de Papa Nativa Originaria de Chiloé. Recuperado el 08 de junio de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/fad948d/doc/fad948d.pdf>
- Egas, E. (2017) Consumo de papa. Recuperado el 6 de Junio del 2018, de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/el-ecuatoriano-consume-24-kilos-de-papa-al-ano>
- Egúsqüiza, B. (2000). La papa, producción, transformación y comercialización. Recuperado el 15 de mayo del 2018, de <https://books.google.com.ec/books?id=6ciGbBX0uFwC&pg=PA191&dq=caracteristicas+de+la+papa+para+industrializacion&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj9hdq271jbAhWGzlkKHdiYDjsQ6AEILjAC#v=onepage&q=caracteristicas%20de%20la%20papa%20para%20industrializacion&f=false>
- Hasbún, J., Esquivel, P., Brenes, P. Alfaro y Li. (2009). Propiedades físico-químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa. Recuperado el 6 de Junio del 2018, de [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v33n01-077.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v33n01-077.pdf)
- Inostroza, J., Méndez P. y Carillanca. (s.f.). Almacenaje de papa. Recuperado el 6 de Junio del 2018, de <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR36511>
- Lishman, M. (2016). Equipos para control de papas. Recuperado el 16 de mayo del 2018, de <http://martinlishman.com/wp-content/uploads/Potato-Quality-Equipment-2016-South-American.pdf>
- Lucas, J., Quintero, V., Vasco, J. y Núñez, L. (2011). Evaluación de los parámetros de calidad durante la fritura de rebanadas de papa criolla. Recuperado el 6 de Junio del 2018, de <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/viewFile/1317/905>

- MAGAP (2013) Papa en Bolívar. Recuperado el 6 de Junio del 2018, de <https://www.agricultura.gob.ec/?s=Peque%C3%B1os+productores+de+Bol%C3%ADvar+incrementar%C3%A1n+producci%C3%B3n+de+papa>
- Materano, W., Zambrano, J., Maffei, M., Valera, A., Quintero, I., Torres, C. (2011). Influencia de la temperatura de almacenamiento sobre la pérdida de peso y el porcentaje de brotación en papa. v Recuperado el 16 de mayo del 2018, de [http://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/suplemento\\_diciembre\\_2011/v28supl1a2011pv\\_161.pdf](http://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/suplemento_diciembre_2011/v28supl1a2011pv_161.pdf)
- Monteros, A. (2016). Rendimiento de papa en el Ecuador. Recuperado el 15 de mayo del 2018, de [http://sipa.agricultura.gob.ec/pdf/estudios\\_agroeconomicos/rendimiento\\_papa.pdf](http://sipa.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_papa.pdf)
- Murillo, O. (2007). Ficha Técnica de industrialización de Papa (*Solanum tuberosum*). Recuperado el 15 de mayo del 2018, de [https://www.cnp.go.cr/biblioteca/fichas/papa\\_ftp.pdf](https://www.cnp.go.cr/biblioteca/fichas/papa_ftp.pdf)
- Ñústez, C., Santos, M., Segura, M. (2009). Acumulacion y distribucion de Materia seca de papa (*Solanum tuberosum* L.). Recuperado el 15 de mayo del 2018, de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/viewFile/24881/25413>
- Pajas, M. (2008). Elaboración de hojuelas fritas. Recuperado el 6 de Junio del 2018, de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2633/Pajar%20Mu%C3%B1oz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Polo, J. (2017). Proyecto de una industria de elaboración de patatas fritas “chips” en el municipio de tudela de duero (valladolid). Recuperado el 6 de Junio del 2018, de <file:///C:/Users/andrea/Downloads/TFG-L1773.pdf>
- Pumisacho. M., Sherwood, S. (2002). El cultivo de papa en Ecuador. Recuperado el 15 de mayo del 2018, de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/EI%20cultivo%20de%20la%20papa%20en%20el%20Ecuador..pdf>
- Ravano, C. (2008). Clasificación de calidad sensorial de papas fritas tipo chips. Recuperado el 6 de Junio del 2018, de [http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2008/qf-morales\\_ca/pdfAmont/qf-morales\\_ca.pdf](http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2008/qf-morales_ca/pdfAmont/qf-morales_ca.pdf)

- Rettig, M. y Hen, A. 2014().El color en los alimentos un criterio de calidad medible. Recuperado el 6 de Junio del 2018, de <http://www.agrarias.uach.cl/wp-content/uploads/2016/04/art07-Mathias.pdf>
- Rubiano, A. (2017). Estimación de las pérdidas de papa criolla en los canales de distribución y estrategias para el mejoramiento de la SAN. Recuperado el 6 de Junio del 2018, de <http://bdigital.unal.edu.co/62062/1/1013594131.2017.pdf>
- Valdunciel, J. (2008). Metodos de valoración para patatas. Recuperado el 15 de mayo del 2018, de <http://wwwsp.inia.es/Investigacion/OtrasUni/DTEVPF/Unidades/CentrosEnsayo/EstacionEnsayos/Documents/M%C3%A9todospatata.pdf>
- Vásquez A, (2015). Estimación de las coordenadas CIEL \*a\*b\* en concentrados de tomate utilizando imágenes digitales. Recuperado el 15 de mayo del 2018, de [http://bdigital.unal.edu.co/47272/1/Andrea\\_Melisa\\_Vasquez\\_Riascos.pdf](http://bdigital.unal.edu.co/47272/1/Andrea_Melisa_Vasquez_Riascos.pdf)
- Vázquez, G., Ramos, D., Ybarra, C. Rubio, A. y Cadena, A. (2012). Variables fisicoquímicas y calidad de fritura de clones de papa desarrollados para los valles altos de México. Recuperado el 09 de junio de 2018 de <http://www.redalyc.org/html/302/30225619005/>
- Yara (2015). Nutrición vegetal. Recuperado el 6 de Junio del 2018, de <http://www.yara.com.pe/crop-nutrition/crops/papa/>

## **ANEXOS**

## GLOSARIO

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>CIELAB</b>                   | Comisión Internacional de Iluminación                                     |
| <b>cm</b>                       | Centímetros   |
| <b>CIP</b>                      | Centro Internacional de Papa  |
| <b>DGPA</b>                     | Dirección general de Promoción Agraria                                    |
| <b>FAO</b>                      | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura |
| <b>gr</b>                       | Gramos  |
| <b>INCOPA</b>                   | Proyecto de Innovación y Competitividad de la Papa Peruana                |
| <b>INEC</b>                     | Instituto Nacional de Estadísticas y Censos                               |
| <b>INIAP</b>                    | Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias                       |
| <b>kg</b>                       | Kilogramos  |
| <b>MAGAP</b>                    | Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.                |
| <b>masl</b>                     | Meters above sea level  |
| <b>msnm</b>                     | Metros sobre el nivel del mar   |
| <b>PW – 2050 Weigher</b>        | Hidrómetro Digital  |
| <b>PROINPA</b>                  | Promoción e Investigación de Productos Andinos                            |
| <b>Robot Coupe CL50</b>         | Rodajadora Industrial   |
| <b><i>Solanum tuberosum</i></b> | Nombre científico de la papa  |
| <b>°C</b>                       | Grados centígrados  |

