



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

COMPORTAMIENTO POST COSECHA DE TRES VARIEDADES DE PAPA *Solanum tuberosum* L. EN DOS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO.

Tesis previa la obtención del título de ingeniero agroindustrial.

Autor: MORILLO CRIOLLO FERNANDA ELIZABETH

Director: Ing. Nicolás Pinto, M Sc.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE AGROINDUSTRIAS

COMPORTAMIENTO POST COSECHA DE TRES VARIETADES DE PAPA *Solanum tuberosum* L. EN DOS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO.

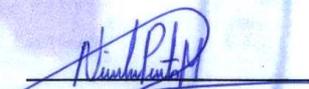
Tesis revisada por los miembros del tribunal, por lo cual se autoriza su
presentación como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO/A AGROINDUSTRIAL

APROBADA:

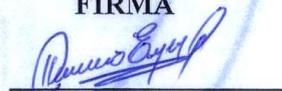
Ing. Nicolás Pinto, M Sc.

DIRECTOR DE TESIS



FIRMA

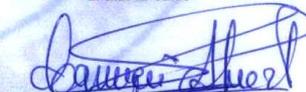
Ing. Rosario Espín, M Sc.



FIRMA

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Lic. Carmen Alvear, M Sc.



FIRMA

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Fernando Basantes, M Sc.



FIRMA

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

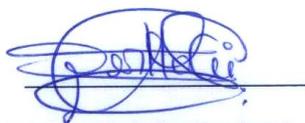
Yo, Fernanda Elizabeth Morillo Criollo , con cédula de identidad número 100366126-9, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

1. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

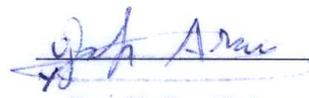
Ibarra, a los 26 días del mes de Febrero de 2018

EL AUTOR:



Fernanda Elizabeth Morillo Criollo

ACEPTACION:



Ing. Bethy Chávez

JEFE DE BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACION DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003662269
APELLIDOS Y NOMBRES:	Fernanda Elizabeth Morillo Criollo
DIRECCIÓN:	Mosquera Narváez 2-85 y Av. Jaime Roldós - Ibarra
EMAIL:	fernynega@hotmail.com
TELÉFONO FIJO: (06)500032	TELÉFONO MÓVIL: 0997581486
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Comportamiento post cosecha de tres variedades de papa <i>Solanum tuberosum</i> L. en dos condiciones de almacenamiento.
AUTOR:	Fernanda Elizabeth Morillo Criollo
FECHA:	año mes día
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSTGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agroindustrial
ASESOR / DIRECTOR:	Ing. Nicolás Pinto, M Sc.

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la señorita Fernanda Elizabeth Morillo Criollo, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'N. Pinto', is written over a horizontal line.

Ing. Nicolás Pinto, M Sc.
DIRECTOR DE TESIS

DECLARACIÓN

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto, es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 26 días del mes de Febrero de 2018



Fernanda Elizabeth Morillo Criollo

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL
NORTE**

Yo, Fernanda Elizabeth Morillo Criollo, con cédula de identidad Nro. 100366126-9, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **COMPORTAMIENTO POST COSECHA DE TRES VARIETADES DE PAPA *Solanum tuberosum* L. EN DOS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERA AGROINDUSTRIAL** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 26 días del mes de Febrero del 2018


Fernanda Elizabeth Morillo Criollo

DEDICATORIA

*A las tres mujeres importantes de mi vida,
Madre, Hija, Hermana, por ser el motor de
mi existir.*

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme para llegar hasta aquí y por darme a la mejor madre del mundo que gracias su apoyo incondicional día tras día, me ha ayudado a formar mi personalidad, por ser mi fuerza, mi razón de ser y por mostrarme que Dios existe a través de sus ojos.

A la FICAYA, a todos los profesores y personal administrativo. De manera especial a la Ing. Magali Cañarejo e Ing. Holguer Pineda, por su ayuda invaluable y apoyo incondicional durante la realización de la presente investigación, al Ing. Nicolás Pinto por su apoyo, su tiempo y sugerencias acertadas en la finalización del estudio; a los docentes Ing. Rosario Espín, Ing. Fernando Basantes y Lic. Carmen Alvear quienes dirigieron y asesoraron de manera desinteresada y oportuna.

A la princesa de mi vida, Ariannita, hijita mía muchas gracias por darle sentido a mi existir y soportar mi ausencia durante todo este tiempo, cada éxito fue, es y será por ti.

A mis hermana Karol por su apoyo y compañía durante todo este tiempo, gracias por ser parte fundamental en mi formación y la de mi hija.

A mi esposo Cristian, por darme aliento y enseñarme que no todo el vida es perfecto, pero que con ganas y amor todo es posible, y a mi familia por todo su ayuda durante mi formación estudiantil.

Como olvidar a mis amigos, quienes me acompañaron tantos años en las aulas y fuera de ellas, en especial a Gaby e Israel, por su amistad sincera e incondicional en las buenas y las malas, siempre los querré.

Fernanda Elizabeth

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.4. HIPÓTESIS	5
1.4.1. HIPÓTESIS ALTERNATIVA.....	5
1.4.2. HIPÓTESIS NULA.....	5
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. LA PAPA.....	7
2.2. VARIEDADES DE PAPA	7
2.2.1. VARIEDAD RUBÍ	7
2.2.2. VARIEDAD VICTORIA.....	8
2.2.3. VARIEDAD FRI-PAPA 99.....	9
2.3. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA PAPA	10
2.4. FISIOLOGÍA Y MANEJO DE LA PAPA	11
2.4.1. Respiración.....	11
2.5. FENOLOGÍA DEL TUBÉRCULO DE PAPA.....	13
2.5.1. FASES FENOLÓGICAS	14
2.6. REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS	16
2.6.1. TEMPERATURA	16
2.7. POSTCOSECHA DE LA PAPA	17
2.7.1. ACTIVIDADES POST COSECHA DE PAPA CONSUMO	17
2.7.2. PÉRDIDAS POST-COSECHA.....	19
2.8. ALMACENAMIENTO	20
2.8.1. MÉTODOS DE ALMACENAMIENTO.....	22
2.8.2. COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO DE LOS TUBÉRCULOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO.....	24
2.8.3. CONDICIONES A CONTROLAR DURANTE EL ALMACENAMIENTO.....	--

2.8.4.	PÉRDIDAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO	29
2.8.5.	FACTORES FÍSICOS	30
2.8.6.	FACTORES FISIOLÓGICOS	31
2.8.7.	FACTORES PATOLÓGICOS.....	33
2.8.8.	Estrategias generales de reducción de pérdidas.....	34
2.9.	PROCESAMIENTO DE LA PAPA EN EL ECUADOR	35
2.9.1.	CALIDAD DE PRODUCTO	37
2.9.2.	VOLUMEN Y MODALIDADES DE PROCESAMIENTO.	38
2.9.3.	CARACTERÍSTICAS PARA LA INDUSTRIA	38
CAPÍTULO III.....		41
MATERIALES Y MÉTODOS		41
3.1.	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	41
2.9.4.	UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	41
2.9.5.	MATERIALES Y EQUIPOS	42
3.2.	MÉTODOS	42
3.2.1.	CONDICIONES DEL AIRE EN LOS CUARTOS DE ALMACENAMIENTO	42
3.2.2.	ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS DE LA MATERIA PRIMA, (PESO, BROTACIÓN, HUMEDAD, MATERIA SECA, CENIZAS, AZÚCARES REDUCTORES, COMPOSICIÓN NUTRICIONAL).	43
3.2.3.	OPERACIONES POSTCOSECHA DE LOS TUBÉRCULOS DE PAPA.....	44
3.2.4.	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO DE LA PAPA EN ALMACENAMIENTO.....	45
3.2.5.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	46
3.2.6.	VARIABLES A EVALUARSE.....	47
3.3.	MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO.	50
3.3.1.	RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA.	50
3.3.2.	SELECCIONADO	51
3.3.3.	ACONDICIONAMIENTO	52
3.3.4.	PESADO.	52
3.3.5.	EMPACADO Y ETIQUETADO.	53
3.3.6.	MEDICIÓN DE LA TASA DE RESPIRACIÓN.	53
3.3.7.	SECADO.....	54
3.3.8.	CURADO.....	54
3.3.9.	ALMACENADO.	54
CAPÍTULO IV.....		56
RESULTADOS Y DISCUSIONES		56
4.1.	CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIEDADES DE PAPA ESTUDIADAS	56

4.2.	CONDICIONES DE LOS CUARTOS DE ALMACENAMIENTO PARA TUBÉRCULOS DE PAPA.	57
4.2.1.	Condición del cuarto de almacenamiento B (15 a 20°C)	57
4.3.	MEDICIÓN DE LA TASA DE RESPIRACIÓN.	59
4.4.	CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LA PAPA DURANTE EL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO.....	64
4.5.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LAS VARIEDADES RUBÍ, VICTORIA Y FRIPAPA 99, BAJO DOS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO EN TRES PERÍODOS DE TIEMPO.	65
4.5.2.	VARIABLE BROTACIÓN	70
4.5.3.	HUMEDAD	73
4.5.4.	MATERIA SECA	75
4.5.5.	CENIZAS.....	76
4.5.6.	AZÚCARES REDUCTORES.....	79
4.6.	COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL MEJOR TRATAMIENTO	81
	CAPÍTULO V	83
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
5.1.	CONCLUSIONES	83
5.2.	RECOMENDACIONES.....	84
	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	85
	ANEXOS	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido de nutrientes en 100 g. de papa	11
Tabla 2. Volumen de procesamiento de papa por la industria y los restaurantes ..	17
Tabla 3. Parámetro de calidad con relación al porcentaje de materia seca.	38
Tabla 4. Datos climatológicos de la ciudad de Ibarra	41
Tabla 5. Materiales y Equipos utilizados en la experimentación.....	42
Tabla 6. Método utilizado en las características físico-químicas evaluadas en el experimento.....	44
Tabla 7. Descripción de los tratamientos obtenidos en el estudio de comportamiento post cosecha de tres variedades de papa en dos condiciones de almacenamiento.	46
Tabla 8: Esquema del Análisis de Varianza del estudio de comportamiento post cosecha de tres variedades de papa en dos condiciones de almacenamiento.....	47
Tabla 9. Calibres de tubérculos para determinación de la categoría.....	51
Tabla 10. Caracterización de las variedades rubí, victoria y fripapa.	56
Tabla 11. Condiciones del aire en el cuarto de almacenamiento B.	58
Tabla 12. Características físico-químicas de los tratamientos durante el tiempo de almacenamiento.....	64
Tabla 13. Análisis de Varianza para las variables peso, brotación, humedad, azúcares reductores, cenizas y materia seca evaluadas en el experimento.	66
Tabla 14. Valores obtenidos de las variables físicas y químicas durante el estudio de comportamiento post-cosecha de tubérculo de papa.....	67
Tabla 15. Valores obtenidos de las componentes nutricionales antes y después de la investigación.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variedad de papa Rubí.....	8
Figura 2. Variedad de papa INIAP-Victoria	9
Figura 3. Variedad de papa INIAP-Fripapa 99	10
Figura 4. Edad Fisiológica del tubérculo de papa.	27
Figura 5. Diagrama del funcionamiento de un Respirómetro	49
Figura 6. Selección y clasificación de los tubérculos de papa.	52
Figura 7. Acondicionamiento de los tubérculos de papa.	52
Figura 8. Pesado de las unidades experimentales.	53
Figura 9. Obtención de la muestra de CO2 en el cuarto de almacenamiento A. ..	54
Figura 10. Monitoreo de la variable brotación en las unidades experimentales en el cuarto de almacenamiento A.	55
Figura 11. Almacenamiento de las unidades experimentales en condición de almacenamiento B	55
Figura 12. Propiedades psicrométricas de aire en el cuarto de almacenamiento de condiciones no controladas	58
Figura 13. Variación de la tasa de respiración de la variedad Rubí en las dos condiciones de almacenamiento.....	59
Figura 14. Variación de la tasa de respiración de la variedad Victoria en las dos condiciones de almacenamiento.....	61
Figura 15. Variación de la tasa de respiración de la variedad Fripapa 99 en las dos condiciones de almacenamiento.....	62
Figura 16. Comportamiento de la variable Peso (kg) frente a los tratamientos en estudio.	68

Figura 17. Comportamiento de la variable Brotación (%) frente a los tratamientos en estudio para la variedad Rubí	71
Figura 18. Comportamiento de la variable Brotación (%) frente a los tratamientos en estudio para la variedad Victoria.....	71
Figura 19. Comportamiento de la variable Brotación (%) frente a los tratamientos en estudio para la variedad Friepapa 99.....	71
Figura 20. Comportamiento de la variable Humedad (%) frente a los tratamientos en estudio	74
Figura 21. Comportamiento de la variable Materia Seca (%) frente a los tratamientos en estudio.....	75
Figura 22. Comportamiento de la variable Cenizas (%) durante el período de almacenamiento frente a los tratamientos en estudio.....	78
Figura 23. Comportamiento de la variable azúcares reductores (mg/100g) durante el período de almacenamiento frente a los tratamientos en estudio.....	80

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Diseño del cuarto de almacenamient de almacenamiento B	91
Anexo 2. Datos condiciones ambientales del aire	92
Anexo 3. INEN NTE 1 516 Papa. Requisitos	94
Anexo 4. Ficha Técnica de producción de la variedad Fripapa 99	104
Anexo 5. Ficha Técnica de producción de la variedad Victoria	121

RESUMEN

El almacenamiento post-cosecha prolongado de papa, influye directamente en la calidad de los tubérculos antes de la industrialización, aún más, si éste no es el adecuado; el objetivo principal de este estudio es el comportamiento post cosecha de tres variedades de papa certificadas por el INIAP en dos diferentes condiciones de almacenamiento y analizar los beneficios.

Ésta investigación, se desarrolló mediante Diseño Completo al Azar D.C.A con arreglo factorial A x B x C. Utilizando tres factores de estudio, en los cuales se utilizaron las variedades de papa rubí, victoria y fripapa 99; dos condiciones de almacenamiento (7°C y 15°C a 20°C) y tres tiempos de almacenamiento (30, 45 y 60 días).

Para el estudio se utilizaron dos cuartos de almacenamiento, el cuarto de almacenamiento B que mantuvo un rango de temperatura de entre 15°C a 20°C; mientras que el cuarto de almacenamiento A se mantuvo una temperatura de 7°C. Para analizar los cambios en el comportamiento de los tubérculos de papa estudiados, se utilizaron análisis físico-químicos (peso, brotación, tasa de respiración, materia seca, humedad, cenizas y azúcares reductores).

Como principal resultado de la investigación, se obtuvo que la velocidad de respiración de la papa disminuye con el uso combinado de control de baja temperatura, alta humedad relativa y circulación de aire; lo que ocasiona que los tubérculos conserven mayor peso y contenido de materia seca, presenten menor porcentaje de brotación y el contenido de azúcares reductores no incrementa significativamente en las variedades rubí y fripapa 99.

Los componentes nutricionales en el mejor tratamiento, desde los 0 a los 60 días de almacenamiento, no presentaron mayor variación.

Palabras Clave: almacenamiento, tubérculo, refrigeración, azúcares reductores, brotación, tasa de respiración.

ABSTRACT

The prolonged post-harvest storage of potatoes directly influences the quality of the tubers before industrialization, even more, if this is not adequate; the main objective of this study is the post-harvest behavior of three potato varieties certified by the INIAP in two different storage conditions and analyze the benefits.

This research was developed through Complete Design at random D.C.A with factorial arrangement A x B x C. Using three factors of study, in which the ruby, victory and fripapa 99 varieties were used; two storage conditions (7°C and 15°C at 20°C) and three storage times (30, 45 and 60 days).

For the study, two storage rooms were used, storage room B, which maintained a temperature range between 15°C to 20°C; while the storage room A was maintained at a temperature of 7°C. To analyze the changes in the behavior of the potato tubers studied, physical-chemical analyzes were used (weight, sprouting, respiration rate, dry matter, humidity, ash and reducing sugars).

As the main result of the investigation, it was obtained that the respiration speed of the potato decreases with the combined use of low temperature control, high relative humidity and air circulation; which causes the tubers to retain greater weight and dry matter content, present a lower percentage of budding and the content of reducing sugars doesn't increase significantly in the ruby and fripapa 99 varieties.

The nutritional components in the best treatment, from 0 to 60 days of storage, showed no greater variation.

Keywords: storage, tuber, refrigeration, reducing sugars, sprouting, respiration rate.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMA

La papa es un alimento que se cultiva en gran cantidad, su mayor producción de aproximadamente 287.787 Tm anuales, está destinada al consumo local en forma fresca; por la escasez de estudios de sus propiedades reológicas se ha desaprovechado las características nutritivas que presenta. (Banco Central del Ecuador, 2013)

La papa, una vez cosechada inicia su proceso natural de envejecimiento; su perecibilidad es moderadamente pronunciada debido al alto contenido de agua presente en su composición, por lo que limita el tiempo de almacenamiento. Finalizando el almacenaje y después de un período de latencia, las papas brotan experimentando nuevas pérdidas en peso y calidad, es por ello que se torna difícil conservar por largo tiempo sin que se produzcan pérdidas, que a veces pueden ser de consideración.

La industrialización de papa es insuficiente, la mayor parte de su producción está destinada para consumo en fresco o fritura, debido a que antes del procesamiento de éste tubérculo no se aplican procesos agroindustriales, como almacenamiento en condiciones óptimas para preservar la calidad o tratamientos post cosecha necesarios para su conservación.

La información sobre las pérdidas durante el almacenamiento de papa en el Ecuador es escasa, según Pumisacho y Sherwood (2002), se estima que éstas podrían ir desde insignificantes hasta el 40%, si las condiciones no son favorables. La industria se ve obligada a almacenar los tubérculos frescos por prolongados períodos de tiempo, por la escasez de producto en épocas críticas del año, pero no garantiza su calidad antes del proceso de industrialización.

Muchas microempresas procesadoras de papa desconocen el fin para determinadas variedades, apenas toman en cuenta el tamaño; convirtiéndose en un grave error, pues cada proceso requiere de ciertos parámetros de calidad y si éstos no son apreciados se tendría como consecuencia pérdidas económicas para la empresa procesadora y provocaría la desaparición de ciertas variedades que presentan una buena alternativa por su composición para la industrialización.

1.2. JUSTIFICACIÓN

En el Ecuador, el consumo de papa está cambiando de consumo en estado fresco a productos procesados como: congelados, deshidratados, papas tostadas, pre-fritas, alcohol, semilla, etc.; por lo que la industria, se ve obligada a almacenar tubérculos frescos por largos períodos de tiempo, sin tener en cuenta la variación de su composición física, química y nutricional antes del proceso de industrialización.

Las papas se deben almacenar para garantizar su calidad antes de ser utilizadas en la industria, ya que, debido a la época de cosecha, se hace absolutamente necesario guardar en períodos largos de tiempo para no generar pérdidas económicas al productor.

El almacenaje se utiliza para posponer al máximo el proceso de envejecimiento y la preservación del producto, por lo que los habitantes andinos han perfeccionado técnicas que aprovechan ciertas condiciones climáticas como el frío (temperaturas entre 4 a 10⁰C) y la alta humedad ambiental (> 85%) que son recomendables para la conservación de las cualidades físico-químicas de los tubérculos durante largos períodos de almacenamiento.

Esta investigación se realizó con el fin de estudiar los cambios en las características organolépticas, físicas químicas y nutricionales de variedades de papa utilizadas en la industria y almacenadas en largos períodos de tiempo.

La presente investigación, beneficiará a las pequeñas y medianas industrias de la provincia de Imbabura, además también a los consumidores finales, quienes verán reflejado los resultados con un mayor poder adquisitivo del producto, contribuyendo así a la seguridad alimentaria; la reducción de costos en procesamiento agroindustrial y el incremento de la calidad final.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL.

Realizar un estudio de comportamiento post cosecha de tres variedades de papa en dos condiciones de almacenamiento.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Diseñar un cuarto que permita mantener condiciones controladas de almacenamiento (humedad relativa, temperatura y circulación de aire).
- Medir la tasa de respiración de las tres variedades de papa durante 7 días.
- Evaluar las características Físicas (peso, brotación) y Químicas (humedad, materia seca, azúcares reductores, cenizas) de los tubérculos de papa después de la cosecha y durante intervalos de tiempo de 7 días cada uno.
- Analizar los componentes nutricionales al mejor tratamiento después del período de almacenamiento.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. HIPÓTESIS ALTERNATIVA

El almacenamiento prolongado incide en la calidad de las variedades de papa estudiadas.

1.4.2. HIPÓTESIS NULA

El almacenamiento prolongado NO incide en la calidad de las variedades de papa estudiadas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. LA PAPA

La papa es un alimento de consumo básico, ocupa el cuarto puesto de alimentos de mayor ingesta en el mundo, que por sus características sensoriales, sabor y color neutro, puede ser parte de una alimentación saludable y variada. Se obtiene a partir de la planta solanácea (*Solanum tuberosum L*), específicamente corresponde a los tubérculos formados por engrosamiento subterráneo (Pertuz, 2013).

2.2. VARIEDADES DE PAPA

2.2.1. VARIEDAD RUBÍ

La variedad Rubí es apta para consumo en fresco (cocida, sopas y puré) y para fritura (hojuelas y tipo bastón). Los tubérculos son ovalados, con ojos superficiales. El color de la piel es rojizo claro. El color de la pulpa es amarillo sin color secundario (Alfaro, 2009).



Figura 1. Variedad de papa Rubí

- **Características agronómicas**

Las zonas centro-norte de Ecuador, Colombia y Bolivia son recomendables para su producción, el tiempo de maduración es de 150 días, los tubérculos tienen un período de reposo de 30 a 40 días y el rendimiento de producción es de 18 a 37 t/ha.

- **Características de calidad**

Según FAO (2008), la composición nutricional de la variedad rubí es: materia seca (21 - 24%), azúcares reductores (0,15%); proteína (1,4 - 1,45mg); fibra (1,5 – 1,7mg); calcio (5,2 - 5,8mg); fósforo (55 – 60 mg); carbohidratos (25 – 35 g).

