



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**EVALUACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO DE GELATINA
COMO MÉTODO ALTERNATIVO DE CONTROL DE
BROTACIÓN EN SEIS VARIEDADES DE PAPA *Solanum
tuberosum***

Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial

Autor: Marlon Santiago Nazate Fraga

Director: Ing. Nicolás Pinto M Sc.

Ibarra-Ecuador

2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

“EVALUACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO DE GELATINA COMO MÉTODO ALTERNATIVO DE CONTROL DE BROTACIÓN EN SEIS VARIEDADES DE PAPA *Solanum tuberosum*”

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

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

APROBADA:

Ing. Nicolás Pinto. M Sc.

FIRMA

DIRECTOR DE TESIS

Dra. Lucía Toromoreno. M Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Holguer Pineda. Mba.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Luis Armando Manosalvas. M Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN 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:	040187296-5		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Nazate Fraga Marlon Santiago		
DIRECCIÓN:	La Victoria, av. Espinoza polit		
EMAIL:	marlonsantiago66@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062-220214	TELÉFONO MÓVIL:	0988347421

DATOS DE LA OBRA

TÍTULO:	EVALUACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO DE GELATINA COMO MÉTODO ALTERNATIVO DE CONTROL DE BROTAÇÃO EN SEIS VARIEDADES DE PAPA <i>Solanum tuberosum</i>
AUTOR:	Nazate Fraga Marlon Santiago
FECHA:	8 de Marzo del 2018

SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO

PROGRAMA:	*	PREGRADO	POSTGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agroindustrial		
ASESOR / DIRECTOR:	Ing. Nicolás Pinto MSc.		

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Marlon Santiago Nazate Fraga, con cédula de identidad número 040187296-5, 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.

3. 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 8 días del mes de marzo del 2018

AUTOR:



Nazate Fraga Marlon Santiago

C.I: 040187296-5

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. Nazate Fraga Marlon Santiago, con cédula de ciudadanía 040187296-5, bajo mi supervisión.



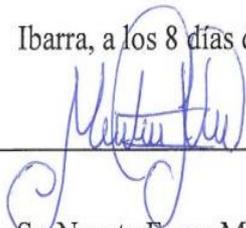
Ing. Nicolás Pinto. M Sc.

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 8 días del mes de Marzo del 2018



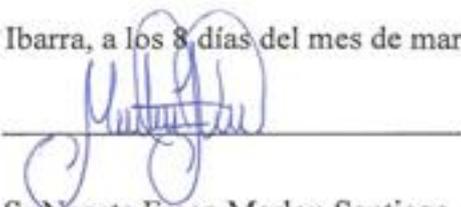
Sr. Nazate Fraga Marlon Santiago

C.I: 040187296-5

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

Yo, Sr. Marlon Santiago Nazate Fraga, con cédula de identidad Nro. 040187296-5, 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: **EVALUACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO DE GELATINA COMO MÉTODO ALTERNATIVO DE CONTROL DE BROTAÇÃO EN SEIS VARIEDADES DE PAPA *Solanum tuberosum***, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO 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 8 días del mes de marzo del 2018



Sr. Nazate Fraga Marlon Santiago

C.I: 040187296-5

DEDICATORIA

A Dios, quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad, ni desfallecer en el intento.

A mi padre Alfonso, por ser más que padre un amigo que siempre ha creído en mí, por sus consejos, comprensión, amor y por enseñarme que en la vida todo logro con esfuerzo a la final tiene una gran recompensa; gracias papi a todo su esfuerzo y sacrificio hoy cumpliré un logro más que me he trazado en la vida.

A mi madre Ligia, por ser la amiga y compañera que me ha ayudado a crecer, gracias por estar conmigo en todo momento, brindándome su amor, comprensión, sus palabras de aliento que nunca faltaron para alcanzar esta meta y por todo su apoyo incondicional en los momentos más difíciles; gracias mamita por estar pendiente de mí en toda esta etapa para ser la persona profesional que soy hoy.

A mi hermana Karina, gracias por estar conmigo en las buenas y en las malas, por tus consejos de aliento, apoyo y por enseñarme que con sacrificio y perseverancia todo es posible.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica del Norte por brindar ciencia y tecnología al servicio del Pueblo y darme la oportunidad de haber concluido con los estudios de tercer nivel. En especial a la Escuela de Ingeniería Agroindustrial y sus dignos catedráticos, que pusieron todos sus conocimientos, para que, mediante la investigación y el esfuerzo personal, llegemos a culminar con éxito nuestra carrera.

A la Estación Experimental Santa Catalina del Institución Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, por brindarme la oportunidad de desarrollar mi proyecto de titulación en el Departamento de Nutrición y Calidad de alimentos II. En especial a la Ing. Elena Villacrés por su tiempo, paciencia y conocimientos impartidos, pero sobre todo por ser la guía constante en la ejecución del proyecto.

Al Ing. Nicolás Pinto mi director de tesis quien, con su paciencia y conocimientos, guio ágil y acertada la ejecución de este proyecto.

A mis asesores: Dra. Lucía Toromoreno, Ing. Holguer Pineda, Ing. Luis Armando Manosalvas, Ing. Magali Cañarejo que en forma oportuna, entusiasta y desinteresada me ayudaron y colaboraron en todo momento para la culminación de este proyecto.

A mi amigos/as, gracias por pasar a mi lado los momentos de mi vida universitaria y por recordarme que la vida está hecha para vivirla a cada instante y disfrutarla a cada momento. Jamás los olvidaré.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
ÍNDICE DE ECUACIONES	iv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	v
INDICE DE FOTOGRAFÍAS	vi
RESUMEN.....	vii
SUMMARY	viii
1 CAPÍTULO I.....	1
1.1 Problema	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo General.	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 Hipótesis.....	5
1.4.1 Hipótesis nula.....	5
1.4.2 Hipótesis alternativa.....	5
2 CAPÍTULO II.....	6
2.1 Papa.....	6
2.1.1 Taxonomía.....	6
2.1.2 Zonas de producción	7
2.1.3 Variedades de papa utilizadas en la investigación.	8
2.1.4 Parámetros de cosecha	10
2.1.5 Calidad nutricional de la papa.....	10
2.2 Calidad agroindustrial de la papa.....	12

2.2.1	Factores físicos.....	12
2.2.2	Factores químicos.....	14
2.2.3	Factores fisiológicos.....	16
2.2.4	Factores patológicos.....	18
2.3	Condiciones de almacenamiento.....	19
2.3.1	Temperatura	19
2.3.2	Humedad relativa	19
2.3.3	Ventilación	20
2.3.4	Luz.....	20
2.4	Aplicación de recubrimientos	20
2.4.1	Recubrimientos y ventajas	21
2.4.2	Modos de empleo	21
2.4.3	Tipos de recubrimiento	22
2.5	Sistemas de medición del color.....	25
2.5.1	Sistema de medición del CIE	25
2.5.2	Espacios de color (L* a* b*).....	26
3	CAPÍTULO III.....	28
3.1	Caracterización del area de estudio.....	28
3.1.1	Ubicación del experimento	28
3.2	Materiales y equipos	29
3.3	Métodos.....	31
3.3.1	Características físico químicas de las variedades en estudio antes y después del almacenamiento.	31
3.3.2	Tasa de respiración y transpiración en las variedades de papa.	33
3.3.3	Efecto del recubrimiento de gelatina sobre la brotación de las seis variedades en estudio.	33
3.4	Manejo específico del experimento.	36
3.4.1	Diagrama de bloques para la aplicación del recubrimiento de gelatina sobre las seis variedades de papa.	36

3.4.2	Diagrama de flujo para el recubrimiento de gelatina sobre las seis variedades de papa.	37
3.5	Descripción del proceso	38
4	CAPÍTULO IV	43
4.1	Caracterización físico químico en las seis variedades de papa antes y después del almacenamiento.	43
4.1.1	Características físicas de las seis variedades.....	43
4.1.2	Características químicas en las seis variedades de papa antes y después del almacenamiento.	45
4.1.3	Color externo e interno de las seis variedades de papa a los 0 y 90 días de almacenamiento.....	48
4.2	Características fisiológicas de las variedades de papa.	54
4.2.1	Tasa de respiración de las seis variedades	54
4.2.2	Tasa de transpiración de las seis variedades.	56
4.3	Efecto del recubrimiento de gelatina sobre la brotación en las seis variedades de estudio.	59
5	CAPÍTULO V	64
5.1	Conclusiones	64
5.2	Recomendaciones.....	65
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
	ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la papa.....	6
Tabla 2. Superficie, producción y rendimientos provinciales de papa en el año 2015.	7
Tabla 3. Contenido de nutrientes en 100 g de papa y el porcentaje que cubre de las Dosis Diarias Recomendadas (DDR)*	11
Tabla 4. Localización del experimento.	28
Tabla 5. Tratamientos en estudio de la caracterización físico química antes y después del almacenamiento.	31
Tabla 6. Esquema del análisis de varianza en la composición físico química antes y después del almacenamiento.	31
Tabla 7. Metodología de análisis físico químico.	32
Tabla 8. Metodología de mediciones fisiológicas.....	33
Tabla 9. Tratamientos en estudio	34
Tabla 10. Esquema del análisis de varianza sobre el efecto de la gelatina en la brotación de las seis variedades de papa.	34
Tabla 11. Variable a evaluar en las papas, después del almacenamiento.	35
Tabla 12. Formulación del recubrimiento.....	39
Tabla 13. Características físicas de las seis variedades de papa	43
Tabla 14. Análisis químico de las seis variedades de papa a los 0 y 90 días de almacenamiento (muestras en base seca.).....	45
Tabla 15. Análisis químico de las seis variedades de papa a los 0 y 90 días de almacenamiento (muestras en base húmeda).	46
Tabla 16. Color externo e interno de las seis variedades de papa a los 0 y 90 días de almacenamiento.....	49

Tabla 17. Tasa de respiración desde los 0 a los 90 días de almacenamiento en las seis variedades de papa.	54
Tabla 18. Tasa de transpiración desde los 0 a los 90 días de almacenamiento en las seis variedades de papa.	57
Tabla 19. Prueba de Tukey al 5 %, para la aparición de brotes en las seis variedades.	59
Tabla 20. Prueba de Diferencia Mínima Significativa para factor A y factor B para la aparición de brotes de las seis variedades.	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Nutrientes de la papa (FAO, 2008).....	11
Figura 2. Diagrama cromático (a*, b*) del espacio CIELab.....	27
Figura 3 Representación gráfica del parámetro Hue de la Variedad Capiro.....	50
Figura 4. Representación gráfica del parámetro Hue de la Variedad Rubí.....	50
Figura 5. Representación gráfica del parámetro Hue de la Variedad Josefina.	51
Figura 6. Representación gráfica del parámetro Hue de la Variedad Superchola.	51
Figura 7. Representación gráfica del parámetro Hue de la Variedad Victoria. ...	52
Figura 8. Representación gráfica del parámetro Hue de la Variedad Libertad....	52
Figura 9. Tasa de respiración de las seis variedades de papa durante el almacenamiento.....	55
Figura 10. Tasa de transpiración en las seis variedades de papa durante el almacenamiento.....	57
Figura 11. Efecto del recubrimiento de gelatina en las seis variedades de papa almacenadas en ambiente.....	61

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Intensidad luminosa.....	26
Ecuación 2 Saturación o intensidad	27
Ecuación 3 Determinación de color	76
Ecuación 4 Determinación de la respiración.....	77
Ecuación 5 Determinación de almidón	79
Ecuación 6 Determinación de azúcares reductores	80
Ecuación 7 Determinación de contenido de proteína.....	83
Ecuación 8 Determinación del contenido de grasa	85
Ecuación 9 Determinación de contenido de cenizas	86
Ecuación 10 Determinación del contenido de humedad	86
Ecuación 11 Determinación de fibra cruda o bruta.....	88
Ecuación 12 Determinación de la pérdida de peso.	89
Ecuación 13 Determinación de la intensidad de transpiración	89
Ecuación 14 Determinación Gravedad específica.....	89

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Metodología para determinación del color.....	75
Anexo 2. Metodología para medir la respiración.....	76
Anexo 3. Determinación del contenido de almidón.....	78
Anexo 4. Metodología del contenido de azúcares reductores.....	79
Anexo 5. Metodología para el contenido de vitamina C.....	81
Anexo 6. Metodología para el contenido de proteína	82
Anexo 7. Metodología del contenido de grasa.....	84
Anexo 8. Metodología del contenido de cenizas	85
Anexo 9. Metodología del contenido de humedad.....	86
Anexo 10. Metodología del contenido de fibra cruda o bruta.....	87
Anexo 11. Metodología de la Tasa de transpiración.....	88
Anexo 12. Determinación del diámetro, gravedad específica, dureza, índice de brotación.....	89
Anexo 13 Datos de la caracterización química de las seis variedades de papa a los 90 días de almacenamiento.	91
Anexo 14 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1516-2012.....	92
Anexo 15 Datos de días a la brotación de las seis variedades de papa	98
Anexo 16 Condiciones de almacenamiento en Ambiente.....	99
Anexo 17 Condiciones de almacenamiento en refrigeración.....	100
Anexo 18. Análisis de varianza de la caracterización química de las seis variedades.	102
Anexo 19. Análisis de varianza para los días a la aparición de brotes en las seis variedades.....	103
Anexo 20 ISO 12647-2	104

Anexo 21 Ficha técnica de la Gelatina.....	107
--	-----

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Variedades de papa <i>Solanum tuberosum</i>	38
Fotografía 2 Selección de las papas en buen estado	38
Fotografía 3 Lavado de las papas.....	39
Fotografía 4 Preparación del recubrimiento de gelatina	40
Fotografía 6 Secado de las papas	41
Fotografía 7 Almacenamiento de la papa en ambiente	42
Fotografía 8 Almacenamiento de las papas en refrigeración	42

RESUMEN

La papa *Solanum tuberosum* es uno de los cultivos de mayor importancia económica y alimenticia tanto en el país como a nivel mundial, este tubérculo tiene un gran valor nutritivo; no obstante posee un periodo de dormancia que dependiendo de la variedad puede ser de uno a tres meses, pasado éste período comienza la brotación en los tubérculos, y como consecuencia, se deshidratan, pierden valor nutritivo y su sabor es poco agradable, por lo que, el objetivo fue evaluar un recubrimiento de gelatina como método alternativo de control de brotación en seis variedades de papa. En la fase experimental se empleó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial, donde Factor A corresponde a las Condiciones de almacenamiento (T=15-18 °C y HR=60-70%; T=8 °C y HR=75-85%) y el Factor B corresponde a la aplicación de un recubrimiento de gelatina al 3 % (con y sin recubrimiento). El efecto del recubrimiento en las seis variedades de papa: Capiro, Superchola, Libertad, Rubí, Victoria y Josefina, se determinó mediante análisis físico químicos (Color externo e interno, gravedad específica, dureza interna, proteína, grasa, humedad, cenizas, fibra, vitamina C, almidón, azúcares reductores) y fisiológicos (tasa de respiración, tasa de transpiración, días a la brotación) a los 0 y a los 90 días de almacenamiento. Los resultados indican mayor estabilidad en la conservación de nutrientes y mayor tiempo de dormancia en los tratamientos: Capiro (T3), Superchola (T3), Libertad (T3), Rubí (T3), Victoria (T3) y Josefina (T3), de 13 a 18 días más, respecto a los tratamientos sin la aplicación de recubrimiento de gelatina. Ésto se debe a que el recubrimiento actúa como barrera a la transferencia de agua y gases, lo que reduce la velocidad de respiración y transpiración, que influyen en los cambios físico- químicos. De esta manera retardan el proceso de deterioro que conlleva a la senescencia de las papas.

Palabras clave: papa, almacenamiento, recubrimiento, gelatina, brotación.

SUMMARY

The potato *Solanum tuberosum* is one of the crops of higher economic and nutritional importance in the country and worldwide, this tuber has a great nutritional value; however, it has a period of dormancy which, depending on the variety, can be from one to three months, after this period sprouting begins in tubers, and as a consequence, they dehydrate, lose nutritional value and the taste is not very pleasant, for which, the objective was to evaluate a gelatin coating as an alternative sprouting control method in six potato varieties. In the experimental phase a Completely Random Design with a factorial arrangement was used, where Factor A corresponds to the storage conditions ($T = 15-18^{\circ} \text{C}$ and $\text{RH} = 60-70\%$, $T = 8^{\circ} \text{C}$ and $\text{RH} = 75-85\%$) and Factor B corresponds to the application of a 3% gelatin coating (with and without coating). The effect of the coating on the six potato varieties: Capiro, Superchola, Libertad, Rubí, Victoria and Josefina, was determined by physical chemical analysis (external and internal color, specific gravity, internal hardness, protein, fat, moisture, ashes, fiber, vitamin C, starch, reducing sugars) and physiological (respiration rate, transpiration rate, days to sprouting) at 0 and 90 days of storage. The results indicate greater stability in nutrient conservation and longer dormancy in the treatments: Capiro (T3), Superchola (T3), Libertad (T3), Rubí (T3), Victoria (T3) and Josefina (T3), 13 to 18 days more, compared to treatments without the application of gelatin coating. It happens because the coating acts as a barrier to the transfer of water and gases, which reduces the speed of breathing and perspiration, which influence in the physical and chemical changes. In this way, it retards the process of deterioration that leads to the senescence of the potatoes.

Keywords: potato, storage, coating, gelatin, sprouting.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PROBLEMA

La papa *Solanum tuberosum* en el Ecuador, es comercializada generalmente para el consumo familiar, el escaso conocimiento de los cambios físico químicos y de la tecnología poscosecha de la papa, son algunos de los principales problemas que afectan la vida útil de este tubérculo en almacenamiento (Andrade, Bastidas, Sherwood, & Pumisacho, 2009).

Los tubérculos poseen un período de latencia después de la cosecha, que dependiendo de la variedad es de 1 a 3 meses, pasado este período comienza la brotación en los tubérculos, y como consecuencia, se deshidratan, pierden valor nutritivo y su sabor es poco agradable. La brotación de los tubérculos trae consigo una reducción en el peso y mala calidad externa e interna en la papa destinada para consumo humano. La presencia de brotes, sabor dulce y el oscurecimiento debido a la acumulación de azúcares reductores son factores que limitan su consumo (Daniels *et al.*, 2013). Los métodos de conservación para papa, pueden alterar directamente el contenido nutricional, la calidad física y sus características sensoriales y por ende, económicas para los productores, comerciantes y consumidores (Pumisacho & Stephen, 2002).

1.2 JUSTIFICACIÓN

La Papa *Solanum tuberosum* es uno de los cultivos de mayor importancia económica y alimenticia tanto en el país como a nivel mundial, este tubérculo tiene un gran valor nutritivo, la materia seca posee importantes cantidades de carbohidratos, proteínas, celulosas, minerales, vitaminas A, C, complejo B y un alto contenido de agua (80%), beneficiosas para la salud humana. Así mismo, este producto posee múltiples usos y aplicaciones agroindustriales (Andrade *et al.*, 2009).

Al ser la papa un alimento perecible después de sus labores de poscosecha, se justifica la necesidad de desarrollar nuevas alternativas tecnológicas orientadas a reducir al mínimo las pérdidas poscosecha del tubérculo, ocasionadas principalmente por la brotación de los mismos. En muchos casos, se requiere almacenar la papa por períodos prolongados, ya que este producto tiende a variar ampliamente su precio en el mercado, sin embargo, debido a la fisiología de este tubérculo, se limita su almacenamiento. En estas circunstancias, las buenas técnicas de almacenaje, control de temperatura (4,5 a 8 °C), Humedad relativa (80 a 90 %), según Román & Hurtado (2002), Méndez & Inostroza (2009), Suslow & Voss (2013), así como el uso de nuevas alternativas como el uso de recubrimientos comestibles, ayudan a controlar la brotación. Estas buenas prácticas permiten alargar la vida útil del alimento, obteniéndose papas sin brotes, baja pérdida de peso, con una mínima tasa de respiración y bajo contenido de azúcares reductores (Méndez & Inostroza, 2009).

La gelatina se ha utilizado como recubrimiento en diferentes productos agrícolas, debido a que regula la permeabilidad del O₂, CO₂ y vapor de agua; estudios realizados concluyen que el recubrimiento de gelatina tiene un efecto positivo sobre la tasa de respiración, firmeza, peso y color, en diferentes frutas como: fresas, moras, uvillas, guayabas, melones, aguacates y papayas (Aguilar *et al.*, 2012; Álvarez., 2013; Castro *et al.*, 2015; Trejo *et al.*, 2007; Aguilar, 2005; Pinargote & Gálvez, 2015). Sin embargo, existe poca información sobre este tipo de recubrimiento en tubérculos.

Este trabajo de investigación, tiene como objetivo evaluar un recubrimiento de gelatina en seis variedades de papa (libertad, victoria, josefina, rubí, capiro, superchola), el mismo que ayudará a retardar la brotación, evitará el verdeamiento, reducirá la pérdida de peso, y conservará su firmeza en almacenamiento, alargando su vida útil para consumo humano, incrementando las oportunidades de oferta de este producto mínimamente procesado (lavado, seleccionado y empacado). Esto favorecerá a la industria agroalimentaria, así como también a mercados, supermercados, tiendas de abasto y otros; que ofertan su producto a consumidores cada vez más exigentes, quienes demandan tubérculos de calidad óptima en características físico químicas y sensoriales para su consumo.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL.

Evaluar un recubrimiento de gelatina como método alternativo de control de brotación en seis variedades de papa *Solanum tuberosum*.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Analizar las características físico químicas de las variedades en estudio, antes y después del almacenamiento.
- Determinar la tasa de respiración y transpiración de cada variedad.
- Evaluar el efecto del recubrimiento de gelatina sobre la brotación de las variedades en estudio.

1.4 HIPÓTESIS

1.4.1 HIPÓTESIS NULA.

Ho: El recubrimiento de gelatina no influye en la brotación de las variedades de papa *Solanum tuberosum*.

1.4.2 HIPÓTESIS ALTERNATIVA.

Hi: El recubrimiento de gelatina influye en la brotación de las variedades de papa *Solanum tuberosum*.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 PAPA

Según Vázquez et al., (2012) La papa *Solanum tuberosum* L es una planta herbácea anual hasta de un metro de altura y produce tubérculos. Pertenece a la familia de las solanáceas, del género *Solanum*, formado por al menos otras mil especies, como el tomate y la berenjena.

2.1.1 TAXONOMÍA

Según Cepeda & Gallegos (2003), ubican al cultivo de papa dentro de los siguientes niveles taxonómicos.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la papa

REINO	VEGETAL
Subreino	Embryophyta
División	Spermatophyta
Tipo	Angiosperma
Clase	Dicotiledóneas
Subclase	Gamopétala
Orden	Tubiflora
Familia	Solanaceae
Tribu	Solaneae
Género	<i>Solanum</i>
Subgénero	pachystrum
Sección	Tuberaria
Subsección	Hyperbasarum
Especie	<i>Tuberosum</i>

Fuente: La papa (Cepeda Siller & Gallegos Morales, 2003)

2.1.2 ZONAS DE PRODUCCIÓN

La papa es uno de los rubros importantes de los sistemas de producción de la sierra ecuatoriana, constituye una fuente importante en la alimentación e ingresos para la familia campesina. Son parte de la dieta de millones de personas a nivel mundial contienen en promedio 80% de agua y la materia seca constituida por carbohidratos, proteínas, celulosa, minerales, vitaminas A, C y complejo B, que proporcionan una dieta balanceada (Molina, Santos, & Aguilar, 2004).

La papa es cultivada en alturas comprendidas entre los 2700 a 3400 msnm, a lo largo del callejón interandino, sin embargo, los mejores rendimientos se presentan en zonas ubicadas entre los 2900 y 3300 msnm, donde las temperaturas fluctúan entre 9 y 11°C (Reinoso, 2011).

