



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

“ESTUDIO DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA Y EL TIEMPO EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y SENSORIALES DE LA OCA (*Oxalis tuberosa*) DURANTE SU MADURACIÓN”

Trabajo de Investigación de Manera Independiente (TEMI). Previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

Por: Javier Eduardo Palate Amaguaña

Tutor: Ing. Mario Manjarrez

AMBATO – ECUADOR

2013

APROBACIÓN DEL TUTOR DEL TABAJO DE INVESTIGACION

En mi calidad de Tutor, del Trabajo de Investigación realizado bajo el tema: **“ESTUDIO DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA Y EL TIEMPO EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y SENSORIALES DE LA OCA (*Oxalis tuberosa*) DURANTE SU MADURACIÓN”** del Egresado: Javier Eduardo Palate Amaguaña, estudiante de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato; considero que dicho trabajo investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Jurado Examinador designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Ambato, 06 de noviembre del 2012

.....
Ing. Mario Manjarrez

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACION

Los criterios emitidos en el siguiente trabajo de investigación “**ESTUDIO DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA Y EL TIEMPO EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y SENSORIALES DE LA OCA (*Oxalis tuberosa*) DURANTE SU MADURACIÓN**” así también como los contenidos, ideas, análisis, y propuestas, son de responsabilidad de Javier Eduardo Palate Amaguaña y de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Enero del 2013

.....
Javier Eduardo Palate Amaguaña

AUTOR

APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE GRADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Trabajo de Graduación de acuerdo a las disposiciones emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Enero del 2013

Para constancia firman:

.....

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación está dedicado a Dios por darme la vida y permitirme disfrutar cada momento compartido con mi familia y amigos.

A mis padres José Patricio y María Juana quienes me inspiran con su esfuerzo, trabajo y dedicación al brindarme todo el amor, apoyo, y comprensión en los buenos y malos momentos, fueron parte esencial en mi formación personal y profesional.

A mis hermanos Elena, Roberto, Hilda, Carlos y Graciela quienes me guían constantemente demostrando que la única meta que no es posible alcanzar es aquella que no es fijada, además son quienes apoyan lo que sienten que es mejor para mí.

A Marcela por ser una persona comprensiva que en todo momento a estado a mi lado por ayudarme a salir adelante, con su amor, paciencia, apoyo y cariño.

A todas las personas que de una u otra manera han aportado con el granito de arena para ayudarme a culminar un ciclo más en mi vida.

AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermanos por su gran apoyo brindado en cada momento, mi agradecimiento sincero por su lucha continúa que ha permitido cumplir una meta más en mi vida.

A la Universidad Técnica de Ambato, en especial a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, de la Carrera de Ingeniería en Alimentos y a su personal docente que imparten sus conocimientos día a día formando profesionales de éxito.

A la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UOITA), por permitirme desarrollar la fase experimental de este estudio investigativo que ha sido un importante paso para alcanzar mi meta y de manera especial al Ing. Mario Álvarez quien ha sido un pilar fundamental durante todo el trabajo realizado.

Al Ing. Mario Manjarrez, docente de la Facultad y tutor del trabajo de investigación, por su ayuda incondicional y sus sabios conocimientos que me ha permitido desarrollar el trabajo y cumplir mi meta planteada.

Gracias

INDICE

APROBACIÓN DEL DE TESIS.....	ii
AUTORÍA DE LA TESIS TUTOR.....	iii
APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE GRADO	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
INDICE	vii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiii

CAPÍTULO I EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.2. Análisis Crítico.....	5
1.2.3 Prognosis	8
1.2.4. Formulación del problema	9
1.2.5. Interrogantes	9
1.2.6. Delimitación del objeto de investigación	9
1.3. Justificación	10
1.4. Objetivos.....	12
1.4.1. Objetivo general	12
1.4.2. Objetivos específicos.....	12

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes investigativos.....	14
2.2. Fundamentación filosófica	15
2.3. Fundamentación legal.....	16
2.4. Categorías fundamentales	17

2.4.1. Descripción del proceso	18
2.4.2. Marco conceptual de la variable independiente	20
2.4.3. Marco conceptual de la variable dependiente	27
2.5. Hipótesis	32

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Modalidad básica de la investigación	33
3.2. Nivel o tipo de investigación	34
3.3. Población y muestra	34
3.3.1. Población.....	34
3.3.2. Muestra:	34
3.4. Diseño Experimental.....	35
3.5. Operacionalización de variables	36
3.7. Plan de recolección de información	37
3.8. Plan de procesamiento de la información	38

CAPITULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	39
4.1.1. Análisis Físico Químicos	39
4.1.1.1. Sólidos Solubles (°Brix)	40
4.1.1.2 pH	41
4.1.1.3. Humedad.....	42
4.1.1.4 Sólidos Totales.....	44
4.1.1.5 Acidez	45
4.1.1.6 Pérdida de Peso	46
4.1.2. EVALUACIÓN VISUAL DE DAÑOS FÍSICOS.....	46
4.1.3. ANÁLISIS SENSORIAL DE LAS OCAS MADURADAS	48
4.1.3.1. Color.....	49
4.1.3.2. Aroma.....	50
4.1.3.3. Sabor.....	51

4.1.3.4. Textura	51
4.1.3.5. Aceptabilidad.....	52
4.1.4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	53
4.1.5. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROCESO DE MADURACIÓN DE LA OCA.....	58
4.1.6. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS	59

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones	61
Recomendaciones	63

CAPÍTULO VI PROPUESTA

6.1. Datos informativos	64
6.2. Antecedentes de la propuesta	65
6.3. JUSTIFICACIÓN.....	68
6.4. OBJETIVOS.....	71
6.4.1. General	71
6.4.2. Específicos	71
6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	71
6.6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA	75
6.7. METODOLOGÍA. Modelo Operativo	77
6.8. ADMINISTRACIÓN.....	79
6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	80
MATERIALES DE REFERENCIA	82
BIBLIOGRAFÍA.....	82
WEB-GRAFÍA	86

ÍNDICE DE TABLAS

- TABLA 1.** Superficie y producción de oca y melloco en Ecuador
- TABLA 2.** Contenido Nutritivo de la oca en 100 gramos.
- TABLA 3.** Energía, minerales y vitamina en la oca (100 gramos materia húmeda)
- TABLA 4.** Recursos económicos de la propuesta.
- TABLA 5.** Modelo Operativo de la propuesta (Plan de acción)
- TABLA 6.** Administración de la Propuesta
- TABLA 7.** Previsión de la Evaluación
- TABLA A-1.** Detalle del diseño experimental y simbología
- TABLA A-2.** Sólidos Solubles (°Brix) de ocas maduras a diferentes tiempos y temperaturas
- Tabla A-3.** pH de ocas maduras a diferentes tiempos y temperaturas
- Tabla A-4.** Humedad de ocas maduras a diferentes tiempos y temperaturas
- TABLA A-5.** Sólidos totales de las ocas maduras a diferentes tiempos y temperaturas
- TABLA A-6.** Acidez expresado en g ácido oxálico/100 g de oca madura
- Tabla A-7.** Pérdida de peso g/100 g de oca madura
- Tabla A-8.** Evaluación de daños físicos para ocas de todos los tratamientos.
- TABLA A-9.** Promedio de valores obtenidos en catadores independientes en varios días a diferentes tiempos y temperaturas de las ocas madurada
- TABLA A-10.** Característica: Color
- TABLA A-11.** Característica: Aroma
- TABLA A-12.** Característica: Sabor
- TABLA A-13.** Característica: Textura
- TABLA A-14.** Característica: Aceptabilidad
- TABLA A-15.** Características Sensoriales de la muestra patrón y tratamiento.
- TABLA A-16.** Materiales directos e indirectos
- TABLA A-17.** Equipos principales y utensilios varios.- costo uso diario

- TABLA A-18.** Suministros
- TABLA A-19.** Personal
- TABLA A-20.** Costos de producción diario
- TABLA A-21.** Resumen del análisis económico realizado
- TABLA C-1.** Análisis de varianza para sólidos solubles (°Brix) de la oca.
- TABLA C- 2.** Análisis de Varianza para el pH de la oca.
- TABLA C-3.** Análisis de varianza para la humedad de la oca.
- TABLA C-4.** Análisis de varianza para sólidos totales de la oca.
- TABLA C- 5.** Análisis de varianza para la acidez expresado en ácido oxálico)
- TABLA C-6.** Análisis de varianza para la pérdida de peso de la oca.
- TABLA C-7.** Análisis de Varianza para color de la oca (*Oxalis tuberosa*) madurada.
- TABLA C-8.** Análisis de Varianza para aroma de la oca (*Oxalis tuberosa*) madurada.
- TABLA C-9.** Análisis de Varianza para sabor de la oca (*Oxalis tuberosa*) madurada.
- TABLA C-10.** Análisis de Varianza para textura de la oca (*Oxalis tuberosa*) madurada.
- TABLA C-11.** Análisis de Varianza para aceptabilidad de la oca (*Oxalis tuberosa*) madurada.
- TABLA C-12.** Verificación de la hipótesis de los parámetros analizados
- TABLA D-1.** Recuento Microbiológico de oca madurada (a_3b_0) y oca madurada bajo sol.
- TABLA D-2.** Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.
- TABLA D-3.** Análisis Proximal o Análisis Bromatológico de la Oca Madurada del Mejor Tratamiento (a_3b_0)

ÍNDICE DE GRÁFICOS

- GRÁFICO 1.** Árbol de problemas. Maduración de la oca
- GRAFICO 2.** Diagrama de flujo del proceso de maduración de la oca (oxalis tuberosa)
- GRÁFICO 3.** Red de inclusión interrelacionado
- GRAFICO 4.** Oca (Oxalis tuberosa)
- GRAFICO 5.** Diversidad de Tubérculos de Oca Cultivada
- GRAFICO 6.** Diagrama de flujo del proceso de maduración de la oca (oxalis tuberosa) para el estudio del tiempo de vida útil
- GRÁFICO B-1.** Sólidos Solubles (°Brix) vs Tiempo de ocas con tratamientos.
- GRÁFICO B-2.** pH vs Tiempo de ocas con tratamientos
- GRÁFICO B-3.** Humedad vs Tiempo de ocas con tratamientos
- GRÁFICO B-4.** Sólidos Totales vs Tiempo de ocas con tratamientos.
- GRÁFICO B- 5.** Acidez (g/100g oca madurada) vs Tiempo de ocas con tratamientos.
- GRÁFICO B-6.** Pérdida de peso vs Tiempo de ocas con tratamientos.
- GRÁFICO B-7.** Porcentaje de daños físicos en oca del mejor tratamiento y ocas maduras sin tratameinetos.
- GRÁFICO B-8.** Atributos Sensoriales de la oca madurada para todos los tratamientos
- GRÁFICO B-9.** Atributos Sensoriales de la oca madurada sin tratamiento y del mejor tratamiento a_3b_0

RESUMEN EJECUTIVO

Existe en el mundo una enorme preocupación por la pérdida de las Raíces y Tubérculos Andinos (RTA), como la oca, el melloco, la zanahoria blanca; productos que anteriormente constituían componentes importantes dentro de la dieta del poblador andino.

En el presente trabajo de investigación se realizó el estudio del efecto de la temperatura y tiempo en las características físico-químicas y sensoriales de la oca (*oxalis tuberosa*) durante su maduración, determinando la combinación óptima que permita desarrollar una maduración adecuada a las ocas. Se trabajó con ocas frescas variedad amarilla aplicando los siguientes factores y niveles; tiempo (3, 4, 5, 6 días) y temperatura (35, 42, 50 °C), al final de los tratamientos fueron evaluados a través de análisis físico-químico y sensorial para seleccionar el mejor tratamiento mediante la comparación con las ocas maduras sin tratamiento (muestra patrón), siendo el mejor tratamiento (a_3b_0) que corresponde a ocas maduras a 35°C por 6 días de maduración, este resultado fue respaldado mediante un análisis sensorial evaluando atributos como: color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad.

También se evaluó los daños físicos en ocas maduras en cada tratamiento, debido a su gran fragilidad. Se observó que los daños físicos causados por calor, humedad y golpes, son mayores a temperaturas altas de maduración (42°C y 50°C) existiendo también pérdida de peso, lo que no sucede con las ocas sometidas a 35°C.

Finalmente se efectuó el análisis microbiológico en el mejor tratamiento para calificar la inocuidad de las ocas maduras, comprobando que los niveles de aerobios mesófilos, mohos y levaduras y coliformes se encuentran dentro de los límites establecidos en la norma NTS N° 071. Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN

“Estudio del efecto de la temperatura y el tiempo en las características físico-químicas y sensoriales de la oca (*Oxalis tuberosa*), durante su maduración”

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Contextualización

La región andina sudamericana es cuna de un gran número de cultivos alimenticios que fueron domesticados por pueblos autóctonos hace miles de años, inclusive mucho antes de la expansión de la civilización Inca. Con el transcurso del tiempo, algunos de estos cultivos han adquirido importancia global, como la papa. Sin embargo, la mayoría es poco conocido internacionalmente y aún en los mismos países andinos.

Dentro de tales cultivos, los tubérculos de *Oxalis tuberosa* tienen los nombres comunes de “oca” en Ecuador, Bolivia, Perú y Chile; “cuiba” o “quiba” en Venezuela; “macachin” o “miquichi” en Argentina; “huasisai” o

“ibia” en Colombia; “papa extranjera” en México, y “yam” en Nueva Zelanda. Otras especies son: la achira (*Canna edulis*), la ahípa (*Pachyrhizus ahípa*), la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), la maca (*Lepidium meyenii*), el yacón (*Smallanthus sonchifolius*), la mashua o isaño (*Tropaeolum tuberosum*), la mauka (*Mirabilis expansa*) y el ulluco o papalisa (*Ullucus tuberosus*).

Las comunidades rurales de los Andes, la alimentación es esencialmente a base de vegetales, predominando los tubérculos (papa, oca, melloco y mashua), que son ricos en hidratos de carbono, pero pobres en algunos aminoácidos. Los tubérculos andinos no requieren de ningún procesamiento previo para su utilización, salvo la oca que debe ser soleada, para que los almidones se transformen en azúcares reductores, y en consecuencia sea más dulce y presente mejor sabor.

Los campesinos acostumbran a guardar papas, ocas y mashuas en lugares especialmente acondicionados dentro de la cocina de la casa que se denominan soberados. Las ocas endulzadas se disponen una especie de “camita de paja” y el tubérculo podría conservarse hasta un año con este método. Nótese que los productos así guardados se ponen arrugados por la deshidratación sufrida, pero al ponerlos en agua vuelven a tener su consistencia normal.

La oca, tiene amplias posibilidades de transformación en harinas, mermeladas, pudiendo conservarse por mucho tiempo mediante la deshidratación y secado al sol. En tal caso se denomina “Kcaya” que es un producto de color oscuro.

Aproximadamente desde hace una década desde 1993 hasta 2003, la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) ha venido apoyando diferentes esfuerzos para rescatar y promover las diversas raíces y tubérculos andinos (RTAs) a través de instituciones en diversos países. Enfocado inicialmente en la conservación de los recursos genéticos de las RTAs, el programa puso un creciente énfasis en la diversificación de los

usos de estos cultivos y en la forma como los agricultores de zonas marginales se pueden vincular a nuevos mercados.