2.2.2. VARIEDAD VICTORIA

La variedad INIAP-Victoria es apta para consumo en fresco (cocida, sopas y puré) y para tipo fritura (hojuelas y tipo bastón). Los tubérculos son ovalados, con yemas superficiales. El color de la piel es roja-rosado y de la pulpa es amarillo sin color secundario (Alfaro, 2009).



Figura 2. Variedad de papa INIAP-Victoria

- **Características agronómicas**

Las zonas recomendadas para la producción son las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo y Tungurahua. El tiempo de maduración es de 130 días, los tubérculos tienen un período de reposo de 30 a 40 días y tiene un rendimiento de producción de 20 a 39 t/ha.

- **Características de calidad**

Según FAO (2008), la composición nutricional de la variedad INIAP-Victoria es: materia seca (19 - 21%); azúcares reductores (0,23%); fibra (1,5 – 1,7mg); zinc (52 ppm); hierro (50 ppm); calcio (2 – 2,2 g); fósforo (17 – 17,3 g); magnesio (0,10%); potasio (55 – 60mg); sodio (0,02%); cobre (7 ppm); almidón (47-48 g).

2.2.3. VARIEDAD FRI-PAPA 99

El INIAP (2011), menciona que la variedad INIAP-Fripapa 99 es una variedad con aptitud para procesamiento (papa frita en forma de hojuelas y de tipo francesa) y consumo en fresco (sopas y puré). La forma del tubérculo es oblonga, color de piel rosada, con ojos superficiales bien distribuidos y color de pulpa amarillo.



Figura 3. Variedad de papa INIAP-Fripapa 99

- **Características agronómicas**

La zona recomendada para la producción es la zona norte desde los 2.800 a 3.500 msnm de altitud. El tiempo de maduración es de 180 días a 3.000 msnm de altitud y tiene un rendimiento de 47 t/ha.

- **Características de calidad**

Según FAO (2008), la composición nutricional de la variedad INIAP-Fripapa 99 es: materia seca (26,9- 30%); gravedad específica (1,103); azúcares reductores (0,12%); proteína (1,6 – 2 g); fibra (1 – 1,7 g); zinc (52 ppm); hierro (50 ppm); calcio (5 – 5,5mg); fósforo (40 - 60 mg); vitamina C (11,6 – 13,5mg); almidón (68,75%).

2.3. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA PAPA

En la papa, se encuentran componentes nutritivos (energía, macro y micronutrientes) y no nutritivos (agua, celulosa, hemicelulosa, pectina, glucoalcaloides, ácidos orgánicos, enzimas), entre otros minoritarios. Luego de su cosecha los tubérculos contienen en promedio 80% de agua y 20% de materia seca (60% de esta corresponde a almidón) (Pertuz, 2013).

La composición se puede modificar por factores tales como la variedad, la localidad donde se produce, el tipo de suelo, el clima y las condiciones de cultivo. Las

enfermedades, las plagas, la duración de los ciclos productivos también afectan. De igual manera la composición se modifica con la preparación a nivel casero y con su procesamiento a nivel industrial (FAO, 2008).

Tabla 1. Contenido de nutrientes en 100 g. de papa

COMPONENTE	CONCENTRACIÓN
Calorías	323 kcal.
Proteínas	2 gr.
Hidratos de carbono	18 gr.
Grasas	0,1 gr.
Colesterol	0 mg.
Fibra	2 gr.
Vitaminas	A, B1, B2, B6, E, K y C.
Calcio	5 mg.
Hierro	0,31 mg.
Potasio	379 mg

(Peña, 2011)

2.4. FISIOLOGÍA Y MANEJO DE LA PAPA

2.4.1. Respiración

FAO (2002) menciona que, las frutas y hortalizas frescas necesitan respirar a fin de obtener la energía suficiente para la mantención de la vida. Durante la respiración la producción de energía proviene de la oxidación de las propias reservas de almidón, azúcares y otros metabolitos. Una vez cosechado el producto no puede reemplazar estas reservas que se pierden y la velocidad con que disminuyen será un factor de gran importancia en la duración de la vida de post cosecha del producto. Las frutas y hortalizas respiran absorbiendo oxígeno de la atmósfera y liberando dióxido de carbono, tal como lo hacen el hombre, los animales y otros organismos. Según Villacrés (2011), la respiración y la transpiración en tubérculos tiende a aumentar o disminuir su intensidad de acuerdo a la composición química y de las

condiciones del aire al cual es almacenado, dicha tasa oscila entre 0,8 a 4 mg CO₂/kg h de muestra en tubérculos con 0 días después de la cosecha.

La respiración es necesaria para la obtención de energía, pero parte de esa energía produce calor que debe ser disipado de alguna manera o de lo contrario el producto se calentará, sobreviniendo la degradación de los tejidos y la muerte. La importancia de la disipación del calor del producto fresco reside en el hecho que la respiración consiste en una serie de reacciones catalizadas por enzimas, cuya velocidad aumenta al incrementar la temperatura. En la etapa de crecimiento, éste calor es transmitido a la atmósfera, pero después de la cosecha y cuando el producto es empacado en un espacio confinado, la eliminación del calor puede dificultarse. En consecuencia, una vez que el producto comienza a calentarse, se estimula aún más su senescencia. (Llumiyinga, 2009)

Oyarse (2010) menciona que, la papa necesita respirar a fin de obtener la energía suficiente para mantenerse viva. Luego de ser cosechado, el tubérculo no tiene la capacidad de reemplazar estas reservas. A la respiración le acompaña la oxidación de las propias reservas de almidón y azúcares. El ritmo de la respiración, es un factor importante en la duración de la vida post cosecha del producto. Cuando el tubérculo comienza a calentarse por el incremento de la temperatura ambiental, se estimula más la respiración, lo cual disminuye su vida en almacenamiento.

➤ Tasa de respiración

La tasa de respiración indica la actividad metabólica del tejido y por lo tanto, es muy útil la precisión del potencial de almacenamiento del producto. (Montes & Arévalo, 2011)

- **Factores que influyen en la respiración y transpiración**

Para asegurar un prolongado almacenamiento de tubérculos de papa en almacenamiento, se recomienda atención a las condiciones de estado inicial del producto humedad, temperatura y ventilación. Los ritmos de respiración y

transpiración determinan la duración de la vida post cosecha de productos frescos. (Morales, Mora, & Rodriguez, 2011)

Mientras menos humedad se presente en el ambiente, más rápido pierde agua el producto mediante la transpiración. Para controlar la transpiración en papa, se requiere mantener los tubérculos en un ambiente con humedad relativa de 85%. Una humedad más alta causa la condensación de agua, lo cual favorece a problemas fitosanitarios (Orena, 2015).

Según Montes y Arévalo (2011), una mayor temperatura promueve mayor respiración. Manteniendo baja la temperatura, se puede reducir la respiración de los tubérculos y ayudar a prolongar la vida post cosecha.

Temperaturas altas (superiores a 15°C) puede acelerar la producción de sustancias tóxicas en el tejido y proceso de fermentación. Las papas de consumo no deben ser almacenadas a temperaturas inferiores a los 7°C. A éstas temperaturas ocurren cambios indeseables en la composición química de los tubérculos, siendo uno de los más importantes la transformación del almidón en azúcares, lo que confiere un sabor dulce y un color oscuro en caso de procesamiento como papa frita. (Pumisacho & Sherwood, 2002).

La papa fresca recién cosechada y almacenada a granel o en sacos sin suficiente ventilación crea una atmósfera empobrecida en O₂ y enriquecida en CO₂. Un nivel de O₂ menor al 2% causa anaerobismo y fomenta procesos de fermentación que produce descomposición de tejidos (Pumisacho & Sherwood, 2002).

2.5. FENOLOGÍA DEL TUBÉRCULO DE PAPA

Caluña (2008) señala que, el descriptor fenológico del cultivo de papa, dentro del sistema convencional, se da en función de la cinética metabólica de respuesta al comportamiento fisiológico varietal del cultivo en relación con: programas agronómicos, insumos y condiciones climatológicas a los que está sujeto.

El desarrollo del tubérculo de papa, atraviesa por diferentes etapas fenológicas bien definidas. Las dos primeras se denominan vegetativas; las tres siguientes son reproductivas y la última es de maduración (Cuesta et al., 2013).

La sucesión fenológica del cultivo de papa se inicia con el brotamiento del tubérculo, sobre una secuencia de fases fenológicas de desarrollo de tipo vegetativo para finalmente alcanzar la madurez fisiológica, con la culminación de la tuberización. De forma general y según la variedad, el cultivo de papa puede ser de 3 a 7 meses, de tal forma que puede clasificarse de comportamientos de tipo precoz, semi tardías o tardías; éste ciclo puede ser mayor o menor en función con las condiciones climatológicas y prácticas agronómicas fisiológicamente orientadas (Cucás, 2014).

2.5.1. FASES FENOLÓGICAS

Pumisacho y Sherwood (2008) menciona que, en el tubérculo-semilla, el tiempo de dormancia y brotamiento está determinado principalmente por la variedad y por las condiciones ambientales durante el ciclo del cultivo y el almacenamiento, así también los factores ambientales como: la temperatura, duración del período de almacenamiento y la época de plantación son determinantes de la edad fisiológica y calidad de la semilla. A medida que la temperatura aumenta por encima de los 4°C se acelera la edad fisiológica del tubérculo.

Según Orena (2015), el tubérculo-semilla de papa como ser vivo, sufre ciertas transformaciones que determinan su estado fisiológico, siendo estos:

➤ Período de reposo o dormancia

Consiste en dos fases fisiológicas: absoluta y relativa. El período de dormancia absoluta se inicia desde la formación del tubérculo hasta cuando comienza la actividad celular de las yemas. Éste período depende de la variedad

➤ **Período de incubación**

Este período inicia al término del período de dormancia relativa y dura hasta el inicio de la tuberización. La incubación determina la formación de los estolones, lo cual influye en el rendimiento del cultivo.

➤ **Dominancia apical**

Cuando se almacenan tubérculos entre 5 y 15°C, es común que únicamente el ojo del brote apical inicie el crecimiento, sin que los demás muestren desarrollo, un fenómeno conocido como dominancia apical. Un tubérculo con un solo brote normalmente produce una planta con solo uno o dos tallos principales, lo que ocasiona rendimientos bajos. Si la semilla se encuentra en dominancia apical, se recomienda cambiar a ambientes más abrigados (15 a 20°C con un 85% de humedad relativa) para estimular el desarrollo del resto de brotes.

➤ **Brotamiento múltiple**

Este período inicia cuando un cierto número de ojos del tubérculo empiezan a brotar y puede durar varios meses. Ésta fase es la óptima en que la semilla puede ser sembrada. Los tubérculos semilla con brotamiento múltiple producen plantas con varios tallos principales, aumentando el potencial de producción por hectárea. Un tubérculo semilla que está al inicio o al final del período de dominancia apical es una papa fisiológicamente joven. Aquel tubérculo-semilla que haya alcanzado el final de período de brotamiento múltiple es una papa fisiológicamente vieja y débil.

➤ **Senescencia, madurez completa y cosecha**

Consiste en el fin del cultivo, las plantas se amarillan e inicia la caída de las hojas de la planta, se secan y mueren. Este período va desde los 127 hasta los 200 días después de la siembra. El tubérculo está maduro cuando la cutícula se presiona ligeramente y no se desprende (Cuesta et al., 2013).

Un tubérculo semilla puede llegar a ser tan viejo fisiológicamente que sólo puede desarrollar brotes filosos, con una marcada tendencia a ramificarse. La capacidad de emergencia de estos tubérculos está prácticamente agotadas. Algunas variedades

bajo ciertas condiciones de estrés (p.e., siembra profunda en época lluviosa), los brotes filosos provocan la formación de tubérculos alrededor de las yemas.

2.6. REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS

El conocimiento fenológico de la papa, facilita la comprensión de su comportamiento y contribuye en el empleo más eficiente de insumos y recursos (naturales y humanos) disponibles; estudios realizados en otros cultivos, han demostrado que una variedad se comporta diferente si las condiciones ambientales se presentan distintas, por lo tanto, el rendimiento dependerá en gran parte de su capacidad para aprovechar mejor las condiciones del medio, así como del manejo que se le proporcione.

Adicionalmente el concepto de sumas de temperatura denominadas como unidades de calor, unidades térmicas de crecimiento, constantes térmicas, han sido consideradas como una herramienta muy útil en estudios realizados a tubérculos de papa, debido a la marcada influencia de la temperatura en la fenología de las plantas (Yáñez, 2009).

2.6.1. TEMPERATURA

La producción de papa en el trópico se ve favorecida por las condiciones de clima que se da en las tierras altas, donde la temperatura es relativamente fresca debido a que la papa requiere temperaturas de 15 a 20°C para su tuberización (formación de tubérculos) y crecimiento.

La papa es considerada una planta termo-periódica, lo que significa que es necesario una variación, entre la temperatura diurna y la nocturna, de por lo menos 10°C. Si la diferencia es menor, el crecimiento y tuberización se ven afectados. Cuando ésta situación se da a menudo, a lo largo del ciclo vegetativo, el rendimiento y la calidad son afectados, pues las temperaturas altas son ideales para el crecimiento de tallos y hojas, pero no para los tubérculos. La temperatura influye en la brotación de los tubérculos semillas, en la utilización de nutrimentos, pérdida de agua y en las etapas fenológicas del cultivo. (Pumisacho & Sherdwood, 2008)

Según Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (2002), las mejores producciones en la región templada se obtienen bajo condiciones de las temperaturas ya antes mencionadas y con 12 a 16 horas luz (según la especie cultivada).

2.7. POSTCOSECHA DE LA PAPA

Según Molina y Aguilar (2004), en el manejo integrado del cultivo de la papa, reviste gran importancia los problemas del manejo post-cosecha y el almacenamiento de la papa; se estima que una buena cosecha y óptimo almacenamiento, protegen la producción y ayudan a reducir las pérdidas de almacén.

Según Alfaro (2009) la post cosecha, se refiere al conjunto de actividades que se realizan luego de que el producto ha llegado a su madurez fisiológica, para que mantenga su calidad.

2.7.1. ACTIVIDADES POST COSECHA DE PAPA CONSUMO

La selección y clasificación involucra selección de tubérculos sanos, descartando aquellos que presenten magulladuras, deformaciones, daños mecánicos y pudriciones. Para la clasificación de tubérculos se toma en cuenta las exigencias de los mercados, considerando los siguientes tamaños:

Tabla 2. Volumen de procesamiento de papa por la industria y los restaurantes

ESTRATO	PORCENTAJE (%)	VOLUMEN (TM/AÑO)
Industria	50,48	26604
restaurantes y afines	49,52	25118,6
TOTAL	100	50722,6

(Pumisacho & Sherwood, 2002)

El tubérculo una vez cosechado y expuesto al ambiente, la humedad y organismos patógenos pueden perjudicar la piel de los tubérculos y por lo tanto la calidad del producto. Para evitar daños físico-químicos se recomienda orear la papa con el objeto de disminuir su humedad superficial, facilitar el secado y eliminar la tierra

que lleva adherida. Además, se puede dar un mayor valor agregado al producto al momento de la venta en el mercado con el lavado de los tubérculos. Se complementa embalando el producto limpio en envases inocuos.

Las actividades post cosecha de la papa implican:

- **Selección**

Involucra la separación de todos los tubérculos que presenten problemas fitosanitarios: deformaciones, magulladuras, daños mecánicos, daños por acción de insectos, pudriciones y otros, de los tubérculos sanos y apropiados que se ajusten a las características típicas de las papas (Naranjo et al., 2002).

- **Clasificación**

Se realiza según el tamaño en forma manual, destinándose los más grandes para consumo humano y transformación, los medianos sanos y bien conformados para semilla, en las especies de papas nativas dulces y amargas; los tubérculos de forma redondeada, ovalada y otras similares, se clasifican por su tamaño (se puede realizar manualmente o usar zarandas graduadas para obtener tubérculos de tamaño uniforme) y peso, mientras que los de forma alargada se clasifican por su longitud (Blanco & Pacoricona, 2011).

- **Limpieza**

Después de la cosecha, el tubérculo está húmedo y lleno de tierra, por lo tanto la humedad y patógenos presentes en la tierra pueden dañar la superficie del tubérculo y la calidad del producto; es así que se recomienda dejar secar la papa para eliminar la tierra que lleva adherida, también se puede realizar un lavado de los tubérculos para dar un mayor valor agregado al producto (Naranjo et al., 2002).

- **Almacenamiento**

El almacenamiento persigue minimizar la intensidad del proceso vital de las frutas y hortalizas, mediante la utilización de condiciones adecuadas, que permitan una reducción del metabolismo normal, sin alterar la fisiología del producto, de esa forma se evita la brotación, la elongación, la germinación de las semillas, el ataque de patógenos, las alteraciones fisiológicas. Lo anterior permite asegurar el aprovisionamiento de los mercados por el mayor tiempo posible (Almada, 2008).

El sitio donde se va almacenar la cosecha, debe mantener una temperatura alrededor de 10 °C y una humedad relativa entre el 80- 85 %, dependiendo de la cantidad de producto que se esté guardando; ya que si el volumen de tubérculos el alto se podría requerir de ventilación forzada (Naranjo et al., 2002).

- **Embalaje.**

Las papas nativas se pueden comercializar en cestos, cajas o en forma manual en bolsas de fibra sintética tejida (polipropileno) de 50 a 70 kg de acuerdo al reglamento específico de semilla de papa y en climas cálidos en sacos de yute (Blanco & Pacoricona, 2011); sin embargo, el ensacado ocasiona magulladuras en las papas por el enorme peso que soportan y aún más los tubérculos que se encuentran en el fondo donde casi no hay ventilación (Manrique, 2002).

2.7.2. PÉRDIDAS POST-COSECHA

Según Pumisacho y Sherwood (2002), las pérdidas en la post cosecha son consecuencia de la incidencia e interacción de diversos factores: físicos que se consideran a daños mecánicos los cuales pueden ser tubérculos golpeados (parte exterior de la piel dañada) y estropeados internos o manchas negras (tubérculos frescos se vuelven descoloridos); factores fisiológicos que se ven influenciados por la variedad, la madurez de los tubérculos, la duración de almacenamiento y principalmente por condiciones ambientales en la que producen pérdidas por exposición a temperaturas extremas, debido a la respiración natural del tubérculo,

la pérdida de agua por transpiración y las pérdidas causadas por patógenos que son el resultado de enfermedades que manchan a los tubérculos, tales como: la sarna común, sarna polvorienta o deformaciones en el tubérculo como las verrugas; dichas enfermedades no inciden en la pudrición del tubérculo, sin embargo dañan la apariencia bajando el valor comercial del mismo (Mastrocola, & Pumisacho, 2002).

Los factores físicos y fisiológicos pueden reducir tanto la cantidad como la calidad de la papa. Las pérdidas de cantidad de papa son evidentes. En cambio, las pérdidas de calidad son frecuentemente desestimadas, a pesar de que éstas pueden reducir considerablemente el precio de los tubérculos

2.8. ALMACENAMIENTO

El almacenamiento es un método de conservación que utiliza principalmente la baja temperatura ambiental. Si se desea conservar la cosecha por más tiempo, se puede utilizar inhibidores químicos (Pumisacho & Sherwood, 2002).

Con el almacenamiento se pretende mantener los tubérculos en las mismas condiciones que tenían al momento del arranque; es decir, que se conserven firmes, sin marchitamiento ni pérdidas por enfermedades o germinación y con muy poco contenido de azúcares. Además, si la papa se cosecha en época de precios bajos, puede almacenarse para venderla cuando el precio sea más atractivo.

Las formas más tradicionales de almacenamiento de papa en el Ecuador, presentan algunos problemas, ya que el tubérculo sufre ciertos daños por deshidratación, pudrición y malformación; sin embargo, han sido sistemas que se siguen utilizando en el país lo que es un indicador de su utilidad, Las yatas por ejemplo, son depósitos subterráneos que gracias a la obscuridad mantiene el color de las papas (Oyarzún et al., 2002).

Las pushas son recipientes elaborados con paja que mantienen una temperatura entre 5-12, siendo el óptimo 10 °C para atrasar el brotamiento, algunos agricultores fabrican las llamadas plantas nativas hechas de adobe y en su interior unas camas

de paja que repelen insectos, disminuyen el brotamiento y el crecimiento de hongos y bacterias (Oyarzún et al., 2002).

Según FAO (2008), los tubérculos recién cosechados son susceptibles a descomponerse, por lo tanto, es indispensable almacenarlos correctamente, tanto para prevenir las pérdidas post cosecha de papas destinadas al consumo fresco o para la industria, así como, para garantizar un suministro adecuado de tubérculos semilla para la siguiente temporada agrícola.

Las condiciones óptimas para el almacenaje prolongado (5 meses) deben ser con temperaturas que fluctúan entre 4,4 y 7,2 °C y una humedad relativa cerca del 90%. Es necesario mantener un movimiento suficiente de aire, para que se mantenga una temperatura uniforme y prevenir la acumulación de CO₂; los tubérculos de papa almacenada deberán revisarse semanalmente para ir eliminando los tubérculos arruinados (Román & Hurtado, 2002).

Según el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (2002), con el almacenamiento se pretende mantener los tubérculos en las mismas condiciones que tenían al momento de la cosecha; es decir, que se conserven firmes, sin marchitamiento ni pérdidas por enfermedades o germinación y con muy poco contenido de azúcares.

Oyarse (2010) menciona que, si la papa se cosecha en época de precios bajos, puede almacenarse para venderla cuando el precio sea más atractivo. Se almacena sólo papa sana, lo más limpia posible; de preferencia usar cajas de madera de 28"x14"x12 con capacidad aproximada de 45,45 kg o bien en sacos de fibra sintética. Se recomienda dejar estibas bajas. Las papas no se deben lavar, ni permitir que se mojen con agua lluvia o condensación, porque esto causa la penetración de bacterias, teniendo como resultado la pudrición inmediata.