En el año 2015, la producción de papa en el Ecuador fue de 345.900 TM en una superficie de 49.371 ha. El área sembrada en la Sierra ecuatoriana fue de 98,56%, mientras que en la Costa y en la región Oriental fue de 1,11% y el 0,33% respectivamente. La provincia con mayor producción fue Carchi con un aporte del 28% del total nacional, seguida de Chimborazo (23%), Cotopaxi (18%), Pichincha (12%) y Tungurahua (10%).

Las provincias restantes de la Sierra reportaron producciones bastante más bajas. El rendimiento promedio del cultivo a nivel nacional fue de 7,3 t/ha, que esconde una gran variabilidad entre provincias, con una tendencia de gradiente de mayor a menor desde el norte Carchi con 15,50 t/ha hasta el sur Loja con 1,90 t/ha (ESPAC, 2015).

Tabla 2. Superficie, producción y rendimientos provinciales de papa en el año 2015.

Provincia	superficie sembrada (Ha)	Superficie cosechada (Ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/Ha)
Total				
Nacional	49371	47302	345922	7,30
Carchi	6791	6310	97528	15,50
Chimborazo	15272	14848	80766	5,40
Cotopaxi	7456	7225	62966	8,70
Pichincha	4702	4559	42574	9,30

Tungurahua	5421	5332	34813	6,50
Bolívar	2042	1935	9258	4,80
Cañar	1766	1555	6950	4,50
Azuay	4035	3888	5958	1,50
Imbabura	905	825	3484	4,20
Sucumbíos	162	55	769	14,00
Loja	271	264	503	1,90
El Oro	550	505	351	0,70

Fuente: Encuesta de superficie y producción Agropecuria continua (ESPAC, 2015).INEC.

2.1.3 VARIEDADES DE PAPAS UTILIZADAS EN LA INVESTIGACIÓN

2.1.3.1 Iniap- victoria

La variedad INIAP-Victoria 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 rojo-morado-claro. El color de la pulpa es amarillo sin color secundario (Torres, Cuesta, Monteros, & Rivadeneira, 2011).

2.1.3.2 Superchola

La variedad Superchola es una papa para consumo fresco (sopas y puré) y para procesamiento (papa frita en forma de hojuelas y de tipo francesa). Los tubérculos son medianos, elípticos a ovalados. De piel rosada y lisa, con ojos superficiales y pulpa amarilla pálida (Torres *et al.*, 2011).

2.1.3.3 Iniap- libertad

La variedad Iniap libertad es proveniente de la población B3C0 del centro internacional de la papa (CIP) con resistencia no específica al tizón tardío. Esta variedad es una alternativa para los productores que demandan nuevas variedades de papas que sean precoces y tengan altos rendimientos, así como para los consumidores que prefieren tubérculos de piel amarilla y pulpa de color crema, esta variedad se puede utilizar en diferentes formas de preparación como sopas, papa frita tipo bastón y hojuelas (Cuesta *et al.*, 2014).

2.1.3.4 **Capiro**

La variedad Capiro es una variedad colombiana generada por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Esta papa es apta para consumo en fresco (sopas y cocida con cáscara). En Colombia es la principal variedad para procesamiento tanto en hojuela como en bastón, pero sus costos de producción son muy altos. Los tubérculos son redondos ligeramente aplanados. De piel roja con ojos superficiales. La pulpa es crema (Torres *et al.*, 2011).

2.1.3.5 **Rubí**

La papa Rubí (*Solanum tuberosum*) es una variedad de papa desarrollada en Colombia obtenida mediante la semilla de la parda pastusa. Este tubérculo es de buena calidad culinaria, consumo fresco, sabor excelente, textura al cocinar semicompacta, adecuada para sopa, caldos y cocida. La variedad Rubí tiene una adaptación específica en las zonas altas de los andes colombianos principalmente en el norte del departamento de Cundinamarca; en los municipios de los valles de Ubaté, Chiquinquirá y la Sabana de Bogotá especialmente.

Su siembra del cultivo puede cultivarse en zonas entre los 2750 a 3200 msnm, en Ecuador su cultivo se siembra en las zonas de Carchi, Pichincha y Tungurahua (Ñústez, Estrada, & Rodríguez, 2011).

2.1.3.6 **Iniap- josefina**

Es una nueva variedad desarrollada para agricultores de zonas de déficit hídrico, poseen rendimientos superiores a las variedades locales como superchola; posee tolerancia al estrés causado por sequía, es modernamente resistentemente a lancha y su ciclo de cultivo es de 140 a 160 días. Esta variedad esta proveniente del cruzamiento entre la variedad Bolona con un híbrido entre (*S. phureja* y *S. pausissectum*) (Cuesta *et al.*, 2015).

2.1.4 PARÁMETROS DE COSECHA

Los parámetros de cosecha son: (1) cuando la planta se seca totalmente; (2) al pasar la yema del pulgar sobre el tubérculo su piel no se desprende y (3) se ha completado su ciclo vegetativo. Es decir, la madurez fisiológica de la papa se reconoce cuando las hojas adquieren un color amarillo y comienzan a secarse mostrando tonalidades amarillas y resquebrajadizas, lo mismo ocurre con los tallos a causa de la pérdida de agua y senescencia del sistema foliar. (Toledo, Albuja, & Recto, 2013).

Otro aspecto que se debe considerar en la cosecha es introducir herramientas (azadón o chuzo) por debajo de los tubérculos, desprendiendo la tierra para reducir la posibilidad de daños mecánicos, así también el grado de humedad del suelo, el cual debe ser el punto de labranza o ligeramente más seco. El suelo no deberá estar húmedo porque perjudicará la piel de los tubérculos. Tampoco deberá estar seco porque si se trata de un suelo arcilloso se producirán daños mecánicos. Una vez cosechados los tubérculos se deben orear al ambiente para reducir la humedad superficial y eliminar la tierra que llevan adheridos en su superficie (Torres, Montesdeoca, & Andrade-Piedra, 2011).

2.1.5 CALIDAD NUTRICIONAL DE LA PAPA

Este tubérculo produce más nutrientes en menor tiempo, que ninguna otra planta y con muy poco desperdicio. La papa es uno de los seis alimentos más energéticos en la dieta humana que contiene 20% de parte seca y 80% de agua en papa cruda. Un kilo de papa aporta 800 calorías y 20 gr de proteínas (Alvarez & Tello, 2013).

Su calidad nutricional se refiere al contenido de compuestos químicos que tienen relación con el bienestar y la salud humana. Su composición es variable y depende de la variedad, el tipo de suelo, las prácticas culturales, la madurez, las condiciones de almacenamiento y otros factores (Oviedo, 2005).

La papa es nutritiva, relativamente baja en calorías, prácticamente de libre de grasas y colesterol, alta en potasio y vitamina C, la cual tiene una capacidad de combate de resfríos y gripes. Además, la papa es una rica fuente de almidón, por lo que es una buena fuente de energía.

Es por esta razón que los carbohidratos son necesarios para prevenir la fatiga y desbalances nutricionales, siendo la papa una fuente de carbohidratos que contiene menos calorías y grasas que otras fuentes de estos compuestos, como son el pan, las pastas o el arroz (Muñoz, 2014).

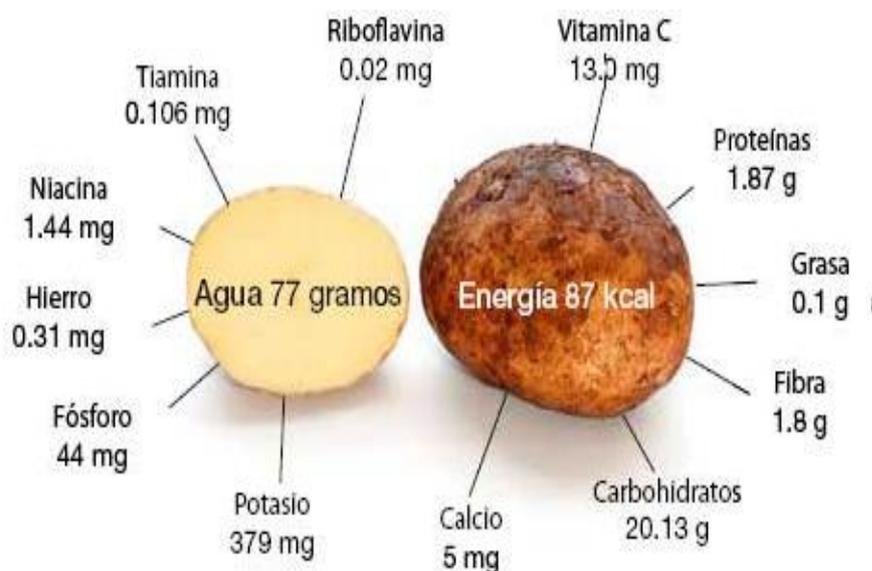


Figura 1. Nutrientes de la papa (FAO, 2008).

Tabla 3. Contenido de nutrientes en 100 g de papa y el porcentaje que cubre de las Dosis Diarias Recomendadas (DDR)*

COMPONENTE	CANTIDAD EN 100 g	% DDR
Energía	323,0 Kcal	14
Energía	1350,0 KJ	14
Proteínas	8,3 g	17
Fibra	1,8 g	7
Calcio	57,0 mg	7
Fósforo	192,0 mg	24
Hierro	3,7 mg	26
Tiamina	0,17 mg	0
Riboflavina	0,1 mg	6
Niacina	5,3 mg	29

Fuente: * Porcentaje de la DDR para adultos sanos, basado en una dieta de 2300 kcal (Peña, 2011).

2.2 CALIDAD AGROINDUSTRIAL DE LA PAPA

La papa, como producto alimenticio, ha presentado en los últimos años una fuerte expansión a nivel mundial, ubicándose como el cuarto alimento básico en la década de los noventa, superado únicamente por el trigo, el arroz y el maíz. (Pozo & Nayibe, 2011) .

En el Ecuador el mayor consumo de papa es en fresco, pero en los últimos tiempos el consumo como alimento procesado ha sido de gran importancia; como papas prefritas congeladas, papas fritas en forma de hojuelas o enlatado. También otros industriales como puré deshidratado, harina, almidón, alcohol y celulosa (Basantes, 2015).

Según Moreno (2010) menciona que una papa de mejor calidad debe tener las siguientes características externas: tamaño, buena forma, ojos superficiales, color de piel y pulpa según las preferencias del mercado para la industria de procesamiento de fritura son los contenidos de almidón y materia seca como también contenido nutricional.

2.2.1 FACTORES FÍSICOS

La University of California (2013) señala que la diferenciación en la calidad de las papas depende de las características de alta calidad comercial que incluyen más del 70 a 80% de los tubérculos bien formados como: color brillante (especies rojas, amarillas y blancas), uniformidad, firmeza y ausencia de tierra adherida.

También, que estén libres de daño por golpes, manchas negras, abrasiones, partiduras de crecimiento, brotación, daño por insectos, chancro negro por *Rhizoctonia*, pudriciones, reverdecimiento u otros defectos.

2.2.1.1 Tipos de daños físicos

Según Naranjo *et al.*, (2002), citado por Valencia (2016) menciona que diversas condiciones pueden influir en el daño de los tubérculos que pueden causarse durante la cosecha y poscosecha, la cadena de comercialización, manipulación del tubérculo cosechado, condiciones del suelo, temperatura, método de poscosecha y el equipo usado durante la cosecha.

Estas pérdidas pueden ser ocasionadas por deterioro del producto debido a causas mecánicas, fisiológicas, biológicas o microbiológicas entre ellas:

2.2.1.2 Por daños mecánicos

Según Pumisacho y Sherwood (2002) las pérdidas causadas por heridas mecánicas son frecuentemente desapercibidas. Si a esto se suman los daños secundarios de carácter fisiológico patológico, hacen que estas pérdidas sean difíciles de estimar

Comúnmente, los daños mecánicos ocurren durante la fase del cultivo, labores desarrolladas en diferentes etapas del cultivo (aporque, control de malezas, hongos y otros) o por los insectos del suelo. Como también por el maltrato físico, inadecuada cosecha, transporte, manipulación excesiva que facilitan la entrada de patógenos que provocan el deterioro y posteriormente problemas en el almacenamiento (Inostroza & Méndez, 2011).

2.2.1.3 Por deshidratación

Méndez & Inostroza (2009) manifiestan que las temperaturas altas aumentan la tasa de respiración y transpiración velocidad en la cual la humedad es removida de la superficie de las papas hacia el medio circundante. Debido a factores externos como: humedad, temperatura y velocidad del aire, así como de la naturaleza del producto: madurez, tamaño y características de la corteza protectora.

La liberación de agua y energía provoca la pérdida de peso, envejecimiento, deshidratación, brotación, pudriciones aumentando el deterioro de los alimentos y la mínima posibilidad de conservar papa por mucho tiempo.

2.2.1.4 Por frío

Según Agroparlamento (2017) las temperaturas lejanas al punto de congelación disminuyen la actividad metabólica de los productos y de los microorganismos, reducen la respiración disminuyendo las reservas que son consumidas por este proceso, retardan la maduración, la pérdida de agua del producto hacia el ambiente posponiendo al máximo la calidad y la vida en anaquel.

Sin embargo, conservar la calidad del producto por largo tiempo, se torna difícil sin que se produzcan cambios físicos, bioquímicos y fisiológicos producidos por la exposición tales como: deshidratación, envejecimiento, pudriciones, brotación, textura, pérdida de nutrientes entre otros (Inostroza & Méndez, 2011).

2.2.1.5 Por congelación

Redepapa (2010) menciona que el daño por congelamiento se puede iniciar entre los 0 a -2°C y los síntomas de este daño pueden incluir apariencia de tejido embebido en agua, vidriosidad y desorganización del tejido al descongelarse.

Aunque, algunos toleran una congelación leve, es recomendable evitar esas temperaturas, pues aumentan la velocidad de respiración, provocando problemas de oxidación, oscurecimiento interno del tubérculo y corazón negro acortando la vida posterior en almacén. Los productos descongelados son muy propensos a la descomposición, este daño también es fisiológico (FAO, 2010).

2.2.2 FACTORES QUÍMICOS

2.2.2.1 Materia seca y almidón

Según Nivaa (2002) citada por Cedeño (2016) el término contenido de materia seca significa la fracción sólida (en %) que queda después de haber eliminado la fracción líquida (en %) mediante la deshidratación.

Su contenido de materia seca oscila entre (13 al 35) % y se ha observado que es influenciado por factores como: variedad de papa, prácticas de cultivo, condiciones climáticas, tipo de suelo e incidencia de plagas y enfermedades (Moreno J. , 2010).

2.2.2.2 Azúcares reductores

La glucosa y fructosa son los principales azúcares reductores presentes en el tubérculo; su contenido disminuye con la madurez de los tubérculos y aumentan al almacenarlos a temperaturas inferiores de 10° C. Es decir, si el contenido de azúcares reductores es elevado, aparece un producto con color marrón oscuro y sabor amargo (Tinjacá, Rodríguez, & Cotes, 2012).

Según López *et al.*, (2012) mencionan que los azúcares reductores en altas concentraciones ejercen una influencia negativa sobre el color de las papas fritas, produciendo un oscurecimiento causado por la reacción entre los grupos reductores (grupos aldehídos) de los azúcares y los grupos aminos de los aminoácidos durante la fritura, conocida como la reacción de Maillard.

De igual importancia, Moreno (2010) manifiesta que el almacenamiento de tubérculos a bajas temperaturas (por debajo de los 4 ° C) es el problema más importante que enfrenten los procesadores de papa ya que para la industria de la fritura se requiere de variedades con bajos contenidos de azúcares reductores, inferiores al 0,10 % del peso fresco que es ideal para la producción de hojuelas, valores mayores a 0,33 % son inaceptables.

2.2.2.3 **Vitamina C (ácido ascórbico)**

Según De La Rúa, (2003) citado por Chacha (2012) la vitamina C es un derivado de los hidratos de carbono y se encuentra principalmente en frutas, vegetales frescos y cereales. Esta vitamina es la más inestable y la más reactiva.

Debido a varios factores la vitamina C se oxida en ácido L-dehidro ascórbico (DHAA), el cual es inestable debido a la sensibilidad a la hidrólisis del puente de lactona. Dicha hidrólisis es irreversible y forma ácido 2,3-dicetogulónico, el responsable de la pérdida de la actividad vitamínica (Fennema, 2010).

Otra forma de degradación de la vitamina C es durante el almacenamiento bajo congelación y manipulación rutinaria inadecuada (Fennema, 2010). Este proceso progresa de forma muy lenta, debido a que se consume el oxígeno residual. Pero la presencia de azúcares (cetosas) puede aumentar la velocidad de degradación anaerobia, sin embargo, durante el almacenamiento el mecanismo predominante de pérdida de ácido ascórbico es debido a la catalización de trazas de metales (Badui, 2013).

Además, Fennema (2010) mencionan que la estabilidad de la vitamina C (ácido ascórbico) depende de la composición del alimento, las condiciones de almacenamiento y factores tales como: pH, iones metálicos, concentración de

oxígeno, temperatura, luz, actividad de agua, enzimas, presencia de otras vitaminas y operaciones de procesamiento.

2.2.3 FACTORES FISIOLÓGICOS

2.2.3.1 Respiración

La respiración es el proceso por el cual el oxígeno atmosférico es aprovechado para metabolizar azúcares y almidón y dar como resultado dióxido de carbono y calor. El calor producido reduce la humedad relativa (HR) del aire, con lo cual se origina una gradiente de flujo de agua del interior del tubérculo al exterior, dando como resultado la pérdida de agua del tubérculo (Vejarano & Morales, Respiración, 2014).

Los efectos más marcados de la respiración durante el almacenamiento de los tubérculos de papa son: pérdida de materia seca, aumento de CO₂ y producción de calor. A mayor respiración, mayores serán las pérdidas de peso seco del producto almacenado, así como el incremento del CO₂ y de calor. Es decir, la intensidad respiratoria de los tubérculos de papa depende de factores internos como variedad, edad fisiológica y factores ambientales como: temperatura, luz, concentración de CO₂, presión parcial de oxígeno, productos químicos, heridas y golpes en los tubérculos. (Vejarano & Morales, Respiración, 2014).

Según Orena (2015) durante el proceso de respiración, los azúcares se transforman en agua y dióxido de carbono mediante la captación de oxígeno del ambiente, liberando a su vez calor, aumentando con ello las pérdidas de materia seca de los tubérculos. Por tanto, medir la respiración es una buena guía sobre el tiempo de duración de un producto vegetal durante el almacenamiento para su comercialización.

2.2.3.2 Transpiración

Las papas pierden agua por evaporación y transpiración, sufriendo una pérdida de peso y Las pérdidas de agua por transpiración durante el almacenamiento son las más importantes de todas las pérdidas ya que depende de la producción de calor de las papas, de la temperatura, humedad relativa, grado de suberización de la piel, tubérculos sanos y sin brotar (Granitto, 2017).

Es decir, la pérdida de agua deshidrata a los tubérculos provocando ablandamiento y arrugamiento, perdiendo así su valor comercial y 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 si el aire tiene una baja humedad relativa, generándose flujos de agua hacia el ambiente por evaporización del agua presente en los tubérculos (Acuña *et al.*, 2015).

2.2.3.3 Maduración

La maduración es un proceso fisiológico que ocurre en un período de tiempo como parte del crecimiento y desarrollo de un vegetal. Consiste en una transformación interna del tubérculo, que constituye uno de los más extraordinarios fenómenos fisiológicos. Durante la maduración existen cambios en el color, formación de carbohidratos, ácidos orgánicos, aminoácidos libres, aroma, entre otros (Vejarano & Morales, Respiración, 2014).

La madurez total del tubérculo se realiza cuando el follaje de las plantas se ha secado totalmente. Se cosecha el tubérculo y las papas inmaduras son sensibles a los daños debido a que las capas que conforman la piel que las protege no se han terminado aún de formar completamente (Santos, 2016).

2.2.3.4 Brotación

Según Orena (2015) La brotación de los tubérculos a medida que progresa causa pérdidas muy altas de peso. El brote por si es una pérdida directa de materia seca y al aumentar los brotes aumentan la superficie de exposición para la evaporación de agua como también incrementando la tasa de respiración de los tubérculos. Además, para reducir y manejar el crecimiento de los brotes después del término del período de dormancia, los tubérculos pueden almacenarse a bajas temperaturas para manejar la brotación de las papas.

Pumisacho & Stephen (2002) señalan que las pérdidas por la brotación reducen el precio del producto en el mercado. Sin embargo, existen factores que influyen marcadamente en la longitud del periodo de dormancia, particularmente la variedad de papa y la temperatura de almacenamiento.

2.2.3.5 Cambios de color

Los tubérculos deben ser almacenados en lugares bien ventilados, frescos, oscuros y húmedos. Durante el almacenaje el calor aumenta los procesos de transpiración y respiración, incrementando la pérdida de agua; mientras que temperaturas demasiado bajas pueden cambiar el color a gris o negro reduciendo su calidad y vigor.

Otro cambio de color en el tubérculo es cuando son expuestos a la luz y la velocidad con la que cambien a coloración verde es de hecho a la clorofila; no obstante, es un indicio de que la papa puede contener un nivel elevado de un compuesto glicol alcaloide llamado solanina. Este compuesto es potencialmente tóxico si se consume en grandes cantidades a fin de eliminar la formación de solanina, es preciso mantener los tubérculos lejos de la luz y almacenarlos en la oscuridad (Nair, 2015).

2.2.4 FACTORES PATOLÓGICOS

Para Pumisacho & Stephen (2002) los factores patológicos son las causas más serias de pérdidas en poscosecha 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, la pudrición seca y las pudriciones suaves por bacterias.

Una infección primaria sobre los tejidos muertos remanentes causada por patógenos o saprófitos provoca daños secundarios que pueden ser tan agresivos que podrían tener un rol importante en las pérdidas de poscosecha, multiplicando y exagerando el daño inicial. Las pérdidas de poscosecha pueden estar causadas por insectos, nematodos y otros animales como roedores y pájaros. Entre los insectos con más potencial de daño en poscosecha son las polillas de la papa (*Phthorimaea operculella* y *Tecia solanivora*) que probablemente la infestación inicial empieza en el campo mediante larvas que infestan los tubérculos al momento de la cosecha.

2.3 CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

2.3.1 TEMPERATURA

Según Rivadeneira (2013) la temperatura de almacenaje ideal para los tubérculos es de 4, 5 y 8 °C, en estas condiciones la actividad interior del tubérculo se minimiza. Sin embargo, a Temperaturas más elevadas pueden producir germinación excesiva que reducen la calidad de los tubérculos. Es decir, las condiciones cálidas aumentan la transpiración y la respiración incrementando la pérdida de agua y favoreciendo el desarrollo de enfermedades creando el ambiente ideal para la presencia de organismos que podrían afectar el establecimiento y el rendimiento del cultivo, mientras que temperaturas demasiado bajas pueden cambiar el color a gris o negro, reduciendo su calidad y vigor.

Por tanto, durante el almacenamiento el tuberculo continúa respirando ocasionado pérdidas de peso que pueden ir en un orden de 1-2% del peso fresco durante el primer mes de almacenamiento, variando a razón del 1,5% por mes cuando los tubérculos comienzan a brotar (Suslow & Voss 2013).

2.3.2 HUMEDAD RELATIVA

Según Ramírez (2010) una humedad adecuada es esencial para mantener el peso ideal de la semilla y la calidad de los tubérculos,

La humedad relativa ideal para el almacenamiento de papa es de 80 a 90%. Por tanto, el control de la humedad es tan importante como lo es el de la temperatura; cuando los tubérculos son colocados en una atmósfera de humedad relativa baja perderán humedad, se pondrán blandos y sueltos (Suslow & Voss 2013).

De la misma forma, Vejarano & Morales (2014) manifiestan que una humedad relativa mayor al 95 % es peligrosa porque el tubérculo se hace más susceptible a las pudriciones y la humedad libre se deposita en la superficie. Cuando éstos permanecen húmedos, las lenticelas o posos de respiración se hinchan y proporcionan puntos de entrada a las bacterias.