El cultivo de la oca es muy importante, sobre todo en lugares húmedos entre 2.800 y 4.100 m desde Venezuela hasta Chile y Argentina, pero particularmente en Ecuador, Perú y Bolivia. Es el segundo tubérculo importante después de la papa en Perú y Bolivia. Y además de la mashwa y ulluku se cultivan en la misma zona agroecológica pues los requerimientos de suelo, así como las prácticas de cultivo son muy semejantes y parecidos a las de la papa, razón por la cual se los presenta en conjunto, como la oca se siembra asociada también con papas nativas en parcelas de 30 m² hasta aproximadamente 1000 m², es difícil conocer el área cultivada y su producción. Sin embargo se estima que la producción promedio es de 3 - 12 toneladas por hectárea, no obstante en algún momento se ha llegado a producir experimentalmente alrededor de 97 t/ha.

En Ecuador la producción de raíces y tubérculos andinos (RTAs) está concentrada en la ecoregión andina o sierra, que ha sido identificada por presentar menores limitantes de producción y en todo el país no hay otra zona en la que existan las condiciones adecuadas para producir las raíces y tubérculos andinos, en términos de lluvia y suelos. En esta zona habita una población mestiza e indígena con una limitada organización campesina, donde existen pocos proyectos estatales o de organizaciones privadas.

El cultivo se realiza en un sistema de 4 raíces siempre como agricultura de subsistencia. Nótese que la oca (*Oxalis tuberosa*) es una planta de crecimiento compacto, que alcanza hasta 1 m de altura, siendo su hábito similar al de una dicotiledónea; es una planta herbácea anual de tallo erecto.

Es importante señalar que el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y el Centro Internacional de la Papa (CIP), con el apoyo técnico y financiero de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), han promovido la generación,

validación, transferencia de tecnología y capacitación de este importante alimento así como de otras raíces y tubérculos, dentro del marco del “Programa Colaborativo de Conservación y Uso de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos”. La importancia de este esfuerzo tecnológico radica en que estos productos han sido por muchos años el soporte de la seguridad alimentaria de las comunidades indígenas, principalmente de la sierra ecuatoriana. Sin embargo, por la disminución de la demanda para la alimentación humana han dejado de ser productos económicos atractivos para los productores, dando como resultado una contradicción.

Todas las especies categorizadas como “productos andinos” se asocian con la altitud, y están sembradas en pequeñas áreas bajo sistemas de producción tradicionales y en condiciones climáticas adversas. No obstante, son imprescindibles para asegurar la diversificación alimentaria y el sustento de la población. Por lo tanto, es importante promover la producción, conservación y usos de estos tubérculos, basándose en fundamentos nutricionales, ecológicos y socio-económicos pues se ha demostrado que contribuyen a la seguridad alimentaria de los pobladores andinos y además son parte de su cultura y expresiones sociales.

En el Tabla 1, sorprende que la superficie y la producción de oca a nivel nacional sea mayor que la del melloco, ya que a simple vista se puede observar un mayor volumen de venta de melloco que de oca, tanto en los mercados urbanos como rurales. Ello posiblemente se deba a deficiencias en la metodología de registro y consecución de datos estadísticos.

Tabla 1. Superficie y producción de oca y melloco en Ecuador

Año	Oca		Melloco	
	Superficie (ha)	Producción (t)	Superficie (ha)	Producción (t)
1986	1400	3946	1900	5625
1987	524	2669	639	3325
1988	389	2248	559	3126
1989	413	2110	567	3096
1990	399	2224	610	3294
1991	540	1323	470	1322
1992	1740	3140	610	1981
1993	1090	1783	550	1619
1994	1240	3487	--	--
1995	880	2357	690	2407

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Compendio Estadístico Agropecuario. INEC (1994).

Las provincias de Chimborazo, Cañar, Tungurahua y Azuay son las más destacadas en cuanto a cultivo de la oca. Sin embargo, los datos disponibles son escasos debido a que la oca se siembra en pequeñas superficies y muchas veces asociadas a otros cultivos. Además, en comparación con otros productos, se ha generado y difundido muy poca información de estos.

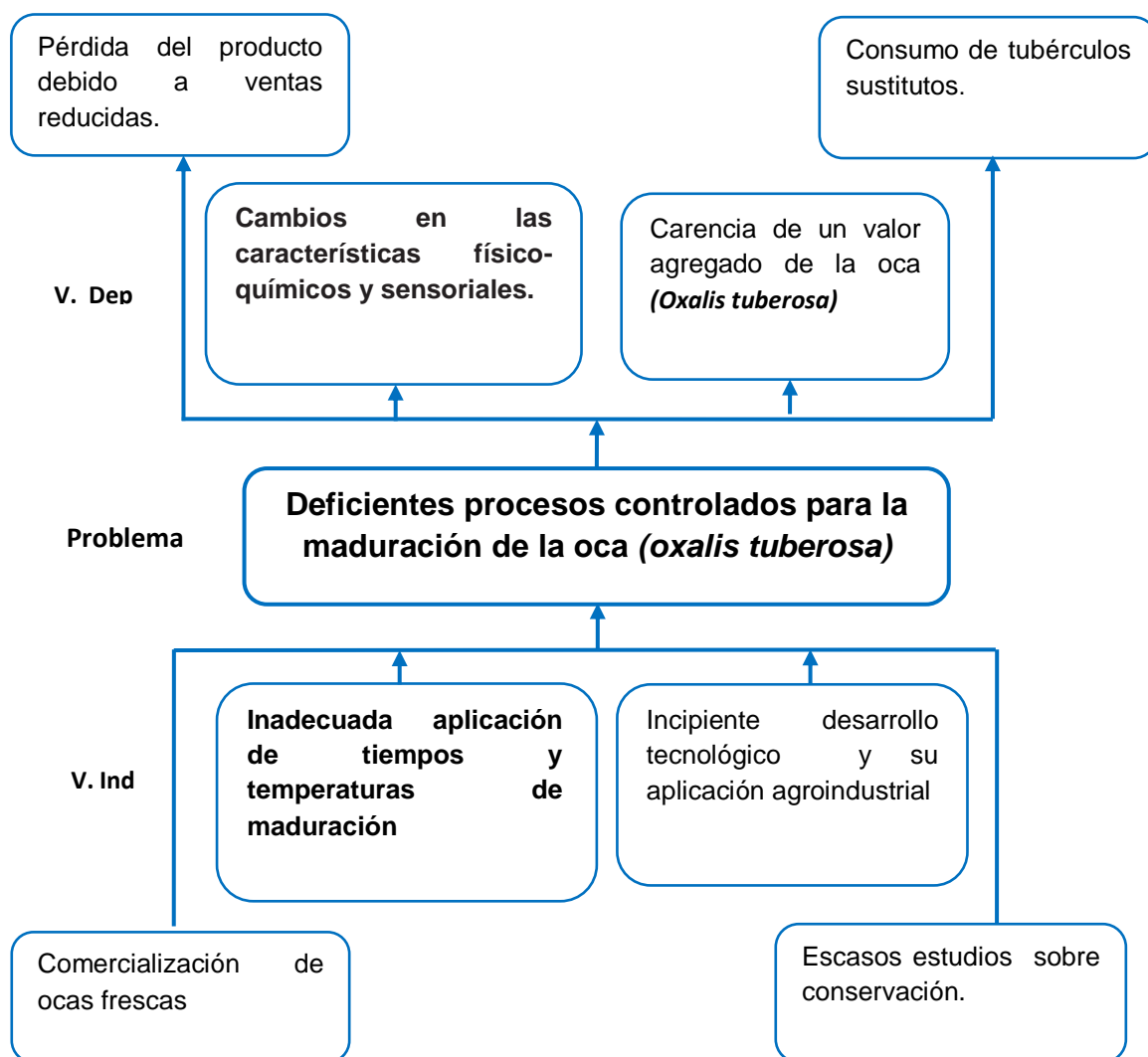
1.2.2. Análisis Crítico

Para realizar el análisis crítico del tema se realizó el árbol de problemas que se relaciona causa y efectos que produce los deficientes procesos controlados para la maduración de la oca que son analizadas a continuación.

- En el sistema de producción actual, los tubérculos andinos son una fuente de alimentación y de ingresos económicos de sectores campesinos serranos. Sin embargo, existen factores negativos que han determinado la creciente marginación e incluso su reemplazo por otros cultivos más rentables. Ello ha favorecido al monocultivo con consecuencias negativas para el sistema de producción.

- La comercialización de la oca no goza de un mercado tan extendido como otros, por ejemplo el melloco. En consecuencia dado que la agricultura está orientada “al mercado”, la producción de las ocas, podría perderse debido a la limitada demanda y un período prolongado de precios bajos.
- La inadecuación de la tecnología para el proceso de maduración de las ocas, origina pérdidas económicas en los agricultores, debido a que su precio es bajo y por existir cambios en sus características físico-químicas y sensoriales del tubérculo no son aceptables para el consumidor. Consecuentemente con este estudio se desea encontrar la tecnología que permita obtener una maduración apropiada, evitando pérdidas y daños físicos durante su proceso y cambios indeseables en su estado físico-químico y sensorial.
- Existen escasos estudios realizados sobre la maduración de la oca, por lo que es necesario analizar los tiempos y temperaturas apropiadas que permitan obtener excelentes características físico-químicas y sensoriales siendo así la oca madurada un producto agradable por los consumidores.
- Los consumidores están acostumbrados a consumir tubérculos tradicionales como la papa, melloco, lo que limita el consumo de oca. Por ello, al darle un valor agregado a productos a base de oca se mejorarían las condiciones de mercado. En el gráfico 1 se puede apreciar el árbol de problemas.

GRÁFICO 1. Árbol de problemas. Maduración de la oca



Elaborado por: Javier Palate, 2012

Variable Independiente:

Inadecuada aplicación de tiempos y temperaturas de maduración.

Variable dependiente:

Cambios en las características físico-químicas y sensoriales.

1.2.3 Prognosis

El retraso o no ejecución de este proyecto, implicaría que no puedan determinarse las mejores condiciones de tiempo y de temperatura para una excelente maduración de la oca mostrando características físico-químicas y sensoriales aceptables. Por otro lado, se corre el riesgo de perderse definitivamente el cultivo de oca, debido a su baja demanda de consumo en los mercados por sus largos tiempos de endulzamiento que sufre tubérculo hasta presentar características aceptables por parte de los consumidores.

Por otra parte, la posibilidad de incrementar el uso y consumo de este producto dependerá del conocimiento que se tenga sobre su industrialización y proceso tecnológico de maduración de la oca, e investigar si los componentes físico-químicos de la oca sufren modificaciones durante su proceso.

Al presentar un producto nuevo en el mercado higiénico de fácil preparación y listo para consumir nos hace más competitivos y genera más demanda y producción de este tipo de tubérculos. La innovación de este producto es su presentación y sus características físicas con una apariencia fresca, y garantizar un tiempo de vida útil superior, haciendo que esté disponible en cualquier época del año para ser consumido y aportar al incremento de la producción.

Además, este estudio servirá como soporte para futuras investigaciones vinculadas a la maduración de frutas y tubérculos, debido a que constituye una base y guía para trabajos relacionados con la aplicación de tiempos y temperaturas.

1.2.4. Formulación del problema

¿La inadecuada aplicación de procesos controlados de maduración aplicando tiempos y temperaturas ocasionan cambios físico-químicos y sensoriales en la oca madurada. (*Oxalis tuberosa*)?

Variable dependiente: Cambios en las características físico-químicos y sensoriales.

Variable independiente: Inadecuada aplicación de tiempos y temperaturas de maduración.

1.2.5. Interrogantes

¿Existen estudios de métodos relacionados con la maduración de tubérculos andinos?

¿Influirán considerablemente el tiempo y temperatura en la maduración de la oca?

¿Qué tiempo y temperatura serán los apropiados para una maduración con excelentes características físico - químicas y organolépticas?

¿Cuál será el nivel de aceptación de las ocas maduras por parte de los consumidores?

¿El proceso de maduración aplicado será el adecuado para obtener un producto de buena calidad nutricional?

1.2.6. Delimitación del objeto de investigación

Campo: Alimentos

Área: Agrícola

Aspecto: Aplicación de tiempos y temperaturas en la maduración de las ocas mejorando su calidad y conservación del tubérculo.

Temporal : Tiempo de Investigación: enero a junio del 2012.

Espacial: El presente proyecto de investigación se realizó en los laboratorios de la UOITA (Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos) de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

1.3. Justificación

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad estudiar el efecto del tiempo y temperatura en las características físico-químicas y sensoriales de la oca, durante su maduración.

Las posibilidades de fomentar el uso y el consumo del tubérculo andino oca (*oxalis tuberosa*), va a depender en gran medida del conocimiento que se disponga sobre sus principales componentes químicos y de las características físicas, nutricionales y funcionales que se atribuye para orientar sus posibles usos y aplicaciones.

Es de mucha importancia conocer la composición química y el valor nutricional de los tubérculos en términos de cantidad y calidad tanto en raíces y tubérculos enteros como de la parte comestible. Se influye el efecto de los procesos caseros de preparación de alimento como es la cocción y el pelado y la composición química de los tubérculos andinos. Se muestra una variabilidad en los contenidos de materia seca, proteína, carbohidratos y sólidos.

Los tubérculos andinos son buenas fuentes de almidón, datos técnicos disponibles acerca de las características y propiedades de estos carbohidratos, a fin de fomentar aprovechamiento industrial como posible fuentes amiláceas que sustituyan total o parcialmente a las fuentes tradicionales. La caracterización fotoquímica de los tubérculos, identifica los principales metabolitos secundarios, presentes en estas especies útiles en términos de sus propiedades medicinales, alimenticias y estructurales y

como potenciales fuentes de principios activos con la aplicación en diferentes aéreas de la industria.

El presente proyecto tiene como finalidad estudiar el efecto del tiempo y la temperatura en las características físico-químicas y sensoriales de la oca (*Oxalis tuberosa*) durante su maduración. Se busca mejorar las condiciones apropiadas para que el producto mantenga las características óptimas sensoriales para el consumo, evitándose pérdidas por daño o descomposición.

El control del proceso de maduración es uno de los aspectos clave para la comercialización de este tipo de tubérculo. Esto se debe a que el proceso está íntimamente relacionado con la capacidad de soportar períodos de transporte y almacenamiento prolongados hasta alcanzar los mercados de destino.

El proceso de endulzamiento de la oca se realiza aprovechando la energía solar y utilizando materiales de uso generalizado por las familias campesinas. Al incrementarse el contenido de azúcar se mejora el sabor natural de la oca, y puede así ser comercializada en fresco, sin perder su apariencia natural y su valor nutritivo. Con este proceso se espera incrementar la demanda y su transformación hacia un cultivo comercial.

Se ha identificado una serie de usos industriales de las ocas, pero para su industrialización ésta debe ser madurada (endulzada). Los métodos actuales de maduración sobrepasan los 15 días, y los daños ocasionados al producto por causas fisiológicas, físicas, mecánicas y cambios de tipo bioquímico (respiración y transpiración) sobrepasan el 50% y ocurren en especial al sobreponerse el sol. Este estudio pretende acortar el tiempo de maduración, además de conservar el aspecto de las ocas frescas, mejorar las características físico-químicas y características sensoriales.