Es preciso almacenar las papas en lugares secos y frescos, lo más ventilados posible y que penetre poca luz, ya que la oscuridad y las bajas temperaturas evitan que la piel de los tubérculos se verdee rápidamente, formándose la solanina (alcaloide

tóxico que disminuye el valor comercial de la papa, al provocarle un sabor desagradable, pérdida de peso al encogerse y arrugarse) (Oyarce , 2010).

2.8.1. MÉTODOS DE ALMACENAMIENTO.

A continuación, se presentan algunas formas tradicionales de almacenamiento de papa para consumo y semilla practicadas en comunidades de diferentes provincias según lo que menciona Quilca (2007).

- **Métodos tradicionales de almacenamiento**

- Almacenamiento a bajas temperaturas

Las pequeñas y medianas industrias de éste país, no disponen de cámaras frigoríficas apropiadas para la mejor conservación de la papa; sin embargo las disponibles, construidas originariamente para la conservación de carne refrigerada a muy baja temperatura, se usan especialmente para la conservación de papa con destino a semilla, por espacio de 4 a 6 meses y eventualmente para papa-consumo por 2 a 4 meses, con buenos resultados si el producto ingresado es de buena calidad.

- Yatas.

Son depósitos subterráneos con capacidad hasta de 5 quintales (1 quintal= 45,45 kg). Debido a la carencia de luz las papas mantienen su color natural y pueden ser utilizadas para alimentación, aunque con ligeros cambios de sabor.

- Pushas.

Son recipientes contruidos con paja con capacidad de hasta 6 quintales de papa para consumo y semilla. Debido al material de construcción, la temperatura se mantiene entre 5° y 12°C, demorando la brotación. La falta de luz impide el verdeamiento. En estas condiciones el tubérculo-semilla es apto para consumo durante los dos primeros meses de almacenamiento, después de los cuales se inicia la brotación.

- Trojes.

Son construcciones de paja de forma cilíndrica sobre la superficie del suelo. Tiene una altura de 1,5 m; su capacidad de almacenamiento es de 6 quintales.

- Pilas a la intemperie cubiertas con paja.

Este sistema ha sido desarrollado en conjunto entre agricultores y técnicos. Las pilas no deben superar 1 m de altura. Para permitir la ventilación en la base de la pila, se coloca una chimenea en la parte superior de la misma. La cobertura de paja debe tener un espesor uniforme de 15 cm para evitar el verdeamiento de los tubérculos y reducir los daños por heladas. Se recomienda colocar una capa de 30 cm de tierra sobre la paja. Si es factible, se recomienda colocar una lámina de polietileno entre las capas de paja y suelo para reducir pérdidas por pudrición causadas por exceso de humedad. Esta cobertura debe estar dispuesta en forma tal que reduzca al mínimo el contacto de los tubérculos-semilla con el agua de lluvia.

- **Métodos mejorados de almacenamiento**

- A granel en bodegas.

Puede ser con refrigeración artificial o enfriamiento natural. En el primer caso se puede almacenar la papa hasta una altura de 3 a 3,5m; y en el segundo hasta una altura de 1,5m. En ambos casos se debe tomar en cuenta la altura de almacenamiento, el calor generado, la presión que ejercen los tubérculos-semilla contra las paredes de la bodega y la necesidad de una adecuada ventilación. Para almacenar 1 T (tonelada) de tubérculo semilla se requiere un área de 1,0 x 1,0 x 1,5 m.

- Sacos.

Es muy importante observar que los sacos no presenten un tejido muy apretado que impida la libre circulación de aire. Es recomendable utilizar sacos ralos que permitan el intercambio de gas carbónico y oxígeno. Este método de almacenamiento, es posible siempre y cuando no existan papas descompuestas. Los sacos se los debe colocar de manera vertical (parados) sobre una tarima de tablas y no se deben formar rumas. Es el método más práctico en la actualidad.

- Jabas (cajas) de madera o plásticas.

Este método es eficaz pero costoso. La cantidad recomendada es 10 kilos por jaba con un espesor o altura de almacenamiento de 10 a 15cm. Las jabas se pueden apilar impidiendo el daño mecánico a los tubérculos-semilla porque su peso recae sobre ellas. El costo inicial de las cajas es alto, pero su duración y resultados compensan la inversión.

- Silo verdeador.

Es una estructura tipo caseta, abierta sin paredes, con sistemas de estantes fijos donde se colocan los tubérculos-semilla en una capa de no más de dos tubérculos superpuestos.

Según Torres et al (2011), las mejores alternativas para conservar tubérculos semillas de papa fueron las cajas (de madera o plásticas) y sacos ralos, ya que al permitir el ingreso de luz difusa y ventilación obtuvieron el mayor número de brotes cortos, vigorosos y sanos. Los sacos ralos o las jabas se colocan en un cuarto limpio, bien ventilado y con luz difusa (Huaraca et al., 2009).

2.8.2. COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO DE LOS TUBÉRCULOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO

Después de la cosecha y durante el almacenamiento de la producción en los tubérculos continúa ocurriendo una serie de cambios y procesos fisiológicos entre los cuales destacan:

- **Suberización**

Durante las primeras semanas después de la cosecha, hay una gran actividad en los tejidos de los tubérculos para terminar de formar la piel que los protege (epidermis y peridermis) y cicatrizar las magulladuras o heridas. Las condiciones ambientales

más adecuadas para que ocurra éste proceso son temperaturas de alrededor de 15°C, humedad relativa alta (alrededor de 90%) y buena ventilación. Por esta razón, después del inicio del almacenamiento, los tubérculos se dejan expuestos al ambiente natural en la bodega por unas tres semanas para el secado y cicatrización de heridas, para luego comenzar un proceso de enfriamiento continuo hasta llegar a 5°C a las seis semanas después de iniciado el almacenamiento (Inchausti, 2009).

Según Orena (2015), la suberización y cicatrización de las heridas de los tubérculos tiene dos importantes ventajas, la primera contribuye a mantener la calidad y presentación de los tubérculos de papa y, la segunda impide la penetración de organismos patógenos aumentando la resistencia del tubérculo.

- **Deshidratación**

La tensión del vapor de agua bajo la piel porosa de los tubérculos corresponde al aire saturado. Por lo tanto, si el aire está bajo el punto de saturación se produce inevitablemente evaporación del agua de los tubérculos. La tasa de evaporación es tanto mayor cuanto más grande sea la diferencia entre la humedad relativa del aire y la existente a nivel de las lenticelas (poros en la corteza vegetal cuya función es el intercambio gaseoso) de las papas, incrementándose aún más a mayor temperatura ambiental (Agrytec, 2011).

La pérdida por deshidratación puede llegar a un 12% en un período de almacenamiento de seis meses a una temperatura entre 10°C y 16°C, una humedad relativa del aire entre 50% y 60%. Esta pérdida se puede reducir a la mitad o menos si la temperatura se baja a 5°C y se incrementa la humedad ambiental (90%) durante el almacenamiento.

La deshidratación ablanda y arruga los tubérculos, perdiendo así su valor comercial y de uso. Esta deshidratación se acelera cuando a través de las papas se hace circular un volumen de aire mayor que el necesario para lograr el enfriamiento deseado y alta humedad relativa (Agrytec, 2011).

- **Respiración**

La respiración es un proceso vital que proporciona la energía requerida para mantener vivos los tejidos de los tubérculos. En este proceso, los azúcares son convertidos en agua y dióxido de carbono mediante la captación de oxígeno del ambiente, liberando a su vez calor. Los azúcares utilizados son formados por la hidrólisis a partir del almidón acumulado, aumentando con ello la pérdida de agua de los tubérculos.

La tasa de respiración de las papas depende de la temperatura de almacenamiento, de la madurez de los tubérculos, ocurrencia de heridas, del contenido de azúcares y del grado de brotación. La respiración tiende a ser más lenta entre los 2° C y 4°C, aumentándose el proceso respiratorio sobre y bajo este rango. Una aireación apropiada de las papas almacenadas les permite respirar normalmente y a la vez eliminar el calor y los gases producidos por el proceso de respiración.

- **Brotación**

Desde el inicio de la formación de los tubérculos, hasta el momento de la cosecha y parte inicial del período de almacenamiento las papas se encuentran en estado de “dormancia”; es decir, no brotan por estar bajo el efecto de inhibidores naturales. Este período puede durar desde uno a varios meses dependiendo de la variedad, las condiciones de cultivo, lesiones o daños y la temperatura de almacenamiento.

La transición del período de dormancia al de crecimiento activo de brotes en las papas es gradual. Durante esta fase, la primera yema que inicia la brotación es la apical, la cual también impide la evolución de la brotación en las yemas laterales. Este fenómeno es denominado "dominancia apical" y está regulado por hormonas; si se remueve el brote apical las demás yemas inician su crecimiento. Este es un factor clave cuando se va a utilizar tubérculos-semillas “prebrotaados” en la plantación.

Los tubérculos que se encuentran entre el final del período de dormancia y el inicio de brotación apical se les denominan "fisiológicamente jóvenes". Por el contrario,

tubérculos que están al final del período de brotación múltiple y del término de su capacidad de brotación se les llama "fisiológicamente viejos". En este último caso, las papas emiten brotes delgados, ramificados y débiles, lo que se traduce en plántulas pobres que producen muy bajo rendimiento.

Para reducir y manejar el crecimiento de los brotes después del término del período de dormancia, los tubérculos pueden almacenarse a bajas temperaturas (entre 4°C y 6°C) o exponerlos a luz difusa natural cuando se van a utilizar como tubérculos semillas; la luz es inhibitoria del crecimiento de los brotes.

Por último, otra forma de manejar la brotación de las papas cuando se utilizan en el consumo fresco o el procesamiento agroindustrial es la utilización de compuestos químicos llamados inhibidores de brotación (Orena, 2015).

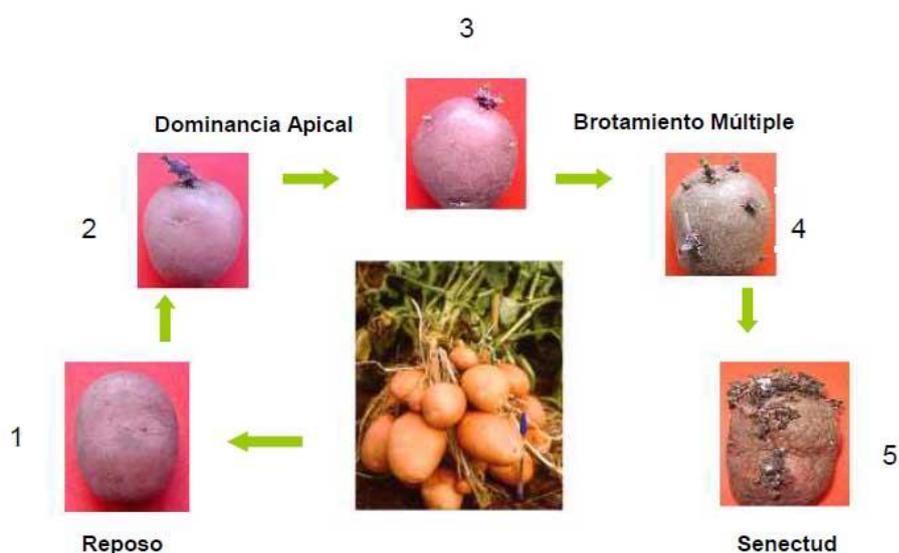


Figura 4. Edad Fisiológica del tubérculo de papa.
(Orena, 2015)

2.8.3. CONDICIONES A CONTROLAR DURANTE EL ALMACENAMIENTO.

Cáceres (2010) menciona que, los factores que determinan el éxito del almacenamiento son la temperatura, humedad relativa y la composición de la atmósfera que rodea al fruto.

- **Temperatura**

La temperatura constituye una de las variables más importante para la conservación de los productos hortofrutícolas. Siendo necesario el control de ésta en los locales de almacenamiento, ya que a medida que disminuya la temperatura, se retarda la senescencia de los frutos. Sin embargo, existen limitaciones en cuanto a las temperaturas mínimas que pueden aplicarse en la frigo-conservación. Dentro de estas limitaciones, se encuentra la temperatura de congelación de los productos hortofrutícolas.

Las frutas y vegetales para consumo en fresco, deben mantener activo su metabolismo y esto solo puede conseguirse en fase líquida, por lo no pueden ser sometidos a temperaturas inferiores a las de refrigeración que oscilan entre 10°C y 4°C.

La segunda limitación es que algunos de los productos de origen tropical y subtropical, presentan sensibilidad a las bajas temperaturas que se manifiesta por diferentes alteraciones y manchas en la piel, conocidas generalmente como lesión o daño por frío y que pueden causar una alta pérdida de calidad comercial (Martínez, 1997).

- **Humedad relativa**

Para evitar la deshidratación junto con el empleo de las temperaturas bajas se utilizan humedades relativas elevadas. La humedad relativa adecuada para un determinado producto dependerá de la relación superficie/volumen de éste. A medida que esta relación es mayor, la transpiración también lo es. Un valor de la humedad relativa entre 85 –95 % es lo aconsejable para lograr el objetivo de la conservación (Guerra, 1996).

Según Mancero (2008), durante la conservación frigorífica, el control de la humedad relativa constituye un aspecto fundamental para disminuir las pérdidas de agua. El uso de sistemas electrónicos de control y boquillas de pulverización cuarzo, permiten una perfecta nebulización con un costo razonable.

- **Renovación y circulación del aire en las cámaras frías**

La renovación y circulación del aire en las cámaras frías son fundamentales para mantener en los niveles adecuados la concentración de O₂ y CO₂. La renovación periódica de la atmósfera, se justifica por la necesidad de eliminar los gases y compuestos volátiles indeseables que se producen, muchos de ellos derivados de la actividad metabólica de los frutos.

La recirculación es necesaria para uniformar las condiciones deseadas en todos los puntos de las cámaras, siendo necesario estibar y almacenar la carga, para que el aire recircule por todos los alrededores de la unidad. La velocidad de recirculación de aire mediante ventiladores, debe permitir un movimiento débil y continuo del aire dentro de la cámara, sin sobrepasar la velocidad entre pallets, permitiendo así una unificación de la atmósfera de la cámara y la eliminación de los compuestos volátiles que la fruta desprende.

2.8.4. PÉRDIDAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO

El almacenamiento es muy importante tanto en la producción de papa para consumo, industria y semilla; las condiciones varían para cada uno de los destinos. El objetivo de almacenar papa que se utilizarán como semilla es conservar su vigor y la tendencia a producir brotes fuertes y sanos (Llumiyinga, 2009).

Las técnicas de conservación tienen por objeto reducir al máximo las pérdidas debido a la respiración, a la transpiración y a la brotación. En papas para consumo es necesario mantener las cualidades organolépticas y de contenido nutritivo adecuado para la alimentación humana, limitar pérdidas de peso y evitar desarrollo de enfermedades. En ambos casos es importante controlar la temperatura, la humedad relativa del aire y la ventilación para minimizar las pérdidas durante la conservación (argenpapa, 2005).

Con el objeto de evitar o reducir al mínimo dichas pérdidas, es necesario mantener los tubérculos bajo condiciones ambientales adecuadas de temperatura y humedad, que hagan posible disminuir y retardar el envejecimiento. Para alcanzar buenas

condiciones de almacenaje se requiere de bodegas bien estructuradas y una buena ventilación. Generalmente, las pérdidas en almacenaje se deben a pudriciones por mala selección de los tubérculos antes de guardarlos y a la deficiente ventilación, además existe reducción en su peso por pérdida de agua y por brotación (Uribe, Inostroza, & Méndez, 2012).

2.8.5. FACTORES FÍSICOS

Las pérdidas causadas por heridas mecánicas son frecuentemente desapercibidas. Si a esto se suman los daños secundarios de carácter fisiológico o patológico, hacen que estas pérdidas sean difíciles de estimar.

Comúnmente, los daños mecánicos ocurren durante la fase del cultivo, la cosecha y post cosecha por la manipulación de las papas (selección, clasificación, ensacado y transporte). En promedio, el 75% del total de los tubérculos con problemas en post cosecha se debe al momento de la cosecha. Sin embargo, daños significativos ocurren cada vez que los tubérculos son manipulados. Los tubérculos seriamente dañados no deben ser almacenados (Alfaro, 2009).

La papa es más susceptible a daños mecánicos en momentos de bajas temperaturas ambientales (menos de 5°C). Las operaciones de manipuleo, selección y clasificación de tubérculos deben ser realizadas durante el día, evitando temperaturas bajas y así reducir daños (Alim, 2011).

Los daños mecánicos pueden ser divididos en dos categorías: tubérculos golpeados (cuando la parte exterior de la piel es dañada) y estropeos internos o manchas negras (cuando los tubérculos frescos se vuelven oscuros y descoloridos). Este último no necesariamente está asociado con un rompimiento de la piel. Los daños por golpes podrían igualmente dividirse en magullados, donde únicamente es dañada la piel y en heridas frescas cuando estas heridas son profundas. Todo tipo de daño podría ser causado por el mismo impacto. El aspecto del tubérculo permite identificar el tipo de daño que ha sufrido.

Diversas condiciones pueden influir en el daño de los tubérculos. El porcentaje de daño durante la cosecha y en la manipulación de los tubérculos está influenciado por las condiciones del suelo, del tubérculo, la temperatura, el método de cosecha, el equipo utilizado durante la cosecha y la manipulación de los tubérculos cosechados (Agrytec, 2011).

El porcentaje de materia seca contenida en el tubérculo, influye en el porcentaje de daño causado por golpes o estropeos internos. La incidencia de daños internos en el tubérculo está directamente relacionada con el alto contenido de materia seca. Los tubérculos flácidos o blandos son más propensos a daños internos, de tal manera que la susceptibilidad del tubérculo aumenta con el tiempo de almacenamiento. Los daños más severos se registran en tubérculos que presentan brotación; del mismo modo el estado de madurez del tubérculo en el momento de la cosecha influye en el porcentaje de magulladuras (Pumisacho & Sherwood, 2002).

2.8.6. FACTORES FISIOLÓGICOS

Los tubérculos son órganos vivos. Las pérdidas fisiológicas ocurren por la exposición a temperaturas extremas debido a la respiración natural del tubérculo y la pérdida de agua por transpiración. La magnitud de estas pérdidas depende del ambiente de la bodega y son más grandes en tubérculos dañados y enfermos.

Los daños se presentan cuando los tubérculos son expuestos a temperaturas muy altas o muy bajas, antes, durante o después del almacenamiento. No se recomienda dejar los tubérculos expuestos directamente a la luz solar después de la cosecha, ya que esto, estimula el verdeamiento no deseable en las papas y un sobrecalentamiento de los tubérculos. En casos severos ocasiona la muerte de las células y el envejecimiento de los tubérculos (Álvarez, 2004).

Otra causa fisiológica de pérdidas es la brotación, que reduce el precio del producto en el mercado. Tubérculos dañados y enfermos brotan más pronto que tubérculos sanos. Normalmente, un tubérculo al cosecharse está en dormancia o reposo y las yemas no crecen aún bajo condiciones ambientales favorables. Existen factores que

influyen marcadamente en la duración del período de dormancia, particularmente en la variedad de papa y la temperatura de almacenamiento (FAO, 2008).

Los tubérculos expuestos a bajas temperaturas (menos de 2°C) se dañan por congelamientos internos. Ligeros congelamientos pueden causar decoloración en el anillo vascular. Prolongadas exposiciones producen decoloración necrótica de color oscuro del tejido vascular y posteriormente la muerte total del tejido. La respiración durante el almacenamiento produce pérdida de agua. A una temperatura de almacenamiento de 10°C, esta pérdida representa aproximadamente del 1 al 2% del peso fresco durante el primer mes y alrededor del 0,8% adicional en cada mes posterior. Esta pérdida aumenta al 1,5% por mes cuando los brotes están bien desarrollados.

Si los tubérculos son almacenados en un ambiente deficiente en oxígeno, ocurren varios tipos de daño: fermentación, pérdida de sabor, colapso del tejido y finalmente, muerte. El tubérculo pierde agua por evaporación y como consecuencia, toda pérdida de agua significa pérdida de ingresos. Una pérdida de agua sobre el 10% causa una apariencia marchita en los tubérculos y puede afectar su precio en el mercado.

Los tubérculos cosechados inmaduros pierden más rápidamente agua que los tubérculos maduros, ya que la piel inmadura es más permeable al vapor de agua. También hay rápidas pérdidas de agua en tubérculos en fase de brotación, porque la superficie del brote es más permeable al vapor de agua en comparación con el periderma del tubérculo; como resultado, la pérdida de agua se incrementa con el crecimiento de brotes. El poder de secado del aire circundante al tubérculo está influenciado por la humedad relativa y temperatura del aire. Cuando el intercambio de aire (ventilación) está sobre el mínimo necesario, inevitablemente aumenta la pérdida de agua (Chavez, 2007).

2.8.7. FACTORES PATOLÓGICOS

Los factores patológicos son las causas más serias de pérdidas en post cosecha de papa. Sin embargo, son los factores físicos y fisiológicos los que predisponen el ataque de los patógenos al tubérculo.

Las pérdidas causadas por patógenos resultan frecuentemente de un rápido y extensivo daño del tejido hospedante como es el caso de *Phytophthora* sp. La pudrición rosada que es causada por exceso de humedad y la pudrición seca que da a consecuencia de la falta de humedad en el ambiente. El patrón de ataque es frecuentemente una infección inicial causada por un patógeno específico, seguido de una invasión masiva de un amplio espectro de organismos secundarios, que comúnmente son pudriciones suaves bacterianas. Éstas son únicamente causadas por patógenos o saprófitos sobre tejidos muertos remanentes de una infección primaria (Román & Hurtado, 2002).

Las pérdidas causadas por patógenos, son el típico resultado de enfermedades que manchan a los tubérculos, tales como: la sarna común, sarna polvorienta o deformaciones en el tubérculo como en las verrugas. Estas enfermedades, aunque inducen muy poca probabilidad de pudrición al tubérculo, afectan su apariencia, bajando el valor comercial del mismo.