2.3.3 VENTILACIÓN

De acuerdo a Inostroza & Méndez (2011) mencionan que la ventilación tiene por objeto mantener un rango óptimo de temperatura y de humedad relativa del aire en las papas almacenadas.

Es decir, la función de la ventilación es remover el exceso de calor y CO₂ producido por el proceso de respiración y a la vez oxigenar los tubérculos. Las acumulaciones muy altas de CO₂ desplazan el oxígeno, creando un ambiente que favorece la fermentación, y con ello la pudrición de los tubérculos. La ventilación puede ser realizada por movimiento natural de aire (convección) o bien mediante aire forzado (Santos, 2016).

2.3.4 LUZ

Las papas destinadas al consumo humano no deben quedar expuestas a la luz porque se produce un verdeamiento de ellas, generando sustancias tóxicas para el ser humano conocidas como (solanina y otros). Para evitar este verdeamiento los tubérculos deben ser almacenados en lugares oscuros o bien hay que cubrirlos con una capa de paja, u otro elemento que ayude evitar el paso de la luz pero que permita el intercambio gaseoso (Santos, 2016).

2.4 APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS

Según Embuscado & Huber (2009), citados por López (2012) definen a los recubrimientos como cualquier tipo de revestimiento utilizado como capa o envoltura de alimentos para prolongar la vida útil del producto que puede ser consumido junto con el alimento. Estas películas reemplazan y fortalecen las capas naturales para evitar pérdidas de humedad, mientras que de manera selectiva permite el intercambio controlado de gases de efecto importante, como el oxígeno, el dióxido de carbono y etileno, que están involucrados en los procesos de la respiración.

Una funcionalidad importante de los recubrimientos y películas es su habilidad para incorporar ingredientes activos, ya que pueden servir como soporte de aditivos capaces de conservar y mejorar la calidad del producto.

Asimismo, se pueden utilizar como alternativa a la aplicación de antimicrobianos por el método de inmersión, técnica que provocaba difusión de los agentes antimicrobianos hacia el interior del producto causando pérdida de efectividad de dichos agentes por no alcanzarse la concentración mínima necesaria para la inhibición del desarrollo de microorganismos (Parzanese, 2010).

2.4.1 RECUBRIMIENTOS Y VENTAJAS

Según Embuscado & Huber (2009), citado por López (2012), los recubrimientos o películas deben cumplir ciertos requerimientos y ventajas:

Requerimientos:

- Buenas cualidades sensoriales.
- Estabilidad bioquímica, fisicoquímica y microbiana.
- Libres de tóxicos.
- Seguros para la salud.
- No deben tener contaminantes.

Ventajas:

- Pueden ser ingeridas por el consumidor.
- Su costo es generalmente bajo.
- Su uso reduce la contaminación ambiental.

2.4.2 MODOS DE EMPLEO

Según Parzanese (2010) actualmente se desarrollaron varios métodos para la correcta aplicación de recubrimientos o películas sobre los alimentos:

Inmersión: consiste en la aplicación de las matrices comestibles sumergiendo el alimento en la solución filmogénica preparada. Se utiliza especialmente en aquellos alimentos cuya forma es irregular que requieren de una cobertura uniforme y gruesa.

Es importante que el producto a tratar esté previamente lavado y secado, y que una vez retirado de la solución se deje drenar el excedente de solución para lograr un recubrimiento uniforme.

Spray: esta técnica se basa en la aplicación de la solución filmogénica presurizada. Permite obtener recubrimientos más finos y uniformes.

Casting: mediante esta técnica se obtienen películas o films premoldeados. Consiste básicamente en la obtención de una dispersión uniforme compuesta por biomoléculas (Proteínas, polisacáridos, lípidos), plastificante y agua. Luego se vierte sobre una placa de material inocuo (acero inoxidable) donde se deja secar para que se forme el film o película.

2.4.3 TIPOS DE RECUBRIMIENTO

Según Lopez (2012), las películas pueden estar compuestas por los siguientes componentes básicos:

- Proteínas (gelatina, caseína, entre otros).
- Celulosa, almidón o materiales con base en dextrina.
- Alginatos y gomas.
- Ceras, lípidos o derivados de los monoglicéridos.
- La mezcla de cualquiera de estos grupos.

2.4.3.1 Hidrocoloides

Son polímeros hidrofílicos (contienen grupos oxhidrilos -OH) de origen vegetal, animal o microbiano. Producen un elevado aumento de la viscosidad y en algunos casos tienen efectos gelificantes ya que se disuelven y dispersan fácilmente en agua. En la industria de alimentos se los utiliza como aditivos con el fin de espesar, gelificar o estabilizar. Debido a que se denominan hidrocoloides a aquellas sustancias solubles o dispersables en agua, este término se aplica generalmente a sustancias compuestas por polisacáridos, aunque también algunas proteínas reciben esta clasificación (Parzanese, 2010).

2.4.3.2 Colágeno

Según Parzanese (2010) menciona que el mayor constituyente de la piel, tendones y tejidos conectivos, y se encuentra extensamente distribuido en las proteínas fibrosas de los animales. Las películas comestibles obtenidas a partir de éste, se aplican desde hace mucho tiempo en productos alimenticios.

Los beneficios que presenta este tipo de recubrimiento son evitar la pérdida de humedad y dar un aspecto uniforme al producto mejorando sus propiedades estructurales.

2.4.3.3 Gelatina

La gelatina es un producto que se obtiene del colágeno de los residuos de mataderos, principalmente de pieles, huesos y cartílagos de bovino y porcino. El colágeno nativo pertenece a las escleroproteínas, cuyo componente básico es una cadena de polipéptidos de cerca de 1050 aminoácidos. Con la gelatina se puede formar una espuma que actúa de emulsionante y estabilizante, es en esta forma que se usa en alimentos preparados como sopas, caramelos, mermeladas, algunos postres.

También se usa como estabilizante de emulsiones en helados y en mezclas en que intervienen aceites y agua, en la industria farmacéutica y la cosmética emplean gelatina como excipiente para fármacos (Carrera, 2011).

Por lo tanto, la gelatina como recubrimiento se ha utilizado en diferentes productos agrícolas, debido a que regula la permeabilidad del O₂, CO₂ y vapor de agua, reduciendo la tasa de respiración, evitando la pérdida de agua, ayudando en la conservación del color y firmeza, estudios realizados concluyen que el recubrimiento de gelatina tiene un efecto positivo sobre la tasa de respiración, firmeza, peso y color, en diferentes productos tales como: fresas, moras, uchuvas, guayabas, melones, aguacates y papayas Aguilar et al (2012); Álvarez et al (2013); Castro & Gonzáles (2010), Vélez, (2015), Trejo, Aguilar, (2005).

2.4.3.4 Propiedades químicas de la gelatina

Las moléculas de gelatina contienen grandes proporciones de tres grupos de aminoácidos. Aproximadamente la tercera parte de los residuos de aminoácidos glicina o alanina, casi la cuarta parte corresponde a prolina o hidroxiprolina. La alta proporción de residuos polares confiere a las moléculas de gelatina una gran afinidad por el agua, debido a la alta proporción de residuos de prolina e hidroxiprolina, las moléculas de gelatina no pueden enrollarse en forma helicoidal característica de muchas proteínas. En vez de ello son largas y delgadas, una característica ventajosa para la formación del gel (Charley, 1991).

A manera porcentual se puede decir que la gelatina contiene:

- 84-90% de proteína.
- 1-2% Sales minerales.
- El resto es agua.

2.4.3.5 Propiedades tecnológicas de la gelatina

Según Charley (1991), debido al comportamiento físico-químico de la gelatina determinado por su secuencia aminoácida de la molécula y de la estructura, y por las condiciones del entorno como valor pH, fuerza iónica y la interacción con otras moléculas se observa que con la gelatina se pueden resolver varias áreas problemáticas como:

- Formación de geles termorreversibles de naturaleza elástica.
- Ajuste de fluidez en las emulsiones.
- Evita coalescencia y la flotación de aceites dispersados.
- Evita separación de fases en emulsiones conservadas congeladas o esterilizadas.
- Evita la recristalización.
- Encapsulación del aire en emulsiones y cremas.
- Formación de películas y coberturas.
- Evita la sinéresis.
- Proporciona consistencia y textura a los productos reducidos en calorías.
- Eleva la ligación de la grasa en emulsiones de carne y en volován.
- Disminuye los daños por cocción del picadillo de las Salchichas.
- Mejora el aireamiento y el comportamiento de los helados.
- Liga los comprimidos y tabletas.

Según Charley (1991), aquí se puede observar que en el centro de estos efectos están la texturización, la formación de geles, la ligación del agua y los efectos superficiales como emulsiones y formación de espuma. De esto se pueden derivar propiedades funcionales típicas de la gelatina:

- Formación de geles.
- Ligación del agua.
- Formación de textura.
- Espesamiento.
- Formación de emulsiones y estabilización.
- Formación de espuma y estabilización.
- Formación de película
- Adhesión / Cohesión.

2.5 SISTEMAS DE MEDICIÓN DEL COLOR

Para dar solución a los problemas de evaluación del color se crearon sistemas de medición para poder cuantificarlo y expresarlo numéricamente, cuyo principio está basado en la cantidad de luz reflejada por el objeto. El primer sistema de medición de color fue el sistema Munsell creado en 1905, el cual utilizó un gran número de tarjetas de colores clasificadas de acuerdo a su tono, luminosidad y saturación; posteriormente el sistema evolucionó un poco más al asignarle una codificación de letras y números. De manera similar se puede mencionar el sistema Ostwald, y el sistema OSA-UCS creados en base a las comparaciones visuales de muestras de color en catálogos. La organización internacional de luz y color CIE (Commission Internationale de L'Eclairage) desarrolló dos importantes sistemas para la evaluación de color en términos de números basados en la medición de reflectancia espectral de la muestra (MetAs, 2009).

2.5.1 SISTEMA DE MEDICIÓN DEL CIE

2.5.1.1 Valores triestímulo (x y z) y coordenadas de cromaticidad (xy)

El concepto de los valores triestímulo está basado en la teoría de los tres componentes de color que establece que el ojo humano posee receptores de los tres

colores primarios: rojo, azul y verde; y todos los colores son mezclas que se derivan de ellos (Vásquez, 2015).

2.5.2 ESPACIOS DE COLOR (L* a* b*)

Este sistema de medición también es conocido como CIELab, expresa la luminosidad L* (claro u oscuro); a* y b* indican la orientación del color. Los tres atributos que determinan el color son el tono, el brillo y la saturación.

-Brillo o luminosidad. - es el atributo que expresa la cantidad de luz reflejada por una superficie en comparación con la reflejada por una superficie blanca en iguales condiciones de iluminación; esto quiere decir que la luminosidad es el brillo y determina a la claridad u oscuridad de un tono (Valero, 2013).

Para la determinación de la intensidad luminosa, se hace referencia a la siguiente ecuación:

Ecuación 1 Intensidad luminosa

$$L^* = 116 \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3}$$

Donde:

Y/ Yn = son los valores para un blanco de referencia para el iluminante.

Fuente: (Vásquez, 2015).

- Tono o matiz.- es el color en sí, que relaciona la longitud de onda de cada color, son medidas en un plano cartesiano a través de la distribución de los colores rojo, amarillo, verde y azul, y su interpretación por las letras L* (luminosidad), a* (rojo-verde), b*(amarillo-azul) y Hue el ángulo de tono que se entiende comenzando en el eje +a* y se expresa en grados: 0° es +a* (rojo), 90° es +b* (amarillo), 180° es -a* (verde) y 270° es -b* (azul) que a continuación se detalla en la figura 1.

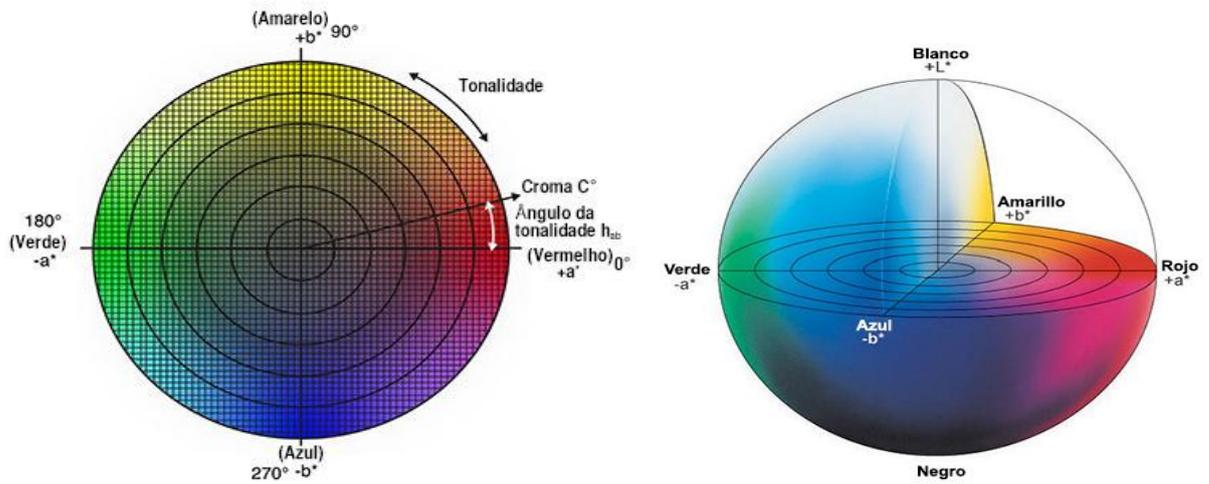


Figura 2. Diagrama cromático (a^* , b^*) del espacio CIELAB (MetAs, 2009).

-Saturación o intensidad. - se refiere a la fuerza o la intensidad de un color es decir la viveza o la palidez del mismo, también puede definirse como la cantidad de gris que posee un color, mientras más gris posee es menos brillante o menos saturado es un color. Se obtiene por medio de la siguiente ecuación.

Ecuación 2 Saturación o intensidad

$$C = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

Fuente: (Vásquez, 2015).

El sistema CIE $L^*a^*b^*$ describe el color en términos de dos coordenadas cromáticas (a^* y b^*) y una de luminosidad (L^*) lo que permite la diferencia de color total entre pares de muestras. Por lo tanto, la colorimetría representa una herramienta útil y eficaz para entender y controlar los procesos industriales donde los productos adquieren su color en etapas iniciales, intermedias o finales; lo cual es de suma importancia en el producto final. Este sistema está ampliamente utilizado en industrias de las pinturas y lacas, textiles, alimentos y productos farmacéuticos (Manresa, 2007).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CARACTERIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

3.1.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

La investigación se realizó en los laboratorios de Nutrición y Calidad del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, estación experimental Santa Catalina (INIAP).

Tabla 4. Localización del experimento.

Provincia	Pichincha
Cantón	Mejía
Parroquia	Cutuglagua
Lugar	Laboratorios de nutrición y calidad
	Situación Geográfica
Longitud	78° 23' O
Altitud	2,400- 3,500 m.s.n.m
Latitud	00° 22' S.
Longitud	78° 08' Oeste
Pluviosidad	1.400 mm anual

Fuente: Estación Izobamba, INHAMI, Quito, Ecuador

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

Materia prima

Gelatina y seis variedades de Papa: Rubi, Libertad, Victoria, Josefina, Capiro, Superchola que fueron proporcionadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), al departamento de Nutrición y Calidad.

Reactivos

- Hidróxido de sodio (NaOH) 1N al 99%
- Ácido sulfúrico (H₂SO₄) grado técnico 98%
- Ácido Clorhídrico (HCl) 1N grado técnico 37%
- Agua destilada
- Reactivo Carrez I (Ferrocianuro de potasio trihidratado) al 15% en agua destilada.
- Reactivo Carrez II (sulfato de zinc heptahidratado) al 30% en agua destilada.
- Ácido bórico al 4%
- Hexano al 99%

Equipos

- Refrigeradora
- Cuarto frío
- Penetrómetro.
- Colorímetro
- Espectrofotómetro
- Polarímetro
- Reflectómetro
- Licuadora
- Balanza analítica
- Secadora

- Estufa
- Centrifuga
- Termohigrómetro
- Calibrador digital
- Balanza analítica
- Respirómetro
- Molino
- Termómetro digital
- Agitador magnético
- Agitador de tubos

Materiales

- Papel filtro
- Equipo de protección personal (mandil, mascarilla, cofia, guantes)
- Toallas de cocina
- Cubetas
- Tubos graduados para centrifugadora
- Papel aluminio
- Detergentes y desinfectantes
- Libreta de anotaciones
- Buretas
- Soporte universal
- Erlenmeyer de 250 ml
- Agitadores magnéticos
- Embudos plásticos
- Balones aforados
- Probetas
- Pinzas
- Crisoles
- Desecadores
- Balones de 50 ml

3.3 MÉTODOS

La investigación se desarrolló, basándose en los objetivos propuestos que a continuación se detallan.

3.3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DE LAS VARIEDADES EN ESTUDIO ANTES Y DESPUÉS DEL ALMACENAMIENTO.

Para la caracterización físico químico de las seis variedades de papa: Rubí, Libertad, Victoria, Josefina, Capiro y Superchola, se evaluó el color (externo e interno), diámetro (mayor y menor), gravedad específica, dureza interna, humedad, cenizas, proteína, grasa, fibra, almidón, azúcares reductores y vitamina C, a los 0 y 90 días de almacenamiento a los tratamientos almacenados en refrigeración con recubrimiento de gelatina. Además, se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones que a continuación se detallan en la Tabla 5.

Tabla 5. Tratamientos en estudio de la caracterización físico química antes y después del almacenamiento.

Variedades	Tratamientos
Capiro	C3
Josefina	J3
Libertad	L3
Victoria	V3
Superchola	S3
Rubí	R3

3.3.1.1 Análisis estadístico

Tabla 6. Esquema del análisis de varianza en la composición físico química antes y después del almacenamiento.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL.
Tratamientos	5
Error experimental	12
Total	17

3.3.1.2 Análisis funcional

Se calculó el Coeficiente de Variación (CV), prueba de Tukey al 5% para tratamientos.

3.3.1.3 Variables y métodos a evaluar

Se realizó los siguientes análisis en las seis variedades de papa antes y después del almacenamiento que a continuación se detallan en la Tabla 7.

Tabla 7. Metodología de análisis físico químico.

VARIABLE	MÉTODOLOGÍA	UNIDADES
Color (externo, interno)	Método instrumental colorimétrico según Anón (1986). Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP. (Detallado en el Anexo 6.2)	Adimensional
Diámetro (mayor, menor)	Método instrumental mediante un calibrador. Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP. (Detallado en el Anexo 6.13)	mm
Gravedad específica	Método según Alvarado (1996). Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP. (Detallado en el Anexo 6.13)	Adimensional
Dureza interna	Método según Durán, Fiezman, & Benedicto (2001). Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP. (Detallado en el Anexo 6.13)	Kgf
Humedad	Método A.O.A.C. 1997. N° 940.26. Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP. (Detallado en el Anexo 6.11).	%
Cenizas	Método A.O.A.C. 1997. N° 940.26. Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP. (Detallado en el Anexo 6.10).	%
Proteína	Método A.O.A.C. 1997. N° 920.152. Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP. (Detallado en el Anexo 6.8).	%
Grasa	Método A.O.A.C. 1997. N° 920.39. Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP. (Detallado en el Anexo 6.9).	%
Fibra	Método A.O.A.C. 1997. N° 920.86. Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP. (Detallado en el Anexo 6.12).	%

Contenido de Almidón	Método Polarimétrico, citado por Harold et al., (1988). Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP. (Detallado en el Anexo 6.5).	%
Azúcares reductores	Método espectrofotométrico, Smith & Cronin (1979). Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP. (Detallado en el Anexo 6.6).	% BS
Vitamina C	Método instrumental reflectométrico. Adaptado en Dpto de Nutrición y Calidad del INIAP (Detallado en el Anexo 6.7)	mg/100g

3.3.2 TASA DE RESPIRACIÓN Y TRANSPIRACIÓN EN LAS VARIEDADES DE PAPA.

La medición de la tasa de respiración y transpiración de las seis variedades de papa, se realizó con las siguientes metodologías que a continuación se detallan en la Tabla 8.

Tabla 8. Metodología de mediciones fisiológicas.

VARIABLE	MÉTODOLOGÍA	UNIDADES
Tasa de Respiración	Según el método mediante trampas de Anhídrido carbónico. Método Warburg. Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP. (Detallado en el Anexo 6.4).	mg CO ₂ /kg h
Tasa de Transpiración	Se pesará las unidades experimentales con una balanza, y se evaluará la pérdida de agua en el almacenamiento. Según el método descrito por Feippe & Carballo (2003). (Detallado en el Anexo 6.12).	g agua/ kg día

3.3.3 EFECTO DEL RECUBRIMIENTO DE GELATINA SOBRE LA BROTACIÓN DE LAS SEIS VARIEDADES EN ESTUDIO.

Para su evaluación en las seis variedades de papa se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con arreglo factorial AxB, con 3 repeticiones, 4 tratamientos, 12 unidades experimentales cada una de 5kg. A continuación, se detalla los factores y niveles, utilizados en esta metodología.

3.3.3.1 Factores en estudio

En la presente investigación se utilizó los siguientes factores de estudio para cada una de las variedades de papa.

FACTOR A: Condiciones de almacenamiento.

- A₁: Ambiente (T= 15-18°C y HR= 60 - 70%)
- A₂: Refrigeración (T= 8 °C y HR= 75 - 85%)

FACTOR B: Utilización del recubrimiento de gelatina

- B₁: Con recubrimiento de gelatina
- B₂: Sin recubrimiento

3.3.3.2 Tratamientos

De la combinación de los Factores A y B se obtuvo 4 tratamientos por cada variedad, que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 9. Tratamientos en estudio

Trat	Condición de almacenamiento	Utilización del recubrimiento	Combinaciones	Descripción
T1	A1	B1	A1B1	Variedad en ambiente con recubrimiento
T2	A1	B2	A1B2	Variedad en ambiente sin recubrimiento
T3	A2	B1	A2B1	Variedad en refrigeración con recubrimiento
T4	A2	B2	A2B2	Variedad en refrigeración sin recubrimiento

3.3.3.3 Análisis estadístico

Tabla 10. Esquema del análisis de varianza sobre el efecto de la gelatina en la brotación de las seis variedades de papa.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL.
Total	11
Tratamientos	3
Factor A	1
Factor B	1
A x B	1
Error experimental	8

3.3.3.4 Análisis funcional

Se calculó el Coeficiente de Variación (CV), prueba de Tukey al 5% para tratamientos y diferencia mínima significativa (DMS) para factores.