Las posibilidades de mejorar el uso y consumo de ocas dependerá en gran medida del conocimiento que se disponga sobre los principales componentes químicos y de las características físicas, nutricionales y funcionales que permitan orientar sus posibles usos y aplicaciones. Por ejemplo, los procesos artesanales, como la elaboración de mermeladas, enconfitados, caramelos tipo goma, frituras y tortas, responden a una necesidad sentida de los productores para aumentar y retener, en las zonas rurales, el valor agregado de los tubérculos andinos entre ellos, la oca. En consecuencia a través del desarrollo y/o la adaptación de procesos agroindustriales, se pretende mejorar la calidad, la aceptabilidad y prolongar su vida útil, para satisfacer la demanda del mercado actual, que busca productos exóticos, frescos, congelados y procesados de fácil preparación en los hogares.

Este estudio proporcionará valiosa información, ya que el cultivo de las ocas tiene un enorme potencial para contribuir al desarrollo socioeconómico de las áreas rurales. Sus características agronómicas y bioquímicas son apropiadas para la transformación, proceso necesario para expandir su utilización.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Estudiar el efecto de la temperatura y el tiempo de maduración en las características físico-químicas y sensoriales de la oca (*Oxalis tuberosa*).

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar las características físico-químicas de la oca fresca

- Establecer las condiciones adecuadas de tiempo y temperatura para la maduración de la oca (*Oxalis tuberosa*).
- Determinar la aceptabilidad del producto mediante análisis sensorial de la oca madurada
- Elaborar un estudio económico de la tecnología para el proceso de maduración de la oca.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes investigativos

A continuación, se comentan algunas publicaciones de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, como de otras universidades, en el ámbito de interés de este trabajo.

Eugenio y Rivera (1996), desarrollaron una tecnología de secado para la oca, habiéndose construido secadores que no requieren de altas temperaturas y que de alguna manera logran madurar a las ocas.

Cornejo, R. y Villacis, J. (1993), realizaron el estudio la “Obtención de una bebida Alcohólica de oca (*oxalis tuberosa*)”, en el que utilizaron el tubérculo de variedad amarilla, de dos maneras germinado y no germinado. Se aplicaron enzimas sacarificantes que se hallan presentes en la malta para realizar la hidrólisis del almidón en azúcares. El proceso tecnológico fue evaluado a través de pruebas físico-químicas aplicadas tanto en la materia prima y durante el proceso de fermentación.

Cajamarca, E. (2010), realizó la evaluación nutricional de las Ocas (*Oxalis Tuberosa*) fresca, endulzada y deshidratada, aplicando como

indicador de la eficiencia del proceso de deshidratación a la vitamina C. Encontraron que a temperaturas y tiempos de exposición menores, el efecto de desnaturalización de la vitamina C es menor.

Caiza, C. (2010), determinó el potencial nutritivo de la oca para la elaboración de tres productos alternativos a base de oca: helados, galletas, y confite cada uno con sus respectivos testigos, para escolares del proyecto Runa kawsay de la FAO-Ecuador.

Villacrés, E., Brito, B., Espín, S. En, Barrera, V.; Tapia, C, y Monteros. C, (2004), probaron tres técnicas de endulzamiento: la tradicional, que consiste en dejar el producto expuesto al ambiente en el techo de una casa, durante tres o cuatro semanas; la utilización de un secador solar de madera cubierto con cuatro paneles de vidrio transparente, con dos puertas laterales regulables y dos ventanas laterales de malla; y, un silo verdeador de papa. Se utilizaron, tubérculos de oca fresca de los ecotipos blanco, amarillo y rojo, accesiones de origen ecuatoriano.

2.2. Fundamentación filosófica

Según, Dobles, Zúñiga y García (1998) el enfoque positivista de la teoría de la ciencia indica que el único conocimiento verdadero es aquel que es producido por la ciencia, particularmente con el empleo de su método. En consecuencia, el positivismo asume que sólo las ciencias experimentales son fuente aceptable de conocimiento.

En particular, asume la existencia de un método específico para conocer la realidad y propone el uso de dicho método como garantía de verdad y legitimidad para el conocimiento. Desde esta perspectiva se considera que el método científico es único y el mismo en todos los campos del saber. Por tanto, "la ciencia positivista se forma sobre el supuesto de que el sujeto tiene una posibilidad absoluta de conocer la realidad mediante un método específico".

Según **Reichart y Cook (1986)**, el laboratorio es el escenario de investigación a través de un diseño pre estructurado y esquematizado. Su lógica de análisis está orientada a lo confirmatorio, reduccionista, verificación, inferencial e hipotético deductivo mediante el respectivo análisis de resultados. Además la realidad es única y fragmentable en partes que se pueden manipular independientemente, y la relación sujeto-objeto es independiente. Para este enfoque la realidad es algo exterior, ajeno, objetivo y puede y debe ser estudiada y por tanto conocida.

2.3. Fundamentación legal

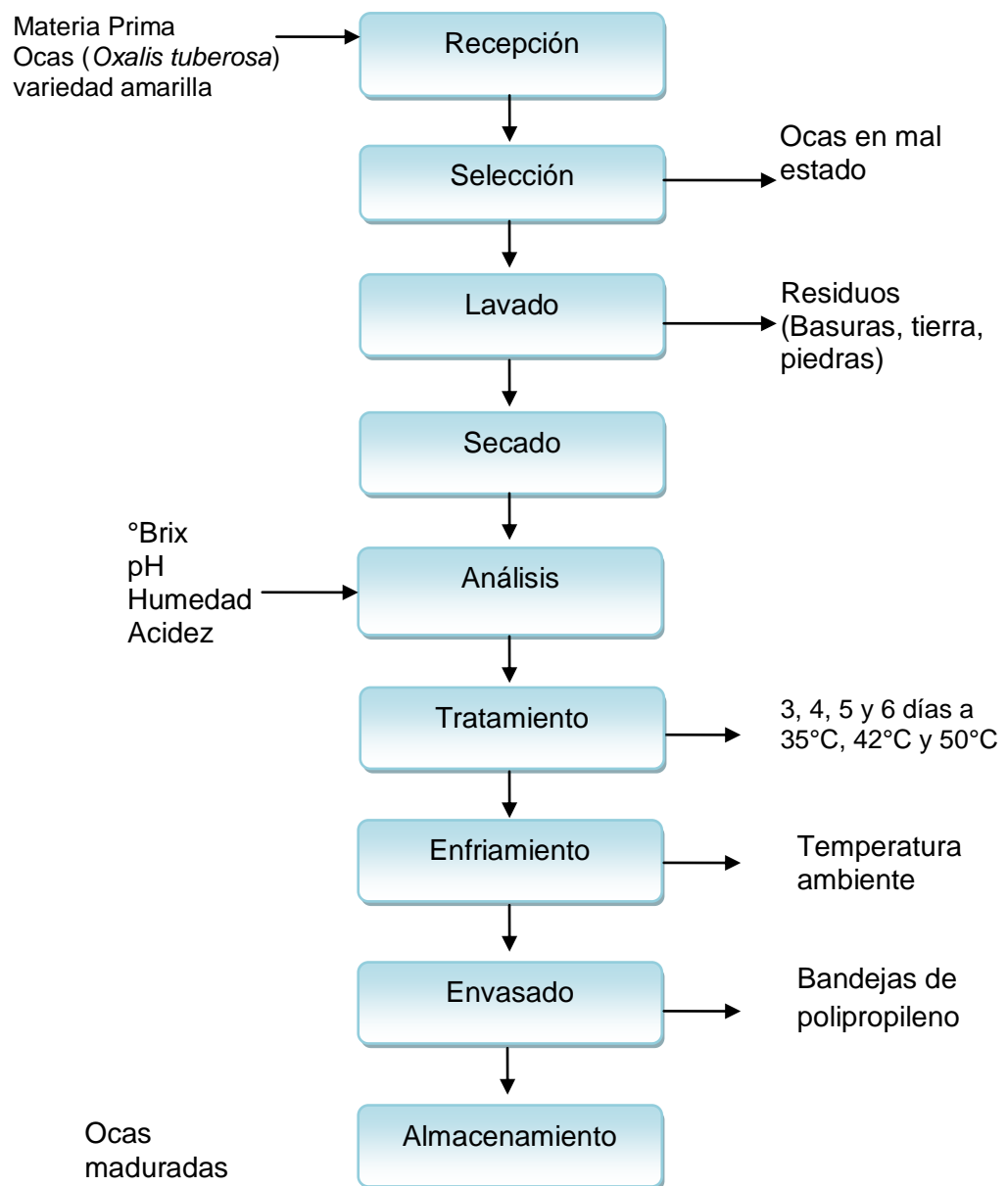
Las siguientes técnicas de análisis fueron aplicadas en el control de los factores de estudio para una posterior selección de los mejores tratamientos.

- Determinación de Sólidos solubles (°Brix), según el método de refractómetro, planteado en la Norma INEN 380:1988
- Determinación de pH de acuerdo al método en la norma INEN 389:1988
- Determinación de Humedad realizada en una balanza de humedad KERN MLS 50.
- Determinación de Acidez titulable, según el método de refractómetro, planteado en la Norma INEN 381:1988.
- Determinación de pérdida de peso.
- Determinación de recuentos de hongos y levaduras Norma INEN 1093:1984.
- Determinación de coliformes totales Norma INEN 1529-7:1990.
- Para el análisis sensorial se utilizo la técnica de calificación utilizando la escala hedónica descrita por Anzaldúa Morales.

2.4. Categorías fundamentales

En el gráfico 2, presenta el diagrama de flujo para el proceso de maduración de las ocas para cada uno de los tratamientos a diferentes tiempos y temperaturas.

Gráfico 2. Diagrama de flujo de la maduración de la oca (*Oxalis tuberosa*)



Elaborado por: Javier Palate, 2012

2.4.1. Descripción del proceso

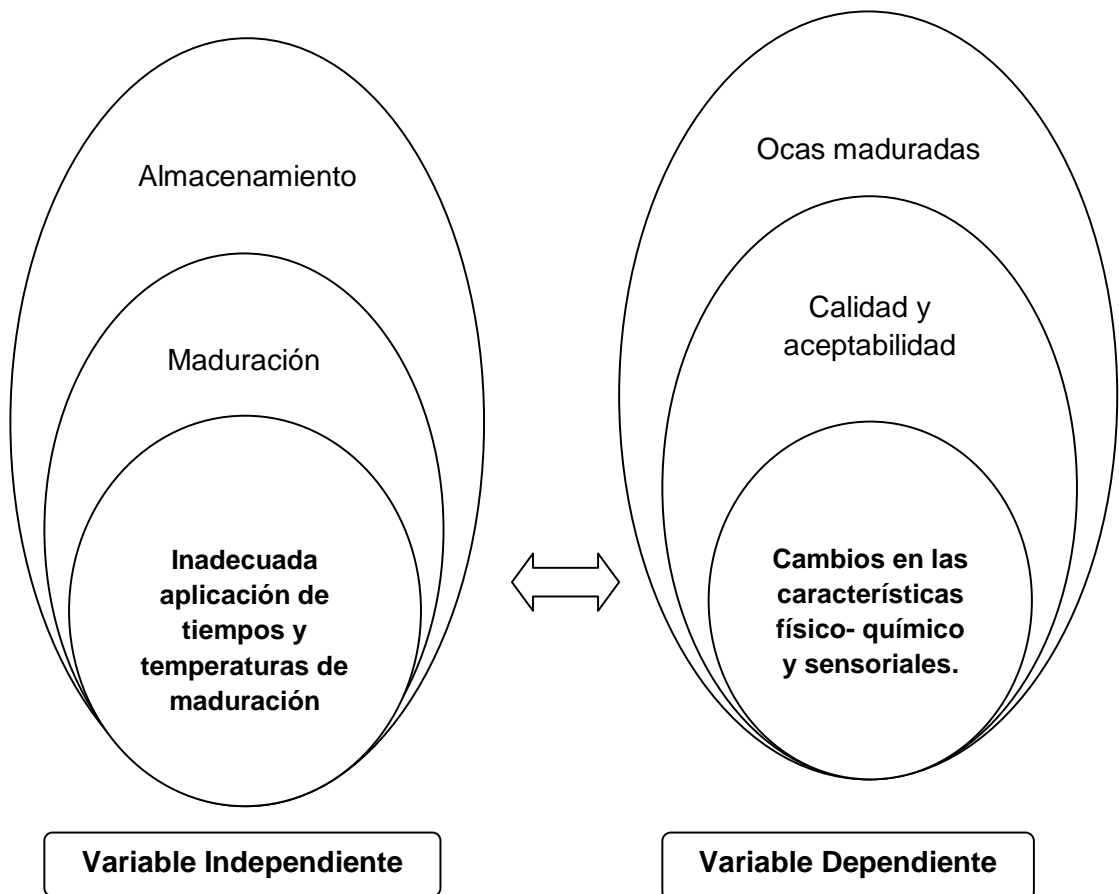
A continuación se describen las operaciones requeridas para una adecuada maduración de la oca.

- **Recepción.-** Obtenemos la oca (*oxalis tuberosa*) fresca de buena calidad, de preferencia de los mismos agricultores y productores para así evitar maltratos de la misma por la manipulación en los mercados.
- **Selección.-** El objetivo es separar las ocas que contengan golpes, manchas o que se encuentren en mal estado y puedan contaminar al resto de ocas.
- **Lavado.-** Se realiza con agua limpia para eliminar toda la tierra y cuerpos extraños, cuidando escurrir el exceso de agua.
- **Secado.** – Secar bien las ocas durante 15 minutos a temperatura ambiente.
- **Análisis.-** En la oca fresca, ya lista para someterla al proceso de maduración se analizó grados brix, pH, humedad, acidez. El propósito es conocer sus propiedades físicas y realizar una comparación con las ocas sometidas al proceso de maduración.
- **Proceso de maduración.-** Este proceso se realizó, con una combinación de niveles de tiempo y temperatura, 3, 4, 5, 6 días; 35, 42 y 50 °C. La evaluación físico-química y microbiológica de la oca sin y con tratamiento comprende:
 - Humedad, utilizando la balanza infrarroja.
 - Sólidos solubles (° Brix), utilizando un refractómetro
 - pH
 - Acidez (% de ácido oxálico), por titulación del sobrenadante valorado con hidróxido de sodio 0.1 N

- **Enfriamiento.**- Una vez que el tubérculo fue madurado, se lo deja enfriar a temperatura ambiente, esto se hace con el propósito de no dañar al producto.
- **Envasado.**- Se coloca en bandejas de polipropileno para su posterior almacenamiento. Este tipo de envases actualmente se está utilizando para la comercialización en los supermercados.
- **Almacenamiento.**- Se lo realiza a una temperatura ambiente.

Por otro lado, en el gráfico 3 se aprecia la red de inclusión interrelacionando las variables

Gráfico 3. Red de Inclusión



Elaborado por: Javier Palate, 2012.