Otro grupo de enfermedades son los moteados en la piel y la Rhizoctoniosis, las cuales invaden y matan los ojos del tubérculo. Estas son de gran importancia en tubérculos semilla. Las enfermedades de post cosecha pueden dividirse en dos grupos: aquellas en las cuales la infección se ha establecido en la fase anterior a la cosecha y aquellas donde la infección ocurre durante o después de la misma (Torres, Montesdeoca, & Andrade, 2011).

La mayoría de los patógenos que atacan durante la post cosecha afectan el sitio de heridas. Las pérdidas post cosecha pueden ser también causadas por insectos, nemátodos y otros animales como roedores y pájaros. Probablemente los insectos con más potencial de daño en post cosecha son las polillas de la papa (*Phthori-*

maea operculella y *Scrobipalopsis* (Tecia) solanivora) (Pumisacho & Sherwood, 2002).

2.8.8. Estrategias generales de reducción de pérdidas

Según Orena (2015), el empleo de un conjunto de tácticas puede reducir las pérdidas debido a los factores físicos, fisiológicos y patológicos, para lo cual se recomienda:

- Al analizar la forma de reducir las pérdidas en post cosecha hay que considerar que el almacenamiento es tan sólo una parte del sistema total de producción de papa. Muchos factores de producción antes de la cosecha influyen considerablemente en el comportamiento de los tubérculos después de la cosecha.
- El lugar donde está ubicada la cementera influye en la severidad de muchas enfermedades. La variedad utilizada igualmente puede cambiar considerablemente en varias e importantes características de almacenamiento, tales como resistencia al daño causado por el manipuleo del tubérculo, resistencia al ataque de plagas y enfermedades, longitud del período de dormancia y brotación.
- Diferentes prácticas culturales y condiciones de crecimiento afectan significativamente las condiciones físicas, de sanidad y estados fisiológicos del tubérculo al momento de la cosecha. Por lo tanto, según las consideraciones antes de la cosecha, las pérdidas post cosecha pueden ser reducidas por medios físicos, químicos y biológicos.
- Una cosecha cuidadosa y el mejoramiento de técnicas de manipulación, clasificación y selección de tubérculos pueden reducir las pérdidas post cosecha. La madurez del tubérculo disminuye los daños de éstos al momento de la cosecha, evitando principalmente el pelado de la piel (papa pelona). Destruyendo el follaje aproximadamente 15 días antes de la cosecha se consigue madurar artificialmente los tubérculos.

- Todos los equipos usados para la manipulación de los tubérculos deben ser seleccionados para minimizar los daños. No se debe dejar caer los tubérculos de alturas mayores a 15 cm sobre superficies duras.
- La papa destinada a almacenamiento debe estar sana, seca y libre de tierra. Es necesario protegerlas de la lluvia, de la exposición directa al sol o al viento. No se debe almacenar tubérculos mojados porque existe una alta posibilidad de pudrición. Si estuviesen mojados, es preferible almacenarlos temporalmente en capas superficiales para procurar un rápido secado. No es conveniente caminar o pararse sobre las papas porque pueden ser lastimadas y las heridas son un excelente inóculo de potenciales ataques de patógenos.
- La suberización es un proceso de curación de heridas durante el cual toda la piel del tubérculo es reforzada mediante la formación de una capa de periderma corchoso que minimiza la pérdida de agua, convirtiéndose en una barrera contra las infecciones.
- Cuando la capa protectora del tubérculo no se ha formado mediante la suberización es aconsejable evitar la manipulación de los tubérculos. Una suberización ideal se da inmediatamente después de que el cultivo esté en la bodega, y no es conveniente removerlos hasta el final del período de almacenamiento.
- El control de plagas y enfermedades mediante plaguicidas dirigidos a los tubérculos no es recomendado en tubérculos destinados al consumo, a causa de peligros por residualidad de plaguicidas. La aplicación de insecticidas en polvo es conveniente en tubérculos semilla para prevenir ataques de polilla y pulgones.

2.9. PROCESAMIENTO DE LA PAPA EN EL ECUADOR.

Es importante mencionar que la papa, es un producto que se constituye como un elemento primordial en la dieta de los ecuatorianos, especialmente en la Sierra, donde es el segundo cultivo más importante después del maíz (Andrade, 2002).

Esta producción de papa se dirige especialmente al mercado local, lo que significa que el Ecuador es autosuficiente en este producto, mientras que otra parte muy pequeña se destina al comercio exterior, especialmente papa que ha sido sometida a ciertos procesos industriales para agregarle valor (Andrade, 2002).

Dentro del Producto Interno Bruto (PIB) Agrícola del Ecuador el cultivo de papa representó el 3,27% en el año 2012 (Chehab et al., 2013).

Según el III Censo Nacional Agropecuario (2000), la actividad papera vincula a 88.130 productores, los cuales representan un 10,5% de los productores agrícolas a nivel nacional. En toda la cadena de papa se estima que participan alrededor de 250.000 personas, vinculadas a las actividades directas e indirectas que genera el cultivo. En consecuencia esta actividad ocupa a un 5,2% de la Población Económicamente Activa (PEA) agrícola y 0,4% de la PEA total (Devaux et al., 2012).

La superficie cosechada de papa en el país durante el año 2013 alcanzó un promedio de 44.134 hectáreas anuales, mientras que la producción promedio anual durante este año llegó a las 287.787 Tm anuales, lo que ha significado un rendimiento promedio de 6,52 Tm/ha (Banco Central del Ecuador, 2013).

De esta manera, se pudo estimar el consumo promedio per cápita de papa para el año 2013 en el Ecuador, cuyo valor alcanzó el nivel de 23,60 kg/año. La producción de papa, de acuerdo a las estadísticas oficiales y a los territorios incorporados, se concentra principalmente en las provincias de Carchi y Tungurahua, seguidas de Chimborazo y Cotopaxi. En el austro ecuatoriano destaca la provincia de Cañar como productora de papa, sin embargo, su participación productiva a nivel nacional es mínimo (Devaux et al., 2012).

La provincia del Carchi es la zona con mayor producción de papa a nivel nacional. En el período 2000-2010, su producción representó el 29,91% de la producción total nacional de este producto. En términos de generación de empleo, el cultivo de papa se caracteriza por el alto uso de mano de obra, entre contratada y familiar.

La transformación de la materia prima o papa para el consumo, es un proceso que genera un valor agregado al producto.

Según el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (2002), 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.
- Alcohol: Elaboración de bebidas alcohólicas.
- Papa deshidratada: La cual sirve para la elaboración de sopas, saborizantes y harinas. Las harinas tienen usos como espesante de alimentos diversos, en la fabricación de fideos, pastelería y panadería.

2.9.1. CALIDAD DE PRODUCTO

Según Afra et al (2011), cuando la papa está madura, contiene una considerable proporción de agua que oscila entre el 77 y 79%. Las mejores condiciones para la industria de la papa frita están dadas por el alto contenido de materia seca (ver Tabla 3), siempre que no se desintegren, ni sean harinosas; con estas cualidades no absorben mucho aceite y dan mayor rendimiento, otra característica importante es que contengan menos proporción de azúcares reductores.

Si el contenido es alto, el producto toma un color pardo oscuro que lo hace inaceptable. Las características antes mencionadas dependen de la variedad y de factores como: es estado de madurez en el momento de la cosecha, la estación climática y las condiciones de almacenamiento.

Tabla 3. Parámetro de calidad con relación al porcentaje de materia seca.

Porcentaje de materia seca	Calidad
Más del 25%	Excelente
Entre 23 y 24%	Buena
Menos de 23%	Regular

(Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, 2002)

2.9.2. VOLUMEN Y MODALIDADES DE PROCESAMIENTO.

Los últimos años han traído cambios en los hábitos alimenticios de los ecuatorianos debido a una mayor urbanización de la población, a la incorporación de la mujer en el mercado laboral y a influencias culinarias de otros países. Esta situación ha hecho que la industrialización de la papa se ha convertido en una actividad cada vez más importante.

Se estima que el volumen de producción al nivel nacional es 475.000 TM, de lo cual 11% es destinado a procesamiento. De este volumen, la industria, los restaurantes y afines del país respectivamente procesan la mitad. Las principales formas de consumo en el Ecuador de papa procesada son: papa frita, puré, congelada y precocida (Pumisacho & Sherwood, 2002).

La papa tiene otras aplicaciones que todavía no han sido desarrolladas en el país, como fuente de almidón para insumo de la industria de embutidos. También se puede utilizar la cáscara de papa para fabricar adelgazantes y pañales desechables por su alto contenido de fibra, así como también para elaborar productos balanceados para alimentación animal.

2.9.3. CARACTERÍSTICAS PARA LA INDUSTRIA

La industria exige papa con distintas características físico-químicas. Existen parámetros y procedimientos estrictos para la calificación de productos procesados de alta calidad.

Según Pumisacho y Sherwood (2002), las características de mayor importancia son:

- **Tamaño, forma y uniformidad del tubérculo.**

Estas características dependen de la condición genética de la variedad, de la densidad de la población de plantas y de las prácticas culturales de manejo. Generalmente, la industria busca papas relativamente grandes y uniformes, especialmente cuando se trata de papa para procesamiento de papa a la francesa y chips.

- **Profundidad de los ojos.**

Influye en el rendimiento del tubérculo por la pérdida de pulpa en el pelado y en la facilidad o dificultad para hacerlo. Además, las papas con ojos profundos acumulan tierra y complica su lavado, especialmente cuando se utilizan peladoras mecánicas.

- **Condición física.**

Los tubérculos con defectos físicos o enfermedades son descartados para el proceso industrial. Se descartan los tubérculos con daños físicos ocasionados por el manipuleo, en donde se rompen las células produciendo manchones de color marrón.

- **Presencia del corazón hueco.**

Se encuentra este fenómeno generalmente en los tubérculos grandes y constituyen condiciones físicas indeseables para la industria.

- **Contenido de materia seca.**

Esta es una característica apreciada por la industria y depende de la variedad, prácticas de cultivo, clima, tipo de suelo e incidencias de plagas y enfermedades después de cocción. Una papa con alto contenido de materia seca mantiene una apariencia muy harinosa. El rendimiento de la papa que se procesa para obtener fécula o harina, puré en polvo, chips, hojuelas o papas fritas a la francesa es tanto

más elevado cuanto mayor sea el contenido de materia seca. Debido a una relación inversamente proporcional entre el contenido de materia seca y el consumo de aceite, la industria exige que la papa contenga por lo menos 21% de materia seca.

- **Contenido de azúcares reductores.**

Un contenido reducido de azúcares reductores da una buena coloración a la fritura. Un contenido elevado de azúcares en la papa produce una coloración oscura que trae consigo una distorsión del sabor (amargo). Para elaborar papa frita tipo chips se necesita variedades que presenten un máximo de 0,2% de azúcares reductores.

Las variedades principales que se utilizan para la industrialización son: Superchola, INIAP-María, Capiro, INIAP-Esperanza, INIAP-Cecilia y Fripapa 99.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en la ciudad de Ibarra, Parroquia El Sagrario; la materia prima (tubérculos frescos) para la investigación se obtuvo del mercado Mayorista y de la recolección de los productores minoritarios de papa de la provincia del Carchi, en el Mercado Central de la ciudad de San Gabriel.

Los análisis de los tratamientos en los períodos de tiempo establecidos se realizaron en los Laboratorios de control de Calidad de la Universidad Técnica del Norte.

2.9.4. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

Tabla 4. Datos climatológicos de la ciudad de Ibarra

Parámetros	Rango
Temperatura promedio anual (°C)	17,9
Humedad relativa (%)	72
Nubosidad (octavos de cielo)	6
Presión (Hpa)	781,6
Altitud (msnm)	2256
Precipitación (Mn)	52,5
Ubicación geográfica	00 °19'47" latitud sur

(Granja Experimental "Yuyucocha", Ibarra 2016)

2.9.5. MATERIALES Y EQUIPOS

Los materiales y equipos que fueron utilizados en la experimentación, se describen en la Tabla 5.

Tabla 5. Materiales y Equipos utilizados en la experimentación.

Materia Prima e insumos	Equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none">• Variedad de papa Rubí• Variedad de papa INIAP Victoria• Variedad de papa INIAP Fripapa 99• Bolsas herméticas plásticas	<ul style="list-style-type: none">• Balanza analítica• Balanza gramera• Calibrador• Densímetro• Espectrofotómetro• Controlador de humedad• Medidor de humedad• Respirómetro• Termómetro• Vasos de precipitación• Platos de incineración• Platos de evaporación• Pipetas• Probetas• Estufa• Mufla• Horno	<ul style="list-style-type: none">• Ácido sulfúrico• Óxido mercurico• Sulfato de Potasio• Hidróxido de sodio• Ácido hidroclorehídrico• Solución estándar de fósforo• Ácido nítrico

3.2. MÉTODOS

3.2.1. CONDICIONES DEL AIRE EN LOS CUARTOS DE ALMACENAMIENTO

Los cuartos de almacenamiento fueron construidos de acuerdo a las necesidades de cada caso. El cuarto de refrigeración fue proporcionado por una Industria Procesadora

de papas ubicada en la ciudad de Ibarra, las dimensiones de dicha cámara fueron de 1m x 1m, en donde se mantuvo con una temperatura de 7 °C y una Humedad Relativa (HR) que osciló entre 80 y 85%, lugar en donde se trabajó con las unidades experimentales sometidas a lo que en adelante se denominará condición de almacenamiento A.

El cuarto de almacenamiento de condiciones B mantuvo una temperatura de 15 a 20°C y HR de 70 a 80%, el cual, fue diseñado con los requerimientos para la investigación (ANEXO 1). El diseño fue de bloque y cemento, recubierto de cubetas de cartón como aislante; se implementó un Termo higrómetro digital, en donde fue adaptado un aire acondicionado para controlar la temperatura y la circulación del aire, este Termo higrómetro digital registró 10 mediciones diarias.

Las condiciones de almacenamiento Condición A y Condición B, se obtuvieron por medio del programa Psychrometric Chart V4.4, programa gráfico que ayuda a la obtención de los parámetros del aire para determinar las condiciones exactas de los cuartos de almacenamiento.

3.2.2. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS DE LA MATERIA PRIMA, (PESO, BROTACIÓN, HUMEDAD, MATERIA SECA, CENIZAS, AZÚCARES REDUCTORES, COMPOSICIÓN NUTRICIONAL).

Los análisis físico-químicos se evaluaron mediante las normas en la Tabla 6 descrita a continuación:

Tabla 6. Método utilizado en las características físico-químicas evaluadas en el experimento.

FÍSICAS	Método
Peso	Se lo realizó mediante la utilización de una balanza analítica y monitoreando la pérdida de peso.
Brotación	Se utilizó conteo manual.
QUÍMICAS	
Tasa de Respiración	Esta prueba se realizó con un Respirómetro Químico.
Humedad	Método de Methel;(AOAC 24:2003).
Materia Seca	Se realizó por complementación con relación al porcentaje de humedad.
Cenizas	Se realizó según la norma AOAC 923.03
Azúcares Reductores	Se realizó con el método potencio métrico de la norma, INEN 389.
COMPOSICION NUTRICIONAL	
Proteína	Se utilizó el Método de Kjeldahl
Fibra	Se determinó mediante el método descrito en la norma AOAC 962.09.
Calcio	Se realizó según la norma INEN 380
Carbohidratos	Se determinó mediante el método descrito en la norma AOAC 985.35
Fósforo	Se determinó mediante el método espectrofotométrico descrito en la norma AOAC 986.24.
Vitamina C	Se realizó según la norma AOAC 967.21

3.2.3. OPERACIONES POSTCOSECHA DE LOS TUBÉRCULOS DE PAPA

Las operaciones de beneficio post-cosecha de la papa son: recepción, selección, acondicionamiento, secado, curado, almacenamiento controlado (refrigeración) y almacenamiento no controlado (temperatura ambiente pero con adecuación de

cuarto), con las cuales al final de la investigación se determinó las mejores condiciones para que el almacenamiento de los tubérculos no afecte a su composición físico-química y también para determinar el mejor tratamiento y su composición físico-química y nutricional.

3.2.4. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO DE LA PAPA EN ALMACENAMIENTO.

➤ FACTORES DE ESTUDIO.

Se utilizaron tres factores en el estudio post cosecha de la papa:

- **Factor A:** Variedades de papa

A1= Variedad Rubí

A2= Variedad Victoria

A3= Variedad Fripapa 99

- **Factor B:** Condiciones de Almacenamiento

B1= Condición de Almacenamiento A (T=7⁰C)

B2= Condición de Almacenamiento B (T=15⁰C a 20⁰C)

- **Factor C:** Tiempo de almacenamiento

C1=30 días

C2= 45 días

C3= 60días

➤ TRATAMIENTOS

Para esta investigación se utilizaron 18 tratamientos que resultaron de la combinación de los tres factores de estudio, tres variedades de papa, dos condiciones de almacenamiento y tres tiempos de almacenamiento, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Descripción de los tratamientos obtenidos en el estudio de comportamiento post cosecha de tres variedades de papa en dos condiciones de almacenamiento.

TRAT	COMBINACIONES	DESCRIPCIÓN
T1	A1B1C1	Rubí + Cond. de Almacenamiento A (T=7°C)+30 días
T2	A2B1C1	Victoria + Cond. de Almacenamiento A (T=7°C)+30 días
T3	A3B1C1	Fripapa 99 + Cond. de Almacenamiento A (T=7°C)+30 días
T4	A1B2C1	Rubí + Cond. de Almacenamiento B (T=15°C)+30 días
T5	A2B2C1	Victoria + Cond. de Almacenamiento B (T=15°C)+30 días
T6	A3B2C1	Fripapa 99 + Cond. de Almacenamiento B (T=15°C)+30 días
T7	A1B1C2	Rubí + Cond. de Almacenamiento A (T=7°C)+45 días
T8	A2B1C2	Victoria + Cond. de Almacenamiento A (T=7°C)+45 días
T9	A3B1C2	Fripapa 99+ Cond. de Almacenamiento A (T=7°C)+45 días
T10	A1B2C2	Rubí + Cond. de Almacenamiento B (T=15°C)+ 45 días
T11	A2B2C2	Victoria + Cond. de Almacenamiento B (T=15°C)+ 45 días
T12	A3B2C2	Fripapa 99+ Cond. de Almacenamiento B (T=15°C)+ 45 días
T13	A1B1C3	Rubí + Cond. de Almacenamiento A (T=7°C)+60 días
T14	A2B1C3	Victoria + Cond. de Almacenamiento A (T=7°C)+60 días
T15	A3B1C3	Fripapa 99+ Cond. de Almacenamiento A (T=7°C)+ 60 días
T16	A1B2C3	Rubí + Cond. de Almacenamiento B (T=15°C)+ 60 días
T17	A2B2C3	Victoria + Cond. de Almacenamiento B (T=15°C)+ 60 días
T18	A3B2C3	Fripapa 99+ Cond. de Almacenamiento B (T=15°C)+ 60 días

3.2.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó Diseño Completo al Azar (DCA), con 18 tratamientos y 3 repeticiones, con arreglo factorial A x B x C, el Factor A Variedades de papa, B Condiciones de Almacenamiento y C Tiempo de almacenamiento.

➤ Características del experimento

Repeticiones 3 (tres)

Tratamientos 18 (diez y ocho)

Unidades Experimentales 54

➤ **Características de las unidades experimentales**

El experimento estuvo constituido por 54 unidades experimentales; cada unidad experimental con un peso de 10 kg.

➤ **Análisis Estadístico**

Tabla 8: Esquema del Análisis de Varianza del estudio de comportamiento post cosecha de tres variedades de papa en dos condiciones de almacenamiento

FACTORES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	53
Repeticiones	2
Tratamientos	17
A	2
B	1
AxB	2
C	2
AxC	4
BxC	2
AxBxC	4
E. Exp	34

• **Análisis Funcional**

Se realizó Prueba de significación de Tuckey al 5% en caso de encontrar diferencia significativa en los tratamientos, DMS (Diferencia Mínima Significativa) en caso de encontrarse diferencia significativa en los factores y el paquete estadístico INFOSTAT para determinar el análisis de varianza.

3.2.6. VARIABLES A EVALUARSE

Se realizó la evaluación de las características físicas que fueron tomadas en los dos cuartos de almacenamiento, las variables medidas fueron: Peso y Brotación; la variable Peso fue medida cada 7 siete días, mientras que la variable Brotación se la realizó cada día para llevar un control más detallado.

Las características químicas se evaluaron en el Laboratorio de análisis físico-químicos y microbiológicos de la FICAYA en la Universidad Técnica del Norte, las variables que se midieron fueron: Humedad, Materia Seca, Cenizas y Azúcares Reductores. Estas variables fueron medidas cada siete días. Los componentes nutricionales fueron evaluados al inicio de la investigación y al mejor tratamiento al final del almacenamiento.

Se realizó un monitoreo diario de los parámetros: temperatura, humedad relativa y luz natural.

- **VARIABLES CUANTITATIVAS**

Físicas

Peso: Para medir esta variable se utilizó 5 kg de muestra y una balanza analítica (modelo SBS-LW) para determinar el promedio del porcentaje de pérdida de peso de cada uno de los tratamientos con su respectiva repetición. La medición se realizó cada 7 días y a la misma hora; los resultados fueron expresados en gramos (g).

Brotación: para determinar la cantidad de brotes se utilizaron 5kg de muestra para lo cual se utilizó un conteo manual. El conteo se realizó cada día, en los dos cuartos de almacenamiento a la misma hora.

3.2.6.1. Análisis Químicos

Tasa de respiración: Se determinó con la utilización de un Respirómetro Químico elaborado únicamente con el propósito de esta investigación, para el cual se siguió el siguiente procedimiento:

Se dispuso el Respirómetro según la Figura 5 una vez armado el dispositivo, se procedió a pesar una muestra de 1Kg de papa en el reactor.

El procedimiento guía fue el descrito por Montes (2001) que señala:

En un matraz Erlenmeyer se colocó 90 ml de KOH al 9% para que funcione como una de las trampas. Para regular el flujo de aire se añadió una bomba de oxígeno de

pecera para purificar el aire y con el cual se efectuó un barrido en las cámaras durante 10 minutos.