3.3.3.5 Variables y métodos a evaluar

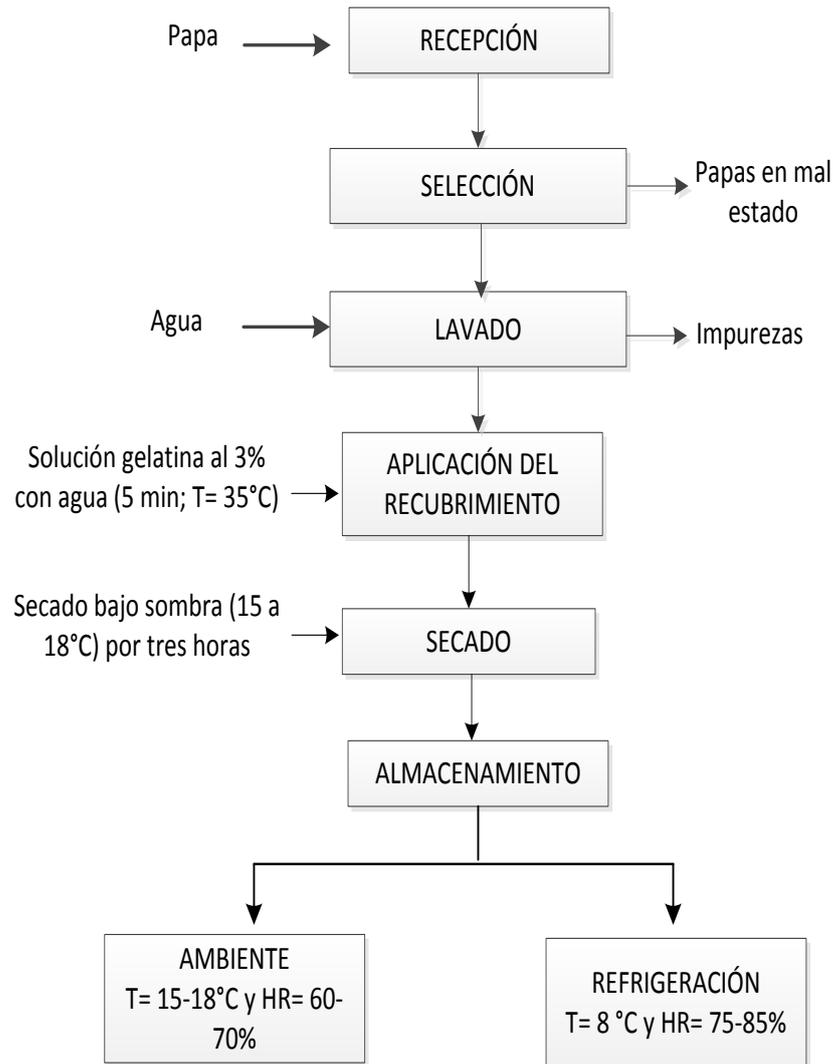
Se realizó los siguientes análisis en las seis variedades de papa, después del almacenamiento.

Tabla 11. Variable a evaluar en las papas, después del almacenamiento.

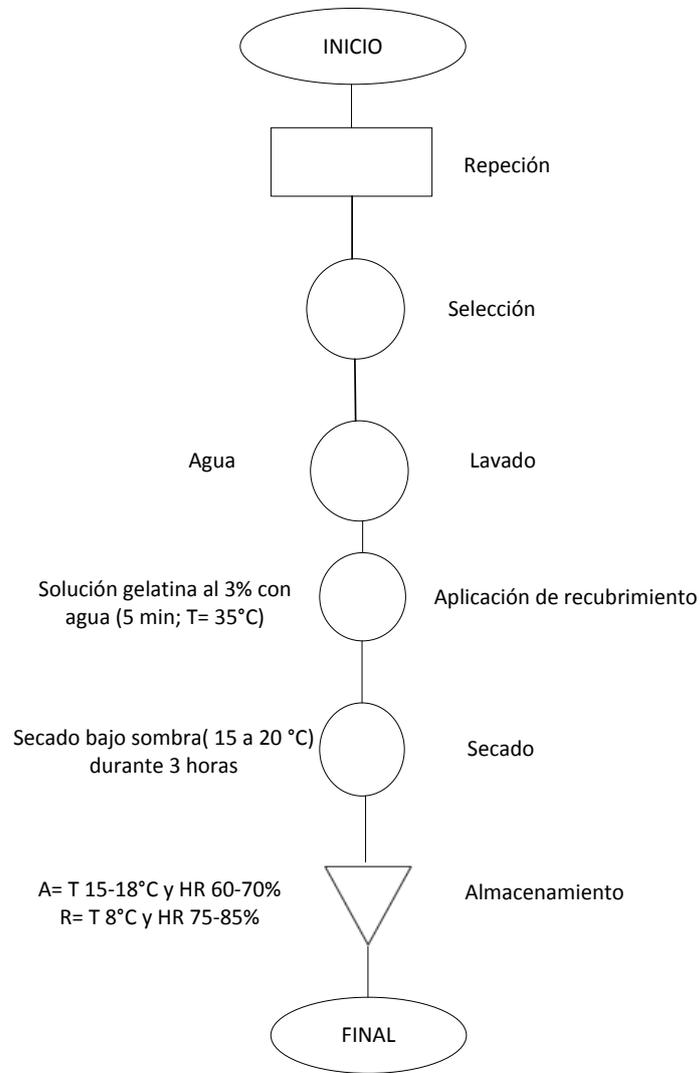
VARIABLE	MÉTODO	UNIDADES
Brotación	Días a la aparición de brotes en los tubérculos. (Veliz, 2010). Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP. (Detallado en el Anexo 6.13).	Días

3.4 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO.

3.4.1 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA APLICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO DE GELATINA SOBRE LAS SEIS VARIEDADES DE PAPA.



3.4.2 DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL RECUBRIMIENTO DE GELATINA SOBRE LAS SEIS VARIEDADES DE PAPA.



ACTIVIDAD	SIIMBOLO
RECEPCIÓN	
OPERACIÓN	
ALMACENAMIIENTO	
INICIO O FINALIZACIÓN	

3.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1. RECEPCIÓN

Las diferentes variedades de papa fueron proporcionadas por el departamento de raíces y tubérculos del INIAP.



Fotografía 1. Variedades de papa *Solanum tuberosum*

2. SELECCIÓN

Para este experimento se clasificó a las papas en buen estado, sin ningún defecto físico, libre de daño por golpes (manchas negras), abrasiones, partiduras de crecimiento, brotación, daño por insectos, chancro negro, pudriciones, reverdecimiento u otros defectos.



Fotografía 2. Selección de las papas en buen estado.

3. LAVADO

Se lavó con agua potable por inmersión a todas las variedades de papa, para eliminar los residuos de tierra que estén presentes y puedan afectar a los resultados.



Fotografía 3. Lavado de las papas.

4. PREPARACIÓN DEL RECUBRIMIENTO

La solución para el recubrimiento, se preparó pesando la gelatina en una balanza al 3% de la solución con agua hervida a 92°C para diluir la gelatina y alcanzar una solución homogénea, se enfrió a 35°C para proceder su aplicación en las papas.

Tabla 12. Formulación del recubrimiento

Formulación	Porcentaje
Gelatina sin sabor	3 %
Agua	97 %



Fotografía 4. Preparación del recubrimiento de gelatina

5. APLICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO EN LAS SEIS VARIETADES DE PAPA

Homogenizada la gelatina con el agua y a temperatura de 35°C, se procedió a colocar las papas en la solución de gelatina durante 5 minutos.



Fotografía 5. Aplicación del recubrimiento en las seis variedades de papa

6. SECADO

Se secó todas las papas con y sin recubrimiento de gelatina, bajo sombra al medio ambiente durante 3 horas. Finalizado el secado de todas las variedades de papa, se procedió a colocar las papas en mallas e identificarlas para su almacenamiento.



Fotografía 6. Secado de las papas.

7. ALMACENAMIENTO

Ambiente

Se designó un lugar fresco, con ausencia de luz solar directa para el almacenamiento al medio ambiente ($T = 15 - 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una $\text{HR} = 60\text{-}70\%$), se pesó 5 kg de papa que es la unidad experimental, luego se empacó en mallas y se colocó en cubetas las papas con y sin recubrimiento para su almacenamiento.



Fotografía 7. Almacenamiento de la papa en ambiente

Refrigeración

En refrigeración, se utilizó un cuarto frío ($T = 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una $\text{HR} = 75\text{-}85\%$), se pesó 5 kg de papa para cada ensayo, luego se empacó en mallas y se colocó en cubetas las papas con y sin recubrimiento para su almacenamiento.



Fotografía 8 Almacenamiento de las papas en refrigeración.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados y discusiones en esta investigación se basan en los objetivos planteados y variables evaluados, que a continuación se detallan.

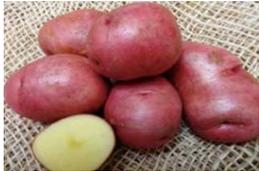
4.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO EN LAS SEIS VARIEDADES DE PAPA ANTES Y DESPUÉS DEL ALMACENAMIENTO.

4.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS SEIS VARIEDADES

Previo al desarrollo del experimento se caracterizó los parámetros físicos a las seis variedades de papa, se evaluaron las siguientes características físicas como: diámetro longitudinal, diámetro transversal y gravedad específica.

Tabla 13. Características físicas de las seis variedades de papa

Variedades	Diámetro mayor (mm)	Diámetro menor(mm)	Gravedad específica
 CAPIRO	59,23	43,12	1,085

	65,22	44,16	1,080
JOSEFINA			
	59,21	43,38	1,089
RUBÍ			
	66,92	47,08	1,086
VICTORIA			
	68,12	44,89	1,090
LIBERTAD			
	62,74	49,80	1,098
SUPERCHOLA			

mm: milímetros

En la Tabla 13, las seis variedades de papa presentaron variaciones entre sus diámetros mayores (longitudinales) de 59 a 68 mm, los menores (transversales) de 43 a 49 mm, debido a que se realizó la selección de tamaño en todas las variedades para tener resultados más precisos para este experimento. Las seis variedades de papa están dentro de los requerimientos mínimos que deben cumplir las variedades comerciales de papas, para consumo humano según la Norma (NTE, 1516-2012) Anexo 14. Espín *et al.*, (2001) menciona que las diferentes características físicas se deben a la variedad de tubérculo y a las prácticas de cultivo.

Las gravedades específicas de las seis variedades presentan valores desde 1,085 a 1,098, factor relacionado con la materia seca. Según Alvarado *et al.*, (2010) mencionan que la gravedad específica es un factor importante en la calidad del tubérculo, para papas fritas tipo bastones, la gravedad específica debe estar entre 1,080 a 1,086 (20–22) % contenido de materia seca (Amoros, 2000).

4.1.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS EN LAS SEIS VARIEDADES DE PAPA ANTES Y DESPUÉS DEL ALMACENAMIENTO.

Se realizó la caracterización química de las seis variedades de papa a los 0 días de almacenamiento y también a los 90 días. Los tratamientos almacenados en refrigeración (8°C) con recubrimiento de gelatina, obtuvieron mejores resultados en el periodo de dormancia con respecto a los tratamientos almacenados en ambiente que presentaron deterioro y brotes antes de los noventa días.

Realizado el análisis de varianza para la caracterización química de las seis variedades de papa a los 0 y 90 días de almacenamiento, reveló alta significación estadística para tratamientos, es decir que las seis variedades presentan valores diferentes en su composición química entre variedades (Anexo 18).

Al existir alta significación estadística para tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5% que a continuación se detalla en las Tablas 14 y 15.

Tabla 14. Análisis químico de las seis variedades de papa a los 0 y 90 días de almacenamiento (muestras en base seca.)

VARIABLES		VARIEDADES					
		CAPIRO	JOSEFINA	LIBERTAD	RUBÍ	VICTORIA	SUPERCHOLA
PROTEÍNA (%)	DÍA 0	11,78 c	11,60 cd	11,64 cd	13,04 a	12,93 b	11,51 d
	DÍA 90	10,85 a	10,42 b	9,77 c	9,64 cd	9,51 d	10,55 b
CENIZAS (%)	DÍA 0	4,67 ab	4,44 c	4,59 bc	4,77 ab	4,81 a	4,66 ab
	DÍA 90	4,70 d	4,84 cd	4,86 cd	5,48 a	4,84 c	5,00 b

FIBRA (%)	DÍA 0	2,52 b	2,47 bc	2,29 c	2,53 b	2,90 a	2,46 bc
	DÍA 90	3,42 c	3,56 a	2,93 e	3,14 d	3,56 a	3,53 b
E.E (%)	DÍA 0	0,31 c	0,32 c	0,29 d	0,50 a	0,38 b	0,39 b
	DÍA 90	0,28 a	0,19 b	0,21 b	0,22 b	0,19 b	0,30 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Tabla 15. Análisis químico de las seis variedades de papa a los 0 y 90 días de almacenamiento (muestras en base húmeda).

VARIABLES		VARIEDADES					
		CAPIRO	JOSEFINA	LIBERTAD	RUBÍ	VICTORIA	SUPERCHOLA
HUMEDAD (%)	DÍA 0	79,92 b	77,81 e	79,05 c	80,34 a	78,81 c	78,34 d
	DÍA 90	74,44 ab	71,84 c	72,88 bc	75,49 a	73,41 bc	73,19 bc
ALMIDÓN (%)	DÍA 0	74,63 a	74,91 a	72,89 b	73,07 b	70,5 c	74,81 a
	DÍA 90	66,01 b	60,33 f	63,81 d	62,07 e	65,04 c	66,47 a
AZÚCARES REDUCTORES (%)	DÍA 0	0,15 d	0,17 ab	0,18 a	0,18 a	0,15 cd	0,15 bc
	DÍA 90	0,41 d	0,60 b	0,68 a	0,65 ab	0,52 c	0,44 d
VITAMINA C (mg/100g)	DÍA 0	14,79 b	13,68 e	14,07 cd	14,17 c	13,7 de	16,75 a
	DÍA 90	11,03 a	8,56 d	9,89 c	9,66 c	9,83 c	10,84 b
DUREZA (kgf)	DÍA 0	7,18 a	6,11 d	6,45 cd	7,12 b	6,78 bc	7,13 bc
	DÍA 90	5,27 b	5,08 bc	5,26 b	5,88 a	5,02 c	5,20 bc

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En las Tablas 14 y 15, la prueba de Tukey al 5 % de la caracterización química de las seis variedades a los 0 días de almacenamiento, presentó diferentes rangos para los valores de proteína, humedad, fibra, cenizas, extracto etéreo (E.E), humedad, almidón, azúcares reductores, vitamina C y dureza instrumental. Estas variaciones en las cualidades nutricionales podrían estar relacionados con la variedad de tubérculo, calidad de suelo, prácticas de cultivo y condiciones agroecológicas propias de la naturaleza del cultivo (Moreno, 2015). Además, las seis variedades de

papa para el ensayo están dentro de los parámetros, requerimientos mínimos que deben cumplir las variedades comerciales de papas para consumo humano según la Norma (NTE, 1516-2012) (Anexo 14).

De igual manera, a los 90 días de almacenamiento la prueba de Tukey al 5 % reveló diferentes rangos en la composición química de las seis variedades. Las seis papas presentaron una disminución en el contenido de almidón y las que conservaron mayor contenido fueron las variedades Superchola 66,47% y Capiro 66,01 %. La pérdida de este nutriente en las seis variedades de papa podría deberse a la conversión de almidón en azúcares por enzimas amilolíticas, proceso de hidrólisis usado constantemente por la respiración. Por esta razón, la cantidad de almidón en cada célula decrece (Zárate, Ramírez, Otálara, & Prieto, 2013).

Asimismo, el contenido de proteína presentó una disminución en las seis variedades y las papas con mayor contenido fueron Capiro 10,85% y Superchola 10,55%. La disminución de este nutriente podría deberse a que durante el almacenamiento los tubérculos comienzan a sintetizar proteínas y su mayor concentración la obtienen al salir del período de reposo. No obstante, después del reposo los tubérculos brotan y las proteínas decrecen (Inostroza & Méndez, 2011).

Otra pérdida de nutriente en los tubérculos durante el almacenamiento es el contenido de vitamina C y la variedad que conservó mayor contenido fue la Capiro con 11,03 mg/100g. Burgos *et al.*, (2009) mencionan que bajo cualquier condición de almacenaje el contenido de Vitamina C disminuye durante el primer mes. Así también, Saci y Hayette (2015) señalan que, de todos los compuestos bioactivos estudiados, el ácido ascórbico es el más afectado por la temperatura y el tiempo de almacenamiento. Como también, factores que disminuyen su contenido por la presencia de luz, enzimas, carotenos y contenido de agua que facilitan la degradación del ácido ascórbico por oxidación (Brito, Villacrés, & Vaillant, 2014).

Con respecto a los valores de humedad y dureza en las seis variedades de papa, tienden a disminuir conforme transcurre el tiempo. La variedad Rubí durante el almacenamiento conservó mayor contenido de humedad 75,49% y dureza 5,88 kgf. Gisbert (2010) menciona que dichas disminuciones de dureza y humedad se

relacionan entre sí, debido a la pérdida de agua, la misma que se produce por la degradación de las paredes celulares, ocasionando ablandamiento y contracción del tubérculo, esta pérdida de agua se produce debido a los procesos de maduración, respiración y transpiración.

El porcentaje del extracto etéreo para las seis variedades de papa están en un rango de 0,19% a 0,30% resultados inferiores a lo reportado por Llumiquinga (2014) quien obtuvo 0,45% en la papa Yana Shungo y 0,25% en la papa Puca Shungo. La disminución del contenido de grasa podría deberse a los cambios físicos y nutricionales que presenta el tubérculo durante el tiempo de almacenamiento que causa la pérdida de sus nutrientes cuando los tubérculos se deshidratan y comienzan a brotar.

Por otra parte, los azúcares reductores en las seis variedades de papa demostraron un leve incremento a los 90 días de almacenamiento en refrigeración. Las variedades que presentaron menor contenido fueron la Capiro y Superchola con 0,41%. Debido principalmente a las bajas temperaturas de almacenamiento, que causan un incremento en los azúcares reductores (glucosa y fructosa), provocando endulzamiento de tubérculo inducido por frío; este endulzamiento es explicado como un cambio en el balance entre la degradación de almidón y glucólisis, permitiendo la acumulación de sacarosa, la que se hidroliza en glucosa y fructosa (Ñústez, Tinjacá, & Cortes, 2012).

Finalmente, los cambios físico químicos que presentan los tubérculos durante el almacenamiento se deben a que la papa es un producto vivo que respira y transpira (Inostroza & Méndez, 2011).

4.1.3 COLOR EXTERNO E INTERNO DE LAS SEIS VARIEDADES DE PAPA A LOS 0 Y 90 DÍAS DE ALMACENAMIENTO.

En la Tabla 16, se presentan los resultados de color externo de la piel e interno de la pulpa en las seis variedades de papa a los 0 y a los 90 días de almacenamiento, a los tratamientos almacenados en refrigeración con recubrimiento de gelatina, que a continuación se detallan.

Tabla 16. Color externo e interno de las seis variedades de papa a los 0 y 90 días de almacenamiento.

Variedades	Días de almacenamiento	Color externo			Color interno		
		L*	Hue (°)	ΔE	L*	Hue (°)	ΔE
Capiro	0	39,53	47,80	3,87	70,09	83,20	3,47
	90	37,04	51,20		68,10	87,20	
Josefina	0	35,15	49,00	4,69	69,55	85,80	2,42
	90	33,60	50,50		68,72	87,50	
Libertad	0	57,23	69,20	3,67	69,20	86,60	1,85
	90	54,11	70,90		68,10	88,00	
Rubí	0	36,90	52,50	4,03	65,33	86,30	4,95
	90	34,12	56,20		61,88	87,00	
Superchola	0	39,21	48,20	4,87	72,55	87,50	2,32
	90	38,20	50,40		71,77	88,70	
Victoria	0	35,33	45,80	4,17	70,12	86,10	4,14
	90	34,76	47,30		69,35	87,60	

L*: luminosidad, Hue: ángulo de matiz, ΔE : Variación de color.

En las siguientes figuras, se detalla la representación gráfica del valor Hue° de las seis variedades de papa resultados del color externo de la piel e interno de la pulpa.

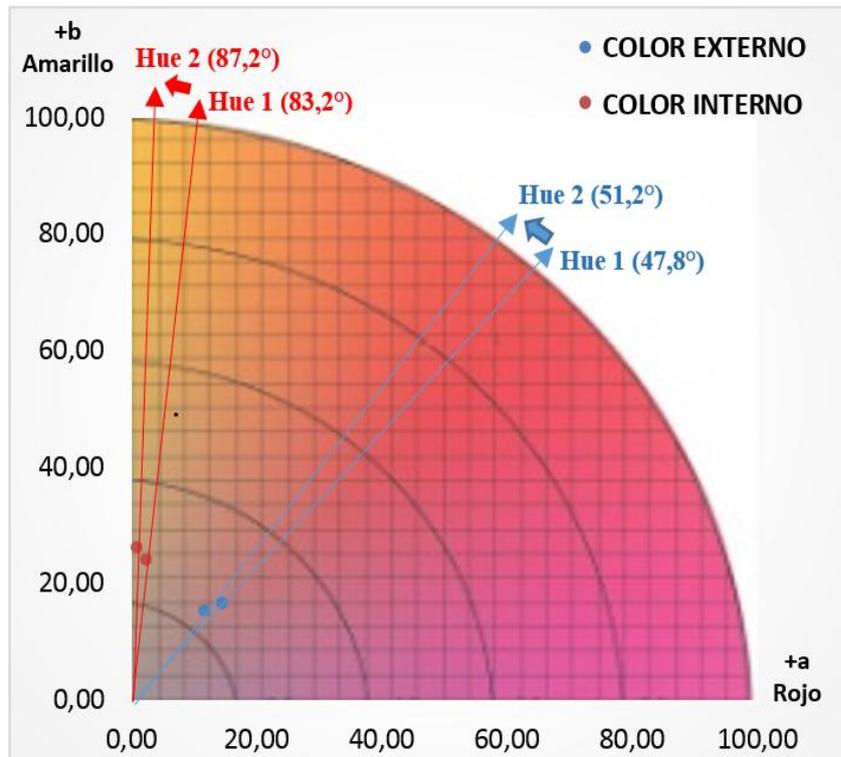


Figura 3 Representación gráfica del parámetro Hue de la Variedad Capiro.

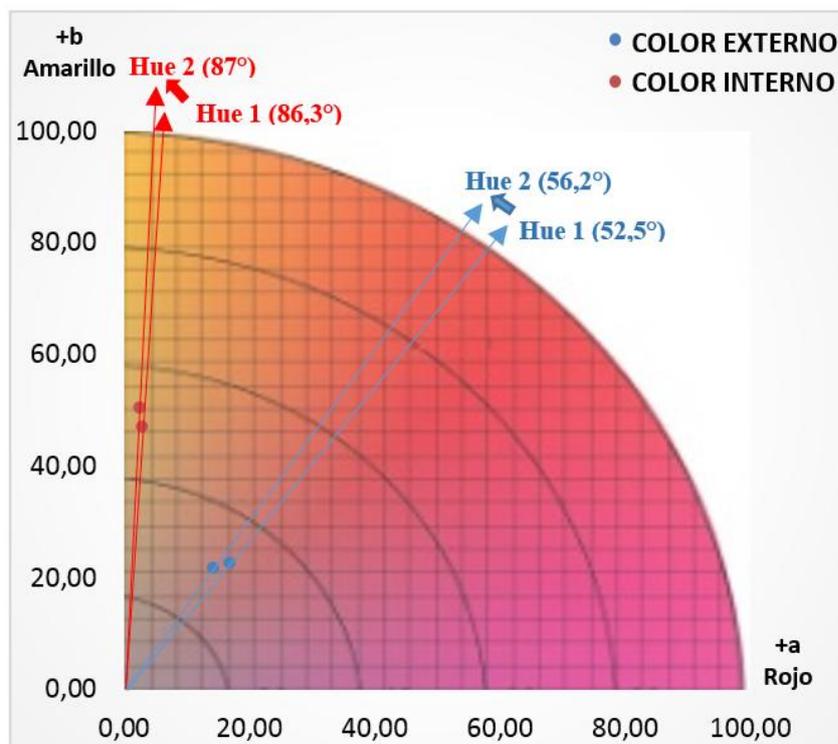


Figura 4. Representación gráfica del parámetro Hue de la Variedad Rubí.