2.4.2. Marco conceptual de la variable independiente

Oca

Clasificación científica:

Reino:	Especie:
División:	Plantae
Clase:	Magnoliophyta
Orden:	Magnoliopsida
Familia:	Geraniales
Género:	Oxalidaceae
Nombre binomial:	<i>Oxalis tuberos</i>

Gráfico 4. Oca (*Oxalis tuberosa*)



Descripción: La primera descripción botánica de la oca, al parecer fue realizada por el jesuita Giovanni Ignacio Molina (Mol.) en 1810. Nótese que la palabra "okka" figura en el diccionario quechua de J. Lira (1982), y se refiere a una planta que produce tubérculos dulces y comestibles, ricos en almidón [Cárdenas, M. 1950]. La oca es una planta compacta, del tipo perenne, alcanza una altura de 20 y 30 cm, con tallos cilíndricos que varían desde el color amarillo y verde a morado – rojo. El tubérculo se parece a una zanahoria corta y arrugada. Son firmes, de carne blanca y los colores de la cáscara varían de blanco a rojo. La mayoría de las variedades tienen un sabor ligeramente ácido.

Taxonomía local

El conocimiento local sobre la oca es muy restringido por el hecho de que se han perdido algunos ecotipos de ocas que antes se cultivaban. La clasificación incluye dos variables cruzadas: el color y la textura, como se presenta:

Blanca: crespa y lisa

Amarilla: crespa y lisa (chaucha)

La oca blanca rinde mejor en la altura y presenta un mayor tiempo de conservación frente a la chaucha. Mientras que la chaucha se adapta mejor en las zonas más bajas (2.800 – 2900 msnm), se produce y se cuece en menor tiempo. La característica más visible de la oca chaucha es su color amarillo-crema, además este tipo de oca se endulza mejor y mantiene una apariencia agradable al consumidor y se puede combinar en cualquier preparación culinaria. Tanto la blanca como la chaucha tienen gran salida en el mercado local y provincial, lo que no sucede con otros ecotipos.

[Espinoza P y col. 1996]

Regiones de Producción

Desde Venezuela a Argentina, la oca es aún uno de los productos principales en la dieta alimenticia de los campesinos que viven entre los 3,000 y 4,000 msnm. Aunque esta planta no es muy conocida fuera de los Andes, se produce en México, donde probablemente se ha cultivado por más de 200 años. En los últimos 20 años, se ha vuelto popular en Nueva Zelanda, donde los tubérculos (vendidos bajo el nombre de “batata de Nueva Zelanda”) son ahora cultivados comercialmente. Estos nos muestran el potencial que tienen la oca, pues las condiciones de Nueva Zelanda (clima, latitud, altitud y duración del día) son similares a las de algunas regiones agrícolas de Norte América, Asia y Europa.

Los cultivares de oca son diferenciados por el agricultor principalmente por sus características en el tubérculo, aunque también se consideran algunas características del follaje, como el color de los tallos y el porte de la planta. Los criterios más importantes que toma en cuenta el agricultor son el color, la forma y la coloración de los ojos del tubérculo, de una manera similar a los descriptores técnicos referente al color secundario y su distribución. **[Yenque y col. 2008]**

Una vez cosechado este producto no se consume inmediatamente sino que requiere de un proceso de endulzamiento. Al respecto en un estudio realizado se observó que las pérdidas de calidad y peso en oca son mayores en almacenes tradicionales. En almacenes tipo "pirwa" las pérdidas de peso de este tubérculos, después de 45 días de almacenamiento, llegaron a 15 y 23%. **[Tapia, M. 2001]**

Clasificación y denominaciones

La oca pertenece a la familia Oxalidacea que incluye ocho géneros. El género *Oxalis* tiene más de 800 especies. La mayor parte se encuentra en Sud América con una gran diversidad de formas. *Oxalis tuberosa* es la única cultivada como especie alimenticia. **[Café Massimiliano. 2008]**

Los habitantes andinos reconocen cerca de una docena de cultivares y más de 50 tipos. La principal colección de oca (más de 400) se encuentra en Cuzco, Perú. Existen también, otras en Puno y Huancayo (Perú) y Quito (Ecuador). **[MAGAP, 1999]**

Grafico 5. Diversidad de Tubérculos de Oca Cultivada



Fuente: Cadima X, Garcia, W y Ramos. 2003.

Los descriptores estándar permiten apreciar hasta 12 variaciones de colores, que van del blanco al púrpura grisáceo oscuro, blanco amarillento, amarillo, naranja amarillento, rojo naranja oscuro, rojo claro (rosado), rojo pálido, rojo, púrpura rojizo y púrpura grisáceo claro. Los tubérculos pueden también presentar coloraciones secundarias distribuidas ya sea en los ojos, alrededores de los ojos, con manchas dispuestas irregularmente.

El uso de tan amplia gama de descriptores puede dificultar la evaluación de la diversidad de las ocas, por lo que se ha considerado como colores bases solamente a cinco clases: blanco, amarillo, naranja, rojo y púrpura, cada uno con diferentes intensidades **[Cadima, X yGarcía, W. 2003]**. El conocimiento local sobre la oca es bastante más restringido y hasta confuso, por el hecho de que se han perdido algunos ecotipos de ocas que antes se cultivaban. Se conocen, principalmente, las ocas blancas, amarillas y las chauchas y se mencionan también la oca señorita o rosada, la chaquilula, la vicunda y la mareña.

Algunos de estos ecotipos sólo son referencias de los informantes. Por ejemplo, en la zona de San Gabriel, Provincia del Carchi, se pudo identificar y recoger ocas únicamente blancas, chauchas y señoritas. De entre estas tres, la preferida es la chaucha. **[Barrera y col. 2004]**

Valor Nutricional

La oca es un tubérculo con importante contenido de vitamina C. Cuando se utiliza deshidratada, se puede preparar en dulces y, para hacerlas aún mas nutritivas se le agrega leche **[Café Massimiliano, 2008]**. Resulta ser buena fuente de energía debido a su contenido de carbohidratos, pero como en todos los tubérculos, las cantidades de proteínas y grasas son bajas. **[INIAP, 1998]**

Los tubérculos muestran alta variabilidad en los niveles de nutrición. Sin embargo estos poseen un valor nutricional tan bueno o mejor que el de la papa. En promedio ellos contienen entre 70 a 80% de humedad, 11 a 22% de carbohidratos y cerca de 1% de grasa y fibra. El nivel de proteína varía notablemente entre las diferentes variedades. Ciertos tubérculos contienen un alto nivel de proteína, más de 9%. Esto es excelente para una raíz, y la proteína es de alta calidad, con un buen balance de aminoácidos esenciales. **[MAGAP, 1999]**

En la tabla 2, se indica el contenido nutritivo en 100 gramos de la oca fresca y endulzada.

TABLA 2. Contenido Nutritivo de la oca en 100 gramos.

Contenido de valor nutritivo g en 100g de porción aprovechable	Oca fresca	Oca endulzada o kcaya
Humedad	82.4	66.9
Calorías	67	128
Proteína	0.7	1.1
Extracto etéreo	0.0	0.1
Carbohidratos totales	16.1	30.8
Fibra	0.5	1.0
Ceniza	0.8	1.1

Fuente: Tabla de composición nutricional de los alimentos ecuatorianos.

El contenido de vitamina y minerales se describe en la tabla 3. Nótese que en comparación con la papa se destaca un mayor contenido de calcio y vitamina C en la oca.

TABLA 3. Energía, minerales y vitamina en la oca (100 gramos materia húmeda)

Elementos	Oca fresca	Oca endulzada o kcaya
Energía (Kcal)	61	325
MINERALES		
Calcio (mg)	5	7
Fosforo (mg)	39	64
Hierro(mg)	0.9	1.3
VITAMINAS		
B ₁ (mg)	0.07	0.09
Niacina (mg)	0.42	10.3
C (mg)	38.4	33

Fuente: Cadima X, Garcia, W y Ramos, 2003.

Transformación Industrial de la Oca (*Oxalis tuberosa*)

La oca requiere procesamiento previo para su utilización, debe ser soleada, congelada o secada, para que los almidones se transformen en azúcares, sean más dulces y adquieran mejor sabor.

La Oca, tiene amplias posibilidad de transformación en harinas, obtención de oxalatos, mermeladas, pudiéndose conservar por mucho tiempo mediante la deshidratación y secado al sol, el cual se denomina "Kaya" que es de color oscuro y en el caso de deshidratación, lavado y secado a la sombra "Umakaya", adquiriendo un color blanco y claro

Maduración

La maduración está ligada a complejos procesos de transformación de sus componentes. Los azúcares sufren importantes modificaciones, que

influyen en los cambios que sufre el tubérculo durante el almacenamiento, transporte y comercialización, que también, en cierta medida afectan a su valor nutritivo. Fenómenos especialmente destacados que se producen durante la maduración son la respiración, el endulzamiento, el ablandamiento y los cambios en el aroma, la coloración y el valor nutritivo.

Las ocas se pueden asolear de dos modos: directamente extendidas sobre el suelo al sol o colgadas sobre una soga, amarradas entre dos de ellas. Los carbohidratos de la oca, al ser expuestos al sol se transforman en azúcares. El incremento del contenido de azúcares con el tiempo de soleado, permitirá un menor consumo de azúcar corriente (sacarosa) en la formulación del producto **[Espinoza, P. 1997]**. Los carbohidratos generalmente son ricos en azúcar y fáciles para digerir.

Presencia de Acido Oxálico en la Oca (*Oxalis tuberosa*)

La acidez de la oca se debe a la presencia de concentraciones bastante altas de ácido oxálico, sobre todo en la cáscara del tubérculo. Los métodos tradicionales de preparación de los pueblos andinos estaban encaminados a reducirla, siendo posible cocerla en varias aguas para eliminar progresivamente el ácido. La exposición del tubérculo al sol durante un período de hasta una semana es útil también para eliminarlo, ayudando además a la producción de azúcares. Las variedades modernas, sin embargo, han logrado reducir la concentración. **[Tapia, M. 1979]**

El ácido oxálico es un ácido carboxílico de fórmula $C_2H_2O_4$. Este ácido bicarboxílico es mejor descrito mediante la fórmula $HO_2C-COOH$. Su nombre deriva del género de plantas *Oxalis*, por su presencia natural en ellas, hecho descubierto por **Wiegand en 1776**.

En la cáscara de la Oca se encuentra presente el ácido oxálico que es propio de todas las plantas del género *Oxalis*. Este ácido provoca que la oca tome un sabor agrio llegando hasta obtener porcentajes de 3.3 gramos

hasta 3.7 gramos. La cantidad de ácido oxálico reduce si la oca es sometida a los rayos del sol (soleado) disminuyendo hasta un 75% de la cantidad inicial llegando hasta un 0.9 a 1.4% de 100 gramos de porción comestible.

[Cusiche, L. 2009]

2.4.3. Marco conceptual de la variable dependiente

Cambios físico-químicos en la fase de maduración

Sólidos solubles

Los azúcares más representativos son la sacarosa, glucosa y fructosa la amilosa, los cuales constituyen en casi su totalidad en los tubérculos maduros. La glucosa, y fructosa se encuentra en proporciones similares en tubérculos maduros que constituyen un 83% del total de los azúcares.

Con respecto a los cambios durante el desarrollo y maduración, el contenido de sacarosa es muy bajo en los primeros días post-antesis, pero luego aumenta mostrando un descenso en los últimos estadios. En el caso de la glucosa y fructosa, al transcurrir los días se observa un incremento hasta el final de la maduración de los tubérculos.

Los contenidos de azúcares totales se incrementan a medida que transcurre el tiempo de exposición de los tubérculos al sol, debido a la eliminación de agua y la transformación de almidón en azúcares. **[Lucero, O. 2005]**

pH

La variación del pH con el tiempo presenta mínimas diferencias. Estudios realizados en tubérculos envasados y tratados térmicamente demuestran que el valor de pH no varía significativamente al transcurrir el tiempo **[Espinoza, P. 1997]**.

Humedad

Los productos perecederos son especialmente susceptibles al ataque de patógenos cuando se encuentran mojados. En consecuencia los tubérculos deben ser cosechados, manipulados y almacenados cuando no poseen agua libre en su superficie.

Los tratamientos térmicos con aire caliente resultan de especial interés para estudiar los efectos fisiológicos sobre el tubérculo. **[Cusiche, L. 2009]**

Acidez titulable

La acidez titulable no es una medida de acidez total definida como suma de ácidos presentes libres y combinados como cationes, sino una medida de cambios de concentración de ácidos orgánicos del tubérculo. **[Ulrich, R, 1970]**. El ácido oxálico es el que predomina en la oca, razón por la que los resultados de acidez titulable se expresa en cantidad de ácido oxálico, siendo que la disminución de la misma podría relacionarse con la mejor conservación del tubérculo cuando este se encuentra en su estado óptimo de maduración, por existir una correlación entre el estado de madurez del tubérculo y el aumento de sólidos y la disminución del ácido oxálico. **[SAGPYA, 1998]**

La acidez titulable es necesario para conocer la evolución del grado de madurez en las ocas, parámetros resultantes de la relación entre la cantidad de ácido oxálico presente respecto a los sólidos solubles obtenidos.

Los ácidos orgánicos poseen importancia desde el punto de vista de la calidad organoléptica. Por otra parte puede regular el pH y con ello afectar la coloración del tubérculo. La acidez se incrementa hasta el estado verde o fresco en el caso de la oca y luego se observa un descenso en la medida que progresa el proceso de maduración. La reducción de acidez titulable

luego de la aplicación de tratamientos térmicos ha sido encontrada en diferentes frutos como por ejemplo: manzana, naranja y tomate. **[SAGPYA, 1998].**

Pérdida de peso

La oca presenta una mínima tasa de transpiración, produciendo pérdidas de agua que implica arrugamiento (aspecto envejecido), disminución del peso comercial, afectando a la apariencia, textura y jugosidad del alimento. El porcentaje de pérdida de peso se incrementa en función al tiempo transcurrido en el proceso de maduración.

En la mayoría de los tubérculos existen pérdidas del 3 – 5 % del peso inicial en forma de agua transpirada que son suficientes para promover un aspecto arrugado, perdiendo su apariencia externa inicial.

En concreto, la pérdida de agua es el resultado del gradiente de vapor producido entre una atmósfera interna saturada con los espacios intermoleculares del tubérculo y la atmósfera externa. Las mayores migraciones de vapor de agua se producen a nivel de la superficie del tubérculo y de daños existentes de este. En este proceso de desorción influyen tanto factores internos como externos. Dentro de los internos se incluye anatomía y morfología del tubérculo, relación superficie- volumen, daños en superficie, grado de madurez. Dentro de los factores externos encontramos la temperatura, la humedad relativa, el movimiento del aire y la presión atmosférica. **[U. S. Food and Drug Administration, 1998].**

Almidón

El almidón se encuentra en semillas, raíces, tubérculos etc., lugares donde la planta almacena energía. Alimentos como el maíz tierno y las patatas tienen en torno al 15% de almidón, los cereales pueden llegar a tener el 70%. El almidón se encuentra formando granos esféricos que

pueden verse al microscopio y se pueden diferenciar por su apariencia entre unas y otras especies. **[Soto, L. 2000]**

El almidón está compuesto por dos polímeros distintos, ambos de glucosa, la amilosa y la amilopectina. El almidón presenta en su conjunto una estructura cristalina. Bajo luz polarizada presenta el esquema típico de "Cruz de Malta". De esta estructura cristalina es responsable la amilopectina debido a que en ella se forman Puentes de hidrógeno entre las ramificaciones dando lugar a una estructura muy estable que se puede considerar como cristalina. Se puede decir que la amilopectina es la parte insoluble mientras que la amilosa es la parte soluble.