En otro matraz Erlenmeyer se colocó 60 ml de Ba (OH)₂ para que sea la trampa de CO₂, se dejó los tubérculos respirando durante 15 a 25 minutos, para que después del tiempo de respiración, se pueda suspender el paso de aire y colocar la solución de Ba (OH)₂ pasar a un Erlenmeyer limpio. Se tituló rápidamente con una solución de ácido oxálico.

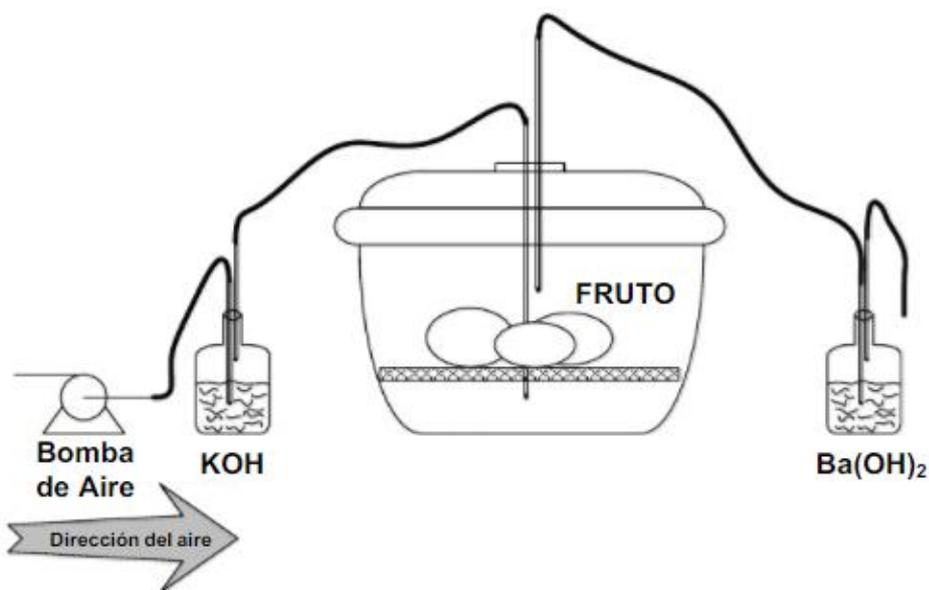


Figura 5. Diagrama del funcionamiento de un Respirómetro con trampas de bario

Mediante la siguiente fórmula de intensidad respiratoria:

$$IR = \frac{(Vb - Vm)(N)(22)(60)}{(W)(t)} \quad (1)$$

Se utilizó la Ecuación 1, donde IR: Intensidad Respiratoria, V_m: Volumen de ácido oxálico para titular la muestra; V_b: Volumen de ácido oxálico para titular el blanco; N: Normalidad del ácido oxálico; W: Peso de la muestra; t= tiempo de barrido; 60: factor de conversión para el tiempo; 22: peso miliequivalente del CO₂.

La medición de la tasa de respiración se realizó cada 7 días, en cada uno de los cuartos de almacenamiento y los resultados se expresaron en mg de CO₂/kg h.

Humedad: Consistió en determinar la pérdida de masa de agua correspondiente a las sustancias volatilizadas. Se estableció mediante la NORMA AOAC 925.10, se utilizó 5kg. de muestra y la medición se realizó en tres intervalos de tiempo, la toma de muestras se realizó cada 7 días y a la misma hora; el resultado se expresó en porcentaje (%).

Materia seca: El porcentaje de materia seca se obtuvo mediante la Ecuación 2.

$$MS (\%) = 100\% - \% \text{ de humedad } (2)$$

*MS: materia seca

Cenizas: Se determinó mediante el método directo descrito en la norma AOAC 923.03. La toma de muestras para el análisis se realizó cada 7 días y los resultados se expresaron en porcentaje (%).

Azúcares reductores: Se determinó mediante la norma AOAC 920.183. La medición se realizó en tres intervalos de tiempo y la lectura se realizó cada 7 días y los resultados se expresaron en mg/100g de muestra.

3.3. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO.

3.3.1. RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA.

La materia prima para la investigación debió ser de excelente calidad y cumplir con los requerimientos necesarios para la investigación, por lo que se desechó aquellos tubérculos que presentaban daños físicos y apariencia extraña. La materia prima fue obtenida de los productores minoritarios del Carchi en el mercado de San Gabriel y en el mercado Mayorista de Ibarra.

La recepción de los tubérculos frescos de papa se llevó a cabo de acuerdo a lo expuesto en la norma INEN NTE 1 516 (ANEXO 3), que exige las siguientes condiciones de presentación y tamaño:

- Enteras, limpias, frescas, sanas, completo desarrollo, forma y coloración.

- Sin olores o sabores extraños, sin humedad exterior anormal, exenta de cortaduras, magulladuras, manchas, alteraciones causadas por plagas o enfermedades y libre de residuos químicos no permitidos.

3.3.2. SELECCIONADO

Los tubérculos fueron seleccionados y clasificados, tomando en cuenta la categoría que se detalla en la norma INEN NTE 1 516 considerados para el estudio.

Según INEN NTE 1 516 (1 997:2009), la papa destinada a la alimentación, clasificada de acuerdo con el numeral 4.1, debe ser de tal variedad con características externas iguales: madura, bien formada, limpia, no contaminada con productos químicos; sin daños: mecánicos, fisiológicos, patógenos, ni causada por insectos.

Los tubérculos se clasificaron según su tamaño, en cuatro categorías de acuerdo a lo establecido en la Tabla 9.

Tabla 9. Calibres de tubérculos para determinación de la categoría

DIÁMETRO (mm)	Categoría (Tamaño)
> 65	Primera
45 – 64	Segunda
30 – 44	Tercera
< 29	Cuarta

(INEN NTE 1 516, 2009)

Los tubérculos utilizados para la experimentación fueron de segunda y tercera categoría, la elección de este rango de medida se realizó debido a que es el mismo parámetro aceptado por pequeñas y medianas industrias. Este procedimiento se lo realizó con la finalidad de proporcionar mayor uniformidad a las unidades experimentales.



Figura 6. Selección y clasificación de los tubérculos de papa.

3.3.3. ACONDICIONAMIENTO

Una vez recolectados los tubérculos de cada variedad (10kg por muestra), se procedió a limpiar el exceso de tierra sin su total eliminación para evitar la contaminación durante el desarrollo del experimento. Además funcionó como capa protectora de la materia prima.



Figura 7. Acondicionamiento de los tubérculos de papa.

3.3.4. PESADO.

Una vez acondicionadas las muestras se procedió a pesar con una balanza analítica (SBS-LW) las 54 unidades experimentales de $10\text{kg} \pm 0,05$ de peso cada una, de acuerdo a lo establecido en la metodología, procurando que todas sean uniformes.



Figura 8. Pesado de las unidades experimentales.

3.3.5. EMPACADO Y ETIQUETADO.

El empacado de las papas se lo realizó en kavetas plásticas, observando sus características físicas para garantizar su calidad.

Tomando en cuenta la unidad experimental que es de $10\text{kg} \pm 0,05$ aproximadamente de tubérculo fresco de cada variedad, utilizando una balanza analítica. Se utilizó papel adhesivo con la identificación respectiva, señalando tratamientos y su respectiva repetición.

3.3.6. MEDICIÓN DE LA TASA DE RESPIRACIÓN.

Se determinó mediante la utilización de un Respirómetro químico el cual consiste en la implementación de trampas de oxígeno y CO_2 y por medio de la Ecuación 1 (pág. 49) se determinó la Intensidad Respiratoria, en donde se observó el comportamiento del CO_2 respecto a las variedades de papa y el tipo de almacenamiento con intervalos de tiempo de 7 días.



Figura 9. Obtención de la muestra de CO₂ en el cuarto de almacenamiento A.

3.3.7. SECADO

Consiste en eliminar la humedad superficial del tubérculo manteniendo la humedad interna. El secado se realizó a una temperatura de 25 °C y a una humedad relativa de 70% (Almada, 2008). Este proceso se realizó en el cuarto de Almacenamiento B para controlar la temperatura del aire y la humedad relativa, mediante la utilización de un termo higrómetro.

3.3.8. CURADO

Se la realizó, manteniendo los tubérculos por 7 días a 15 °C con humedad relativa de alrededor del 75%, el cual fue realizado una vez terminado el proceso de secado. Su principal objetivo es sellar aquellas heridas presentes en los tubérculos antes del proceso de almacenamiento (Almada, 2008).

3.3.9. ALMACENADO.

Las 54 muestras de tubérculos se almacenaron en las condiciones establecidas para el desarrollo del experimento. Todas las unidades experimentales fueron almacenadas en kavetas de plástico para facilitar la circulación de aire.

CONDICIÓN DE ALMACENAMIENTO A

Se almacenó los tubérculos en un cuarto a 7°C y 85% de HR (Pumisacho & Sherwood, 2002).



Figura 10. Monitoreo de la variable brotación en las unidades experimentales en el cuarto de almacenamiento A.

CONDICIÓN DE ALMACENAMIENTO B

Se almacenó los tubérculos en un cuarto de almacenamiento, en donde se monitoreó las condiciones de temperatura ambiente (15 a 20 °C) y humedad relativa (70 a 80%). Las condiciones del aire de almacenamiento se observan en la Tabla 11.



Figura 11. Almacenamiento de las unidades experimentales en condición de almacenamiento B

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIEDADES DE PAPA ESTUDIADAS

Después de recibida la materia prima se procedió a caracterizar cada variedad que fue objeto de estudio, la misma que se detalla en la Tabla 10.

Tabla 10. Caracterización de las variedades rubí, victoria y fripapa 99.

COMPONENTE	O DÍAS DE ALMACENAMIENTO		
	Fripapa 99	Victoria	Rubí
METERIA SECA	28,73 %	15,98 %	21,02%
CENIZAS	0,87 %	0,69%	0,70 %
AZÚCARES REDUCTORES	28,00 mg	40,25 mg	29,01 mg
PROTEÍNA	1,87 g	1,3-1,5g	1,4-1,45 g
FIBRA	1,8 g	2,3 - 2,61 g	1,5-1,7g
CALCIO	5 mg	2-2,2 g	5,2-5,8 mg
FÓSFORO	44 mg	17-17,3 g	55-60mg
CARBOHIDRATOS	20,13 g	47-48 g	25 – 35 g

4.2. CONDICIONES DE LOS CUARTOS DE ALMACENAMIENTO PARA TUBÉRCULOS DE PAPA.

La investigación se realizó en la ciudad de Ibarra, en donde, se estableció dos cuartos de almacenamiento según los parámetros de temperatura y humedad relativa en función de la carta psicrométrica, para las condiciones con temperaturas de 15 a 20°C(condición B) se utilizó la carta psicrométrica y un termo higrómetro para el control de las variables temperatura y humedad relativa, en tanto que para las condiciones de almacenamiento a temperatura de 7°C(condición A), se utilizó un termo-higrómetro fijo cuyos valores fueron controlados automáticamente por el sistema del equipo, con un error de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ de temperatura.

4.2.1. Condición del cuarto de almacenamiento B (15 a 20°C)

El cuarto de almacenamiento se estableció según los rangos de temperatura de 15 a 20°C, con dimensiones de 3m de ancho, 3 m de largo y 1,5m de altura, en donde se establecieron los siguientes parámetros de control: Temperatura, Humedad Relativa y Circulación de aire, que se monitorearon a lo largo de la experimentación.

Para la medición de los parámetros se utilizó un equipo llamado Termo higrómetro digital adaptado para las necesidades de la investigación, el cual realizó 10 mediciones cada hora, se utilizó la media calculada por día y con la utilización del programa Termostat Modelo 2016, se obtuvo los parámetros humedad relativa y temperatura de bulbo seco, con lo cual se trabajó en el software Psychtool que es una carta psicrométrica informatizada que calcula las propiedades psicrométricas del aire, mediante la cual se verifica las condiciones del mismo.

Los resultados obtenidos se muestra el Figura 12 y Tabla 11.

Tabla 11. Condiciones del aire en el cuarto de almacenamiento B.

Bulbo seco	Bulbo húmedo	Humedad relativa	Humedad absoluta	Presión de vapor	Volumen	Entalpía	Punto de rocío
18°C	16,29 °C	85%	10,74g/Kgss	1,76 kPa	0,8639 m ³ /kg	65,00 KJ/Kgss	17,24°C

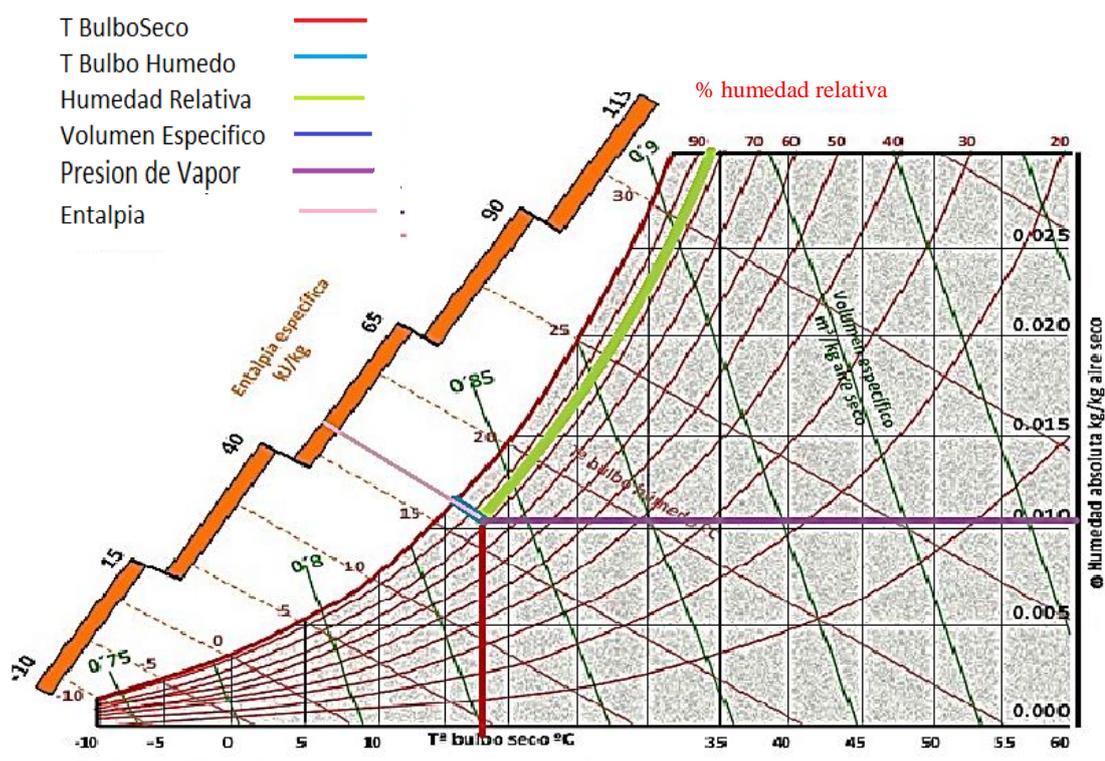


Figura 12. Propiedades psicrométricas de aire en el cuarto de almacenamiento de condiciones no controladas

Las variables psicrométricas comúnmente usadas son temperatura, humedad relativa, temperatura de rocío y temperatura de bulbo húmedo, ya que estos, tienen un efecto directo en el comportamiento fisiológico de alimentos perecederos (Adel, 2007).

En este estudio los parámetros de las variables antes mencionadas presentaron valores de: 18°C de temperatura de bulbo seco; 16,29°C de temperatura de bulbo húmedo y 85% de humedad relativa.

Según Banse (2008), la temperatura de almacenamiento en pequeñas y medianas empresas son aquellas superiores a 14°C, los valores obtenidos en la experimentación se acercan a los citados por el autor.

Los factores internos de un cuarto de almacenamiento de tubérculos intervienen directamente en la conservación físico - química y nutricional de las variedades de papa estudiadas, pues si los parámetros psicrométricos no son los correctos, afectarán directamente en la calidad de los tubérculos antes del procesamiento.

4.3. MEDICIÓN DE LA TASA DE RESPIRACIÓN DE LAS VARIEDADES EN LAS DOS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO.

En la Figura 13 correspondiente a la variedad Rubí, se observa la tasa de respiración a temperatura de almacenamiento B (15 a 20 °C), la misma que aumenta los primeros 22 días hasta encontrar un punto máximo de expulsión de CO₂ de aproximadamente 3,32 mg CO₂/kgh y posteriormente tiende a decrecer hasta lograr un nivel de expulsión de 1,14 mg de CO₂/kgh.

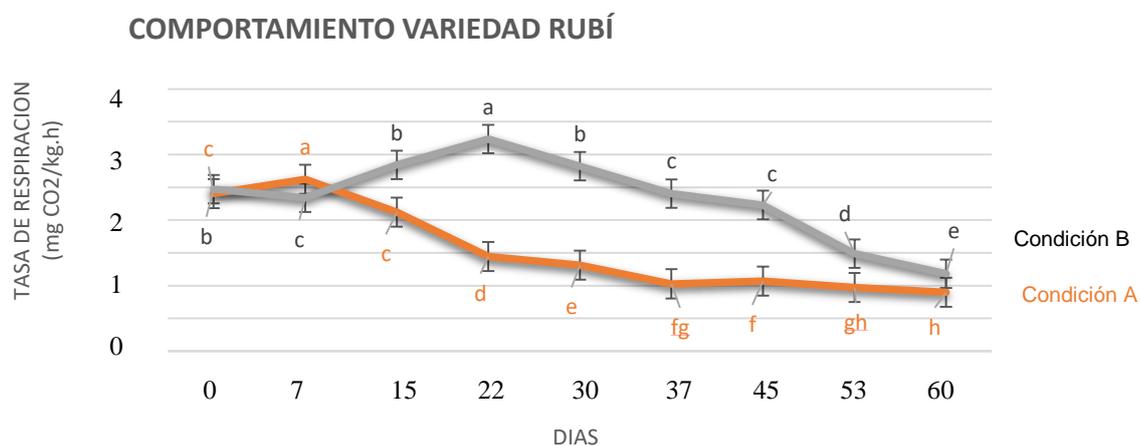


Figura 13. Variación de la tasa de respiración de la variedad Rubí en las dos condiciones de almacenamiento.

Para la condición de almacenamiento A (7°C) se observó un crecimiento en los primeros 7 días de almacenamiento, hasta llegar a un punto de expulsión de 3,32 mg de CO₂/kgh de muestra. Desde ese punto empezó una disminución de manera brusca hasta el día 22, en donde permanece en un promedio de 1,5 a 1 mg CO₂/kgh hasta el día 60 de almacenamiento.

La condición y el tiempo de almacenamiento influyen directamente en la variación de la tasa respiratoria de la variedad Rubí, se puede observar que en condiciones de almacenamiento de 15 a 20°C hubo un incremento de la tasa de respiración.

Si se hace referencia al comportamiento de esta variable en los diferentes tiempos de almacenamiento se puede decir que, en la condición de almacenamiento A (7°C) la variable tasa de respiración de los 0 a los 7 días no es significativo, es decir no hay una variabilidad en esta variable estudiada durante este período de tiempo, sin embargo a partir de los 7 días con relación a los 15 y 22 días de almacenamiento, si se evidencia una diferencia en el comportamiento de la variable estudiada.

El cambio antes mencionado depende estrictamente de la fisiología de cada tubérculo, según FAO (2011), el período de reposo de la variedad Rubí es de 40 a 50 días, si las condiciones de almacenamiento son las adecuadas, lo que se corrobora con la información obtenida en la experimentación, pues en almacenamiento a 7°C se observa un período de reposo largo, extendiendo la brotación múltiple.

En la Figura 14, correspondiente a la variedad Victoria, la tasa de respiración a temperatura de 15 a 20°C (condición de almacenamiento B), los primeros 15 días tiende a tener un incremento leve en su intensidad respiratoria de 2,2 a 2,5 mg de CO₂/kgh de muestra aproximadamente; pero desde el día 15 hasta el día 22 de almacenamiento se evidencia un incremento en la actividad respiratoria de los tubérculos; a partir de este día la intensidad respiratoria disminuye bruscamente hasta el día 60 de almacenamiento, en donde llega a una intensidad respiratoria de 0,9 mg de CO₂/kgh de muestra.

En condiciones de almacenamiento A (temperatura de 7°C) se da un leve incremento en la intensidad respiratoria los 15 primeros días de almacenamiento, con un promedio de 2,5 a 2,6 mg de CO₂/kg.h de muestra; sin embargo, se evidencia que en los próximos días de almacenamiento tiende a disminuir la intensidad respiratoria, pues se mantiene en valores comprendidos entre 1,5 mg de CO₂/kg.h de muestra.

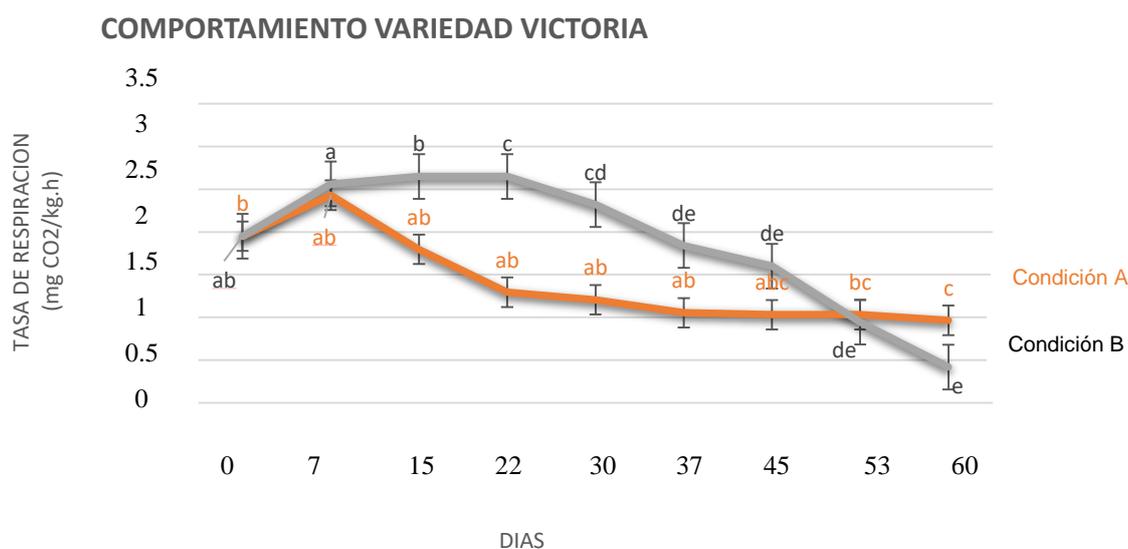


Figura 14. Variación de la tasa de respiración de la variedad Victoria en las dos condiciones de almacenamiento.