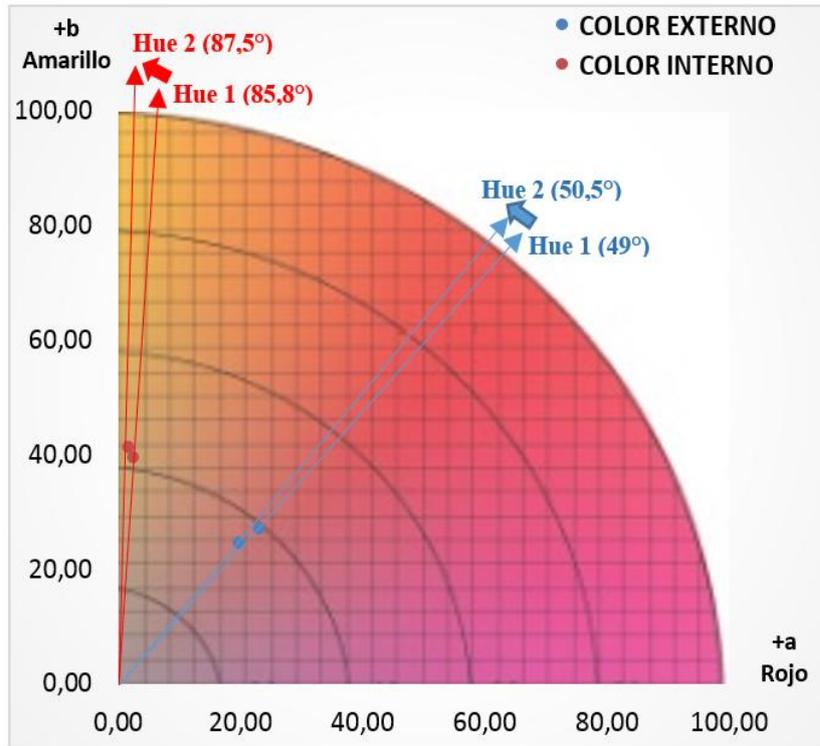


Figura 5. Representación gráfica del parámetro Hue de la Variedad Josefina.

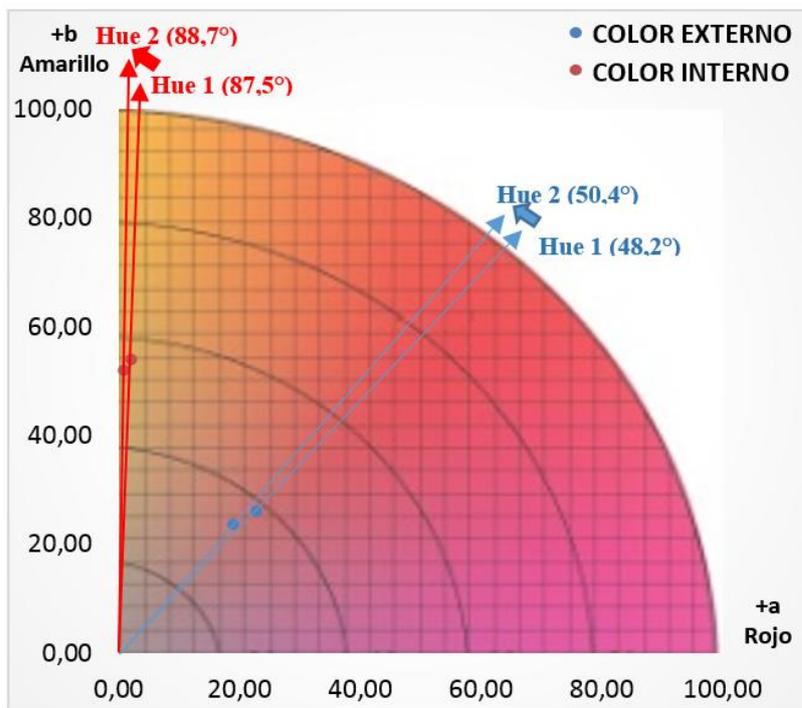


Figura 6. Representación gráfica del parámetro Hue de la Variedad Superchola.

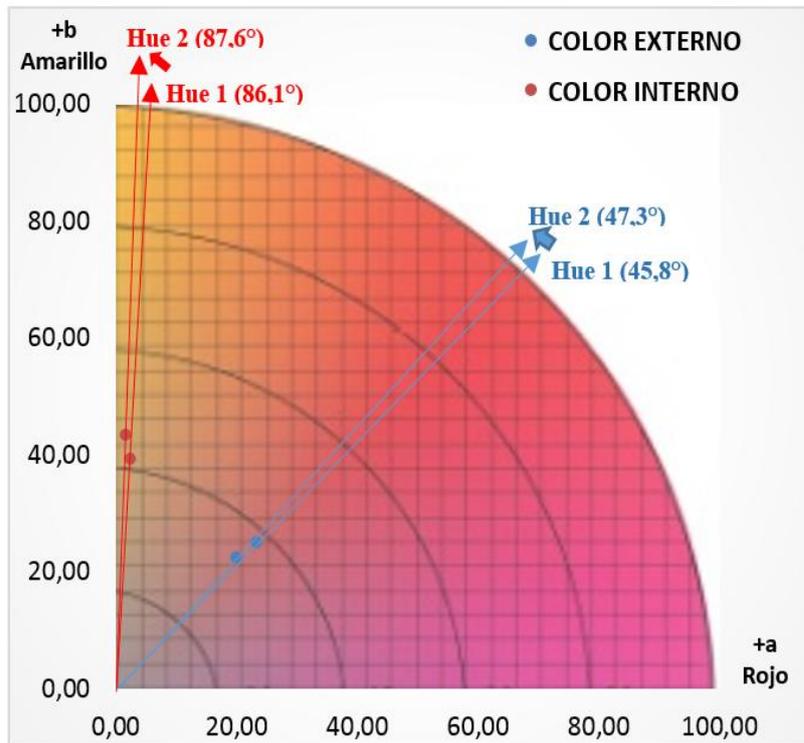


Figura 7. Representación gráfica del parámetro Hue de la Variedad Victoria.

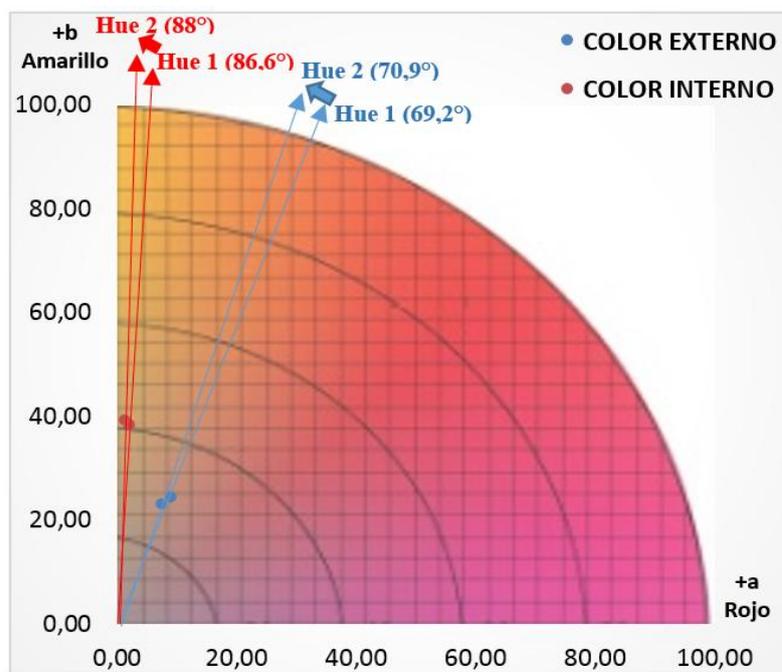


Figura 8. Representación gráfica del parámetro Hue de la Variedad Libertad

En la Tabla 16, los resultados del color interno y externo en las seis variedades de papa a los 90 días de almacenamiento presentaron una mínima disminución en los valores L* (luminosidad); dicha disminución se debió a la cantidad de azúcares reductores y sacarosa, acumulados en los tubérculos almacenados, que puede haber afectado al balance de carbohidratos, resultando un bajo valor de luminosidad (Loyola, 1997). Ulloa *et al.*, (2007) y Reis *et al.*, (2006) mencionan que la disminución de la luminosidad se relaciona al oscurecimiento no enzimático ocasionado por reacciones oxidativas en gran medida (60-70) % por la degradación del ácido ascórbico.

En las figuras 3, 4, 5, 6, 7, 8 se puede observar que el valor del ángulo de tono (Hue) presenta una ligera diferencia ascendente desde el día 0 al día 90 en el color externo e interno. El tono tiende a presentar cambios ligeros en la tonalidad de la piel rojovioleta y en la pulpa amarillo claro que puede ser debido a los carotenoides, pigmentación natural que actúa como antioxidantes (Francis, 1985).

A la diferencia entre dos muestras de color, se le conoce como error delta o el “delta e” (ΔE). El valor máximo tolerado por la ISO 12647-2 es 5, siendo recomendables valores inferiores a 3, los valores ΔE presentaron valores entre 1,85 a 4,95 lo que indica que hubo una leve pérdida de color en la piel (externa) y la pulpa (interna). Los resultados son similares a otras investigaciones en donde utilizan recubrimientos que permiten preservar un menor cambio de color y otras características fisicoquímicas en frutas, vegetales y tubérculos, entre ellas la Yuca por Solórzano (2015), Aguacate por Aguilar (2005). Por lo tanto, la aplicación de recubrimientos comestibles retardan los cambios bioquímicos y los procesos enzimáticos responsables de la pigmentación (Ramírez, Aristizábal, & Restrepo, 2013).

4.2 CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DE LAS VARIETADES DE PAPA.

4.2.1 TASA DE RESPIRACIÓN DE LAS SEIS VARIETADES

Para determinar la tasa de respiración de las seis variedades de papa durante su almacenamiento se midió desde los 0 a los 90 días, a los tratamientos almacenados en refrigeración con la aplicación de recubrimiento de gelatina.

Las tasas de respiración desde los 0 días hasta los 90 días de almacenamiento, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 17. Tasa de respiración desde los 0 a los 90 días de almacenamiento en las seis variedades de papa.

Días de almacenamiento	TASA DE RESPIRACION (mgCO ₂ /Kg. h)					
	CAPIRO	JOSEFINA	LIBERTAD	RUBI	SUPERCHOLA	VICTORIA
0	10,50	11,90	13,50	14,10	12,20	14,40
15	7,10	8,37	11,40	10,80	8,90	11,10
30	3,30	6,02	8,48	7,88	5,98	8,18
45	2,50	5,07	7,22	6,62	4,72	6,92
60	2,44	4,50	6,17	5,57	3,87	6,07
75	2,31	4,25	5,55	4,95	3,75	5,95
90	2,22	4,00	5,01	4,41	3,31	5,51

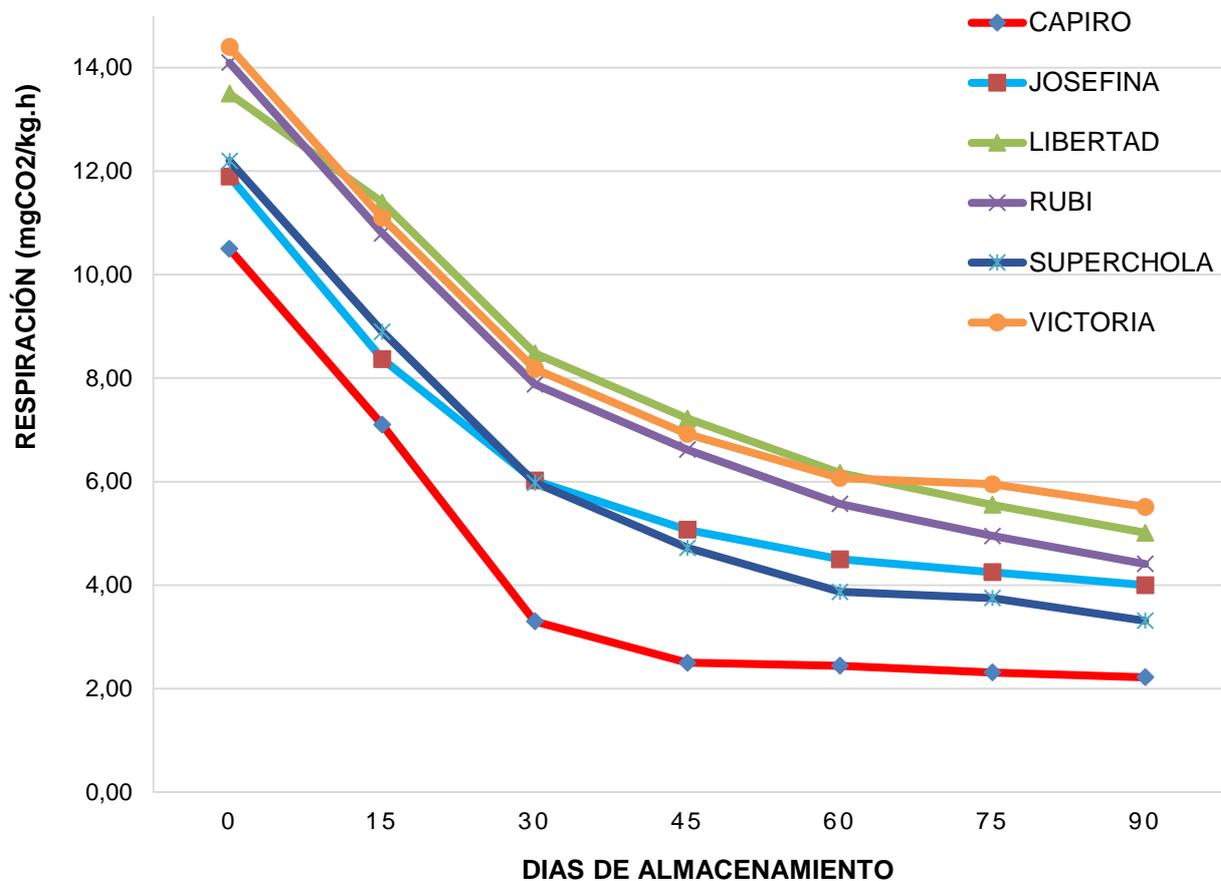


Figura 9. Tasa de respiración de las seis variedades de papa durante el almacenamiento.

En la Figura 9, las tasas de respiración de las seis variedades a los 0 días de almacenamiento fueron de 10,50 a 14,40 mgCO₂/kg.h dependiendo de la variedad como se muestran en la tabla 17. Luego, se observa que todas las variedades tienen un descenso en su actividad respiratoria hasta los 60 días de almacenamiento, a partir de los 60 días se puede observar que la tasa de respiración se estabiliza en las seis variedades. Dicho descenso podría deberse a la aplicación del recubrimiento de gelatina que regula el intercambio CO₂, O₂ y vapor de agua que disminuyen los procesos de respiración, evitando la pérdida de agua, firmeza, peso y color (Patarroyo & Cárdenas, 2014).

Los ensayos que presentaron mayor periodo de dormancia y menor pérdida de peso fueron los que se almacenaron a temperatura de refrigeración (8°C) con recubrimiento. Es decir, la utilización de temperaturas bajas mantiene lenta la

actividad metabólica de los tubérculos retardando de esta forma los cambios bioquímicos y el período de dormancia en los tubérculos. Igualmente, Orena (2015) señala que la tasa de respiración a bajas temperaturas permite a los tubérculos respirar, eliminar calor y liberar los gases producidos por el proceso de respiración normalmente.

Finalmente, los resultados obtenidos son altos con relación a Vejarano y Morales (2014) quienes estiman que la tasa respiratoria en la papa varía entre 5 y 10 mgCO₂/kg.h a 5°C, durante el almacenamiento para mantener baja la intensidad respiratoria es necesario mantener la temperatura entre (4 a 8) °C. Además, Cantwell y Suslow (2011) también obtuvieron una tasa de respiración en la papa de (11 a 20) mgCO₂/kg.h a temperatura de 10°C valores altos con respecto a esta investigación.

Por lo tanto, los resultados obtenidos en las seis variedades de papa mostraron diferente comportamiento debido a que se construyó un respirómetro experimental que registró datos no muy exactos y mediciones altas en la actividad respiratoria atribuyéndose también la variedad y el estado de madurez de cada tubérculo. A diferencia de la variedad Capiro que al día 90 presentó la tasa respiratoria más baja debido a que es una papa semi- tardía y su tiempo de dormancia se estima hasta los 165 días (Andrade & Torres, 2011).

4.2.2 TASA DE TRANSPIRACIÓN DE LAS SEIS VARIEDADES.

Para determinar la tasa de transpiración de las seis variedades de papa durante su almacenamiento, se midió desde los 0 a los 90 días la pérdida de peso de los tratamientos almacenados en refrigeración con la aplicación de recubrimiento de gelatina al 3% en condiciones de refrigeración y humedad relativa de 75 a 85%, ver Anexo 17.

Las tasas de transpiración desde los 15 días hasta los 90 días de almacenamiento, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 18. Tasa de transpiración desde los 0 a los 90 días de almacenamiento en las seis variedades de papa.

Días de almacenamiento	TASA DE TRANSPIRACION (g agua/Kg. día)					
	CAPIRO	JOSEFINA	LIBERTAD	RUBI	SUPERCHOLA	VICTORIA
15	1,00	1,16	1,07	0,93	1,09	1,13
30	1,35	1,49	1,42	1,49	1,46	1,42
45	0,83	0,83	1,62	0,76	0,82	0,76
60	0,49	0,49	0,49	0,56	0,53	0,42
90	0,42	0,42	0,42	0,42	0,45	0,42

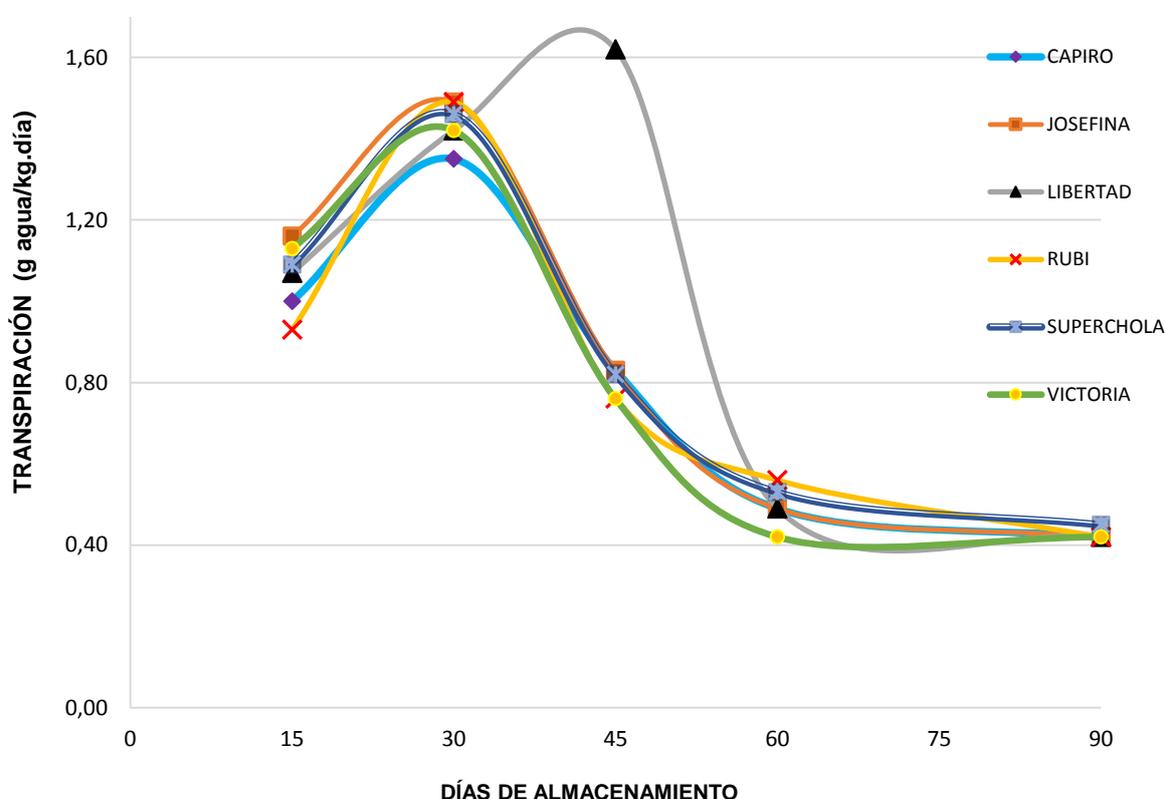


Figura 10. Tasa de transpiración en las seis variedades de papa durante el almacenamiento

En la Figura 10, las tasas de transpiración de las seis variedades a los 15 días de almacenamiento fueron de 0,93 a 1,16 (g agua/kg.día) dependiendo de la variedad como se muestran en la tabla 18. Luego, se observa que desde los 15 días la tasa de transpiración incrementa hasta los 30 días de almacenamiento, a partir de este periodo ocurre un descenso hasta los 60 días, luego observamos que se estabilizan

las tasas de transpiración. Sin embargo, la variedad Libertad presentó una tasa alta de transpiración debido a su precocidad (maduración temprana) y su dormancia que se estima en 90 días. Dichos cambios son por una acelerada tasa de evaporación en los tubérculos que provoca la pérdida de peso durante su almacenamiento.

Esta pérdida de agua se provoca si el aire está bajo el punto de saturación, se produce inevitablemente evaporación del agua por las lenticelas de los tubérculos (porosidad de la piel) que aseguran la entrada de oxígeno, el intercambio gaseoso entre los tejidos internos y externos, perdiendo así su valor comercial y de uso (Orena, 2015).

Del mismo modo, Acuña *et al.*, (2015) comenta que la transpiración de los tubérculos se acelera cuando a través de las papas se hace circular un volumen de aire mayor que el necesario, que tiende a nivelar el contenido de humedad del ambiente con el contenido de humedad del tubérculo, generándose flujos de agua hacia el ambiente, por evaporización del agua presente en los tubérculos.

Las condiciones de refrigeración aplicadas a las seis variedades para su conservación concuerdan con lo conseguido por Materano (2011), quien alcanzó una mínima pérdida de peso fresco en los tubérculos de papa almacenados a temperatura de 5°C a 10°C pudiéndose asociarse que el almacenamiento en refrigeración disminuye el proceso transpiratorio, relacionado con la degradación de las sustancias de reserva. De igual manera, para mantener lenta la actividad metabólica de los tubérculos Solórzano (2015) menciona que las bajas temperaturas y la aplicación de un recubrimiento en la papa retardan los procesos de deterioro entre estos la pérdida peso, textura y pudrición.

Por lo tanto, los resultados alcanzados en esta investigación presentaron pérdida de peso en las seis variedades, posiblemente debido al tamaño y forma de los tubérculos, el estado de madurez y variedad. Es decir, tubérculos que han alcanzado la maduración, presentan mayor pérdida de peso, probablemente causado por mayor desintegración celular, con paredes y membranas celulares débiles que permiten la salida de agua por transpiración a mayor velocidad.

Por último, Cuesta *et al.*, (2014) menciona que las condiciones de almacenamiento son muy importantes para permitir la estabilidad y conservación del tubérculo, para evitar mayor deshidratación y por consiguiente su deterioro.

4.3 EFECTO DEL RECUBRIMIENTO DE GELATINA SOBRE LA BROTAÇÃO EN LAS SEIS VARIEDADES DE ESTUDIO.

El tiempo de dormancia de las seis variedades, se determinó en las dos condiciones de almacenamiento (refrigeración y ambiente) con y sin recubrimiento de gelatina. En el análisis de varianza realizado para el inicio de la brotación presente en las seis variedades, reveló alta significación estadística para tratamientos y factores. Es decir, que el recubrimiento y las condiciones de almacenamiento utilizadas influyen directamente sobre la brotación durante el almacenamiento (Anexo 19).

Al existir alta significación estadística para tratamientos, se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) para factores A y B.

Tabla 19. Prueba de Tukey al 5 %, para la aparición de brotes en las seis variedades.