El almidón, además de ser consumido como tal, puede someterse a una variedad de procedimientos de transformación que cambian sus propiedades funcionales y lo convierten en estabilizante, emulgante y gelificante, además de conservar su valor alimenticio, por lo que es de gran valor para la industria alimentaria. **[Soto, L. 2000]**

Evaluación visual de daños físicos

La calidad de los productos hortofrutícolas frescos es en una combinación de características, atributos y propiedades con los que aporta el producto a los seres humanos como alimentos y para su placer. Los productores se preocupan que sus productos tengan una buena apariencia y pocos defectos visuales. Para los receptores y distribuidores comerciales, la calidad de la apariencia es lo más importante, pero también se interesan en la firmeza y una larga vida de almacenamiento. **[Soto, L. 2000].**

Los componentes de la calidad son variados según el producto, entre los principales atributos se mencionan:

- Apariencia visual, como: tamaño, forma, color, brillo y defectos externos e internos.

- Textura (tacto), entre sus componentes tenemos: firmeza, dureza, blandura, jugosidad, harinosidad, aspereza y fibrosidad.
- Sabor (gusto y aroma): dulzor, acidez, astringencia, amargor, aroma.
- Sabores y aromas externos.

Los tubérculos madurados toman una apariencia arrugada, de cascara dura y oscura, perdiendo la apariencia y la calidad final **[INIAP, 1998]**. Son daños ocasionados por causas fisiológicas, físicas, y otros cambios de tipo bioquímico (respiración y transpiración) **[García, M. 2001]**.

Características Organolépticas de la oca

El análisis sensorial es una disciplina muy útil para conocer las propiedades organolépticas de los alimentos, por medio de los sentidos. La evaluación sensorial es innata en el hombre ya que desde el momento que se prueba algún producto, se hace un juicio acerca si le gusta o disgusta y describe cada uno de sus características tales como color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad.

El análisis sensorial de los alimentos es un instrumento eficaz para el control de calidad y aceptabilidad de un alimento, ya que cuando ese alimento se quiere comercializar, debe cumplir con los requisitos necesarios de higiene, inocuidad, calidad sanitaria y comercial del producto, para que este producto sea aceptado libremente por los consumidores **[Yenque y col. 2008]**. En general, el análisis se lo realiza con el fin de encontrar la fórmula o el proceso adecuado que cumpla con todo los parámetros de calidad y aceptabilidad del producto por parte del consumidor final.

2.5. Hipótesis

Dado que en el presente estudio se aplica un diseño factorial 3*4, con el factor temperatura en 3 niveles y el factor tiempo en 4 niveles las hipótesis experimentales son las siguientes:

Hipótesis nula: La aplicación de tratamientos de maduración (*), produce iguales efectos en las características físico-químicas y sensoriales de las ocas, es decir:

Ho: Tratamiento ₁ = Tratamiento ₂ = Tratamiento ₃.....Tratamiento ₁₂

La hipótesis alternativa correspondiente es:

Hipótesis alterativa: Por lo menos un tratamiento de maduración (*), produce un efecto distinto en las características físico-químicas y sensoriales de las ocas, es decir:

Ho: Tratamiento ₁ ≠ Tratamiento ₂ ≠ Tratamiento ₃.....Tratamiento ₁₂

(*)

T₁ = 3 días a 35°C

T₅ = 3 días a 42°C

T₉ = 3 días a 50°C

T₂ = 4 días a 35°C

T₆ = 4 días a 42°C

T₁₀ = 4 días a 50°C

T₃ = 5 días a 35°C

T₇ = 5 días a 42°C

T₁₁ = 5 días a 50°C

T₄ = 6 días a 35°C

T₈ = 6 días a 42°C

T₁₂ = 6 días a 50°C

2.6 Señalamiento de variables

Variables Independientes: Inadecuada aplicación de tiempo y temperatura de maduración.

Variable Dependiente: Cambios en las características físico-químicos y sensoriales.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Modalidad básica de la investigación

La presente experimentación se fundamenta en las siguientes modalidades:

Modalidad bibliográfica - documental; Tiene que ver con la revisión de tesis de grado, trabajos de investigación, revistas científicas, folletos, boletines de prensa, sitios de internet, etcétera. El propósito es ampliar, conocer, comparar, profundizar, deducir diferentes enfoques teóricos y conceptualizaciones, criterios de diversos autores, sobre los tópicos que trata este estudio.

Modalidad experimental; Porque se aplican los factores de estudio, tiempos y temperaturas, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de registrar los cambios físico-químicos durante el proceso de maduración de la oca (*Oxalis tuberosa*). Se pretende obtener información que permita predecir el efecto del tiempo y la temperatura que conlleva a la maduración del tubérculo.

La investigación se realizó en un laboratorio, con condiciones adecuadas para analizar las variables de estudio, específicamente en el laboratorio de la Unidad Operativa de Investigación y tecnología de Alimentos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Donde luego se procedió al procesamiento de los datos para llegar a obtener resultados interpretables, mediante la aplicación de métodos estadísticos apropiados.

3.2 Nivel o tipo de investigación

Investigación Exploratoria: Implica reconocer, registrar, o averiguar con diligencia una cosa o un lugar.

Por lo tanto, de manera específica en el presente proyecto se desea medir el grado de madurez de las ocas, a que temperatura y tiempo afectan las características físico-químicas y sensoriales de la oca. Entonces, el presente estudio puede considerarse de tipo correlacional.

Investigación Explicativa: Permite un análisis profundo de las causas del problema en donde se puede identificar las posibles soluciones e implementar estrategias necesarias.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población lo constituyen los tubérculos andinos denominados las ocas (*oxalis tuberosa*).

3.3.2. Muestra:

Para el estudio se utilizaron muestras de ocas (*Oxalis tuberosa*) variedad amarilla, obtenidos en diversas parcelas agrícolas.

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

De acuerdo al problema de investigación, se aplica un diseño factorial 4*3, para evaluar el efecto del tiempo (Factor A) y la temperatura (Factor B) en la maduración de la oca (*Oxalis tuberosa*). En términos generales, si **a** es el número de niveles del factor **A**, y **b** el número de niveles del factor **B**, en el experimento se requerirán **a*b** tratamientos por replicación. [Saltos H., 1993]

El modelo matemático apropiado al presente estudio es:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + R_k + E_{ijk}$$

Donde:

μ = efecto global

A_i = efecto i-ésimo nivel del factor A; $i=1, \dots, 4$, es decir del tiempo de maduración.

B_j = efecto j-ésimo nivel del factor B; $j=1, \dots, 3$, es decir de la temperatura de maduración.

$(AB)_{ij}$ = efecto de la interacción entre los factores tiempo y temperatura.

R_k = efecto de las replicaciones, $K=1, \dots,$

E_{ijk} = residuo o error experimental

Los tratamientos experimentales son la combinación de los niveles de los factores indicados es decir:

Factores o variables de estudio		Niveles
(A)	Tiempo	$a_0=3$ días $a_1=4$ días $a_2=5$ días $a_3=6$ días

(B) Temperatura $b_0=35\text{ }^{\circ}\text{C}$ $b_1=42\text{ }^{\circ}\text{C}$ $b_2=50\text{ }^{\circ}\text{C}$

Consecuentemente se procesaron 12 tratamientos con dos réplicas, con lo que se tiene un total de 24 determinaciones. Nótese que la ejecución en cada replica es aleatoria y que las ocas tratadas serán sometidas a varios análisis físico-químico y microbiológico.

El análisis de varianza correspondiente al diseño experimental permite determinar el mejor tratamiento. Además las ocas sin ningún tratamiento consideradas como control y ocas provenientes del mejor tratamiento se evaluarán mediante análisis proximal.

3.5. Operacionalización de variables

3.5.1. Variable Independiente: Inadecuada aplicación de tiempos y temperaturas de maduración.

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Se conceptualiza como: Parámetros físicos asociados al desconocimiento de la tecnología apropiada de maduración, ocasionando daños físicos y sensoriales durante su proceso por la mala aplicación de tiempo y temperatura.	Tiempos (días). Temperaturas ($^{\circ}\text{C}$).	$a_0=3$ día $a_1=4$ día $a_2=5$ día $a_3=6$ día $b_0=35\text{ }^{\circ}\text{C}$ $b_1=42\text{ }^{\circ}\text{C}$ $b_2=50\text{ }^{\circ}\text{C}$	¿Cuál sería la mejor combinación de tiempo y temperatura para una adecuada maduración de la oca (<i>Oxalis tuberosa</i>)? ¿Será éste el mejor método?	Visual Balanza infraroja pH (pH-metro) Norma INEN 389 Sólidos solubles (Brixómetro) Norma INEN 380. Acidez titulable. Norma INEN 381.

Elaborado por: Javier Palate, 2012.

3.5.2. Variable Dependiente: Cambios en las características físico-químicas y sensoriales.

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Se conceptualiza como:</p> <p>La maduración es una de las etapas fundamentales en los frutos y tubérculos se caracteriza por ser un período de diferenciación de tejidos, acompañado de la síntesis y acción de ciertos enzimas responsables de los cambios de los constituyentes químicos y de las propiedades físicas y organolépticas de los mismos.</p>	<p>Físicos-Químicos</p> <p>Sensoriales</p>	<p>Sólidos Solubles (°Brix)</p> <p>pH</p> <p>Humedad</p> <p>Acidez</p> <p>Pérdida de peso</p> <p>Color</p> <p>Aroma</p> <p>Sabor</p> <p>Textura</p> <p>Aceptabilidad</p>	<p>¿Los cambios físico-químicos son adecuados en la maduración?</p> <p>¿Permite evaluar la maduración de la oca estos aspectos sensoriales?</p>	<p>Métodos de análisis de la AOAC</p> <p>Análisis sensorial por Anzaldúa Morales</p>

Elaborado por: Javier Palate, 2012.

3.7. Plan de recolección de información

Los datos corresponderán a las determinaciones de sólidos solubles (°Brix), pH, acidez titulable, humedad y pérdida de peso. El trabajo se lo realizó en los Laboratorios de la Unidad Operativa de Investigación y Tecnología de Alimentos (UOITA) de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos-Universidad Técnica de Ambato.

Nótese que las respuestas experimentales son consecuencia de la aplicación de un diseño factorial 4*3 es decir en 12 tratamientos que resultan de la combinación de tiempo y temperatura.

Para determinar el mejor tratamiento se utiliza el análisis sensorial aplicado a los 12 tratamientos, con un panel de 25 catadores no entrenados (consumidores frecuentes), los cuales evaluaron al producto registrando su apreciación en cuanto a: color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad en la hoja de catación. Se evaluó la calidad microbiológica en lo referente a microorganismos aerobios mesófilos, mohos y levaduras, y coliformes totales mediante recuento en placa. También se realizó el análisis proximal de las ocas maduras del mejor tratamiento.

3.8. Plan de procesamiento de la información

La información recolectada fue tabulada en hoja electrónica Excel. Además se utilizó Word para los textos. En Excel también se procesó los datos mediante las herramientas estadísticas pertinentes; y en Visio se realizaron los diagramas de flujo de los procesos de elaboración del producto. Para verificar la hipótesis se utilizó el programa estadístico STATGRAPHICS PLUS 4.0.

Las conclusiones son determinadas mediante Análisis de Varianza (ANOVA) a un nivel de significancia del 5 %. El mejor tratamiento se determinó aplicando la prueba de Comparación Múltiple de Tukey para los efectos significativamente diferentes. Para realizar la evaluación sensorial se empleó un diseño experimental de bloques completos, determinando si existe diferencia significativa entre los tratamientos a un nivel de confianza del 95%.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En la Tabla A-1 (Anexo A) se presenta el detalle del diseño experimental y simbología utilizada en este capítulo, para describir a los distintos tratamientos aplicados para la maduración de la oca. Por otro lado, los resultados de los análisis físico-químicos realizados en las ocas: sólidos solubles (°Brix), pH, humedad, acidez, sólidos totales, pérdida de peso, daños físicos; así como las respuestas de los catadores correspondiente al análisis sensorial de la oca madurada se encuentran en el Anexo A; mientras que los respectivos análisis estadísticos en el Anexo C. La información obtenida sobre la calidad microbiológica y nutritiva de la oca madurada se halla en el anexo D. Además se presenta un análisis económico de la tecnología encontrada para la industrialización de la oca madurada.

4.1.1. Análisis Físico Químicos

A continuación se describen los resultados de cada uno de los análisis físico-químicos efectuados en los tratamientos experimentales correspondientes a la combinación de diferentes tiempos y temperaturas.

Aquellos se refieren a determinaciones de sólidos solubles (°Brix), pH, humedad, acidez, sólidos totales, pérdida de peso y daños físicos de cada tratamiento pudiéndose observarse los datos en las tablas A-1 hasta A-7.

4.1.1.1. Sólidos Solubles (°Brix)

Los sólidos solubles tienen como componente mayoritario al azúcar, por lo cual son usados como criterio para establecer normas de maduración de algunas frutas y tubérculos, pues su calidad comestible suele estar mejor correlacionada con los sólidos solubles. **[Wills R y col, 1977]**. En la tabla A-2 y gráfico B-1, puede apreciarse que la tendencia de los valores de sólidos solubles (°Brix) es ascendente, lo que refleja una relación directamente proporcional, mientras transcurre el tiempo de maduración aumenta el contenido de sólidos solubles. Obsérvese por ejemplo que el valor de sólidos solubles en ocas en estado fresco se obtuvo un promedio de 3,80 mientras que las ocas que fueron sometidos a tratamientos a 35 °C – 6 días (a₃b₀) de maduración se obtuvo un promedio de 11,42 ° Brix. En consecuencia a esta temperatura y tiempo de tratamiento de las ocas maduras, se ha beneficiado mejor su calidad.

Al comparar estos valores con aquellos correspondientes a las ocas frescas, esto es las ocas maduras sin ningún tratamiento en estado fresco muestra (°Brix promedio igual a 3,80) podemos decir que en todos los tratamientos experimentales influye directamente en el aumento en su contenido de sólidos solubles de la oca.

Los tubérculos andinos no requieren de ningún procesamiento, previo para su utilización, salvo la oca que debe ser madurada para que los almidones se transformen en azúcares, sean más dulces y tengan mejor sabor. **[Tapia C, 2004]**. En general, el porcentaje de azúcares totales se incrementa a medida que transcurre el tiempo de exposición de los

tubérculos al calor, debido a la eliminación de agua y la transformación del almidón en azúcares.

En este trabajo, los valores de azúcares totales obtenidos experimentalmente fluctuaron entre 1 %, 13 % y 4,96 % (BH) y son similares a los reportados por Eugenio y Rivera (1996) **Víctor H. Barrera, César G. Tapia y Alvaro R. Monteros, 2003**. En consecuencia los mejores tratamientos resultaron ser las combinaciones: 35°C- 6 días y 50°C – 6 días respectivamente con valores 11,42 ° Brix y 12,50 ° Brix respectivamente.

En la Tabla C-1, del anexo C, se reporta el análisis de varianza para sólidos solubles. Nótese que no hay efecto combinado estructural ($\alpha=0,05$) para el binomio (tiempo y temperatura) sin embargo para el factor A: tiempo presentan un efecto estadísticamente significativo ($\alpha=0,05$). En el Gráfico B-1, del anexo B, se aprecian los cambios de °Brix en el tiempo.