Según FAO (2011), el período de reposo de la variedad Victoria es de 30 a 40 días, si las condiciones de almacenamiento son las adecuadas, lo cual concuerda con la información obtenida en la experimentación, pues en almacenamiento a 7°C se observa un período de reposo corto y una dormancia apical no muy extensa, lo que conlleva a la brotación temprana y no garantiza la calidad del producto después de un largo período largo de almacenamiento.

En la Figura 15, correspondiente a la variedad Fripapa 99, se observa el aumento leve de la tasa de respiración en condiciones de almacenamiento A (7°C) durante los primeros 15 días, pero los siguientes días de almacenamiento tiende a tener una disminución en su intensidad respiratoria, pues se mantiene en valores

comprendidos entre 1 mg de CO₂/kg.h de muestra durante todo el período de almacenamiento.

Para la temperatura de 15 a 20°C (condición de almacenamiento B), la tasa de respiración incrementa un promedio de 3 a 3,5 mg de CO₂/kg.h de muestra, hasta el día 15 de almacenamiento, y posteriormente tiende a disminuir hasta el día 60 a un promedio de 1,5 mg de CO₂/kg.h de muestra.

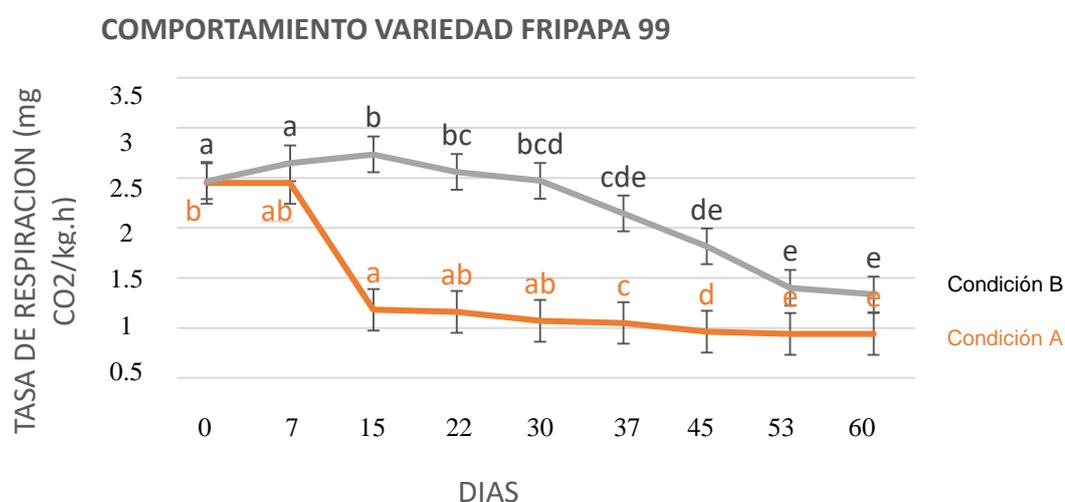


Figura 15. Variación de la tasa de respiración de la variedad Frippapa 99 en las dos condiciones de almacenamiento.

Según Orena (2015), la respiración es un proceso vital que proporciona la energía requerida para mantener vivos a los tejidos de los tubérculos. La tasa de respiración de las papas depende de la temperatura de almacenamiento, la madurez de los tubérculos, ocurrencia de heridas, el contenido de azúcares y el grado de brotación. Los efectos más marcados de la respiración son la producción de calor, la pérdida de materia seca y el aumento del CO₂.

La tasa de respiración se comporta de manera similar en condición de almacenamiento A (7 °C) para las variedades Rubí, Victoria y Frippapa 99; sin embargo en almacenamiento B (15 a 20°C) cada variedad se comporta de acuerdo

a la fisiología y composición de cada una; corroborando lo mencionado anteriormente por el autor.

Según Villacrés (2011) la respiración y la transpiración en tubérculos tiende a aumentar o disminuir su intensidad de acuerdo a la composición química y de las condiciones del aire al cual es almacenado; se reafirma que la condición de almacenamiento influye directamente en la variación de la tasa respiratoria de la variedad Victoria, así también, el tiempo de almacenamiento, ya que se puede observar que en condición B de almacenamiento, existe un incremento de la tasa de respiración, evidenciando que la composición química de la papa juega un papel importante en la intensidad respiratoria.

Haciendo referencia a la variedad Rubí con relación a la variedad Victoria existe un comportamiento diferente en cuanto a las dos condiciones de almacenamiento, pues es lógico ya que, la papa Victoria contiene mayor porcentaje de humedad, por lo cual durante la refrigeración se podrá mantener un equilibrio de la actividad de agua (Alim, 2011).

La variable tasa de respiración expresada en mg CO₂/kgh, disminuye de acuerdo con el tiempo transcurrido en condición de almacenamiento B (15 a 20°C), pues en este parámetro de temperatura el período fisiológico de los tubérculos de cada variedad se acelera, llegando a la senectud; mientras que en condición de almacenamiento A (7°C), no hubo diferencias en el comportamiento de la tasa de respiración inter variedades, pero sin entre variedades, pues esta variable depende de la fisiología de cada tubérculo.

Según lo mencionado por los autores antes citados, la tasa respiratoria depende del tiempo de almacenamiento o de la variedad estudiada y de las condiciones en las que estén siendo conservadas, pues en las gráficas anteriormente expuestas se evidencia que para cada una de las variedades se comporta de forma diferente, debido a su composición nutricional, por lo que, si las condiciones de almacenamiento son las correctas los tubérculos tendrán un período de vida útil mucho más extenso y no se establecerían pérdidas económicas.

4.4. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LA PAPA DURANTE EL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO

Tomando en cuenta el tamaño y la apariencia física como los factores más importantes en la calidad de la papa, se procedió a caracterizar el tamaño mediano, que, según la Norma INEN 1 516 se considera a aquellos tubérculos que tengan de entre 30 a 65 mm. En el cual fueron evaluados los parámetros de características físicas: peso y brotación y en características químicas: materia seca, humedad, cenizas y azúcares reductores respectivamente. La caracterización se detalla en la Tabla 12 a continuación:

Tabla 12. Características físico-químicas de los tratamientos durante el tiempo de almacenamiento

VARIABLE	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO		
	0 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS
FÍSICAS			
Peso (kg)	5	4,52	4,03
Brotación	0	4,23	13,01
QUÍMICAS			
Humedad (%)	78	70,52	64,42
Materia Seca (%)	22	29,48	35,58
Cenizas (%)	0,96	1	1,35
Respiración (mgCO₂/kgh)	2,468	2,948	1,4
Azúcares Reductores (mg/100g)	26,3	40,52	63,42

Una vez terminada la experimentación, se evidenció la variación de las características físico-químicas en las dos condiciones de almacenamiento aplicadas en el estudio. En todos los tratamientos, independientemente de la variedad, condición y el tiempo de almacenamiento, hay una pérdida de la variable peso del 0,97% desde los 0 a 60 días, debido a la deshidratación de los tubérculos, esto se debe a las condiciones de temperaturas de 15 a 20°C.

Para la variable brotación se evidenció una variación de entre 0 al 13,01% durante los 60 días de almacenamiento. Según Chavez (2007), el promedio de pérdida de peso en tubérculos para la industria es de no más del 5%, si las condiciones son favorables. Mientras que, si las condiciones no son favorables pueden llegar hasta el 40%.

En la variable humedad se observó una disminución del 13,58% desde los 0 a los 60 días de almacenamiento; la variable materia seca tuvo un incremento del 13,58% durante el mismo período de tiempo. En cuanto a la variable ceniza se puede evidenciar un incremento de 0,35% en un período de almacenamiento de 60 días, la cual se mantiene en rangos aceptables por la Ficha Técnica de producción de Fripapa 99.

Con relación a la variable azúcares reductores se evidenció una variación en la concentración por cada 100 g. de muestra, pues tiene un aumento de 0 a 41,47mg de concentración, que sí es representativo durante la investigación, pues según Borba (2008) el intervalo aceptable es de 25mg a 39mg de azúcares por cada 100 g. de muestra.

4.5. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LAS VARIEDADES RUBÍ, VICTORIA Y FRIPAPA 99, BAJO DOS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO EN TRES PERÍODOS DE TIEMPO.

En la investigación se realizó un análisis estadístico para cada una de las variables estudiadas, con el fin de determinar su variación en el tiempo de almacenamiento establecido, a excepción de la variable brotación que fue monitoreada diariamente, para determinar su comportamiento durante el período de almacenamiento. Cada una de las variables físico-químicas se detalla en la Tabla 13.

Tabla 13. Análisis de Varianza para las variables peso, brotación, humedad, azúcares reductores, cenizas y materia seca evaluadas en el experimento.

VARIABLE	*GL	*FC	*R ²	*CV
Físicas				
Peso	17	30,24**	0,99	1,28
Brotación	17	270,02**	0,99	17,15
Químicas				
Humedad	17	34,46**	0,99	1,64
Azúcares reductores	17	89,86**	1	2,11
Cenizas	17	50,11**	0,91	6,5
Materia seca	17	34,36**	0,99	3,67

* GL: grados de libertad; FC: factor de corrección; R²: factor de ajuste; CV: coeficiente de variación;

** : altamente significativo

Una vez finalizada la investigación se estableció los resultados obtenidos para cada una de las variables estudiadas que se detallan en la Tabla 14, las mismas que sirvieron para hacer un análisis del comportamiento de las variedades de papa en las dos condiciones de almacenamiento en el tiempo que duró la investigación.

Para realizar la presente investigación se tomaron en cuenta las variables físico-químicas, en las cuales se utilizó un diseño completo al azar y los datos fueron tomados cada 7 días para determinar su variación, con respecto a la brotación no se utilizó un modelo estadístico, ya que mediante un análisis se puede determinar su comportamiento, el cual fue monitoreado diariamente con el fin de establecer un comportamiento con respecto a esta variable.

Cada una de las características físico-químicas estudiadas se observan en Tabla 14 detallada a continuación:

Tabla 14. Valores obtenidos de las variables físicas y químicas durante el estudio de comportamiento post-cosecha de tubérculo de papa

TRAT	Peso		Humedad		Materia Seca		Cenizas		Azúcares Reductores (mg/100g)	
	(kg)		(%)		(%)		(%)			
T1	4,98 ± 0,01	a	77,79 ± 0,99	b	21,21 ± 0,99	b	0,70 ± 0,01	i	29,05 ± 1,05	ab
T2	4,98 ± 0,00	a	75,91 ± 0,61	b	24,02 ± 0,61	b	0,97 ± 0,16	fgh	31,10 ± 1,35	abc
T3	4,94 ± 0,03	a	75,98 ± 0,09	b	24,09 ± 0,09	b	1,13 ± 0,01	dcef	33,09 ± 1,07	c
T4	4,87 ± 0,03	a	71,54 ± 0,95	cd	16,68 ± 1,04	a	0,89 ± 0,03	cdefg	40,43 ± 1,63	d
T5	4,86 ± 0,01	a	70,08 ± 0,78	c	20,85 ± 0,12	b	0,96 ± 0,01	hi	44,02 ± 0,92	e
T6	4,57 ± 0,05	b	69,81 ± 1,08	cde	20,89 ± 1,52	b	1,00 ± 0,05	efgh	46,12 ± 0,93	e
T7	4,98 ± 0,01	a	83,32 ± 1,04	a	28,46 ± 0,95	cd	0,89 ± 0,02	gh	28,00 ± 1,21	a
T8	4,98 ± 0,00	a	79,15 ± 0,12	b	29,92 ± 0,78	c	0,97 ± 0,05	defgh	29,40 ± 0,70	abc
T9	4,94 ± 0,02	a	79,11 ± 1,52	b	30,19 ± 1,08	cde	1,07 ± 0,15	fgh	32,43 ± 1,69	bc
T10	4,65 ± 0,01	e	67,93 ± 1,67	ef	32,07 ± 1,67	ef	1,18 ± 0,07	abcd	65,37 ± 1,33	f
T11	4,50 ± 0,00	bc	63,77 ± 1,63	cde	33,23 ± 1,63	cde	1,23 ± 0,12	bcdef	79,50 ± 0,66	h
T12	4,37 ± 0,05	c	59,44 ± 0,60	gh	42,56 ± 0,60	gh	1,37 ± 0,04	ab	97,30 ± 1,74	i
T13	3,79 ± 0,02	f	57,29 ± 1,45	g	40,71 ± 1,45	g	1,29 ± 0,06	abc	83,00 ± 1,39	h
T14	3,45 ± 0,06	g	55,66 ± 1,07	i	44,34 ± 1,07	i	1,36 ± 0,05	ab	93,67 ± 0,91	i
T15	3,26 ± 0,10	h	52,26 ± 1,52	hi	47,74 ± 1,52	hi	1,43 ± 0,10	a	109,93 ± 1,26	i
T16	4,34 ± 0,14	cd	69,72 ± 1,19	cde	30,28 ± 1,19	cde	0,99 ± 0,01	defgh	67,77 ± 0,80	fg
T17	4,36 ± 0,10	c	67,41 ± 1,46	de	32,59 ± 1,46	de	1,13 ± 0,05	efgh	68,57 ± 1,38	fg
T18	4,19 ± 0,06	de	63,59 ± 0,92	f	36,41 ± 0,92	f	1,20 ± 0,03	bcde	69,43 ± 1,26	g

4.5.1. VARIABLE PESO

En la investigación, ésta variable fue analizada cada 7 días tomando en cuenta un peso inicial, para llegar a un promedio de peso y determinar si hubo o no variación estadística durante el almacenamiento. Cada tratamiento fue evaluado de acuerdo al tiempo establecido.

En la Figura 16, se observa que existe una variación en el comportamiento del peso, pues durante el período de almacenamiento se evidencia que hay un decrecimiento

mínimo para la condición A, es decir que no existe diferencia estadística ($p>0.05$) entre los tratamientos T1 al T5, pero si el tratamiento T6 que es significativamente diferente ($p<0.05$) con relación a los tratamientos en esta condición, sin embargo, no existe significación estadística ($p>0.05$) entre el tratamiento T6 y T11 que corresponde a la condición de almacenamiento B.

Para la condición de almacenamiento B el comportamiento del peso fue variable debido a que no hubo diferencia estadística ($p>0.05$) entre los tratamientos T12, T17 y T16, pero si con relación al tratamiento T11. Así mismo, los tratamientos T16 y T18 que estadísticamente no son diferentes, pero si, los tratamientos T13, T14, T10 y T15, que actuaron de diferente manera cada uno.

COMPORTAMIENTO DE LA VARIABLE PESO

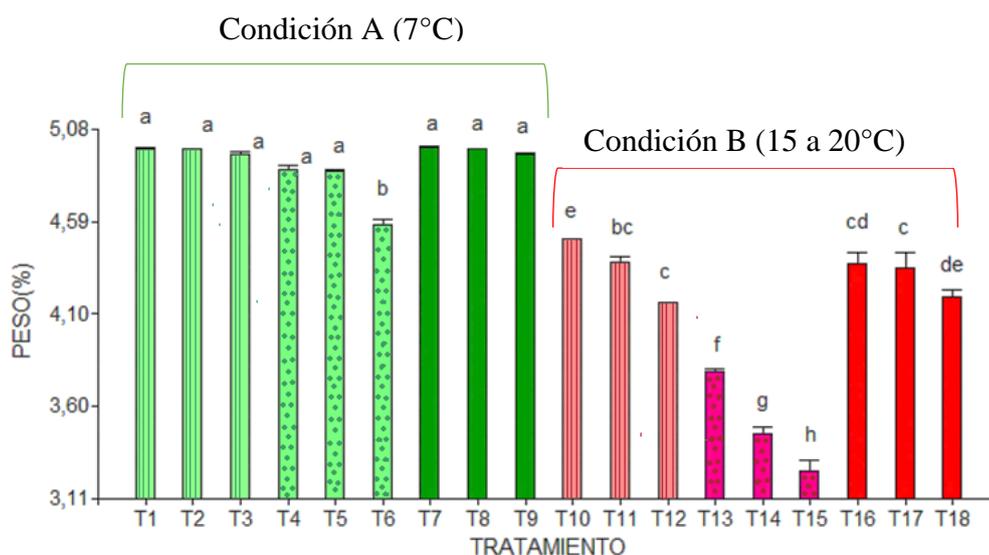


Figura 16. Comportamiento de la variable Peso (kg) frente a los tratamientos en estudio.

En el análisis de varianza Tabla 14, se observa que existe diferencia altamente significativa para tratamientos, esto manifiesta que los tratamientos presentan diferentes concentraciones de peso y que influyen significativamente en esta variable, en la prueba de Tukey se encontró diferentes rangos y un coeficiente de variación de 1,28 %.

Además, la desviación estándar presente en este caso, indica que hay variación de peso en cada uno de los tratamientos, y el decrecimiento de la curva corrobora que la variable estudiada es inversamente proporcional al tiempo de almacenamiento en condición B, lo que no sucede con los tubérculos almacenados en condición A.

En la investigación se pudo observar que en condición de almacenamiento A (7°C), en donde desempeñan un papel importante la temperatura y humedad relativa, no existe un cambio radical de peso durante el almacenamiento, como se evidenció en los tratamientos T1 al T5, esto se debe principalmente a la conservación o pérdida de humedad en los tubérculos.

Según Caluña (2008), en papas para consumo es necesario limitar pérdidas de peso, para lo cual es importante controlar la temperatura, la humedad relativa del aire y la ventilación para minimizar las pérdidas de peso durante la conservación. Las pérdidas de peso en almacenamiento deficiente pueden ir de 25% al 40% en el mejor de los casos, con lo cual se afirma que la condición de almacenamiento es fundamental en la conservación de papa como tubérculo fresco, sin importar la variedad o el tiempo de almacenamiento.

Sin embargo, se pudo evidenciar que en condición de almacenamiento B (15 a 20°C), los tubérculos actúan de acuerdo a su composición química, como lo asegura Argenpapa (2005) “Las pérdidas de peso varían según la composición de la papa, así también como el adecuado tratamiento post-cosecha que reciban”, esto se evidencia con los tratamientos T11 al T18 en donde, el comportamiento del peso actúa de acuerdo a la variedad de papa utilizada, a la temperatura de almacenamiento y al tiempo del mismo.

Agrytec (2011) afirma que, “La pérdida del peso o disminución del peso depende directamente de la variedad y tratamiento que se aplique”, pues así se evidencia en el comportamiento de la variable analizada.

En la investigación se evidenció que durante el almacenamiento hubo un cambio de peso en los tratamientos estudiados, la brotación también es un factor importante

en el porcentaje de pérdida de peso, pues mientras mayor sea en porcentaje de brotación, mayor será la pérdida de peso.

Cabe resaltar que los tratamientos T6 y T11 tienen un comportamiento significativamente igual, lo que quiere decir que, la variedad Victoria a los 60 días de almacenamiento en condiciones controladas de temperatura y humedad relativa es igual al comportamiento de la variedad Rubí a los 45 días de almacenamiento en condición B (15 a 20°C), afirmando que las dos variedades de papa tendrán el mismo comportamiento en diferentes tiempos de conservación.

Según la Figura 16, se observa que las variedades tienen un comportamiento diferente durante el estudio de la variable peso; siendo el tratamiento 7 el que presenta la menor pérdida de peso, por lo que es determinada como el mejor tratamiento en este caso, ya que, mientras menos porcentaje de agua se pierda, el almacenamiento está siendo efectivo.

4.5.2. VARIABLE BROTACIÓN

En la investigación, esta variable fue analizada diariamente tomando en cuenta el porcentaje de incremento de todos los tratamientos, para llegar a un promedio diario y determinar si hubo o no variación o incremento de la misma durante el almacenamiento.

En la Figura 17, se observa que para el almacenamiento en condición B, el porcentaje de brotación es alto, ya que, su incremento va desde el 0% al inicio de la investigación hasta el 13% a los 60 días de almacenamiento, lo que no sucede en la condición de almacenamiento A pues mantiene un porcentaje similar de brotación.