VARIEDADES	TRATAMIENTOS	DÍAS A LA BROTAÇÃO	RANGOS
CAPIRO	T ₃ (A2B1)	135	a
	T ₄ (A2B2)	117	b
	T ₁ (A1B1)	90	c
	T ₂ (A1B2)	76	d
JOSEFINA	T ₃ (A2B1)	104	a
	T ₄ (A2B2)	89	b
	T ₁ (A1B1)	61	c
	T ₂ (A1B2)	46	d
LIBERTAD	T ₃ (A2B1)	89	a
	T ₄ (A2B2)	71	b
	T ₁ (A1B1)	42	c
	T ₂ (A1B2)	29	d
RUBÍ	T ₃ (A2B1)	85	a
	T ₄ (A2B2)	71	b

	T ₁ (A1B1)	45	c
	T ₂ (A1B2)	30	d
	T ₃ (A2B1)	120	a
	T ₄ (A2B2)	103	b
SUPERCHOLA	T ₁ (A1B1)	76	c
	T ₂ (A1B2)	58	d
	T ₃ (A2B1)	87	a
	T ₄ (A2B2)	74	b
VICTORIA	T ₁ (A1B1)	44	c
	T ₂ (A1B2)	31	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

En la Tabla 19, se presenta el promedio de los días a la aparición de brotes en las seis variedades durante el almacenamiento, presentando igual comportamiento y de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% existen cuatro rangos para cada variedad: en el primero se ubica el tratamiento T3, en el segundo el tratamiento T4, en el tercero el tratamiento T1, en el cuarto el tratamiento T2, siendo el T3 el mejor debido a que presentan el valor mayor primero de días a la brotación en las seis variedades.

Tabla 20. Prueba de Diferencia Mínima Significativa para factor A y factor B para la aparición de brotes de las seis variedades.

VARIEDADES	FACTOR A		RANGOS	FACTOR B	RANGOS	
	A	MEDIAS			MEDIAS	RANGOS
CAPIRO	A2	126	a	B1	112	a
	A1	83	b	B2	99	b
JOSEFINA	A2	97,17	a	B1	83	a
	A1	54	b	B2	69,27	b
LIBERTAD	A2	80	a	B1	65,83	a
	A1	36	b	B2	51,17	b
RUBI	A2	78,33	a	B1	65,5	a
	A1	38	b	B2	51,83	b
SUPERCHOLA	A2	111,83	a	B1	98,67	a
	A1	67,5	b	B2	81,67	b
VICTORIA	A2	80,67	a	B1	65,83	a
	A1	37	b	B2	52,83	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Al realizar la prueba de diferencia mínima significativa para los factores **A** (ambiente y refrigeración), **B** (con recubrimiento y sin recubrimiento), se puede evidenciar las mejores medias con un rango “a”. Es decir, los parámetros utilizados en el tratamiento T3 A2B1 (almacenado a una temperatura de 8° C con recubrimiento) permiten retardar la aparición de brotes en el tubérculo.

En la Figura 11, se observa el tiempo de dormancia de las seis variedades a diferentes temperaturas, con y sin recubrimiento de gelatina.

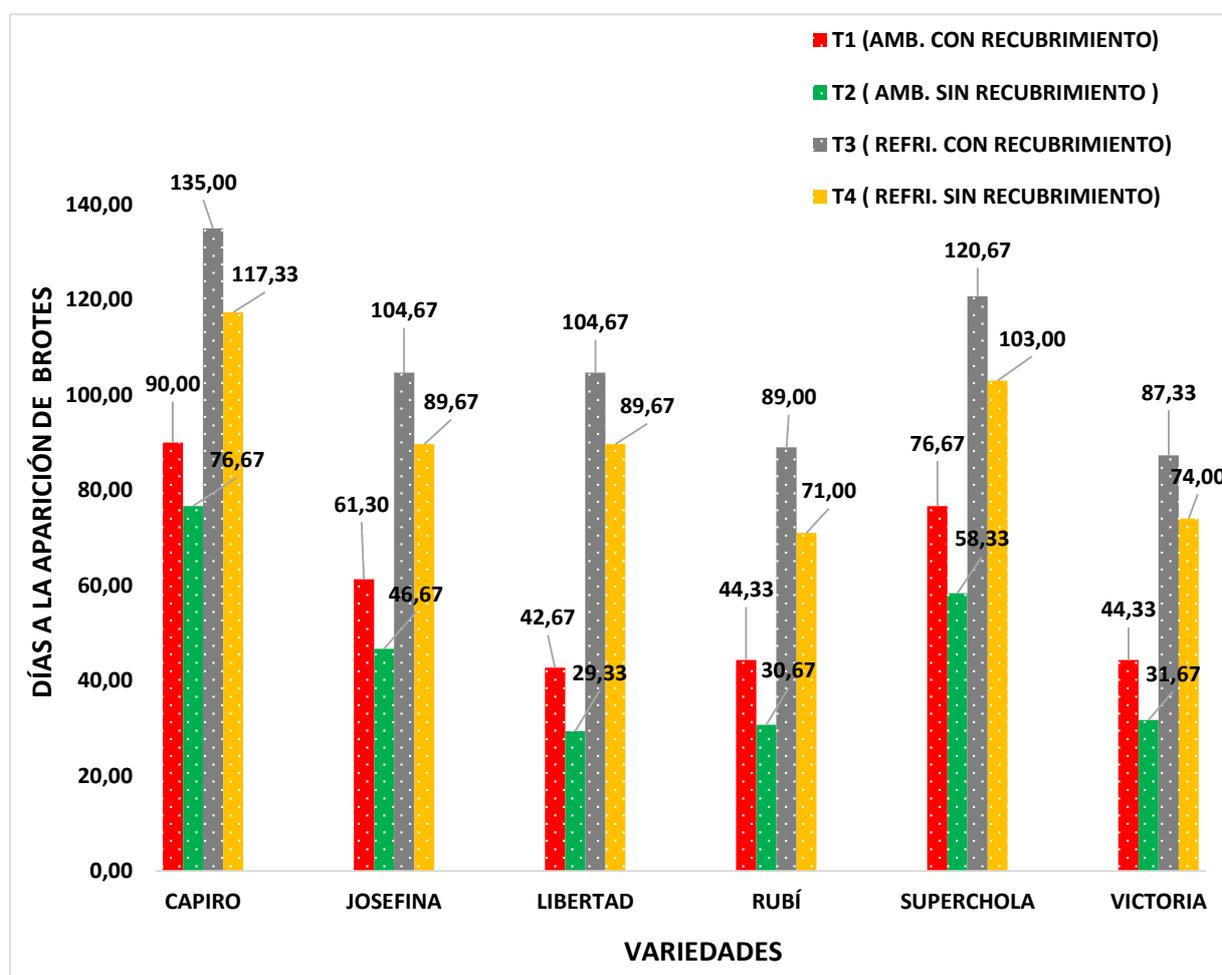


Figura 11. Efecto del recubrimiento de gelatina en las seis variedades de papa almacenadas en ambiente y refrigeración.

En la Figura 11 se puede apreciar que los tratamientos T3 y T4 presentaron mayor periodo de dormancia que los tratamientos T1 y T2 en las seis variedades; por lo que las condiciones de almacenamiento en ambiente no son muy recomendables, debido a que las condiciones de refrigeración prolongaron durante más tiempo el

periodo de dormancia que los tratamientos almacenados en ambiente. Resultados similares a Materano (2011) quien obtuvo a bajas temperaturas mayor tiempo de dormancia en los tubérculos de 86 a 102 días para la brotación mencionando que el almacenamiento de papa en condiciones de refrigeración es ampliamente utilizado, ya que mantiene lenta la actividad metabólica de los tubérculos de papa, retardando de esta forma el proceso de respiración y deshidratación excesiva.

Las temperaturas y la humedad relativa para el almacenamiento ejercen una gran influencia en la conservación de la papa. Es decir, el almacenamiento de la papa en condiciones de refrigeración y una humedad relativa no mayor a 95% prolonga el periodo de reposo, reducen lentamente el desarrollo hormonal de los tubérculos hasta cierto período en donde las yemas se activan, hay división celular y los brotes apicales comienzan crecer (Toro, 2015). A diferencia de la temperatura en ambiente en donde el envejecimiento fisiológico del tubérculo es más rápido por los procesos metabólicos y por consiguiente el período de dormancia se reduce, acelerando la disminución de la firmeza y textura del tubérculo cuando comienzan a brotar (Redepapa, 2010). Concluyendo que el almacenamiento a bajas temperaturas es beneficioso para retrasar los cambios texturales, mantener la calidad y alargar la vida útil del tubérculo.

Con relación a la aplicación del recubrimiento, según los resultados obtenidos se puede apreciar que el recubrimiento prolongó el tiempo de dormancia en las dos condiciones de almacenamiento, en ambiente el T1 es mejor que el T2 y en refrigeración el T3 es mejor que el T4 en las seis variedades. Los resultados obtenidos también se ajustan con lo expuesto por Toro (2015) quien señala que el recubrimiento proporciona una película de protección sobre el tubérculo, retardando el crecimiento de brotes, mejorando los procesos de post-cosecha y evitando pérdidas de tubérculos brotados, que son rechazados en los canales de comercialización.

De igual manera, estos resultados tienen relación con lo investigado por Anli, Tonguk y Bayder (2010), quienes estudiaron el efecto Chlorpropham como recubrimiento inhibitor en los tubérculos de papa, logrando prolongar la brotación hasta los 105 días de almacenamiento, concluyendo que a temperaturas de 8°C retrasa la brotación, reduce la pérdida de peso, la longitud del brote y el número de brotes.

Asimismo, Valencia (2016) obtuvo resultados similares en la papa superchola a los 121 y 130 días de dormancia en el tubérculo durante su almacenamiento puesto que esta variedad de papa es considerada tardía por tener un periodo de reposo largo.

Finalmente, estas diferencias pueden deberse a la variedad, edad fisiológica, madurez, calidad del suelo, prácticas del cultivo y las condiciones de temperatura, humedad y luz a las que se almacenaron los tubérculos (Lagua, 2013).

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Evaluadas las propiedades físico químicas de las seis variedades de papa antes del almacenamiento, presentaron variaciones en sus contenidos de proteína, cenizas, fibra, extracto etéreo, azúcares reductores, vitamina C, humedad, almidón y dureza.
- A los 90 días de almacenamiento las seis variedades presentaron una disminución en los contenidos de proteína, extracto etéreo, vitamina C, almidón, dureza y contenido de humedad; lo cual generó que se concentre el contenido de fibra, ceniza y azúcares reductores.
- El color externo e interno durante el almacenamiento de las seis variedades no presentó cambios importantes de Luminosidad y Hue, en condiciones de refrigeración (8 °C y H.R: 75-85%) con recubrimiento de gelatina.
- La temperatura de refrigeración (8 °C; H.R: 75-85%) y la aplicación del recubrimiento, influyeron en las tasas de respiración y transpiración de las seis variedades, debido a que presentaron un comportamiento descendente desde los 0 a los 90 días de almacenamiento.

- Se concluye que el T3 (Refrigeración 8 °C y H.R: 75-85%; con recubrimiento) fue el mejor tratamiento, debido a que presentó un mayor tiempo de dormancia en las seis variedades de papa, lo cual beneficia su procesamiento y conservación.
- El tiempo de dormancia de las seis variedades de papa almacenadas en refrigeración (8 °C; H.R: 75-85%), es de 41 a 45 días más que las almacenadas en ambiente (15 - 18 °C y una HR= 60-70 %).
- En función de los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis alternativa, ya que el efecto del recubrimiento de gelatina al 3%, permitió prolongar, dependiendo de la variedad, de 13 a 18 días el periodo de dormancia en relación con las muestras sin recubrimiento tanto en condiciones de temperatura ambiente como en refrigeración.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar otros estudios con el recubrimiento de gelatina sobre otras frutas y tubérculos.
- Informar a los productores este método de conservación de papa, con el fin de alargar el tiempo de anaquel de este producto, obteniendo un beneficio económico para sus ingresos.
- Almacenar las variedades de papa a 20 °C, durante dos semanas después del almacenamiento en refrigeración, para minimizar el contenido de azúcares reductores acumulados para fritura. Las variedades que se recomienda para este proceso son las variedades capiro y superchola.
- Determinar la tasa de respiración en otros tubérculos, frutas y hortalizas con recubrimiento comestible, dado que es un excelente indicador de la actividad metabólica, permitiendo conocer el tiempo de vida útil del producto.
- Realizar prácticas pre-cosecha y clasificar adecuadamente los tubérculos previos al almacenamiento para evitar daños de patógenos que causan enfermedades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, I., Muñoz, M., Sandaña, P., Orena, S., Bravo, R., Kalazich, J., . . . Sandoval, C. (2015). Manual interactivo de la papa INIA. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)*.
- Agroparlamento. (20 de enero de 2017). Daño por frío en la conservación refrigerada de frutas y hortalizas. *Notas Técnicas- Horticultura*, págs. 1-2.
- Aguilar, M. M. (2005). *Propiedades físicas y mecánicas de películas biodegradables y su empleo en el recubrimiento de frutos de aguacate*. Tesis , Instituto Politécnico Nacional, México.
- Aguilar, M., Martínez, E., Espinoza, N., Sánchez, M., Cruz, A., & Ramírez, M. (2012). *Caracterización y Aplicación de películas a base de gelatina carboximetilcelulosa para la preservación de frutos de guayaba* . México.
- Aliaga, I., Velásquez, F., Mendoza, R., & Chuquilín, R. (2011). Efecto de la aplicación de Chlorpropham en el brotamiento de tubérculos de olluco (*Ullucus tuberosus L.*) en condiciones de almacen. *Scientia Agropecuaria*, 91-96.
- Alvarado, J., Rogel, D., & Medina, J. (2010). Desarrollo y validación de modelos matemáticos que relacionan a la gravedad específica con el contenido de materia seca y el almidón en tubérculos cultivados en Ecuador. *Revista tecnológica ESPOL*, 23(3), 27-33.
- Alvarez, A., & Tello, J. (2013). *Las nueve variedades de papas más usadas en Cuenca: nuevas aplicaciones en veinte platos de sal y dulce*. Cuenca.
- Álvarez, C., Fermín, N., García, J., Peña, E., & Martínez, A. (2013). *Evaluación del efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible en melones (cucumis melo L, var cantaloupe) cortados y almacenados en refrigeración*. Universidad de Oriente, Boca del Río.
- Andrade, H., Bastidas, O., Sherwood, S., & Pumisacho, M. (2009). *La papa en el Ecuador*. INIAP, Quito.

- Andrade, J., & Torres, L. (2011). Diacol Capiro. *Inventario de Tecnologías e Información para el Cultivo de Papa en Ecuador* .
- Anli, A. K., Tonguk, M., & Baydar, H. (2010). Effects of caraway (*Carum carvi* L.) seed on sprouting of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers under different temperature conditions. *Turkish Journal of Field Crops*, 54-58.
- Badui, S. (2013). *Química de los Alimentos* (5 ta edición ed.). México: PEARSON.
- Basantes, E. (2015). La papa. *Manejo de cultivos andinos del Ecuador*, 108.
- Brito, B., Villacrés, E., & Vaillant, F. (2014). *Physalis Peruviana L.: Fruta andina para el mundo Capítulo: Alternativas competitivas de transformación para la valoración de producción de Physalis peruviana L. para los países andinos*. Tesis de Maestría , Escuela Politécnica Nacional, Departamento de ciencia de Alimentos y Biotecnología, Quito .
- Burgos, G., Auqui, S., Amoros, W., Salas, E., & Bonierbale, M. (2009). Ascorbic acid concentration of native Andean potato varieties affected by environment, cooking and storage. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22, 533-538.
- Cantwell, M., & Suslow. (2011). Calidad y Cosecha de la papa. *Postharvest Center University of California (The Science and Art of Quality and Safety)*, 1-2.
- Carrera, C. (2011). *Recubrimiento comestible de bombones a base de gelatina, glucosa o caseína*. Tesis de pregrado , ESPOCH, Riobamba.
- Castro, R., & Gonzáles, G. (2010). *Evaluación fisicoquímica de la efectividad de un recubrimiento comestible en la conservación de uchuva (Physalis peruviana L, var Colombiana)*. Tesis de pregrado, Universidad Agraria Colombia, Bogotá.
- Cedeño, J. (2016). *Evaluación del comportamiento agronómico y calidad agroindustrial de diez geotipos de papa (Solanum tuberosum L) con pulpas de colores, Cayambe- Pichincha*. Universidad Central del Ecuador , Quito.
- Cepeda Siller, M., & Gallegos Morales, G. (2003). *La papa, el fruto de la tierra*. México-Trillas.

- Chacha, G. (2012). *Estudio del proceso de rehidratación a partir de frutilla (Fragaria vesca) deshidratada*. Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba- Ecuador.
- Cuesta, X., Oyarzun, P., Andrade, J., Kroman, P., Taipe, A., & Montesdeoca, L. (2015). Iniap- Libertad nueva variedad de papa precoz con resistencia al tizón tardío . *VI Congreso Ecuatoriano de la papa " la papa, un alimento milenario"*, 31.
- Cuesta, X., Oyarzun, P., Andrade, J., Kromann, P., Taipe, A., Montesdeoca, L., Reinoso, I. (2014). INIAP-Libertad Nueva Variedad de Papa precoz con resistencia al tizón tardío. *VI Congreso Ecuatoriano de la papa*, 2.
- Daniels Lake, B., Olsen, N., López Delgado, H., & Zink, R. (2013). Eficacia de los productos controladores de la brotación de papa. *Documento de Ciencia y Tecnología de la NAPPO*, 3-4.
- ESPAC, E. d. (2015). *Superficie, producción y rendimiento de la papa en Ecuador*. Quito-Ecuador.
- Espín, S; Brito, B; Villacrés, E; Rubio, A; Nieto, C; Grijalva, J. (2001). Composición química, valor nutricional y usos potenciales de siete especies de raíces y tubérculos andinos. *Acta Científica Ecuatoriana*, 1(7), 49-63.
- FAO. (2008). *Las papas, la nutrición y la alimentación*.
- FAO. (2010). *Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: frutas, hortalizas, raices y tubérculos*. Manual de capacitación , Italia (Roma).
- Fennema, O. (2010). *Química de los Alimentos* (ZARAZOGA ed.). España: Acribia S.A.
- Gisbert, A., Reig, C., Martínez-Calvo, J., Gariglio, N., Badenes, M., & Agustí, M. (2010). El níspero japonés como ejemplo: Situación actual, problemas y perspectivas XI Congreso SECH. *Actas Horticultura*, 48(3).
- Granitto, G. (2017). Cultivo y manejo de la papa. *Horticultura y floricultura (La Plata)* .

- Inostroza, J., & Méndez, P. (2011). Almacenaje de la papa. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)*.
- Lagua, L. (2013). *Evaluación de tres tipos de inducción a la amidez en la producción de semilla de papa (Solanum tuberosum L) var. Fripapa*. escuela Superior Politécnica de Chimborazo: e.
- Llumiquinga, T. (2014). *Composición química y capacidad antioxidante de tres variedades papas nativas (Solanum tuberosum): Yana Shungo, Puca Shungo Y Leona Negra*. Tesis de pregrado , Uninvestidad Tecnológica Equinoccial , Quito- Ecuador.
- López Chimpatasi, J. (2012). *Aplicación de recubrimientos comestibles en carambola (Averrhoa carambola L)*. Universidad Técnica Equinoccial, Quito.
- López, E., Riveros, N., Veneros, R., & Zavaleta, C. (2012). *Efecto de diferentes concentraciones de sulfato de potasio sobre el contenido de azúcares reductores e tuberculos de (Solanum tuberosum L) var. Unica procesamiento industrial*. Ingeniero Agr., Universidad de la Habana, Habana.
- Manresa, G. (2007). *El color en la industria de los alimentos*. La Habana, Cuba : Universitaria.
- Materano, W., Zambrano, J., Maffei, M., Valera, A., Quitero, I., & Torres, C. (2011). Influencia de la temperatura de almacenamiento sobre la pérdida de peso y el porcentaje de brotación de papa. *Fac. Agron (LUZ)*, 161-172.
- Méndez, P., & Inostroza, J. (2009). *Almacenamiento de la papa*. INIA, Carillanca.
- Méndez, P., & Inostroza, J. (2009). *Manual de papa para la Auracanía: manejo de cultivo, enfermedades y almacenaje*. INIA, Centro Regional Carillanca, Temuco- Chile.
- MetAs, L. G. (2009). Medición de color. *Apasionados por la Metrología*.
- Molina, J., Santos, B., & Aguilar, L. (2004). *Guía MIP en el cultivo de papa*. INTA, Managua.

- Monteros, C., Yumisaca, F., Andrade, J., & Reinoso, I. (2010). Cultivares de papas nativas Etnobotánico. morfológico, agronómico y calidad. *Catálogo de papas nativas*(179).
- Moreno, C., Andrade, M. J., Oña, G., Llumiquinga, T., & Comellón, A. (2015). Efecto de la cocción sobre la composición química y capacidad antioxidante de papas nativas (*Solanum tuberosum*) del Ecuador. *Ecuador es Calidad*, 2(2).
- Moreno, J. (2010). *Calidad de la papa para usos Industriales*. Colombia.
- Muñoz, M. (2014). Composición y aportes nutricionales de la papa. *Revista Agrícola*, 36-37.
- Nair, A. (15 de Marzo de 2015). 4 factores a considerar durante el almacenamiento de papa. *Horticulture at Michigan State University.*, pág. 1.
- NTE, I. 1. (1516-2012). *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Quito.
- Ñústez, C., Estrada, N., & Rodríguez, L. E. (2011). *Ficha técnica de la papa Rubí*. Colombia.
- Ñústez, C., Tinjacá, S., & Cortes, J. (2012). Endulzamiento de genotipos de papa (*S. phureja*) en dos ambientes de almacenamiento. *XXV Congreso de la asociación latinoamericana de la papa ALAP-ENB*, 17-20.
- Orena, S. (2015). Comportamiento Fisiológico de los Tubérculos durante el Almacenamiento. *Manual interactivo de la papa INIA*, 26-25.
- Parzanese, T. (2010). *Técnicas para la industria Alimentaria*. Argentina .
- Patarroyo, C., & Cárdenas, A. J. (2014). *Efecto de recubrimientos comestibles a base de goma gellan, gelatina y caseína sobre la cinética de deterioro de la mora castilla (Rubus glaucus Benth)*. Trabajo de Titulación, Universidad del Tolima, Ibagué.
- Pozo, D., & Nayibe, L. (2011). La agroindustria de la papa criolla Situación actual y retos. *Gest. Soc*, 17-30.

- Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2002). Poscosecha de la papa. En I. (CIP) (Ed.), *EL cultivo de la papa en el Ecuador* (Vol. 1, págs. 171-175). Quito.
- Pumisacho, M., & Stephen, S. (2002). *El cultivo de la papa en Ecuador*. Quito.
- Ramírez, D. (2010). *Caracterización físico química y utricional de la papa chaucha (solanum phureja) cultivado en dos suelos edafoclimaticos del Ecuador, como base de estudio para la elaboración de una Norma Técnica*. Quito.
- Ramírez, J., Aristizábal, I., & Restrepo, J. (2013). Conservación de mora castilla mediante la aplicaion de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila. *Vitae*, 3(3), 173- 181.
- Redepapa. (2010). *Almacenamiento de la papa*.
- Reinoso, I. (2011). *El cultivo de la papa y su participación en la economía Ecuatoriana*. Quito- Ecuador.
- Rivadeneira, A. (2013). *Comportamiento Agrónomico de la papa Yema de huevo (solaum tuberosum L Var. phureja) con la aplicación de tres tipos de abonos orgánicos en el cantón Salcedo*. Universidad Estatal de Quevedo.
- Román, M., & Hurtado, G. (2010). EL cultivo de la papa. *Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal*.
- Saci, F., & Hayette, L. (2015). Effect of Storage on the Nutritional Quality, Carotenoid and Ascorbic Acid Contents of Twoo Commercial Beverages. *International Journal of Chemical and Biomolecular Science*, 2(2), 49.
- Santos, J. e. (12 de Febrero de 2016). Almacenaje en los tubérculos. *Consortio de papachile*, pág. 1.
- Solórzano, V. V. (2015). *Estudio del efecto de un recubrimiento comestible con látex de sande (Brosimum utile) sobre la vida útil de yuca (Manihot sculenta), tomate de árbol (Solanum betaceum) y papa chaucha (Solanum phureja)*. Tesis de pregrado, Escuela superior Técnica de Chimborazo, Riobamba.