La prueba de diferencia mínima significativa de Tukey aplicado al factor citado. Puede observarse en la misma tabla C-1, no existe grupo homogéneos para el tiempo, es decir, que cada tiempo produce un efecto diferente. Es claro que madurando durante 6 días a 35 °C, se obtiene mejores resultados.

Lo anterior demuestra que se aprueba la hipótesis que afirma que a mayor temperatura y mientras transcurre el tiempo los sólidos solubles en las ocas se incrementan proporcionalmente.

4.1.1.2 pH

El pH es un buen indicador del estado general del producto ya que tiene influencia en múltiples procesos de alteración y estabilidad de los alimentos, así como en la proliferación de microorganismos. **[Lucero, O. 2005]**. En la tabla A-3 y gráfico B-2, se observan los valores de pH, pudiendo

apreciarse que en las ocas frescas el pH es igual a 4.80. En cambio, las ocas sometidas a maduración presentan valores que tienden a subir con el tiempo. En el caso concreto de 3 días los pH han sido 4,95 a 35 °C, 4.96 a 42 °C y 5.68 a 50 °C.

El pH indica la concentración de iones hidrógeno en una disolución, el término se define como el logaritmo de la concentración de iones hidrógeno, H⁺, donde [H⁺] es la concentración de iones hidrógeno en moles por litro, se trata de una medida de la acidez de la disolución, también tiene influencia en múltiples procesos de alteración y estabilidad de los alimentos, asimismo en la proliferación de los microorganismos. **[Cajamarca E. 2010]**. Así, valores de pH bajos indican que la oca es menos propensa al desarrollo y ataque de microorganismos no deseables, mientras que cuando el valor de pH es alto es más propensa al desarrollo y ataque de microorganismos no deseables. **[Cajamarca E. 2010]**. En consecuencia las ocas maduras a 35 °C tendrán un menor ataque microbiológico.

El análisis de varianza para esta variable se presenta en la Tabla C-2, en la que se aprecia que solo el factor B: temperatura, se obtiene un efecto estadísticamente significativo sobre el pH, con un 95,0 % de nivel de confianza. En la misma tabla se aprecia la prueba de diferencia mínima significativa de Tukey para el factor B: temperatura, pudiéndose observar un rango homogéneo conformado por los niveles 35°C y 42°C y diferenciando del nivel a 50 °C siendo que en dicho nivel se obtuvieron valores de pH más altos de todas las combinaciones realizadas.

4.1.1.3. Humedad

El contenido de humedad es variable entre los tubérculos, sometidos al proceso de maduración pues hay dependencia de la naturaleza del tubérculo y el tipo de tratamiento para el endulzado. **[Soto, L. 2000]**. Obsérvese en la tabla A-4 y gráfico B-3, donde se expresan los valores de la

humedad de las ocas luego de haber sido tratadas. Se aprecia que el porcentaje de humedad en ocas fresca es de 77,40 %, mientras que en los tratamientos, 35°C- 6 días presenta un valor de 66,70 %; 42°C-6 días presenta un valor de 64,85 %; y, 50°C – 6 días un valor de 62,14 %.

Esto permite concluir que el tubérculo no experimenta una considerable pérdida de humedad en las fases de endulzamiento, lo que le permite mantener una buena apariencia al final del proceso. **[Barrera V, Tapia C y Monteros A, 2004]**. En este trabajo se considera que las ocas sometidas a temperatura igual a 35°C serán los mejores pues mantiene una buena apariencia en relación a las ocas maduradas a altas temperaturas.

En la Tabla C-3, se presenta el análisis de varianza para la humedad expresado en porcentaje. Nótese que hay un efecto estadísticamente significativo ($\alpha < 0,05$) el factor A: tiempo y factor B: temperatura; pero no existe efecto significativo para la interacción tiempo-temperatura.

Dicha tabla también permite apreciar las pruebas de diferencia mínima significativa de Tukey para tales factores. Al respecto se observan que no existen grupos homogéneos para el tiempo, lo que deduce que todos los rangos de tiempo difieren entre sí. En consecuencia se puede concluir que a mayor tiempo transcurrido, independientemente de la temperatura del tratamiento térmico, menor es la humedad.

Para el efecto de la temperatura, en cambio se observa un rango homogéneo en las temperaturas de 35 °C y 42°C, que difieren del 50 °C. Ello permite concluir que a una temperatura de 35°C y 6 días se logra un buen porcentaje de humedad de 66,70 % y buena maduración en la oca.

4.1.1.4 Sólidos Totales

Los contenidos de azúcares totales se incrementan a medida que transcurre el tiempo de exposición de los tubérculos al calor, debido a la eliminación de agua y a la transformación de almidón en azúcares. **[Soto, L. 2000]**. En la tabla A-5 y gráfico B-4, se aprecian los valores de sólidos totales para cada uno de los tratamientos. Nótese que en la oca fresca es 22,63%, mientras que una vez sometidas las ocas a diferentes tratamientos de tiempo y temperatura, el contenido de sólidos totales se incrementa a medida que el almidón se transforma en azúcar. Por ejemplo a 35°C- 6 días alcanza un valor de 33,30 % de sólidos totales y a 50°C – 6 días su valor es 37,60 %.

Esta fluctuación en los diferentes tratamientos de maduración guarda una estrecha relación con la variación en el contenido de humedad y las reacciones bioquímicas que tiene lugar en el interior del tubérculo.

Durante la maduración, entonces, el porcentaje de azúcares totales se incrementa, debido a la eliminación de agua y la transformación del almidón en azúcares. Los azúcares son solubles en agua y mientras progresa la maduración estos son arrastrados hacia el exterior del tubérculo donde se concentran y terminan por cristalizar. **[Cajamarca E. 2010]**

El análisis de varianza respectivo se muestra en la Tabla C-4, en la cual apreciamos que el factor A: tiempo y factor B: temperatura poseen un efecto estadísticamente significativo ($\alpha = 0,05$), sobre el contenido de sólidos totales en la oca madura y que no existe efecto significativo para la interacción tiempo – temperatura.

Las pruebas de diferencia mínima significativa de Tukey para ambos factores permiten conocer que no existen rangos homogéneos para el tiempo; y dos rangos homogéneos para la temperatura. Se ha considerado

como el mejor tratamiento la combinación 35°C y 6 días, que arroja en promedio un valor de 33,30%.

4.1.1.5 Acidez

La concentración de acidez está altamente relacionada con el grado de madurez del tubérculo y con el contenido de azúcares totales. **[Soto, L. 2000]**. La reducción de ácido oxálico da lugar a una oca de sabor dulce. **[Cajamarca E. 2010]**. Obsérvese en la tabla A-6 y el gráfico B-5, donde se expresan los valores de acidez expresados en ácido oxálico, para los tratamientos. Nótese que en la oca fresca es de 0.57 (mg./10 gr. ác. oxálico), mientras que en las ocas sometidas a maduración la acidez disminuye, por el endulzamiento producido en los tubérculos. Por ejemplo a 35°C-3 días obtiene un promedio de 0,51 (mg. /10 gr. ác. oxálico) y a 35°C – 6 días un valor promedio de 0,42 (mg. /10 gr. ác. oxálico), evidenciando notablemente el descenso de acidez de la oca en todo los tratamientos.

Mediante la maduración, se disminuye el contenido de ácido oxálico dando lugar a tubérculos con cambio de coloración de blanco amarillento a amarillo oscuro, de sabor dulce y agradable al paladar del consumidor **[Hodge, 1946]**. Además, durante la maduración, el ácido oxálico es respirado y convertido en azúcar; que es una reserva energética más del tubérculo. **[Wills R y col, 1984]**

En la Tabla C-5, se muestra el análisis de varianza para la acidez. Nótese que existe efecto significativo ($\alpha=0,05$), del factor A: tiempo, sobre la acidez de la oca; pero no existe efectos significativos para el factor B: temperatura y la interacción tiempo-temperatura. La prueba de diferencia mínima de Tukey para el efecto del tiempo, permite conocer tres rangos homogéneos deduciendo que todos los rangos de tiempo difieren entre sí.

En consecuencia, se puede concluir que a mayor tiempo transcurrido, independientemente de la temperatura, menor es la concentración de ácido oxálico.

4.1.1.6 Pérdida de Peso

El porcentaje de pérdida de peso se incrementa en función del tiempo transcurrido y de acuerdo al tratamiento utilizado para el endulzamiento de la oca [**Soto, L. 2000**]. En la tabla A-7 y el gráfico B-6, se observan los valores de sólidos secos, pudiéndose apreciarse que en las ocas fresca no existe pérdida de peso, mientras que en las ocas sometidas a maduración presenta valores que se incrementan al transcurrir el tiempo de maduración. Por ejemplo a 35°C – 3 días presenta un valor de 3,27 %, a 35 °C – 6 días alcanza un valor de 14,63%.

Para el efecto, conviene destacar que conforme el tratamiento es más severo, la pérdida de peso es evidente. En la Tabla C-6, se muestra el análisis de varianza para porcentaje de pérdida de sólidos secos, determinándose un efecto estadísticamente significativo ($\alpha = 0,05$) sobre el factor A: tiempo y el factor B: temperatura; pero no existe efecto significativo para la interacción tiempo-temperatura.

La misma tabla también permite apreciar las pruebas de diferencia mínima de Tukey para ambos factores. Al respecto se observan que todos los rangos para el tiempo y temperatura difieren entre si, en consecuencia se puede concluir que a mayor tiempo y temperatura transcurrido, se obtiene mayor pérdida de peso de la oca.

4.1.2. EVALUACIÓN VISUAL DE DAÑOS FÍSICOS

Es la descripción visual de daños ocasionados por causas fisiológicas, físicas, mecánicas y otros cambios de tipo bioquímico (respiración y

transpiración). [Galvis, J. 1995]. Los productores se preocupan que sus productos tengan una buena apariencia y pocos defectos visuales.

El factor apariencia es el atributo de calidad más importante. Muchos defectos también pueden influir en la calidad de la apariencia de los tubérculos, entre los que tenemos: defectos morfológicos como la brotación y germinación. Los defectos físicos incluyen la deshidratación y el marchitamiento; daños mecánicos tales como perforaciones, cortes, rajaduras y deterioro de la piel, etc.

La evaluación de daños físicos se realizó mediante la utilización de una escala numérica, donde se describe el grado de daño y el porcentaje de de ocas dañadas. (FAO, 1989)

Grado	Porcentaje (%) de ocas dañadas
0: Sano	1 - 3
1: Leve	4 - 6
2: Moderado	6 - 8
3: Severo	9 – 10

En la Tabla A-8, del anexo A, se describen los daños físicos producidos tanto en las ocas maduras sin tratamiento, como en las ocas sometidas a procesos de maduración. Obsérvese en el Gráfico B-7, la oca fresca a seis días de almacenamiento presenta un grado de deterioro de 2.5 %, mientras que las ocas sometidas a tiempos y temperaturas diferentes presentan daños físicos levemente altos debido a la acción de la temperatura en su tratamiento. Por ejemplo a 6 días – 50 °C (a₃b₂) es 7 % es decir, presenta un daño moderado; 6 días-35 °C es 5,5%, lo indica que el daño producido en las ocas es leve, por lo que se concluye a mayor tiempo y temperatura el porcentaje de daños físicos es mayor los tubérculos, mientras mayor es el grado de deterioro el tubérculo se vuelve arrugado, de cáscara dura y oscura, y pierde apariencia y calidad final.

Es importante mencionar que las ocas frescas también se evaluaron por seis días y presentan menores daños físicos debido a una maduración incompleta por lo tanto sus características comestibles no son las adecuadas.

Los tubérculos de oca, al igual que otros tejidos vegetales, permanecen vivos después de la cosecha, y muestran todas las características propias de la vida vegetal, como la respiración, la transpiración, la síntesis y la degradación de metabólicos. Durante la cosecha, son separados de sus fuentes naturales de agua, nutrientes, minerales y orgánicas, pero continúan viviendo. Este estado termina con el envejecimiento y la muerte de los tejidos, lo cual depende de muchos factores. **[Barrera V, Tapia C y Monteros A, 2004]**

4.1.3. ANÁLISIS SENSORIAL DE LAS OCAS MADURADAS

Se denomina análisis organoléptico al conjunto de técnicas de medida y evaluación de determinadas propiedades de los alimentos receptadas por uno o más de los sentidos humanos. **[Saltos H. A., 2010]** En la tabla A-9, se detalla los resultados de las respuestas sensoriales: color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad correspondientes a los 12 tratamientos y con 2 réplicas, deduciendo que los mejores tratamientos resultaron ser: 6 días - 35 °C (a_3b_0) y 6 días - 50°C (a_3b_2). El tratamiento 6 días -50 °C (a_3b_2) se desprecia debido a la existencia de daños físicos lo que produce una mala apariencia y firmeza en la oca.

La comparación sensorial realizada fue con ocas maduras provenientes del mejor tratamiento (a_3b_0).

En la tabla A-15 se describe el análisis sensorial de la oca madurada sin tratamiento y la oca madurada del mejor tratamiento (a_3b_0) que resulta de las respuestas sensoriales presentados en la tabla A-10 a tabla A-14 del

Anexo A, incluidos las tablas de análisis de varianza ANOVA con sus pruebas de Tukey en el caso de existir diferencia mínima significativa a un nivel de confianza del 95 % (Tabla C-7 a Tabla C-11 del Anexo C),

En la Tabla A-15, se establece los resultados sobre 5 puntos para los atributos: color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad, en oca madurada sin tratamiento y oca del mejor tratamiento (a_3b_0), encontrándose que para los atributos color y textura existen diferencia significativa al nivel $P \leq 0,05$ a través del análisis estadístico ANOVA, concluyendo que la muestra a_3b_0 del mejor tratamiento presentan mejores atributos sensoriales.

El gráfico B-9, se describe claramente la diferencia existente en los atributos sensoriales de la oca madurada sin tratamiento y oca con tratamiento (a_3b_0) hallándose que para los atributos color y textura existen diferencia significativa, comprobando con la prueba de Tukey a un nivel de significancia ($P < 0,05$).

4.1.3.1. Color

La importancia del color de un alimento es muy grande, ya que se le considera no solo como índice de calidad sino también concede carácter distintivo a los alimentos a los cuales está habituado el consumidor, haciendo decoro a la frase “cada día se come más con los ojos” [**Saltos H. A., 2010**]

En la tabla A-15 del Anexo A, obsérvese que para el atributo color los catadores calificaron ocas provenientes del mejor tratamiento (a_3b_0), un valor promedio de 3,26 puntos, para ocas maduras sin tratamiento es decir 3/5 puntos presentando un color ni amarillo ni crema y 3,56 puntos para ocas tratadas a 35 °C por 6 días es decir 4/5 puntos indicando un color crema siendo colores muy apreciado por el consumidor.