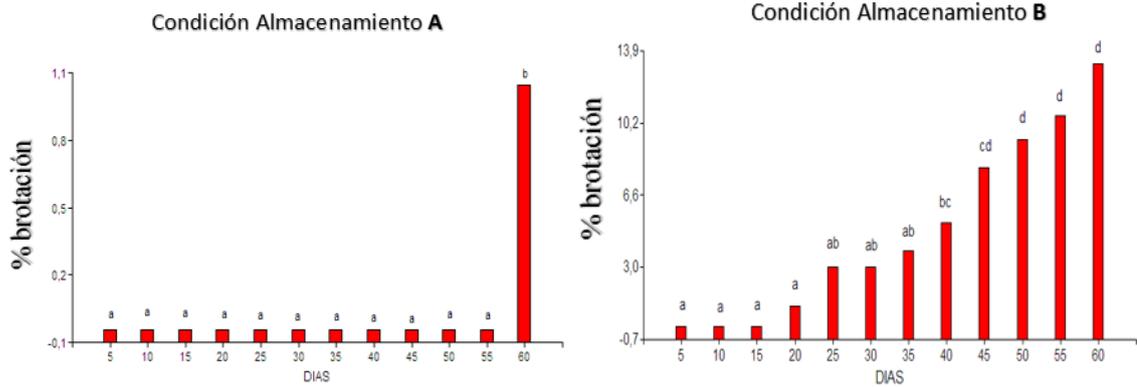


Figura 17. Comportamiento de la variable Brotación (%) frente a los tratamientos en estudio para la variedad Rubí

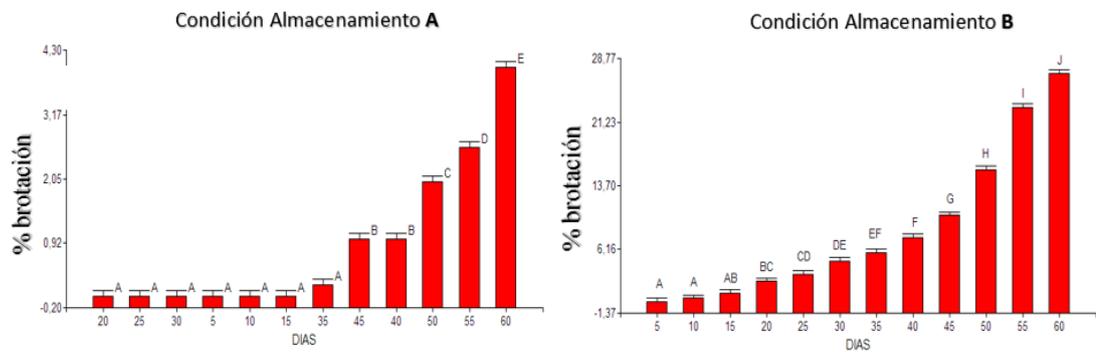


Figura 18. Comportamiento de la variable Brotación (%) frente a los tratamientos en estudio para la variedad Victoria

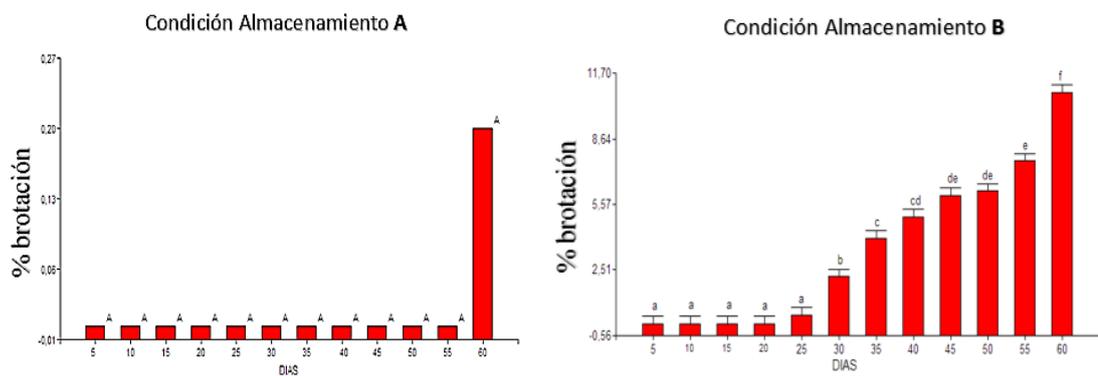


Figura 19. Comportamiento de la variable Brotación (%) frente a los tratamientos en estudio para la variedad Fripana 99

Según Almada (2008), la brotación depende de la variedad, las condiciones de cultivo, lesiones o daños y la temperatura de almacenamiento. Los brotes incrementan la superficie de exposición para la evaporación de agua e incrementan la tasa de respiración de los tubérculos.

Para reducir y manejar el crecimiento de los brotes después del término del período de dormancia, los tubérculos pueden almacenarse a bajas temperaturas (entre 4°C y 6°C), o exponerlos a luz difusa natural. Con las variedades Rubí y Fri papa 99, se afirma lo mencionado por el autor, pues los tratamientos expuestos a temperaturas bajas y a luz difusa fueron los que menor porcentaje de brotación presentaron, sin importar la variedad del tubérculo o el tiempo de almacenamiento.

Sin embargo, la variedad Victoria en condición de almacenamiento A (7°C), si tuvo variación en el porcentaje de brotación, es decir que las variedades influyeron directamente a esta variable estudiada, el tiempo y las condiciones de almacenamiento también, debido a la composición química del tubérculo.

En condición de almacenamiento B se observó que el porcentaje de brotación tuvo un cambio de 0% al 28,71%, siendo el más visible en la variedad Victoria en condición de almacenamiento B a 60 días, con lo que se evidencia que la variedad del tubérculo y aún más el tipo de acondicionamiento que se le dé al sujeto de estudio juega un papel muy importante en el porcentaje de brotación. Según lo mencionado por Almada (2008), durante el período de almacenamiento la brotación depende exclusivamente de la variedad con la que se trabaje y el almacenamiento al cual es sometido.

La variación de la brotación depende del tiempo de almacenamiento y la composición química del cuerpo expuesto a investigación, por lo que si las condiciones de aire son las correctas, los tubérculos tendrán un porcentaje menor de brotación y por ende mayor promedio de vida útil.

Según las Figuras 17, 18 y 19, se observa que las variedades actúan de diferente manera para la variable brotación; siendo la variedad Fri papa 99 la que presenta el menor porcentaje de brotación, por lo que se determina como la mejor variedad en

este caso, ya que, mientras menos porcentaje de agua se pierda, el almacenamiento está siendo efectivo. Además, tiene mucho que ver con las características fisiológicas del tubérculo, pues según FAO (2011) este tipo de variedad tiene un período de reposo y dormancia de 120 días después de la cosecha.

4.5.3. HUMEDAD

En la investigación, ésta variable fue analizada cada 7 días tomando en cuenta un porcentaje de humedad inicial de los tratamientos, para determinar si hubo o no variación estadística durante el almacenamiento.

En la Figura 20, se observa que existe variación estadística ($p < 0.05$) en el comportamiento de la variable humedad entre los tratamientos T1 al T9 con relación al tratamiento T7, ya que este tratamiento actúa significativamente diferente al ser el que mayor porcentaje de humedad contiene al final de la investigación; todos los tratamientos antes mencionados pertenecen a condición de almacenamiento A (7°C).

Para condición de almacenamiento B (15 a 20°C) la variable humedad varía de acuerdo a la Figura 20 en donde no hubo diferencia estadística ($p > 0.05$) entre los tratamientos T16 y T11, pues según los rangos obtenidos tiene el mismo comportamiento estadístico en cuanto a la concentración de esta variable estudiada.

Sin embargo, cabe resaltar que entre los tratamientos T16 y T11 pertenecientes a la condición de almacenamiento B (15 a 20°C) y los tratamientos T4, T5 y T6 perteneciente a temperatura de 7°C no hay significancia estadística ($p > 0.05$), lo que quiere decir que actúan de forma similar sin importar la variedad estudiada, la condición o el tiempo de almacenamiento; pero si hay diferencia significativa ($p < 0.05$) con relación a los tratamientos T14, T12, T15, T13 y T18, pues presentan diferentes rangos estadísticos.

Así mismo, los tratamientos T18, T14 y T12 estadísticamente no son diferentes, lo que quiere decir que tienen un comportamiento similar durante la investigación. Los tratamientos T14 y T15 son altamente significativos ($p < 0.05$) con relación a

todos los otros tratamientos de estudio, pues fue el que menor porcentaje de humedad y mayor porcentaje de materia seca obtuvieron a la finalización del estudio.

COMPORTAMIENTO DE LA VARIABLE HUMEDAD

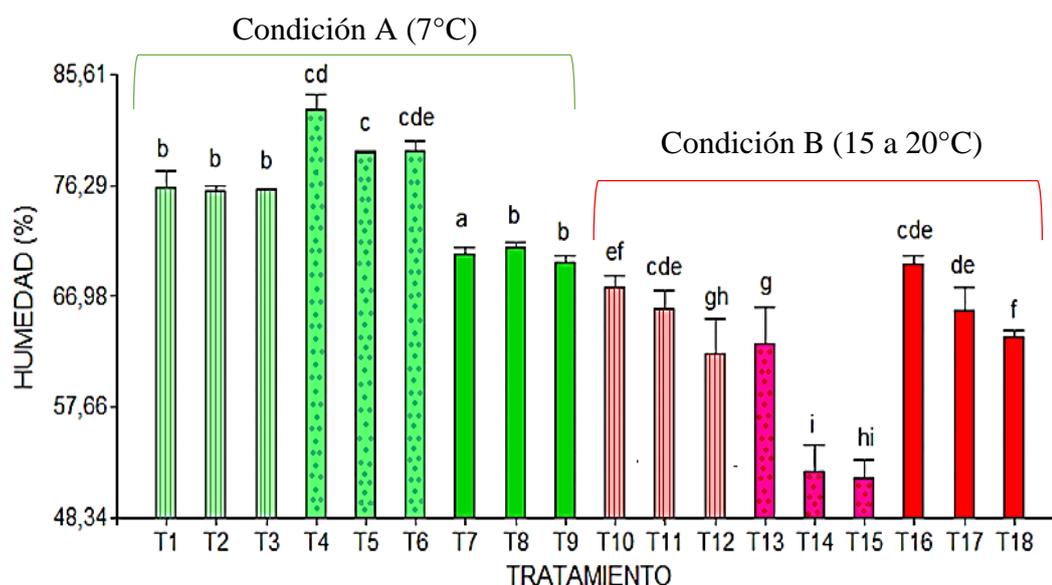


Figura 20. Comportamiento de la variable Humedad (%) frente a los tratamientos en estudio

Según (INIA- Carillanca, 2009), una humedad relativa superior al 95% es peligrosa y menor a 60% es pérdida para la empresa, por lo que dentro de este intervalo se encontrarán los parámetros normales de contenido de humedad en los tubérculos.

Lo citado por el autor anteriormente mencionado, se afirma con los tratamientos conservados en condiciones de refrigeración, sin embargo los parámetros de humedad obtenidos en condiciones de temperatura de 15 a 20°C durante el período de almacenamiento se mantiene dentro del rango establecido, pese a tener diferentes comportamientos, afirmando que para esta variable estudiada no afectará la variedad, el tiempo o la condición de almacenamiento, pues conservarán sus parámetros de humedad, sin descartar que los tratamientos sí actúan estadísticamente diferente.

4.5.4. MATERIA SECA

En la investigación ésta variable fue analizada cada 7 días tomando en cuenta un porcentaje de materia seca inicial de los tratamientos, para determinar si hubo o no variación estadística durante el almacenamiento.

Para condición de almacenamiento B (15 a 20°C) la variable materia seca varía de acuerdo a la Figura 21 en donde no hubo diferencia estadística ($p>0.05$) entre los tratamientos T16 y T11, pues según los rangos obtenidos tiene el mismo comportamiento estadístico en cuanto a la concentración de esta variable estudiada. Los tratamiento T14 y T15 son altamente significativos ($p<0.05$) con relación a todos los otros tratamientos de estudio, pues fueron los que mayor porcentaje de materia seca obtuvieron a la finalización del estudio.

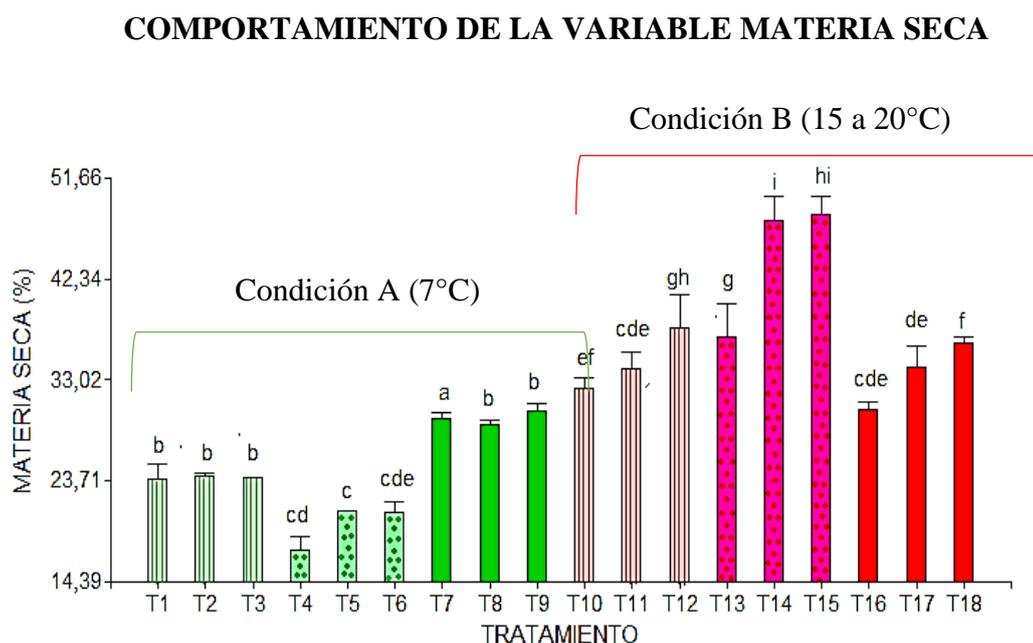


Figura 21. Comportamiento de la variable Materia Seca (%) frente a los tratamientos en estudio

En la Figura 21, se observa que existe variación estadística ($p < 0.05$) en el comportamiento de la variable Humedad entre los tratamientos T1 al T9 con relación al tratamiento T7, ya que este tratamiento actúa significativamente diferente en condición de almacenamiento A (7°C) al ser el que mayor porcentaje de materia seca contiene al final de la investigación.

En el análisis de varianza de la Tabla 14, se observa que existe diferencia altamente significativa, esto manifiesta que los tratamientos presentan diferentes concentraciones de materia seca; sin embargo, cada uno de los datos obtenidos para estas variables se mantiene en un porcentaje normal establecido, y que no influye significativamente.

La desviación estándar presente en esta variable estudiada, indica que hay variación pero entre tratamientos y el crecimiento de la curva de materia seca de la Figura 21, señala que el aumento de materia seca es inversamente proporcional al tiempo de almacenamiento.

El comportamiento de la concentración de materia seca es inversamente proporcional a la concentración de humedad, resaltando nuevamente que estas variables no se consideraran significativas, puesto que está en los estándares normales de concentración de humedad y materia seca en los tubérculos.

Según las Figuras 20 y 21, se observa que las variedades actúan de diferente manera para las variables humedad y materia seca; siendo el tratamiento 7 el que presenta la menor pérdida de humedad y materia seca, por lo que es determinado como el mejor tratamiento en este caso, ya que, mientras más porcentaje de humedad conserven después del período de almacenamiento, el almacenamiento está siendo efectivo.

4.5.5. CENIZAS

En la investigación ésta variable fue analizada cada 7 días tomando en cuenta la concentración de cenizas al inicio, para determinar si hubo o no variación estadística durante el almacenamiento.

En la Figura 22 se observa que no existe variación estadística ($p > 0.05$) en el comportamiento de la variable Cenizas entre los tratamientos T10, T12, T13, T14 y T15. Pero con relación a los tratamientos T18, T11, T16 y T17, pertenecientes a la misma condición de almacenamiento, hay alta significación estadística ($p < 0.05$).

Para condición de almacenamiento A la variable actúa estadísticamente diferente ($p < 0.05$) entre los tratamientos T3, T4, T8 y T6 con relación a los tratamientos T1, T7, T5 y T2, que corresponden a la misma condición de almacenamiento, sin embargo, actúan de diferente manera, pues según los rangos obtenidos no tienen el mismo comportamiento estadístico en cuanto a la concentración de esta variable estudiada.

Los tratamientos T7, T5 y T2 son altamente significativos ($p < 0.05$) con relación a todos los otros tratamientos de estudio, pues son los que menor porcentaje de cenizas obtuvieron a la finalización del estudio.

En la Figura 22 se observa que existe variación en el comportamiento de la variable cenizas para condición de almacenamiento A, ya que, mantiene un promedio de variación mínimo de aproximadamente 0,70%, lo que no puede considerarse como significativo. Durante el período de almacenamiento se evidencia que hay un incremento leve de ésta variable, manteniéndose en un intervalo de concentración del 0,9% al 1,15%.

COMPORTAMIENTO DE LA VARIABLE CENIZAS

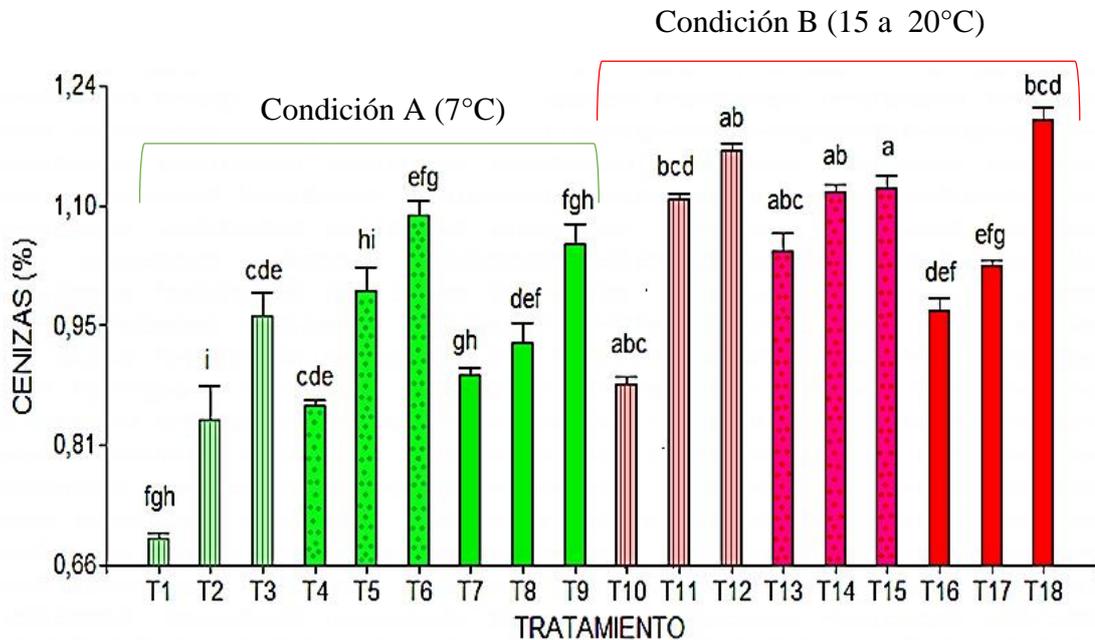


Figura 22. Comportamiento de la variable Cenizas (%) durante el período de almacenamiento frente a los tratamientos en estudio

Según Moreno (2009), la concentración de cenizas en un producto percedero depende exclusivamente por el contenido de materia seca presente en el sujeto de estudio; lo que se afirma mediante las Figuras 21 y 22, pues mientras el contenido de materia seca aumenta, la concentración de cenizas también, ya que son directamente proporcionales.

En el análisis de varianza de la Tabla 14, se observa que existe diferencia altamente significativa para tratamientos, no habiendo una variación altamente significativa para cada uno de los tiempos establecidos. La desviación estándar presente en este caso, indica que hay variación de cenizas en los tratamientos en cada tiempo, y el crecimiento de la curva corrobora que ésta concentración depende del tiempo de almacenamiento, pero no de cada variedad estudiada o de la condición de almacenamiento, pues ésta no varía significativamente con el tiempo.

Como resultado de este variable y haciendo mención a los autores anteriormente citados, tenemos que ninguno de los factores en estudio (variedad, condición de almacenamiento y tiempo) influye en la variación de la variable Cenizas, por lo que si hubo una variación significativa en la investigación fue en períodos largos de tiempo, cuando empezó a haber diferencia estadística representativa para la investigación.

Según la Figura 22, se observa que las variedades actúan de diferente manera para la variable cenizas; siendo los tratamientos T10, T11, T12, T13, T14, T15 los que presentan mayor contenido de cenizas, pero, cabe resaltar que no pueden ser considerados como los mejores tratamientos, puesto que, a pesar de tener mayores porcentajes de cenizas, se debe a la pérdida de humedad, por ende, mayor concentración de cenizas, que no es aceptado para la industria.

En este caso se considera a los tratamientos T1, T4 y T7 como los mejores, ya que, mientras menos porcentaje de cenizas conserve después del período de almacenamiento, este es efectivo, sin embargo, no se puede descartar a los demás tratamientos, ya que, según Sawicka (2015), en tubérculos con edades de 5 meses a temperaturas de entre 10 a 12°C, el contenido de cenizas no es superior a 1,267%, en donde ninguno de los tratamientos en estudio reflejo este parámetro establecido.

4.5.6. AZÚCARES REDUCTORES

En la investigación esta variable fue analizada cada 7 días tomando en cuenta un contenido inicial de todos los tratamientos. Para determinar si hubo o no variación estadística durante el almacenamiento, se realizó un análisis de varianza detallado en la Tabla 14.

En la Figura 23 se observa que existe una variación en el comportamiento de la variable azúcares reductores, pues durante el período de almacenamiento se evidencia que hay un crecimiento de esta variable de un promedio de 28 a 46,12 mg/100g en condición de almacenamiento A; mientras que en condición B se presenta un crecimiento de 65 a 109 mg/100g, lo que demuestra el cambio de esta

variable en función del tiempo, la condición de almacenamiento y las variedades de papa.

En la condición de almacenamiento A, los tratamientos T7, T1, T8 y T2 no presentaron diferencia significativa entre ellos ($p>0.05$), es decir que a 7 °C el contenido de azúcares reductores fue igual a los 30 y 45 días de almacenamiento para las variedades Rubí y Friepapa 99 y estos tratamientos a su vez fueron inferiores frente a los tratamientos T4, T5 y T6 que pertenecen a la variedad Victoria.

Para condición de almacenamiento B se observó una mayor concentración de azúcares reductores, en donde los tratamientos T12, T14 y T15 presentaron valores de 97,3 mg/100g; 93,67mg/100g y 109,93mg/100g respectivamente, analizados bajo esta condición. Sin embargo, no hubo diferencia estadística significativa ($p>0.05$) entre ellos. El tratamiento T15 fue altamente significativo ($p>0.05$) con relación al resto de tratamientos estudiados bajo esta condición de almacenamiento.