- Tinjacá, S., Rodríguez, L. E., & Cotes, J. M. (2012). Comportamiento del contenido de azúcares reductores en clones avanzados de papa diploide *S. tuberosum* Grupo andigenum *S. (phureja)*. *XXV Congreso de la Asociación Latinoamericana de la papa- ALAP*, 2.
- Toledo, A., Albuja, L., & Recto, J. (2013). Manual de cultivo de papa. *Edifarm*, 66.
- Toro, M. d. (2015). *Evaluación del efecto de 3 inhibidores de brotación en papa criolla (Solanum phureja) variedad criolla colombiana aplicados en el proceso de poscosecha*. Bogotá.
- Torres, L., Montesdeoca, F., & Andrade-Piedra, J. (2011). *Manejo del tubérculo-semilla de papa*. Centro Internacional de la papa CIP; Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Quito- Ecuador.
- University of California, P. (2013). *Division of Agriculture and Natural Resources*. University of California.
- Valencia, M. B. (2016). *Evaluación de las características de poscosecha, y de fritura de siete genotipos de papa (solanum tuberosum) y un cultivar bajo estándares de calidad para agroindustria tipo bastón, Cadet Pichincha*. Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Valero, A. (2013). *Medición de color*. Club Universitario, México.
- Vásquez, A. (2015). *Estimación de las coordenadas CIEL*a*b* en concentrados de tomate utilizando imágenes digitales*. Universidad Nacional de Colombia, Palmira Colombia.
- Vázquez, M., Rubio, O., Moreo, Y., & Ramos, D. (2012). Usos alternativos de la papa e el estado de México. *Instituto Nacional de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)*, 15.
- Vejarano, A., & Morales, C. (2014). Almacenamiento de la semilla de papa bajo condiciones de luz difusa. *Pueblo cont*, 5(2), 93-101.
- Vejarano, A., & Morales, C. (2014). Respiración. *Almacenamiento de semilla de papa bajo condiciones de luz difusa*, 25.

- Vélez, B. K. (2015). *Efecto de la aplicación de un recubrimiento a base de gelatina y ácido cítrico en la vida útil de las fresas (Fragaria Vesca L)*. Tesis de pregrado, ULEAM, Manta.
- Veliz, G. P. (2010). *Evaluación a la aplicación de giberelina para inducir a la brotación en tubérculos de la papa*. Ambato.
- Zárate, L., Ramírez, L., Otálara, N., & Prieto, L. (2013). Extracción y caracterización de almidón nativo de clones promisorios de papa criolla (*Solanum tuberosum*). *Revista Latinoamericana de la papa*, 18(1), 11.

ANEXOS

Anexo 1. Metodología para determinación del color

Método Anón (1986). Adaptado por el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP.

El color es la cualidad de la sensación provocada en la retina de un observador por las ondas luminosas de λ entre 380 - 760 nm.

El sistema de color o espacio CIElab se basa en una representación cartesiana secuencial o continuada de 3 ejes ortogonales L, a, b (coordenadas calorimétricas) y por sus magnitudes derivadas que son el croma (C), el tono ($^{\circ}$ H). Donde la coordenada L representa la claridad (L = 0 negro y L = 100 incoloro), a componente de color rojo/verde ($a > 0$ rojo, $a < 0$ verde) y b componente de color amarillo/azul ($b > 0$ amarillo, $b < 0$ azul).

- **Tono:** Expresa la variación cualitativa del color: rojo, amarillo, verde o azul y depende sobre todo de la longitud de onda dominante de la luz.
- **Croma:** Describe el grado o la intensidad con la que un color se separa del gris neutro y se acerca a un color puro del espectro. La pureza de cualquier color del espectro es del 100 %, mientras que la pureza del blanco es cero.
- **Luminosidad:** Es una característica de la sensación de color, que hace abstracción del tono y el croma y permite clasificarlo como equivalente a la sensación producida por algún elemento de la escala de grises.

a. Equipos y Materiales

- COLOR TEC PCM/PSM
- Cuchillo
- Tabla de picar

b. Procedimiento

- Medir el color externo en diferentes puntos de la papa
- Cortar la papa en dos y medir el color interno de la papa en diferentes puntos.

c. Calculo

Ecuación 3 Determinación de color

Tono (ángulo): ° Hue = $\arctan (b/a)$

Croma (pureza): $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$

Luminosidad (brillo): L= valor de lectura directa

Anexo 2. Metodología para medir la respiración

Método mediante trampas de Anhídrido carbónico. Método Warburg. Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP.

Para el desarrollo de la investigación se construyó un respirómetro el cual está compuesto por:

Bomba de aire. Es una bomba tipo acuario de inyección de aire, cuya función es proporcionar aire al sistema.

Trampa de Hidróxido de Potasio (KOH). Este es un filtro químico cuya función es permitir el paso de oxígeno (O₂), reteniendo el exceso de dióxido de carbono (CO₂), proveniente de la bomba de aire

Cámara de respiración. Es una cámara cilíndrica con una capacidad de 5.000cm³ y sellada herméticamente; posee dos tubuladuras una larga que es la entrada del oxígeno (O₂), y una corta para la salida del dióxido de carbono (CO₂). La función de esta cámara es permitir el intercambio gaseoso de la fruta durante el proceso de respiración.

Trampa espiralada de Hidróxido de Bario Ba(OH) 2. Este es un filtro químico cuya función es la de permitir que el hidróxido de bario Ba(OH)₂ que se encuentra en el interior pueda atrapar el dióxido de carbono (CO₂) producto de la respiración de la fruta precipitándolo como carbonato de bario BaCO₃.

Mangueras de látex y válvulas. Estas mangueras cumplen la función de transportar el oxígeno (O₂) suministrado al sistema, y el dióxido de carbono (CO₂) producido por la respiración de la fruta. En el trayecto de estas mangueras se encuentra una serie de válvulas de control de flujo.

Después se deposita la muestra en la cámara de respiración y esta debe ser sellada de forma hermética para poder en marcha el equipo.

En el tubo de Petenkoffer se adicionan 50 ml de Hidróxido de Bario. Este tubo debe colocarse en forma horizontal, asegurándolo con dos pinzas a dos soportes universales, se debe dejar una inclinación hacia el lado de la cámara de respiración, de tal forma que el Hidróxido de Bario cubra la totalidad del tubo.

El sistema debe permanecer conectado una hora (1h), cumplido este tiempo el flujo de aire debe suspenderse.

Para realizar la titulación de la muestra del tubo de Petenkoffer se toman 10 ml de solución en un Erlenmeyer de 250 ml, se agregan tres gotas de fenolftaleina y 50 ml de agua destilada. En la bureta graduada de 25 ml se adiciona ácido oxálico 0,1N y se procede a titular, hasta que la solución cambie de color rosa a incolora.

Este procedimiento también se debe hacer con un blanco el cual es el Hidróxido de Bario 0,1N para efectos de cálculo

Ecuación 4 Determinación de la respiración

$$IR=(Vb-Vm)*N*22mgCO2/meq(W*T)$$

Donde:

IR: Intensidad respiratoria del fruto (mgCO₂/kg.h)

Vb: Volumen de ácido oxálico en ml, gastado al titular el blanco (ml).

Vm: Volumen de ácido málico en ml, gastado al titular la muestra (ml).

N: Concentración del ácido oxálico (meq/ml).

W: Peso de la muestra vegetal (kg).

T: Tiempo del flujo continuo de aire a través del sistema (h).

Anexo 3. Determinación del contenido de almidón

Método Polarimétrico, citado por Harold et al., (1988). Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP.

Principio

El método comprende dos determinaciones. En la primera, la muestra se trata con el ácido clorhídrico diluido y caliente. Después de la clarificación y filtración, se mide la rotación del blanco que es muestra con HCL al 25%, después se clarifica, se filtra y se mide la rotación óptica en las mismas condiciones que en la primera determinación.

Reactivos:

- HCL 0.31 N
- HCL 25%
- Solución Carrez I: se disuelve 15 g de ferrocianuro de potasio trihidratado en 100 ml de agua destilada.
- Solución Carrez II: se disuelve 30 g de sulfato de zinc heptahidratado en 100 ml de agua destilada.

Procedimiento:

Para la Muestra:

- Secar la muestra a 65°C y molerla, pesar 2.5 g en un balón de 50 ml. Agregar 25 ml de HCL 0.31N y agitar por 15 minutos. Llevar a baño de agua hirviendo por 15 minutos con agitación continua. Enfriar.
- Adicionar 0.5ml de solución I y 0.5 ml de solución II agitando el balón. De ser necesario repetir ese paso las veces que sean necesarias para obtener una solución transparente y cristalina.
- Aforar el balón con agua destilada. Centrifugar y filtrar. Desechar los primeros mililitros del filtrado. Llenar el tubo de 200 mm con el filtrado y leer en el polarímetro.

Para el Blanco:

- Pesar 5 g de muestra molida en un balón de 50 ml. agregar 40 ml de agua destilada y agitar por 15 minutos. Adicionar 1 ml de Solución I y de la solución II, agitar. Aforar el balón con agua destilada, centrifugar en tubos y filtrar. Tomar 25 ml del filtrado en un balón de 50 ml, añadir 1 ml de ácido clorhídrico al 25% y llevar a baño de agua hirviendo por 15 minutos con agitación continua. Enfriar y aforar. Si la solución esta turbia centrifugar y filtrar.

Ecuación 5 Determinación de almidón

$$\% \text{ almidón} = (a-b) f$$

Cálculos:

Dónde:

a= ángulo de rotación de la muestra en grados.

b= ángulo de rotación del blanco en grados.

f= factor del almidón (papa 5.501) (Oviedo, 2005).

Anexo 4. Metodología del contenido de azúcares reductores.

Método de Smith & Cronin, (37). Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP.

Principio

La muestra es tratada en fresco con alcohol etílico al 80%, se utiliza ácido pícrico que va a reaccionar con los azúcares reductores, formando un picramato de color intenso que es leído en el espectrofotómetro a 510 nm. El porcentaje de azúcares reductores se calcula en referencia a una curva de calibración obtenida por la lectura de la densidad óptica de una serie de soluciones de glucosa preparadas en alcohol etílico.

Reactivos

- Ácido pícrico
- Carbonato de sodio
- Glucosa para estándar
- Etanol al 99.8%

Procedimiento

La muestra fresca se fracciona en pequeños pedazos, se toma 30 g, se estabiliza con 80 ml de alcohol etílico al 80% y se homogeniza en una licuadora, se filtra a través de papel y se afora a 100 ml.

Pipetear 1 ml de cada una de las soluciones estándar y 1 ml de etanol al 80 % como testigo en 6 tubos que contienen 6 ml de solución de ácido pícrico y 3 ml de carbonato de sodio al 20%.

Se agitan bien todos los tubos y se introducen en un baño de agua hirviente por 25 minutos. Luego de enfriarse, se lee en un colorímetro a 510 nm, los valores obtenidos se transforman a densidad óptica y se interpola en la curva estándar.

Ecuación 6 Determinación de azúcares reductores

Cálculos

$$\text{Azúcares Reductores (mg / 100 g)} = \frac{X \times F}{Pm(g)} \times 100$$

Donde

X = Concentración de la muestra (mg /ml)

V = Volumen al que se llevó a la muestra

Pm = Peso de la muestra (g)

Anexo 5. Metodología para el contenido de vitamina C

Método instrumental se utilizará un reflectómetro marca MERCK. Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP.

a. Materiales y Equipos

- Vasos de Vidrio de 50, 150 ml
- Reflectómetro RQ flex 16970, MERCK
- Merckoquant. Test. Ácido ascórbico tubo, conteniendo 50 varillas analíticas.

b. Preparación de la muestra

- Si las muestras contienen más de 450 mg/L de ácido ascórbico se debe realizar diluciones con agua destilada.
- Licuar 10 g de muestra con 90 ml de agua destilada.
- Colocar 35 ml de la solución en el tubo y centrifugar por 30 minutos.

d. Procedimiento:

- Se toma una varilla analítica y se cierra inmediatamente el tubo.
- Se presiona la tecla star del reflectómetro y se introduce simultáneamente la varilla analítica en la zona de reacción durante aproximadamente 2 segundos; se elimina el exceso del líquido de la varilla, sacudiéndola manualmente.
- Cuando suena la señal acústica (5 segundos antes de transcurrir el tiempo de reacción) se introduce la varilla con las zonas de reacción en dirección a la pantalla hasta el tope, en el adaptador de varillas.
- Se lee el valor de medición en la pantalla, en mg/L y el valor se almacena automáticamente.

Anexo 6. Metodología para el contenido de proteína

Método A.O.A.C. 1997. N° 920.152. Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP.

Principio

El nitrógeno de las proteínas y otros compuestos se transforman en sulfato de amonio al ser digeridas en ácido sulfúrico en ebullición, el residuo se enfría, se diluye con agua y se le agrega hidróxido de sodio y se procede a destilar. El amoníaco presente se desprende y se recibe en una solución de ácido bórico, que luego se titula con ácido clorhídrico estandarizado.

Reactivos

- Ácido sulfúrico concentrado (92%)
- Ácido clorhídrico 0.02 N
- Hidróxido de sodio al 50 %
- Ácido bórico al 4 %
- Indicador mixto: rojo de metilo al 0.1 % y verde de bromocresol al 0,2 % en alcohol al 95 %.
- Mezcla catalizadora: 800 g de sulfato de potasio o sodio, 50 g de sulfato cúprico penta hidratado, y 50 g de dióxido de selenio.
- Agua desmineralizada.

Digestión

- Pesar exactamente alrededor de 0,04 g de la muestra, colocar dentro del balón de digestión y añadir 0,5 g de catalizador y 2 ml de ácido sulfúrico al 92 %.
- Colocar los balones en el digestor micro Kjeldahl en los calentadores a 500 °C hasta que la solución adquiriera una coloración verde. Retirar los balones del digestor y enfriar.

Destilación

- Colocar la muestra en el destilador, añadir 10 ml de hidróxido de sodio al 50 %, destilar recogiendo el destilado en 6 ml de ácido bórico al 4 % hasta obtener 60 ml de volumen.

Titulación

- Al destilado se agrega 4 gotas del indicador mixto y se titula con ácido clorhídrico 0,02 N hasta que la solución cambie de color. Se realiza también una titulación con un blanco.

Ecuación 7 Determinación de contenido de proteína

Cálculos

Se utiliza la ecuación:

$$\% P = \frac{(Ma - Mb) \times N \times 0.014 \times 6.25}{Pm} \times 100$$

$$\% P = \frac{(Ma - Mb) \times F}{Pm} \times 100$$

Dónde:

P = Contenido de proteína (%)

N = Normalidad del ácido titulante

Ma = ml de ácido gastados en la titulación de la muestra

Mb = ml de ácido gastados en la titulación del blanco

Pm = Peso de la muestra en gramos

6.25 = Factor de conversión de nitrógeno a proteína

Anexo 7. Metodología del contenido de grasa

Método A.O.A.C. 1997. N° 920.39. Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP.

Principio

El solvente utilizado se condensa continuamente extrayendo materiales solubles al pasar a través de la muestra. El extracto se recoge en un vaso que al completar el proceso de destila quedando en el vaso el extracto graso de la muestra.

Reactivos

- Hexano (grado técnico)
- Sulfato de sodio anhidro

Procedimiento

- Lavar los vasos de destilación con agua destilada y llevar a la estufa a 105°C por 2 horas, retirar los vasos en un desecador, enfriar, pesar, y añadir 200 ml de hexano.
- Pesar de 1 a2 gramos de muestra, mezclar con 2 a3 gramos de sulfato de sodio anhidro, colocar en un cartucho limpio y tapar con algodón.
- Depositar el cartucho con la muestra dentro del dedal de vidrio y colocar dentro del vaso con hexano, montar el equipo Goldfish, abrir la llave de agua fría para el refrigerante, extraer la grasa por 4 horas.
- Secar el vaso de destilación con el residuo en una estufa a 105° C por 7 horas retirarlos de la estufa en un desecador, se enfría y se pesa.

Ecuación 8 Determinación del contenido de grasa

Cálculos:

Se utiliza la ecuación:

$$EE = \frac{P_{vr} - P_v}{P_m} \times 100$$

Dónde:

EE = Extracto etéreo (%)

P_v = Peso del vaso tarado

P_{vr} = Peso del vaso más residuo

P_m = Peso de la muestra

Anexo 8. Metodología del contenido de cenizas

Método A.O.A.C. 1997. N° 940.26. Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP.

Principio

La muestra se incinera en una mufla a 600° C, previa pre-calcinación en la placa calentadora, para eliminar todo material orgánico. El material inorgánico que no se destruye se llama ceniza o residuo remanente.

Procedimiento

- Pesar 2 gramos de muestra en un crisol. Colocar en una mufla a 600° C y mantener a esta temperatura por 2 horas, hasta que la ceniza adquiera un color blanco o grisáceo.
- Transferir la cápsula a un desecador, enfriar a temperatura ambiente y pesar inmediatamente.

Ecuación 9 Determinación de contenido de cenizas

Cálculos:

$$\%C = \frac{P_{cz} - P_c}{P_m} \times 100$$

Dónde:

C = Contenido de cenizas.

P_c = Peso de crisol.

P_c = Peso de crisol más ceniza.

Anexo 9. Metodología del contenido de humedad.

Método A.O.A.C. 1997. N° 940.26. Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP.

Principio

Se basa en la determinación de la cantidad de agua existente en la muestra. Se realiza para poder expresar los resultados en base seca. Por diferencia se obtiene el contenido de materia seca en la muestra.

Procedimiento

- Lavar los crisoles con agua destilada, secar en una estufa a 105° C por 8 horas, sacar en un desecador y una vez fríos pesar.
- Se pesa de 1 a 2 gramos de muestra molida en los crisoles, se lleva a la estufa a 105° C por 12 horas (preferible una noche), se saca los crisoles con la muestra en un desecador hasta que estén fríos y se pesan.

Ecuación 10 Determinación del contenido de humedad

Cálculos

Se utiliza la siguiente ecuación:

$$\%H = \frac{P_{cmh} - P_{cms}}{P_{cmh} - P_c} \times 100$$

Dónde:

% H = Porcentaje de humedad

Pc = Peso del crisol

Pcmh = Peso del recipiente más muestra húmeda

Pcms = Peso del recipiente más muestra seca

Anexo 10. Metodología del contenido de fibra cruda o bruta.

Método A.O.A.C. 1997. N° 920.86. Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP.

Principio

Una muestra libre de humedad (menos 20 %) y grasa (menos 12 %) se digiere primero con una solución ácida y luego con una solución alcalina; los residuos orgánicos restantes, se recogen en un crisol filtro. La pérdida de peso después de incinerar la muestra, se denomina fibra cruda.

Reactivos

- Ácido sulfúrico al 7%
- Hidróxido de sodio al 22 %
- Antiespumante : alcohol isoamílico
- Hexano

Procedimiento

- Se pesan de 1 a 2 g de muestra en un vaso de 600 ml, se añade 200 ml de ácido sulfúrico al 7 % y 1 ml de alcohol isoamílico.
- Se digiere por 30 minutos y se agrega 20 ml de hidróxido de sodio al 22 % y se vuelve a digerir por 30 minutos más, disminuyendo la temperatura.
- Se recoge la fibra en crisoles filtrantes previamente lavados en cuya base se ha depositado una capa de lana de vidrio hasta la mitad del crisol aproximadamente.

- Se lava con agua desmineralizada caliente, con 10 ml de ácido sulfúrico al 7 por mil y 20 ml de hexano, terminándose los lavados de la fibra con agua.
- Se seca en una estufa a 105° C por 8 horas (preferible una noche), se retira en un desecador se enfría y se pesa.
- Calcinar en una mufla por 4 horas a 600° C, retirar en un desecador enfriar y pesar.

Ecuación 11 Determinación de fibra cruda o bruta.

Cálculos

Según la ecuación:

$$\% F_c = \frac{P_{cf} - P_{cc}}{P_m} \times 100$$

Dónde:

%Fc = Porcentaje de fibra cruda

Pcf = Peso del crisol + muestra, desecados a 105° C

Pcc = Peso del crisol + muestra, después de la incineración

Pm = Peso de la muestra

Anexo 11. Metodología de la Tasa de transpiración.

Según el método descrito por Feippe & Carballo (2003). La medida de la transpiración de producto vegetal tiene como objetivo la cuantificación de la pérdida de peso por unidad y por tiempo.

PROCEDIMIENTO:

1. Pesar la unidad experimental
2. Tomar el peso en gramos cada 15 días durante 90 días.
3. Determinar la pérdida de peso mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 12 Determinación de la pérdida de peso.

$$PP \text{ (g agua/kg)} = (P_i - P_f) / P_i * 1000$$

Dónde:

P_i: Peso inicial

P_f: Peso final

Determinar la intensidad de transpiración, mediante la siguiente fórmula

Ecuación 13 Determinación de la intensidad de transpiración

$$IT \text{ (g agua/ kg 24 h)} = PP/t$$

T: tiempo transcurrido en días

Anexo 12. Determinación del diámetro, gravedad específica, dureza, índice de brotación.

➤ **Diámetro (mayor, menor)**

Se medirá con un calibrador digital, donde se tomara las medidas del diámetro mayor y el diámetro menor en milímetros para dar a conocer el tamaño de las papas con las que se realizará la experimentación.

➤ **Gravedad específica**

Según Alvarado (1996) se limpiará individualmente los tubérculos de cada variedad y se determina el valor de la gravedad específica con el uso de una balanza apropiada, mediante registro del peso en el aire y sumergido en un recipiente con agua destilada. La diferencia corresponde a la pérdida de peso aparente en el agua, obteniendo el peso de agua desalojado según el principio de Arquímedes. La gravedad específica se calcula por:

Ecuación 14 Determinación Gravedad específica.

$$GE = w / (w - w_a)$$

Dónde:

w = Peso de los tubérculos en el aire

wa = peso de los tubérculos en el agua

➤ **Dureza interna**

Según Durán, Fiezman, & Benedicto (2001) se medirá en el punto medio de cada lado de los tubérculos, se retira un diámetro de cáscara de 1- 1.5 cm. Se mide la presión necesaria, en kgf, para forzar un émbolo de tamaño específico dentro de la pulpa del tubérculo, utilizando un equipo manual Fruit Pressure Tester FT 327.

➤ **Brotación**

Según Veliz (2010).

Días a la brotación

Para el registro de esta variable se tomó una muestra, de cuarenta tubérculos tomado en cuenta el día que empezó la brotación y desarrollo físico de los brotes hasta cuando todos los tratamientos presentaron indicios de brotación.

Anexo 13 Datos de la caracterización química de las seis variedades de papa a los 90 días de almacenamiento.