La aplicación de tiempo y temperatura, cambia las características de la superficie de los alimentos y por tanto su color y reflectancia. Los cambios químicos experimentados por los pigmentos derivados, el caroteno y la clorofila, están producidos por el calor y la oxidación que tiene lugar durante la deshidratación. Por lo general, tanto más largo es el proceso de endulzamiento y más elevada la temperatura, mayores son las pérdidas de estos pigmentos. Por otra parte, la oxidación y la actividad enzimática residual favorecen el desarrollo del empardeamiento durante su almacenamiento. **[FAO, 1989]**

El análisis de varianza para el color de la oca madurada se describe en la Tabla C-7 obsérvese que los tratamientos presentan un efecto estadísticamente significativo ($\alpha < 0,05$) sobre el color de la oca madurada del mejor tratamiento, para su efecto en la misma tabla, se detalla la prueba de comparación múltiple de Tukey para tratamientos observándose diferencias lo que se debe a los factores ambientales las cuales fueron endulzadas las ocas sin tratamiento.

4.1.3.2. Aroma

El aroma es el principal componente del sabor de los alimentos, consiste en la percepción de las sustancias olorosas y aromáticas de un alimento después de haberse puesto en la boca.

En la tabla A-15 del Anexo A, se describe los valores con los cuales los catadores calificaron el aroma de la oca provenientes del mejor tratamiento (a_3b_0), los valores promedio son: 3,50 puntos para las ocas maduradas sin tratamiento y 3,76 puntos para ocas tratadas a 35 °C por 6 días equivalente a 4/5 puntos presentando la oca un buen aroma muy apetecible por el consumidor.

El calor no solo provoca el paso del agua a vapor durante el endulzamiento, sino también la pérdida de algunos componentes volátiles del alimento. La intensidad con la que esta pérdida se produce depende de las temperaturas y de las concentraciones de sólidos en el alimento, así como en la presión de vapor de las sustancias volátiles y su solubilidad en el vapor de agua. Un adecuado control de las condiciones de deshidratación en las primeras fases del proceso, permite reducir al mínimo estas pérdidas. **[FAO, 1989]**

4.1.3.3. Sabor

El gusto o sabor básico de un alimento puede ser ácido, dulce, salado, amargo, o bien puede haber una combinación de dos o más de estos. Esta propiedad es detectada por la lengua y a membrana bucal y se refiere, estrictamente hablando, solamente a la sensación agria, salada, dulce y amarga.

En la tabla A-15 del Anexo A, se observa los valores con los cuales los catadores calificaron el sabor de la oca resultantes del mejor tratamiento, los valores promedio son: 3,56 puntos para las ocas maduras sin tratamiento es decir 4/5 puntos presentando un sabor dulce y 3,62 puntos para ocas tratadas a 35 °C por 6 días es decir 4/5 puntos dando lugar a un sabor dulce, siendo este un atributo muy importante para lograr la aceptabilidad por parte del consumidor. La contribución más importante al sabor es el tiempo de endulzamiento que se somete a las oca, dando lugar a la transformación de los carbohidratos en azúcares.

4.1.3.4. Textura

La textura representa el grado de elasticidad o blandura de un alimento se determina por el sentido del tacto. La textura no puede ser percibida si el

alimento no ha sido deformado; es decir, por medio del tacto podemos decir, por ejemplo si el alimento está duro o blando al hacer presión sobre él.

En la tabla A-15 del Anexo A, se describen los valores para el atributo textura, la oca del mejor tratamiento (a_3b_0) presenta un valor promedio de 3,78 puntos equivalente a 3/5 puntos es decir una textura ni dura/ ni blanda es decir que mediante la aplicación de tiempo y temperatura se ha logrado mantener la textura de la oca, pues lasocas sin tratamiento presentan un valor promedio de 3,44 dando lugar a un puntaje de 4/5 punto es decir una textura blanda, esto debido a que las condiciones de maduración inadecuadas alteran las características físicas y sensoriales en especial la textura.

La principal causa de alteración de la calidad de los alimentos madurados por estos sistemas reside en las modificaciones que estos provocan en su textura. En los alimentos adecuadamente escaldados las pérdidas de texturas están provocadas por la gelatinización del almidón, la cristalización de la celulosa y por tensiones internas provocadas por variaciones localizadas en el contenido en agua durante la maduración.

La temperatura y la velocidad de maduración ejercen un efecto determinante sobre la textura de los alimentos. Por lo general, las velocidades de maduración rápidas y las temperaturas más elevadas provocan mayores cambios, que velocidades de maduración más lentas y temperaturas más bajas.

4.1.3.5. Aceptabilidad

Es una medida global de calidad de un alimento, permite saber si el producto es aceptable por el consumidor. En la tabla A-15 del Anexo A, se hallan los valores que calificaron la aceptabilidad de la oca así para oca proveniente del mejor tratamiento (a_3b_0) presenta un valor promedio de 3,74

puntos y para ocas sin tratamiento muestra un valor promedio de 3,64 puntos equivalente a 4/5 puntos es decir que agrada al consumidor.

Considerando que un bajo porcentaje de la población ha tenido la oportunidad de probarla se considera prioritario la promoción de este producto y la facilidad de conseguirla ya lista para consumirla. **[Barrera V, Tapia C y Monteros A, 2003]**

4.1.4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

En la Tabla D-1, se observa el crecimiento microbiano de aerobios mesófilos, coliformes y hongos (mohos y levaduras).

El examen microbiológico de alimentos comprende la investigación de especies, familias y grupos de microorganismos cuya presencia refleja las buenas condiciones higiénicas y sanitarias del producto sean naturales, elaborados en la industria, o artesanalmente o sea que se trate de otros productos.

Al aplicar pruebas diferentes se obtienen una información que permite: conocer las fuentes de contaminación del producto que se realiza, evaluando normas de higiene utilizadas en la elaboración y manipulación del producto, detectar la posible presencia de patógenos que supongan un riesgo para la salud del consumidor, establecer cuando se producen alteraciones en los distintos alimentos, con la finalidad de delimitar su periodo de conservación.

Precisamente uno de los objetivos más importantes de la Microbiología de alimentos es detectar la presencia de flora patógena para evitar riesgos en la salud del consumidor. **[Gallegos, J. 1996]**

4.1.4.1 Bacterias

En lo que respecta al recuento total de bacterias mesófilos, en la tabla D-1 del Anexo D, se observa los valores obtenidos expresados en UFC/gr de oca. Como se puede notar en oca madurada bajo el sol es 2168 ufc/g de oca madurada sin tratamiento y para la oca sometido a tratamientos (a_3b_0) es 400 ufc/gr de oca, indicando que la temperatura y tiempo aplicado a la oca durante la maduración disminuye el crecimiento microbiano.

4.1.4.2 Coliformes

Los coliformes se consideran microorganismos indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua. En la tabla D-1, se observa ausencia de coliformes en ambasocas, lo que indica que el agua usada para procesos de lavado de la oca es bacteriológicamente segura.

4.1.4.3 Mohos y Levaduras

La contaminación de mohos y levaduras en oca madurada sin tratamiento es 507 ufc/g de oca y para oca con tratamientos (a_3b_0) es 109 ufc/gr de oca, lo que conlleva a concluir que el tiempo y temperatura de maduración de la oca permiten bajar los niveles de contaminación de la oca.

4.1.4.4 ANÁLISIS PROXIMAL

Se entiende por análisis Básico (Proximal), la determinación conjunta de un grupo de sustancias emparentadas, comprende la determinación del contenido de agua, proteína, grasa (extracto etéreo), ceniza y fibra. **[Lucero, O. 2005.]**

En la Tabla D-3, se describe el análisis proximal de lasocas maduradas del mejor tratamiento (a_3b_0) de sus componentes principales

como: cenizas, fibra, proteína, grasa carbohidratos y la energía calórica producida por cada 100 gramos de ocas maduras.

4.1.4.4 .1 Humedad

El contenido de humedad de los alimentos es de gran importancia por muchas razones científicas, ciencias y económicas, pero su determinación precisa es muy difícil. El agua se encuentra en los alimentos esencialmente en dos formas, como agua enlazada y como agua disponible o libre, el agua enlazada incluye moléculas de agua unidas en forma química, o a través de puentes de hidrogeno o grupos iónicos o polares, mientras que el agua libre es la que no está físicamente unida a la matriz del alimento y se puede congelar o perder con facilidad por evaporación o secado. **[Lucero, O.2005.]**

De los valores reportados de humedad se observa que la humedad de las ocas endulzada sin tratamiento es de 66.9% mientras que el contenido de humedad de las ocas del mejor tratamiento (a_3b_0) es 68.3%, a esta humedad la madurez de la oca es adecuada, pues presenta una apariencia fresca, y menores daños físicos los mismos que se deben a la pérdida de humedad bajo factores ambientales adecuados.

4.1.4.4.2 Ceniza

Es el contenido de minerales como: potasio, fosforo, magnesio, calcio que se encuentran presentes en la oca (*oxalis tuberosa*) permitiendo determinar la calidad comercial de la misma. **[INEN, 1979]**

En cuanto al contenido de ceniza en ocas endulzada sin tratamiento es 1.1 % y para las ocas maduras en el mejor tratamiento (a_3b_0) es 1.10 %, es decir que las ocas endulzadas con diferentes métodos de maduración aportan con un contenido de elementos inorgánicos como fosforo, hierro, calcio, no muy elevado, pero que al combinarlo con otros alimentos

enriquecidos con dichos elementos inorgánicos aportarían lo necesario y requerido por el ser humano.

4.1.4.4 .3 Fibra

La fibra cruda o bruta representa la parte fibrosa e indigerible de los alimentos vegetales químicamente está constituida por compuestos poliméricos fibrosos (celulosa, hemicelulosa, pectinas, mucilagos) y no carbohidratados (lignina, polímero del fenilpropano). Además, la fibra contribuye a la textura rígida, dura y a la sensación de fibrosidad de los alimentos vegetales. **[Lucero, O. 2005.]**

Las ocas endulzada sin tratamiento presentan un porcentaje de fibra del 1.0 % y para las ocas maduras del mejor tratamiento (a_3b_0) es 1.20 %, las ocas, en general los tubérculos se consideran que no son fuente de fibra establecido por el CODEX Alimentarius debido a su naturaleza ya que ésta se concentra en su cáscara,

4.1.4.4 .4 Proteína

La calidad de la proteína depende de su contenido de aminoácidos esenciales. La FAO señala que una proteína es biológicamente completa cuando contiene todos los aminoácidos esenciales en una cantidad igual o superior a lo establecido para cada aminoácido en una proteína de referencia o patrón. Tradicionalmente se utilizaba como patrón de aminoácidos, las proteínas de la leche o del huevo; actualmente, el patrón de aminoácidos recomendado para evaluar la calidad biológica de las proteínas para todas las edades excepto los menores de un año, se basa en los requerimientos de aminoácidos del preescolar **[FAO, 1985].**

El contenido de proteína en ocas endulzada sin tratamiento es 1.1 % y para las ocas maduras del mejor tratamiento (a_3b_0) es 1.30 %, el valor

proteico de un alimento corresponde a su capacidad para satisfacer las necesidades del consumidor en nitrógeno y aminoácidos y asegurar así un crecimiento y mantenimiento convenientes.

4.1.4.4 .5 Grasa

La grasa proporciona energía y es la principal reserva energética del organismo. Es fuente de ácidos grasos esenciales, transporte de combustible metabólico y disolvente de algunas vitaminas. Influyen en la absorción de las proteínas y en la calidad de las grasas que se depositan en el cuerpo y de los productos grasos que se obtienen. **[Lucero, O. 2005.]**

El contenido de grasa o extracto etéreo en ocas endulzada sin tratamientos es 0.1 % y para las ocas maduras del mejor tratamiento (a₃b₀) es 0.167 %, pues sus valores son muy similares indicando que la ocas no son ricas en grasa por ende resulta muy saludable consumir este tipo de tubérculos.

4.1.4.4 .6 Carbohidratos Totales

Se identificó que los carbohidratos solubles, almidón y azúcares, presentan una distribución característica así, el almidón el principal componente dentro de los tubérculos.

El contenido de carbohidratos presentes en las ocas endulzada sin tratamientos es 30.8 % y para las ocas maduras del mejor tratamiento (a₃b₀) es 27.93 %, cuyos componentes principales son el almidón y los azúcares, distribuidos de manera particular. Estos componentes presentan importantes características como es la alta digestibilidad de los almidones (94±2,4 %), principalmente de la oca, zanahoria blanca, melloco, mashua y miso que supera al del almidón de la papa, pero es inferior a la digestibilidad del almidón del trigo.

Los tubérculos resultan ser buena fuente de nutrientes básicos como el almidón que es la principal fuente de energía y fundamental en la dieta del ser humano, el contenido de almidón dependerá del grado de madurez de la oca (*oxalis tuberosa*).

4.1.4.4 .7 Energía calórica

La energía calórica de un producto alimentario es resultante de su composición bioquímica y de la composición fisiológica de sus componentes orgánicos mayoritarios (carbohidratos, lípidos y proteínas), siendo una energía sumamente significativa para la dieta diaria del ser humano. El valor nutritivo, contribuyen a que los alimentos sean más apetecibles y de aspecto más agradable. **[Ordoñez y col., 1998]**

El aporte calórico de las ocas endulzadas y maduras, determinando que en 100 gramos de materia seca de ocas endulzadas, rinde un valor de 325 Kcal. y para las ocas maduras del mejor tratamiento aporta con 118,423 Kcal.

4.1.5. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROCESO DE MADURACIÓN DE LA OCA

Con el fin de conocer la factibilidad de implementar la tecnología del proceso de maduración de la oca (*oxalis tuberosa*), se propuso realizar un análisis económico de este proceso a escala de laboratorio. Los detalles del análisis económico sobre la tecnología para el proceso de maduración diario se encuentran en el ANEXO A-7 (Tabla A-16 a Tabla A-21)

El análisis económico se realizó en base al mejor tratamiento, es decir la oca madurada a 6 días- 35 °C (a₃b₀). A continuación se detalla el análisis de costos para este tratamiento sobre una base de 45 kg de oca.

Detalle del estudio económico realizado:

Ingresan: 45 kg de ocas

Se obtiene: 1000 tarrinas de 450 gramos y se venden a razón de 0,75 centavos.

El costo unitario de la tarina de 450 gramos es de 0,71 centavos, y en el mercado nacional no son de alto coste debido a que se encuentra ocas frescas o soleadas las mismas que presentan altos daños físicos. Existe una utilidad de 0,14 centavos por tarina y una utilidad total de 14,27 dólares diarios.

En definitiva la tecnología del proceso de maduración de la oca (*oxalis tuberosa*), es recomendable, pues es necesario señalar que este precio resulta de ensayos a escala de laboratorio, pues al contar con un volumen alto de materia prima los costos de producción disminuyen pero aumenta la utilidad, así es que esta tecnología permitirá recuperar el cultivo de oca y la disposición de tubérculos madurados listos para consumirlo, beneficiándose los pequeños agricultores y los consumidores.

4.1.6. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

En la Tabla C-12, se muestra con mayor detalle la verificación de hipótesis.

Para rechazar H_0 (Hipótesis nula) al 5% de significancia, la Razón de Varianza está sujeta a la siguiente regla de decisión: los valores de probabilidad deben ser menor que 0,05. O a su vez $F_{\text{calculado}} > F_{\text{tablas}}$.

La Tabla C-12., resume los valores de la probabilidad y F_{tablas} para cada respuesta experimental, a un nivel de confianza del 95%. En consecuencia, se destaca lo siguiente:

- (1) No se ha encontrado efecto combinado o de interacción estructural al 5% de significación para ninguna de las variables respuestas, esto es para sólidos solubles (brix), pH, humedad, sólidos totales, acidez y pérdida de peso.