COMPORTAMIENTO DE LA VARIABLE AZÚCARES REDUCTORES

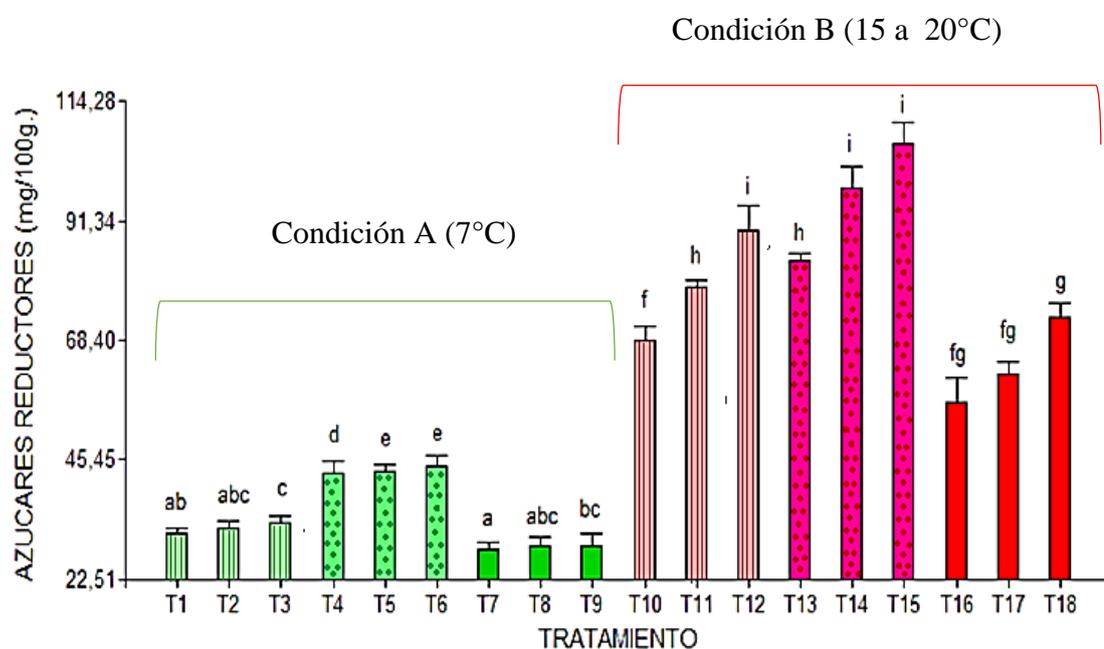


Figura 23. Comportamiento de la variable azúcares reductores (mg/100g) durante el período de almacenamiento frente a los tratamientos en estudio.

Para la industria se requiere una materia prima con contenido de azúcares reductores de entre 25mg y 43mg según FAO (2008) o valores de entre 33 y 55mg como lo afirma la empresa Max Fritura (2013). Es así que los tubérculos con alto contenido de azúcares serán rechazados por las industrias procesadoras de papa, debido a que esta variable está relacionada con el sabor agridulce del tubérculo.

Los tratamientos T7, T1, T8 y T2 son los que menor concentración de azúcares reductores presentaron, comparado con los valores establecido por los autores antes mencionados, sin embargo, mientras menor sea la concentración de azúcares en el tubérculo, se considera de mejor calidad, lo que ocurre con el tratamiento T7 (28 mg/100g.).

4.6. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL MEJOR TRATAMIENTO

Una vez terminada la etapa experimental se procedió a determinar el mejor tratamiento y su composición nutricional.

El mejor fue el tratamiento 7 (Variedad Fripapa 99 en condición de almacenamiento A, almacenamiento de 30 días), ya que después del proceso de experimentación y por medio de las variables estudiadas es el tratamiento que mejor se comportó, pues así se observa en la Tabla 14, este tratamiento sobresale al mantener sus componentes físico-químicos cercanos a los obtenidos en la caracterización de la materia prima a los tubérculos frescos, y cabe resaltar que mantiene condiciones óptimas para la industrialización; así también como con una variación mínima en las componentes nutricionales como muestra la Tabla 15, detallada a continuación.

Tabla 15. Valores obtenidos de las componentes nutricionales antes y después de la investigación

COMPONENTE	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO		Según FAO (2010)	Según INIAP (2011)	Según FAO (2010)
	0 DÍAS	60 DÍAS	Fripapa 99	Victoria	Rubí
PROTEÍNA	1,87 g	1,92 g	1,6-2 g	1,3-1,5g	1,4-1,45 g
FIBRA	1,8 g	1,83 g	1-1,7g	2,3 - 2,61 g	1,5-1,7g
CALCIO	5 mg	4,91 mg	5-5,5 mg	2-2,2 g	5,2-5,8 mg
FÓSFORO	44 mg	49mg	40-60mg	17-17,3 g	55-60mg
VITAMINA C	13 mg	14,2 mg	11,6-13,5 mg		
CARBOHIDRATOS	20,13 g	20,66 g	16 – 20 g	47-48 g	25 – 35 g

Después del tiempo de almacenamiento, los componentes nutricionales no tienen variación aparente, pues así se observa en la Tabla 15, con lo que se puede determinar que el tiempo y las condiciones de almacenamiento influyen directamente en la conservación de los componentes nutricionales de los tubérculos.

Así también, se puede deducir que la tasa o intensidad respiratoria juega un papel importante en la conservación de las características físico-químicas de los tubérculos, ya que como se pudo observar en las gráficas anteriormente analizadas, los tratamientos sometidos a temperaturas de refrigeración se comportaron de manera casi constante durante el almacenamiento, quiere decir que, conservaron sus características en mayor porcentaje con relación a los tratamientos que se sometieron a temperatura ambiente.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Se diseñó dos cuartos de almacenamiento, el primero con temperatura de 7 °C y de humedad relativa de 85%, cuyos valores fueron controlados con un termo higrómetro fijo instalado en el cuarto frío, con un error de $\pm 0,5$, y el segundo con temperatura que osciló entre 15 a 20°C y humedad relativa de 70% a 80%, que fueron controlados por su parte con el termo higrómetro digital y la carta psicrométrica.

La variable tasa de respiración expresada en mg CO₂/kgh, disminuye de acuerdo con el tiempo transcurrido en condición de almacenamiento B (15 a 20°C), pues en este parámetro de temperatura el período fisiológico de los tubérculos de cada variedad se acelera, llegando a la senescencia; mientras que en condición de almacenamiento A (7°C), no hubo diferencias en el comportamiento de la tasa de respiración entre las tres variedades, pues esta variable depende de la fisiología de cada tubérculo.

El tiempo de almacenamiento bajo la condición de T 7°C influye positivamente en las variables peso, materia seca y azúcares reductores de las variedades Rubí Victoria y Fripapa 99 respectivamente, porque no hubo significancia estadística frente a los valores obtenidos en condiciones de temperatura superiores a los 15°C, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

El porcentaje de la brotación bajo la condición de almacenamiento A es mínimo para las variedades Rubí y Fripapa 99, mientras que para la variedad Victoria se evidenció un aceleramiento de esta variable con el paso del tiempo, esto se debe a la fisiología y composición química de cada variedad. Además cabe resaltar, que la condición de almacenamiento influye positivamente en el retraso del período de dormancia apical en los tubérculos.

La conservación de las variedades de papa en las operaciones de beneficio post cosecha, tomando a consideración la temperatura de almacenamiento de 7 °C, se evidenció un alargamiento en el promedio de vida útil de 58 días para la variedad Rubí, de 35 días para la variedad Victoria y de 60 días para la variedad Fripapa 99.

El tratamiento 7 que corresponde a la variedad Fripapa 99 en condición de 7°C y durante 60 días de almacenamiento, conservó en mayor parte su peso inicial y menor concentración de azúcares reductores frente al resto de variedades; así mismo, se obtuvo mayor concentración de calcio, proteína, fibra, fósforo, vitamina C y carbohidratos concluidos los 60 días de almacenamiento, lo que es favorable para la industria.

5.2. RECOMENDACIONES

Determinar las características físico-químicas de cada variedad estudiada previo a la realización del experimento, para evitar errores en la fase experimental.

Obtener la materia prima sujeta a estudio de lugares calificados y certificados para garantizar la veracidad de la experimentación.

Se recomienda realizar la investigación con períodos más prolongados de almacenamiento.

Realizar las mediciones con más frecuencia de azúcares reductores, con el fin de conocer en qué momento se producen los cambios en la condición antes mencionada, ya que se trata de un producto perecible, y esta variable es la más importante a tener en consideración para la producción. En la investigación realizada se analizó cada siete días.

Investigar los requerimientos físico-químicos de los tubérculos en otros usos agroindustriales como: harinas para la elaboración de pan o extruidos; así también, investigar acerca de una variedad que tenga las características necesarias para la utilización de tubérculos en repostería.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Afra García, R., & Santander, O. (2011). Técnicas de almacenamiento y de conservación de papas.
- Agrytec. (11 de Enero de 2011). Recuperado el 16 de Junio de 2014, de Pérdidas post cosecha de cultivo de papa en el Ecuador: <http://agrytec.com>
- Alfaro, I. (2009). Uso industrial de variedades de papa. Agronomía Costarricense.
- Alim, D. F. (2011). Papas prefritas congeladas. Barcelona: Reverté.
- Almada, A. (2008). Conservación y almacenamiento en papa. Almanaque del Banco de seguros del Estado, 198-205.
- Álvarez, E. V. (2004). Métodos de selección para la producción de papa. Cuenca.
- APS BioGroup. (2003). <http://es.apsbiogroup.com>. Recuperado el 18 de Febrero de 2014, de <http://es.apsbiogroup.com>: <http://es.apsbiogroup.com/colostrum/about.php>
- argenpapa. (2005). Recuperado el 06 de Julio de 2013, de El almacenamiento de la papa: <http://www.argenpapa.com.ar/?id=175>
- Banse, J. (2008). Técnicas de almacenamiento de papa. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 21.
- Borba, N. (2008). La papa un alimeto básico.
- Brenes, A. e. (2009). Propiedades Físico-Químicas y parámetros de calidad de la papa. Barcelona: Aiyana.
- Cadena, L. (2007). Estudio de la cadena de la papa. Quindío: Grafemas.
- Caluña Chela, J. V. (2008). Evaluación gronómica y productiva del cultivo de papa. Guaranda: OCEANO/ergon.
- Caluña, J. (2008). Evaluación gronómica y productiva del cultivo de papa. Guaranda: Océano.

- Carrera de Ingeniería Agroindustrial. (s.f.). Formatos y procedimiento para la elaboración del trabajo de grado. Ibarra, Ecuador.
- Carrera de Ingeniería Agroindustrial. (s.f.). Procedimientos para titulación. Ibarra, Ecuador.
- Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. (2002). El Cultivo de la Papa. Guía Técnica, 14-15.
- Cerdas M, & Castro J . (2003). Manual práctico para la producción, cosecha y manejo postcosecha del cultivo de granadilla. San Jose: Imprenta Nacional.
- Cevallos , T., & Valverde , O. (2009). El origen de la papa. Todo sobre la papa.
- Chavez, J. (2007). Estudio de mercado de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) en la provincia de Pichincha. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- Comisión Académica. (s.f.). Reglamento general para la elaboración de tesis, tesinas y proyectos previa la obtención del título de nivel técnico superior y tercer nivel que oferta la Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
- Cortéz, M. R. (2009). Cultivo de papa. Santiago.
- Cucás, C. (2014). Fases Fenológicas del Cultivo. Tulcán: Universidad Estatal del Carchi.
- Díaz , M. (2008). Dieta de papa. Valor nutricional de la papa.
- Duarte Veltrán , L., & Guerrón Pozo , S. (2011). Efecto del manejo fisionutricional en la fijación de sólidos en la papa. Ibarra.
- Earle, L. (s.f.). Ingeniería de alimentos (Segunda ed.). ACRIBIAL,S.A.
- Elizondo, J. (2007). Alimentación y manejo del calostro en el ganado de leche. Agronomía Mesoamericana.
- Enriquez, R., & Posso, W. (2003). Evaluación de la calidad de la leche. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.

- Espinal, C. F. (2006). Cadena de la papa Colombiana. Bogotá.
- FAO. (2002). Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas. Obtenido de Las frutas y hortalizas frescas como productos perecibles: <http://www.fao.org/docrep/x5055s/x5055s02.htm>
- FAO. (2008). La papa. Año internacional de la papa 2008, 26.
- FAO. (2008). La Papa. Tesoro Enterrado. Año Internacional de la Papa.
- Franco , D. (2008). Papa prefrita congelada. Madrid: Mundi- prensa.
- Herrera , M., Harthman , C., & Chávez , G. (2009). Estudio sobre el subsector de la papa en el Ecuador. Quito: Alfaomega.
- Ibartz, A., & Barbosa, G. (2005). Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos. España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Inchausti , M. (2011). Estudio de calidad y competitividad del agronegocio de la papa. Madrid: EBSCO.
- Inchausti, M. (2009). Industrialización de la papa. Análisis del sector Hortícola en la región, 6.
- INIA- Carillanca. (2009). Almacenaje de la papa. La Papa, 87-106.
- Itusaca, M. (s.f.). Academia.edu. Recuperado el 15 de Junio de 2014, de Poscosecha, Almacenamiento, Aspectos generales: http://www.academia.edu/5894441/Poscosecha_Almacenamiento_Aspectos_generales
- Keijbets, M. (23 de Febrero de 2009). Bitacora de la papa. Obtenido de <https://bitacoradelapapa.wordpress.com/2009/02/23/procesamiento-de-la-papa-para-el-consumidor-evolucion-y-desafios/#1>
- Llumiquinga, A. (2009). Evaluación del impacto ambiental de tecnologías para producción de papa. Ambato: Acribia.
- López, S., Mujica, P., Sánchez, M., & Ortiz, L. (2010). Almacenamiento de papa. Dinamarca: Servicio Nacional de Aprendizaje.

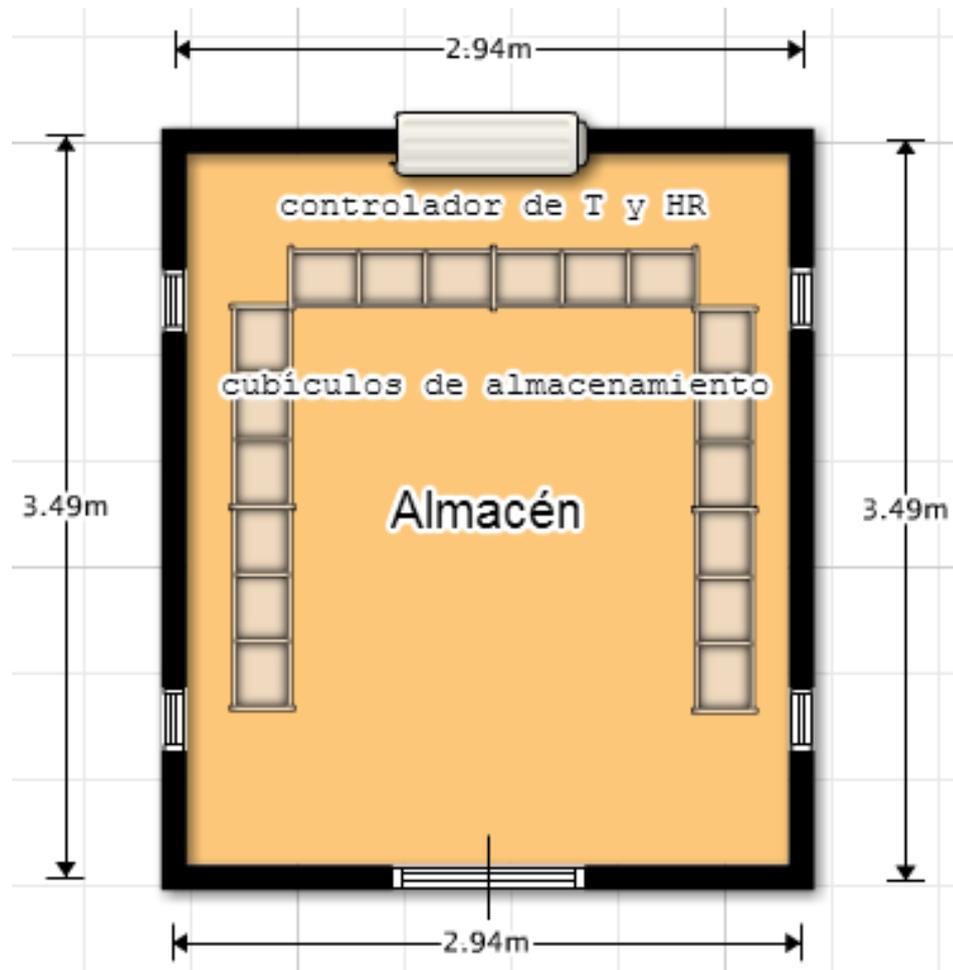
- Mancero, L. (2008). Estudio de la cadena de la papa en el Ecuador. Quito: Planeta.
- Mateos , M. (2008). Estudios Agroalimentarios. Madrid: Elece.
- Mateos , M. (2009). Fortalezas y debilidades del sector agroalimentario. Quito.
- Melgarejo, L. M. (2015). GRANADILLA *Passiflora ligularis* Juss Caracterización Ecofisiológica del Cultivo. Bogota: Departamento de Biología Universidad Nacional de Colombia.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (s.f.). Recuperado el 2014 de Junio de 8, de Cultivo de papa en Ecuador: <http://www.magap.gob.ec>
- Molina, J., & Aguilar, L. (2004). Manejo Integrado de plagas. Guía MIP en el cultivo de la papa, 59.
- Moreno , J. D. (2009). Calidad de la papa para industrialización.
- Olguín, M. (2011). Las vitaminas. Clasificación de las vitaminas.
- Oña, E. (2015). Determinación de la composición química y capacidad antioxidante de dos variedades de papas nativas (*solanum tuberosum*): tushpa y uvilla en estado fresco y cocido. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Orena, S. (2015). Comportamiento Fisiológico de los Tubérculos durante el Almacenamiento. Chile: INIA.
- Oyarse , E. (2010). Evaluación del contenido de humedad en papas. Santiago.
- Pertuz Cruz, S. L. (2007). Consumo de papa y salud humana. Composición química y valor nutricional del tuberculo, 2-5.
- Pertuz, S. (2013). La papa (*Solanum Tuberosum* L). Composición química y valor nutricional del tubérculo . Universidad Nacional de Colombia.
- Pumisacho, M., & Sherdwood, S. (2008). cultivo de papa en el Ecuador. Bogotá: Produmedios.

- Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2002). El Cultivo de la Papa en el Ecuador. Quito: INIAP-CIP.
- Quilca , N. E. (2007). Caracterización de la papa para usos futuros. Pasto.
- Román, M., & Hurtado, G. (2002). Guía Técnica. El Ciltivo de la papa. La Libertad: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestaal.
- Ronald , A. (2011). Las frutas: el oro de mil colores, frutoterapia "lulo". Colombia: Ecoe Ediciones.
- Salazar, J. A. (2007). Agronomía Mesoamericana . Recuperado el 07 de Febrero de 2014, de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v18n02_271.pdf
- Salazar, M., Zambrano, J., & Valecillos, H. (2008). Evaluación del rendimiento y características de calidad de trece clones avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.). Trujillo: Universidad de Los Andes.
- SENPLADES. (2012). Transformación de la Matriz Productiva. Quito, Ecuador: ediecuatorial.
- Sifuentes, E., Macías, J., Apodaca, M., & Cortez, E. (2009). Predicción de la Fenología de la Papa. México: Fundación Produce.
- Spín , S., & Villacrés , B. (2011). Valor nutricional y usos potenciales de siete especies de tubérculos de papa Andinos. Acta Científica Ecuatoriana.
- Suárez Pérez, S. (2008). Guía ambiental para el cultivo de papa. Fedepapa, 14.
- Torres, L., Montesdeoca, F., & Andrade, J. (Abril de 2011). International Patatoo Center. Obtenido de Agricultural research for development.: <https://cipotato.org/es/cip-quito/informacion/inventario-de-tecnologias/cosecha-y-poscosecha/#poscosecha>
- Universidad Técnica del Norte. (s.f.). Normas de presentación para trabajos de grado, tesis de maestría, doctorado y edición de libros en la UTN. Ibarra, Ecuador.
- Uribe, F., Inostroza, J., & Méndez, P. (2012). Parva de almacenaje para papa de autoconsumo. Parinacota: INIA - URURI.

- Usca, J. (2011). Evaluación del potencial nutritivo de mermelada "mermelada". Riobamba.
- Vafiadio, D. (1 de Enero de 2000). Perspectivas en alimentos fortificados. Revista Industria Alimentaria, 11 Issue 1, 30-34.
- Yáñez, E. (2009). Estudio de la Fenología de Cinco Variedades de Papa (*Solanum tuberosum* L.) en dos Épocas de Siembra. Riobamba: INIAP.

ANEXOS

Anexo 1. Diseño del cuarto de almacenamiento de condiciones de almacenamiento B



Anexo 2.Datos condiciones ambientales del aire.

Día	temperatura bulbo seco	temperatura de bulbo húmedo	Día	temperatura bulbo seco	temperatura de bulbo húmedo
1	17	15	31	18	16
2	19	18	32	19	17
3	17	15	33	17	15
4	18	16	34	18	17
5	19	17	35	19	17
6	19	17	36	19	16
7	17	15	37	17	15
8	18	16	38	18	16
9	19	17	39	19	17
10	17	15	40	17	15
11	18	15	41	18	14
12	18	16	42	18	16
13	17	13	43	17	14
14	19	17	44	17	15
15	18	17	45	19	17
16	16	13	46	17	15
17	18	16	47	18	16
18	18	16	48	19	17
19	18	16	49	17	14
20	19	17	50	19	17
21	17	15	51	17	15

22	18	16	52	18	14
23	17	15	53	19	17
24	17	15	54	19	17
25	19	17	55	17	15
26	19	16	56	18	16
27	17	15	57	19	17
28	18	16	58	17	15
29	18	16	59	18	15
30	18	16	60	18	16
			Σ	1077	947
			X=		18

Anexo 3. INEN NTE 1 516 Papa. Requisitos

Anexo 4. Ficha Técnica de producción de la variedad Fripapa 99

Anexo 5. Ficha Técnica de producción de la variedad Victoria