CARACTERIZACIÓN FÍSICO- QUÍMICA DE LAS 6 VARIEADES A LOS 90 DÍAS DE ALMACENAMIENTO										
PAPAS	REP	PROTEINA (%)	CENIZA (%)	E.E (%)	FIBRA (%)	HUMEDAD (%)	ALMIDÓN (%)	VITAMINA C (mg/100 g)	AZÚCARES REDUCTORES (%)	DUREZA (kgf9)
	I	11,78	4,67	0,31	2,52	79,92	74,63	14,79	0,14	5,2
CAPIRO	II	11,86	4,74	0,32	2,59	79,99	74,66	14,94	0,13	5,3
	III	11,7	4,6	0,31	2,45	79,85	74,6	14,64	0,14	5,4
	I	11,6	4,44	0,32	2,47	77,81	74,91	13,68	0,17	6,1
JOSEFINA	II	11,7	4,53	0,32	2,54	77,88	75,09	13,8	0,16	6,6
	III	11,5	4,35	0,31	2,4	77,74	74,73	13,56	0,17	5,6
	I	11,64	4,59	0,29	2,29	79,05	72,89	14,07	0,18	6,46
LIBERTAD	II	11,6	4,68	0,28	2,38	79,16	73,09	14,22	0,17	6,34
	III	11,68	4,5	0,29	2,2	78,94	72,69	13,92	0,18	6,58
	I	12,93	4,81	0,38	2,9	78,81	70,50	13,71	0,15	6,85
VICTORIA	II	12,98	4,87	0,37	2,98	78,96	70,59	13,83	0,15	7,01
	III	12,88	4,75	0,39	2,82	78,66	70,41	13,59	0,14	6,69
	I	11,51	4,66	0,39	2,46	78,34	74,81	16,75	0,15	7,13
SUPERCHOLA	II	11,57	4,74	0,4	2,53	78,48	74,9	16,87	0,16	7,27
	III	11,45	4,58	0,39	2,39	78,2	74,72	16,63	0,15	6,99
	I	13,94	4,77	0,5	2,53	80,34	73,07	14,17	0,18	7,15
RUBI	II	14,02	4,85	0,49	2,44	80,42	73,19	14,3	0,17	7,28
	III	13,86	4,69	0,51	2,62	80,26	72,95	14,04	0,18	7,02

Anexo 14 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1516-2012



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1516:2012

**HORTALIZAS FRESCAS.
PAPAS.
REQUISITOS.**

Primera edición

VEGETABLES.
POTATOES.
REQUIREMENTS.

First edition

<p>Norma Técnica Ecuatoriana</p>	<p>HORTALIZAS FRESCAS. PAPAS. REQUISITOS</p>	<p>NTE INEN 1516 :2012 2012-11</p>
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 La presente norma establece los requisitos mínimos generales que deben cumplir las variedades comerciales de papas "<i>Solanum tuberosum L.</i>" en estado natural fresco para consumo humano.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a la papa "<i>Solanum tuberosum L.</i>" (tubérculo) naturales fresco, que no ha sufrido ningún proceso de transformación.</p> <p>2.1.1 Se Incluyen las variedades siguientes:</p> <p>a) Nativas: Chola, Bolona, Violeta, 4-50, Leona Blanca, Leona Negra, Santa Rosa.</p> <p>b) Foráneas: Ica-Hulla, Mora Surco, Colorada o Rubi-roja, Parda Pastusa, San Jorge.</p> <p>c) Mejoradas : Inlap Santa Catalina ; Inlap María; Inlap Gabriela ; Inlap Esperanza; Inlap Cecilia .</p> <p style="text-align: center;">3. TERMINOLOGIA</p> <p>3.1 Papa. Tubérculo de tallo subterráneo ensanchado y modificado para el almacenamiento del almidón, proveniente de la planta <i>Solanum Tuberosum L.</i></p> <p>3.2 Hortalizas. Tubérculo, raíces, bulbos, hojas, verduras y de más plantas hortenses comestibles.</p> <p>3.3 Papa madura. Tubérculo proveniente de plantas que han alcanzado su ciclo vegetativo o su desarrollo normal fisiológico y cuya epidermis no se desprende fácilmente por los métodos ordinarios de manejo.</p> <p>3.4 Papa limpia. Tubérculo libre de tierra u otras impurezas adheridas al tubérculo o sueltas dentro del envase y que contiene hasta un 2% de impurezas.</p> <p>3.5 Variedad. Tubérculos que presentan las mismas características externas e internas como: forma, profundidad de ojos, color de la piel y de la carne.</p> <p>3.6 Diámetro. Máxima distancia del tubérculo entre los dos extremos más salientes del tubérculo (Máxima distancia que se toma en ángulo recto sobre el eje más largo del tubérculo. El eje más largo se determina sin tomar en cuenta la posición de la inserción del estolón, (vástago, rastrero que arraigando a trechos produce nuevas plantas). Prácticamente la medida del diámetro se toma por el paso de la papa por tamices de orificios circulares.)</p> <p>3.7 Papa contaminada. Cuando los tubérculos se encuentran impregnados de plaguicidas, combustibles o cualquier otro producto químico nocivo para la salud humana y animal.</p> <p>3.8 Papa dañada o defectuosa. Son tubérculos con lesiones o alteraciones de magnitud variable que presentan y que afectan notoriamente la presentación y al eliminarse causan un desperdicio mayor de 5% en peso, o los tejidos son afectados en una profundidad mayor de 0,5 cm.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p>DESCRIPTORES:</p>		

3.8.1 **Papa con daño mecánico.** Son tubérculos con lesiones causadas por agentes físicos y roedores (cortes, magulladuras, peladuras y otros).

3.8.2 **Papa con daño o defecto fisiológico.** Son tubérculos con lesiones o defectos provenientes de alteraciones no patógenas de origen interno o externo, (arrugas, brotes, corazón hueco, corazón negro, cambios de color internos o externos, grietas, deformidad, heladas, verdeadas y otros).

3.8.3 **Papa con daño o defecto causado por patógenos.** Son tubérculos con lesiones o defectos causados por hongos y bacterias. (bulba, gota, larña, pudriciones, humedad parda seca) y otras enfermedades.

3.8.4 **Papa con daño por insectos.** Son tubérculos dañados o alterados en su apariencia y estructura por el ataque de insectos y moluscos; se presentan en forma de horadaciones, túneles o galerías de diámetro y longitud variable (gusano alambre, gusano blanco minador del tubérculo, pulgulla, babosa y otras plagas).

3.9 **Desperdicio.** Es toda papa que no entre dentro de la presente norma de comercialización.

4. CLASIFICACION

4.1 La papa se clasifica de acuerdo a su tamaño

TABLA 1. Tamaño de la papa

TIPO-CATEGORÍA	DIAMETRO (mm)
Grado No. 1 ó Primera	65 en adelante
Grado No. 2 ó Segunda	45 - 64
Grado No. 3 ó Tercera	30 - 44
Grado No. 4 ó Cuarta (No comercialización para consumo humano)	10 - 29

5. REQUISITOS

5.1 **Enteras** y con la piel bien formada, es decir exentas de toda ablación o ataque que tenga por efecto de alterar su integridad.

5.2 **Sanas**, quedando excluidos los productos que presenten podredumbre u otras alteraciones que los hagan impropios para el consumo.

5.3 **Limpias**, exentas de materias extrañas visibles.

5.4 **Firmes** y de aspecto fresco.

5.5 **Exentas** de plagas.

5.6 **Exentas** de daños causados por plagas.

5.7 **Sin germinar.** Se consideran tubérculos sin germinar aquellos en los que los brotes no miden más de 3 mm.

(Continúa)

5.8 Exentas de un grado anormal de humedad exterior, es decir suficientemente secas tras el lavado al que se hayan podido someter en su caso.

5.9 Exentas de olores y/o sabores extraños.

5.10 Exentas de defectos externos o internos que perjudiquen a su aspecto, a su calidad, a su conservación y/o a su presentación, tales como:

5.11 Manchas pardas debidas al sol.

5.12 Enverdecimiento en más de la octava parte de la superficie total del tubérculo, que no pueda desaparecer con un pelado normal (aproximadamente de 1,75 mm, de espesor).

5.13 Grietas, incluidas las de crecimiento (con una longitud mayor que la mitad del eje correspondiente a la dirección de la grieta), fisuras, cortes, mordeduras, picaduras y magulladuras, de una profundidad superior a 5,0 mm.

5.14 Deformaciones fuertes (muñones o carretes).

5.15 Manchas subepidérmicas, de más de 5,0 mm de profundidad, grises, azules o negras, sobre una superficie mayor de 2 cm².

5.16 Manchas de mohos (herumbre), corazón hueco, ennegrecimiento y otros defectos internos.

5.17 Sama común profunda y sama polvorienta afectando en más de la décima parte de la superficie total del tubérculo y con una profundidad de 2 mm o más.

5.18 Sama común superficial en más de la cuarta parte de la superficie total del tubérculo, que no pueda desaparecer con un pelado normal.

5.19 Daños causados por el frío.

5.2 Las patatas deberán haberse cosechado cuidadosamente y presentar las características morfológicas normales de su tipo varietal, teniendo en cuenta la zona y el año de producción.

5.3 No obstante se admitirán la presencia de los siguientes defectos, siempre y cuando el producto conserve sus características esenciales de calidad, de conservación y de presentación:

5.3.1 Defectos de aspecto.

5.3.2 Defectos superficiales.

5.3.3 Un defecto de coloración.

5.3.4 Ligeros defectos internos.

5.4 Tolerancias. Las tolerancias serán consideradas en base a porcentajes de peso.

5.4.1 Tolerancias máximas para el tamaño. Para todos los cuatro tipos, se admitirá un 5% en peso de papa del tipo inmediato inferior y un 10 % en peso del tipo inmediato superior.

5.4.2 Residuos de plaguicidas según Codex. va 0035.

(Continúa)

5.4.2 Tubérculo de otras variedades, tierras y otras impurezas, daños causados por patógenos el 2%.

5.4.2 Daños causados por insectos, 3 %.

5.4.2 Daños mecánicos, daños y defectos fisiológicos 5%.

6. MUESTREO

6.1 Aplicar la norma INEN 1750.

6.2 La toma de muestra debe efectuarse en la bodega o durante el embarque, en tránsito o al llegar a su destino.

7. ACEPTACION O RECHAZO

7.1 La aceptación o rechazo debe cumplir con las siguientes normas

ISO 2859
ISO 3951

8. ACEPTACION O RECHAZO

8.1 La aceptación y rechazo debe cumplir con las siguientes normas

ISO 2859
ISO 3951

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 1516 :2012	TÍTULO: HORTALIZAS FRESCAS. PAPAS. REQUISITOS	Código: AG 05.05-401
--------------------------------------	---	-------------------------

ORIGINAL: Fecha de Iniciación del estudio:	REVISIÓN: La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Resolución No. publicado en el Registro Oficial No. Fecha de Iniciación del estudio:
Fechas de consulta pública: de _____ a _____	

Subcomité Técnico de: Fecha de Iniciación: Integrantes del Subcomité:	Fecha de aprobación:
---	----------------------

NOMBRES: _____ **INSTITUCIÓN REPRESENTADA:** _____

Mediante compromiso presidencial N° 16364, el Instituto Ecuatoriano de Normalización – INEN, en vista de la necesidad urgente, resuelve actualizar el acervo normativo en base al estado del arte y con el objetivo de atender a los sectores priorizados así como a todos los sectores productivos del país.

Para la revisión de esta Norma Técnica se ha considerado el nivel jerárquico de la normalización, habiendo el INEN realizado un análisis que ha determinado su conveniente aplicación en el país.

La Norma en referencia ha sido sometida a consulta pública por un periodo de 30 días y por ser considerada EMERGENTE no ha ingresado a Subcomité Técnico

Otros trámites: Esta NTE INEN 1516:2012 Hortalizas frescas. Papa .Requisitos, reemplaza a la NTE INEN 1516:1987.- Hortalizas frescas. Papa .Requisitos

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

Oficializada como: No.	Por Resolución No.	Registro Oficial
---------------------------	--------------------	------------------

**Anexo 15 Datos de días a la brotación de las seis variedades de
papa**

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	CAPIRO	JOSEFINA	RUBÍ	LIBERTAD	SUPERCHOLA	VICTORIA
	I	89	59	44	40	75	45
T1	II	88	61	45	46	78	44
	III	93	64	47	42	77	44
	I	75	47	29	28	60	32
T2	II	77	45	30	31	58	33
	III	78	48	33	29	57	30
	I	137	105	85	89	120	88
T3	II	135	106	88	91	119	87
	III	133	103	84	87	123	87
	I	119	92	70	70	104	74
T4	II	118	89	74	69	102	73
	III	115	88	69	74	103	75

Anexo 16 Condiciones de almacenamiento en Ambiente

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO EN AMBIENTE								
DÍA	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	DÍA	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	DÍA	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)
1	16,5	63	31	16,6	62	61	15,1	66
2	15,1	65	32	15,1	70	62	17,4	62
3	15,9	65	33	16,3	67	63	15,9	62
4	15,2	68	34	17,1	69	64	16,6	67
5	15,9	60	35	15,5	61	65	15,6	68
6	16,8	60	36	15,4	70	66	16,8	66
7	15,7	67	37	17,7	65	67	17,1	70
8	16,1	70	38	15,3	66	68	16,4	63
9	15,6	62	39	16,1	66	69	16,6	67
10	17,8	66	40	16,9	61	70	15	66
11	17,3	63	41	15,7	62	71	17,3	63
12	15,2	69	42	15,1	66	72	17,8	62
13	17,3	69	43	16,8	69	73	15,5	64
14	16,8	61	44	15,2	70	74	15,9	63
15	17,8	67	45	17,7	64	75	17,3	68
16	17,2	62	46	16	66	76	15,2	68
17	17,5	61	47	15,6	69	77	16,9	66
18	17,4	67	48	17,9	66	78	16,8	66
19	15,5	69	49	15,1	63	79	16,8	61
20	15,8	61	50	16	63	80	15,2	69
21	15,1	66	51	15,1	66	81	16,8	65
22	17,9	68	52	17,3	64	82	17,1	67
23	17	66	53	17,7	66	83	17,3	64
24	17,1	60	54	16	70	84	16,8	65
25	17,7	68	55	15,4	60	85	15,6	63
26	15,4	67	56	17	65	86	17,6	60
27	17,4	63	57	17,9	66	87	15,8	61
28	17,2	69	58	15,2	60	88	15,3	70
29	16,4	66	59	17,8	64	89	15,7	62
30	17	62	60	16,8	63	90	16,7	62

Anexo 17 Condiciones de almacenamiento en refrigeración.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACION											
DÍA	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	DÍA	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	DÍA	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	DÍA	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)
1	8,1	77	36	8,2	81	71	8	75	106	8	75
2	8	76	37	8,1	77	72	8	80	107	8,1	80
3	7,9	82	38	8	83	73	8,1	80	108	8	80
4	8,1	80	39	7,9	85	74	8,1	77	109	8	81
5	8	77	40	8	81	75	8,2	78	110	8	82
6	8,2	78	41	8	76	76	8,1	84	111	8	82
7	8,1	77	42	8,1	84	77	8,1	83	112	7,9	76
8	8,2	85	43	8,1	79	78	8	83	113	8,1	78
9	8	77	44	8	84	79	8	81	114	8,2	78
10	8,1	79	45	8	85	80	8	78	115	8,1	79
11	8	77	46	8,2	84	81	8,2	77	116	8	77
12	8	81	47	8,1	82	82	8,1	76	117	8	80
13	8,1	81	48	8	81	83	8,1	77	118	8	76
14	8,1	76	49	8	84	84	8	80	119	8	80
15	8	75	50	8	84	85	8	76	120	8,1	82
16	8,1	79	51	8	80	86	8	81	121	7,9	79

17	8,1	79	52	7,9	77	87	8	85	122	8	84
18	8	81	53	8	78	88	8,1	80	123	8	84
19	8,1	82	54	8,1	85	89	8,1	82	124	8	79
20	8	85	55	8,1	77	90	8,1	85	125	8	79
21	8,2	84	56	8	79	91	8,2	80	126	8,1	75
22	8,3	83	57	7,9	78	92	8,1	81	127	8,2	85
23	8,2	79	58	7,9	81	93	7,9	81	128	8,1	82
24	8,1	82	59	8	80	94	8	85	129	8	82
25	8	78	60	8	79	95	8,1	83	130	8	80
26	8	78	61	8,1	81	96	8	79	131	8	84
27	8,1	76	62	8	83	97	8	80	132	8,1	77
28	8,1	85	63	8	76	98	8,1	83	133	8,2	85
29	8,2	81	64	8,1	80	99	8	79	134	7,9	76
30	8,2	81	65	8	82	100	8	79	135	8	77
31	8	85	66	8,1	83	101	8,1	80	136	8	79
32	8,1	82	67	8	76	102	8,2	83	137	8	76
33	8	85	68	8	76	103	7,9	85	138	8,1	84
34	8	75	69	8	81	104	8	78	139	8,1	83
35	8	77	70	8	78	105	8	81	140	8	82

Anexo 18. Análisis de varianza de la caracterización química de las seis variedades.

F de V		gl	FC	C.V
PROTEÍNA	DÍA 0	5	575,99 **	0,58
	DÍA 90	5	234,68 **	0,61
CENIZAS	DÍA 0	5	8,44 **	1,7
	DÍA 90	5	71,69 **	1,17
HUMEDAD	DÍA 0	5	231,14 **	0,14
	DÍA 90	5	11,00 **	1,02
EXTRACTO ETÉREO	DÍA 0	5	328,26 **	2,04
	DÍA 90	5	64,04 **	4,61
ALMIDON	DÍA 0	5	503,52 **	0,18
	DÍA 90	5	878,15 **	0,02
FIBRA	DÍA 0	5	19,60 **	3,12
	DÍA 90	5	331,2 **	0,23
AZÚCARES REDUCTORES	DÍA 0	5	24,57 **	3,62
	DÍA 90	5	64,09 **	4,41
VITAMINA C	DÍA 0	5	230,59 **	0,91
	DÍA 90	5	240,61 **	0,99
DUREZA	DÍA 0	5	27,21 **	3,64
	DÍA 90	5	40,92 **	1,58

N.S: No significativo, **: Altamente significativo, *: Significativo, C.V: Coeficiente de variación.

Anexo 19. Análisis de varianza para los días a la aparición de brotes en las seis variedades.

VARIETADES	F de V	Gl	F cal	C.V
CAPIRO	TRATAMIENTOS	3	520 **	2,01
	ALMACENAMIENTO (A)	1	1376 **	
	RECUBRIMIENTO (B)	1	180 **	
	INTERACCIÓN (AXB)	1	3,5 n.s	
JOSEFINA	TRATAMIENTOS	3	521 **	2,59
	ALMACENAMIENTO (A)	1	1398 **	
	RECUBRIMIENTO (B)	1	165 **	
	INTERACCIÓN (AXB)	1	0,02 n.s	
LIBERTAD	TRATAMIENTOS	3	365 **	4,1
	ALMACENAMIENTO (A)	1	968 **	
	RECUBRIMIENTO (B)	1	123 **	
	INTERACCIÓN (AXB)	1	2,83 n.s	
RUBI	TRATAMIENTOS	3	368 **	3,64
	ALMACENAMIENTO (A)	1	976 **	
	RECUBRIMIENTO (B)	1	129 **	
	INTERACCIÓN (AXB)	1	0,00002 n.s	
SUPERCHOLA	TRATAMIENTOS	3	763 **	1,76
	ALMACENAMIENTO (A)	1	1966 **	
	RECUBRIMIENTO (B)	1	324 **	
	INTERACCIÓN (AXB)	1	0,13 n.s	
VICTORIA	TRATAMIENTOS	3	1990 **	2,3
	ALMACENAMIENTO (A)	1	5462 **	
	RECUBRIMIENTO (B)	1	507,00 **	
	INTERACCIÓN (AXB)	1	0,33 n.s	

NS: No significativo, **: Altamente significativo, *: Significativo, C.V: Coeficiente de variación.

Anexo 20. ISO 12647-2

INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
12647-2

Second edition
2004-11-15

**Graphic technology — Process control
for the production of half-tone colour
separations, proof and production
prints —**

**Part 2:
Offset lithographic processes**

*Technologie graphique — Maîtrise des procédés pour la fabrication des
séparations de couleur en ton tramé, des épreuves et des tirages en
production —*

Partie 2: Procédés lithographiques offset



Reference number
ISO 12647-2:2004(E)

**Estandarización del
color según ISO
12647-2**

El estándar de impresión ISO establece unos parámetros básicos a fin de normalizar una **apariciencia de color para impresos y pruebas de color**, con independencia de la máquina de impresión y demás consumibles.

Dicha apariciencia de color se basa en dos aspectos básicos, la colorimetría de las tintas de cuatricromía una vez impresas y la transferencia del valor tonal o curva de ganancia de punto. Eso sí, para ello establece unas características visuales para soportes y tintas con independencia del fabricante.

Estucado Brillo	Coordenadas CIELAB			Tolerancias	
	L*	a*	b*	ΔE_{ab}^*	Variación
Cyan	54	-36	-49	5	4
Magenta	46	72	-5	5	4
Amarillo	88	-6	90	5	5
Negro	16	0	0	5	4
Magenta + Amarillo	47	66	50		
Cyan + Amarillo	49	-66	33		
Cyan + Magenta	20	25	-48		

Medidas a 2° de observador, iluminante D50, geometría 45/0 o 0/45, sobre superficie negra.

Tabla de colorimetría de CMYK impreso para soportes tipo 1 y 2 para el estándar ISO 12647-2

El estándar de impresión offset establece cinco soportes de impresión diferenciados para los que define colorimetría del blanco del soporte y brillo como valores normativos y también facilita información de luminosidad y gramaje, pero estos últimos sólo a nivel informativo. De todos los valores se aporta rango de tolerancias entre los que se puede encontrar las características de los soportes normativos.

© ISO 2004

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either ISO at the address below or ISO's member body in the country of the requester.

ISO copyright office
Case postale 56 □ CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 4
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org - Published in Switzerland

BIBLIOGRAFÍA

- ISO 2846 (all parts), *Graphic technology — Colour and transparency of ink sets for four-colour-printing*
- ISO 14981:2000, *Graphic technology — Process control — Optical, geometrical and metrological requirements for reflection densitometers for graphic arts use*
- ISO 13656, *Graphic technology — Application of reflection densitometry and colorimetry to process control or evaluation of prints and proofs*
- ISO 2470:1999, *Paper, board and pulps — Measurement of diffuse blue reflectance factor (ISO*
 - *brightness)*
- ANSI/CGATS.5:2004, *Graphic technology — Spectral measurement and colorimetric computation for graphic arts images*
- ICC.1:2004-10, *Image technology colour management — Architecture, profile format, and data*

Anexo 21. Ficha técnica de la Gelatina

	FICHA TÉCNICA GELATINA SIN SABOR		
DESCRIPCION DEL PRODUCTO			
<p>La gelatina es inolora y sin sabor. Libre de colesterol, azúcar y grasas. Ingrediente principal: Gelatina producida a partir de la hidrólisis parcial del colágeno en pieles y tejidos conectivos de origen bovino. Este producto de origen animal, no contiene y no es derivado de material de riesgo específico.</p>			
CARACTERISTICAS FISICAS Y BENEFICIOS			
Viscocidd (12.5%,60°C)	>6.0MPA.S	<ul style="list-style-type: none"> • Consistencia ideal para desmoldar. • Ideal como base de muchos postres, bebidas, salsas y platos salados. • Baja en grasas. • Aporta proteínas al cuerpo. • Usadas en temas de bienestar y salud para el cuerpo. 	
Viscosidad (12.5%,40°C)	3-16°E		
pH 1%40°C	5.5-7.0		
Humedad	<14 %		
Cenizas 600°C	<2.5%		
Metals pesados	<50 mg/Kg		
Agua insoluble	<0.20%		
Claridad 5%	>50MM		
ESTADO DE MATERIA PRIMA			
Solido	X		
CANTIDAD			
Caja de 12 g			
INSTRUCCIONES DE LA ETIQUETA			
En la etiqueta vienen los siguientes datos: <ul style="list-style-type: none"> □ Nombre del Producto □ Lote □ Fecha de Vencimiento □ Fecha de Fabricación □ Peso Neto □ Peso Bruto 			
VIDA UTIL			
Es de 1 año a partir de la fecha de fabricación.			
ALMACENAMIENTO			
<ul style="list-style-type: none"> • El producto debe almacenarse en lugares limpios y secos, libres de agentes contaminantes físicos o químicos, a temperatura ambiente. • Se recomienda una vez abierto mantenerlo alejado de altas temperaturas y cerrarlo herméticamente después de cada uso. 			