- (2) Hay efecto significativo al 5% del tiempo y temperatura sobre sólidos solubles (brix), pH, humedad, sólidos totales, acidez y pérdida de peso.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El efecto la temperatura y el tiempo de maduración en las características físico-químicas y sensoriales de la oca son factores importantes que influyen directamente en el proceso de comercialización, por lo que resulta de mucho interés para los productores de oca de la región andina, conocer sobre el proceso de maduración que les permitirá obtener productos con una apariencia fresca utilizando una temperatura de 35°C, a esta temperatura presentan mínimos daños físicos y características físico-químicas, organolépticas adecuadas, reduciendo grandes pérdidas económicas en los agricultores.
- Se evaluaron las ocas en estado fresco comprobando que el contenido de humedad es de (77,40%) y acidez (0,57% ác. oxálico) son valores altos, con la aplicación del proceso de maduración su contenido de humedad (66,70%) y acidez (0,42% ác. oxálico) disminuyen a la temperatura de 35°C por 6 días por acción de la temperatura, mientras que los sólidos solubles se incrementan a (11,42 °Brix) por la transformación del almidón en azúcar dando un sabor dulce a agradable al producto.

- Se establecieron condiciones adecuadas de maduración en ocas modificando el tiempo y la temperatura (6 días 35°C) logrando de esta manera reducir el tiempo de maduración y disminuir el porcentaje de carga microbiana. El método es eficaz y seguro que garantiza una buena conservación del alimento (ocas maduras), evitando problemas sanitarios que podrían afectar al consumidor.
- Se estimó la aceptabilidad de las ocas maduras mediante la evaluación sensorial de atributos como: color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad. Permitiendo constatar que el grado de madurez si afecta en las propiedades físicas y químicas en las ocas maduras y en su aceptabilidad por parte del consumidor, deduciendo que el estado de maduración al sexto día es óptimo para el consumo.
- El estudio económico del proceso de maduración de las ocas, brindó una adecuada rentabilidad. En efecto el precio de 450 gramos de ocas maduras envasados en bandejas es \$ 0.71 mejorando la presentación y facilitando su venta. Con esta presentación se espera incrementar la demanda del producto.

Recomendaciones

- Con el fin de mejorar esta tecnología de maduración se sugiere realizar el estudio de tiempo de vida útil mediante tratamiento de pulsos de luz para mejorar su conservación, y analizar los cambios físico-químicos del producto final (ocas maduras).
- Se recomienda ampliar estudios de maduración en las diferentes variedades de ocas existentes en nuestro país evaluando características físico-químicas y sensoriales, con el fin de rescatar y diversificar el tubérculo.
- Buscar la aplicación a la oca madurada dentro de la elaboración de productos alimenticios o bebidas, con la finalidad de fomentar su industrialización.
- Para mejorar la imagen del producto se recomienda establecer parámetros de calidad comercial que permita ajustar la calidad e inocuidad del producto a niveles adecuados.
- Se recomienda utilizar luz ultravioleta de onda corta para disminuir el contenido de microorganismos presentes en la superficie de la oca previa a su conservación. Este método es de bajo costo y requiere tiempos mínimos de tratamiento de luz en la oca.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. Datos informativos

Título: “Estudio de tiempo de vida útil de oca madurada mediante tratamiento de pulsos de luz”

Institución Ejecutora: Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos (FCIAL) y Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UOITA).

Beneficiarios: Sector agrícola,

Ubicación: Ambato – Ecuador

Tiempo estimado para la ejecución: 6 meses

Inicio: octubre 2012.

Final: Abril 2013.

Equipo técnico responsable: Egdo. Javier Palate. e Ing. Mario Manjarez .

Costo: \$ 1365,00

6.2. Antecedentes de la propuesta

Estudios sobre el perfil del consumidor de productos hortofrutícolas en países desarrollados han puesto en evidencia que el sabor, aroma, madurez y apariencia son los atributos que más influye a la hora de tomar la decisión final de la compra de alimentos

Las ocas se cultivan en la sierra del Ecuador en menor grado con referencia a los mellocos, pues la cosecha es estacional y generalmente los precios son muy bajos. La industria de recolectar por más de cuatro meses para luego vender es poco frecuente por problemas de deshidratación y pudrición y especialmente por la infestación del gorgojo en la oca. Por otra parte la oca tiene un proceso de almacenamiento más difícil que la papa y puede resultar en 42 a 48% de pérdidas total y de entre 6,15 a 6,65 % de pérdidas por pudrición, siendo el principal factor microbiológico causante de la pudrición del genero *Rhizopus spp.* (Cortez, 1987) **[Fairlie T, Morales M y Holle M. 1999]**

La poca bibliografía existente está orientada a la descripción de sistemas tradicionales y ninguna a propuestas de sistemas que puedan reducir las pérdidas por almacenamiento. Se ha desarrollado este estudio determinando el tiempo y temperatura de 6 días 35 °C, adecuados para la maduración de la oca, la misma que presenta menos daños físicos con una apariencia de tubérculo fresco, pero es necesario el estudio de tiempo de vida útil mediante la tecnología de pulsos de luz para determinar su conservabilidad.

La aplicación de luz ultravioleta continua en alimentos sólidos como tubérculos conduce a la oxidación por ende a la modificación de las características organolépticas del producto, y además esto implica una alteración del alimento. De otro lado, cuando se aplica de forma pulsada, el

escaso tiempo de exposición limita el apareamiento de estas sustancias, lo que permite evitar este efecto secundario indeseable.

Tras el análisis de los alimentos tratados con pulsos de luz UV de elevada intensidad, no se detectan modificaciones químicas del producto, lo que indudablemente permite que el alimento sea estable durante más tiempo, al no manifestar cambios en sus características y mantener su calidad nutritiva. **[Rodríguez, J. 2004]**

El tratamiento con pulsos de luz (PL) de cuajadas comerciales de queso seco (cottage), inoculadas con *Pseudomonas*, con una densidad de energía de 16 J/cm^2 y una duración de pulso de 0,05 ms, redujo la población microbiana en 1,5 ciclos logarítmicos después de la aplicación de dos pulsos de luz. La temperatura en la superficie de la cuajada estaba cercana a la fuente de luz y aumentó 5°C (Dunn y col., 1991). Un panel de evaluación sensorial entrenado demostró que no se habían producido efectos en el sabor de los quesos tratados con PL. **[Fernández y col. 2001]**

Los pulsos de luz han sido muy efectivos en la eliminación de la contaminación microbiana de la superficie de cascaras de huevo. Se han conseguido hasta ocho ciclos logarítmicos de reducción, sin encontrar diferencias entre huevos comerciales y huevos crudostratados con 8 pulsos de luz de $0,5 \text{ J/cm}^2$. En la superficie de diferentes materiales de envasado un simple pulso de luz inactivo *S. aureus* con una cantidad de energía tan pequeña como $1,25 \text{ J/cm}^2$ mientras que esporas de *B. cereus* y *Apergillus* fueron inactivadas con una densidad de energía superior a 2 J/cm^2 (Barbosa-Cánovas y col., 1998). **[Fernández y col. 2001]**

En frutas y verduras se trató la *Botrytis cinerea* y *Monilia fructigena* que son dos hongos responsables de alteraciones post cosecha y por tanto de importantes pérdidas económicas en muchas frutas como fresas y cerezas, mediante la aplicación de tratamientos por pulsos de luz emitidos

con una lámpara de Xenón de 100 W utilizando pulsos de luz de 30 μ s con duraciones de 1 a 250 s permiten reducciones de 3 log para *B. cinerea* y 4 log para *M. fructigena* (Marquenie et al, 2003). **[Morata A. 2000]**.

La combinación de lavado a alta presión con exposición a pulsos de luz permite reducir el contenido en psicrotrofos y coliformes de la superficie de los tejidos de pescado en 3 log (Dunn et al, 1998). Se ha determinado reducciones de 2 log en el contenido de *Listeria innocua* en salchichas frankfurt para perritos calientes inoculadas con dosis de 1000 y 100000 ufc por salchicha después de un tratamiento con pulsos de luz (Dunn et al, 1995). **[Morata A. 2000]**

Finalmente, se ha demostrado que la aplicación de pulsos de luz induce la síntesis en los alimentos de determinadas sustancias de interés en salud humana. Por ejemplo, la empresa Xenon corp. Patentó en el año 2010 el uso de pulsos de luz para inducir la síntesis de Vitamina D en champiñones. En base a la misma, la empresa Dole Food Company comercializa setas Portobello enriquecidas en vitamina D. **[Puértolas E. 2012]**

Claranor SA., en Francia, utiliza el tratamiento por pulsos de luz para reducir el riesgo de contaminación microbiana en botellas de agua de Nestle. Se emplea la luz pulsada en vez del peróxido de hidrógeno para esterilizar las botellas de agua. Claranor, es un proveedor de esterilización sin agua y sin productos químicos para los envasados de alimentos y bebidas (tapones, botes, copas), basado en la luz pulsada. **[Puértolas E. 2012]**

Con tales antecedentes, es conveniente plantear una propuesta en la que se estudie el tiempo de vida útil de oca madurada mediante la aplicación de tratamiento de pulsos de luz, para evitar se propaguen cambios indeseables en la oca una vez madurada, envasada y comercializada.

La ejecución de este estudio, permitiría diversificar la producción de tubérculos como la oca (*Oxalis tuberosa*) que son cultivos marginados y están a punto de desaparecer, siendo necesario el rescate de tubérculos andinos ya que mantiene un alto valor nutricional, además de brindar el apoyo a pequeños agricultores que están dedicado al cultivo de este tipo de tubérculos. Y lo más importante perder la posibilidad de ofrecer al consumidor un producto de alto valor nutritivo y además listo para el consumo.

6.3. JUSTIFICACIÓN

Se dice generalmente que “la oca no es negocio” porque no goza de un mercado tan extendido. En una provincia donde la agricultura está orientada “al mercado”, algunos productos, como las ocas, podrían perderse debido a la limitada demanda y un período prolongado de precios bajos. Pero en este estudio se ha demostrado todo lo contrario, ya que la falta de tecnología ha causado la disminución de la producción de tubérculos andinos.

La oca(*oxalis tuberosa*) cuenta con un contenido nutricional alto pero su problema para elevar su consumo es el largo proceso de maduración que se debe darse antes de consumir, lo que provoca que los consumidores no opten por comprar este tipo de tubérculo, es así que este estudio determinó tiempos y temperaturas adecuados para su maduración pero es necesario conservar sus características físicas y organolépticas por lo que es importante el estudio de la aplicación de tratamiento de pulsos de luz en oca madurada para mantener un producto de elevada calidad, tanto nutritiva como sensorial, además, de prolongar su vida útil y satisfacción del consumidor.

La aplicación de luz ultravioleta que se aplica en la actualidad es un sistema continuo, donde unos emisores de radiación, que se encuentran

encendidos permanentemente, aplican radiación ultravioleta sobre agua, un alimento líquido o sólido, que según la velocidad de paso, se consigue la intensidad de tratamiento. No obstante, tampoco en todos los casos se consigue una eficacia adecuada, sobre todo en alimentos sólidos. **[Rodríguez, J. 2004]**

Por este motivo, se está empleando un sistema de emisión de luz de elevada intensidad, pero de forma pulsada. La aplicación de pulsos tiene una duración máxima de 0,1 segundos, aunque normalmente los tiempos medios son de 100 microsegundos, pero con picos de muy elevada energía. **[Rodríguez, J. 2004]**

La búsqueda de nuevas tecnologías que aporten soluciones a los problemas actuales de la industria alimentaria o bien permitan la obtención de alimentos seguros y estables con mejores características organolépticas y/o nutricionales que los tratamientos convencionales, es uno de los pilares básicos sobre los que se asienta el desarrollo del sector alimentario. Una de las tecnologías emergentes propuestas más recientemente son los pulsos de luz (PL) que podría ser aplicado para la obtención de productos alimenticios líquidos o sólidos acordes con las exigencias del consumidor, es decir, menos procesados o más similares a los frescos pero de mayor calidad y seguridad. **[Martínez de Marañón y col. 2006]**

En la actualidad, el consumidor es cada vez más exigente demandando productos de mayor calidad, con características nutricionales y organolépticas óptimas, así como unas condiciones higiénicas estrictas que garanticen su seguridad alimentaria. Así mismo, las preferencias de los consumidores se dirigen cada vez más hacia alimentos de fácil y rápida preparación, menos procesados pero manteniendo vitaminas y nutrientes, naturales (sin conservantes ni aditivos artificiales), frescos, saludables, más seguros y de conservación más prolongada. **[Martínez de Marañón y col. 2006]**

Algunos de los productos tratados mediante pulsos de luz con resultados bastante satisfactorios han sido los productos pesqueros como filetes de pescado, gambas; cárnicos como filetes y porciones de carne, jamón, salchichas; huevo, queso, frutas y vegetales. También pueden aplicarse para la esterilización de superficies de materiales y equipos o para mejorar el rendimiento de procesos de extracción como por ejemplo la obtención de zumos de frutas o el azúcar de la remolacha.

La aplicación de pulsos de luz tiene las ventajas de reducir la carga microbiana de los alimentos sin modificar sus propiedades nutricionales ni sensoriales y mejorar la calidad microbiológica y seguridad alimentaria del producto durante toda la vida comercial. **[Puértolas E. 2012]**

Por ello, es necesario trabajar con tubérculos y otros productos con el fin de obtener los datos necesarios para garantizar la calidad microbiológica, físico-química, organoléptica y nutricional de los alimentos tratados mediante pulsos de luz. Estos estudios permitirán generar un sistema de validación para esta tecnología con el fin de acelerar y/o facilitar su implementación en la industria alimentaria.

Con este estudio se logrará rescatar este importante cultivo y producto alimentario, haciendo énfasis en sus atributos biológicos y nutritivos, y promover de esta manera su producción, elaboración, consumo y comercialización, permitiendo a los pequeños productores de tubérculos se convierta con rapidez en valiosa fuente de ingresos monetarios, requisito indispensable para la seguridad alimentaria.

6.4. OBJETIVOS

6.4.1. General

- Estudiar el tiempo de vida útil de la oca madurada mediante la aplicación de la tecnología de pulsos de luz.

6.4.2. Específicos

- Establecer las condiciones de distancia de la oca a las lámparas y su frecuencia para mantener las propiedades organolépticas y físico-químicas de la oca madurada.
- Realizar análisis físico-químico, microbiológico y nutricional de la oca (*Oxalis tuberosa*) tratada con la luz.
- Evaluar la aceptabilidad de la oca madurada tratada con la luz mediante análisis sensorial.
- Realizar el estudio económico de la aplicación de la tecnología de pulsos de luz en oca madurada.

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

El presente proyecto de investigación es de carácter tecnológico, debido a que contribuye a la utilización de una tecnología innovadora para el estudio del tiempo de vida útil de la oca (*oxalis tuberosa*) madurada, que es un tubérculo que por su modo de preparación para su consumo se ha visto marginado en estos últimos años.

Para la factibilidad del proyecto se debe tomar en cuenta otro factor como el socio-económico, ya que este tema de investigación puede ser

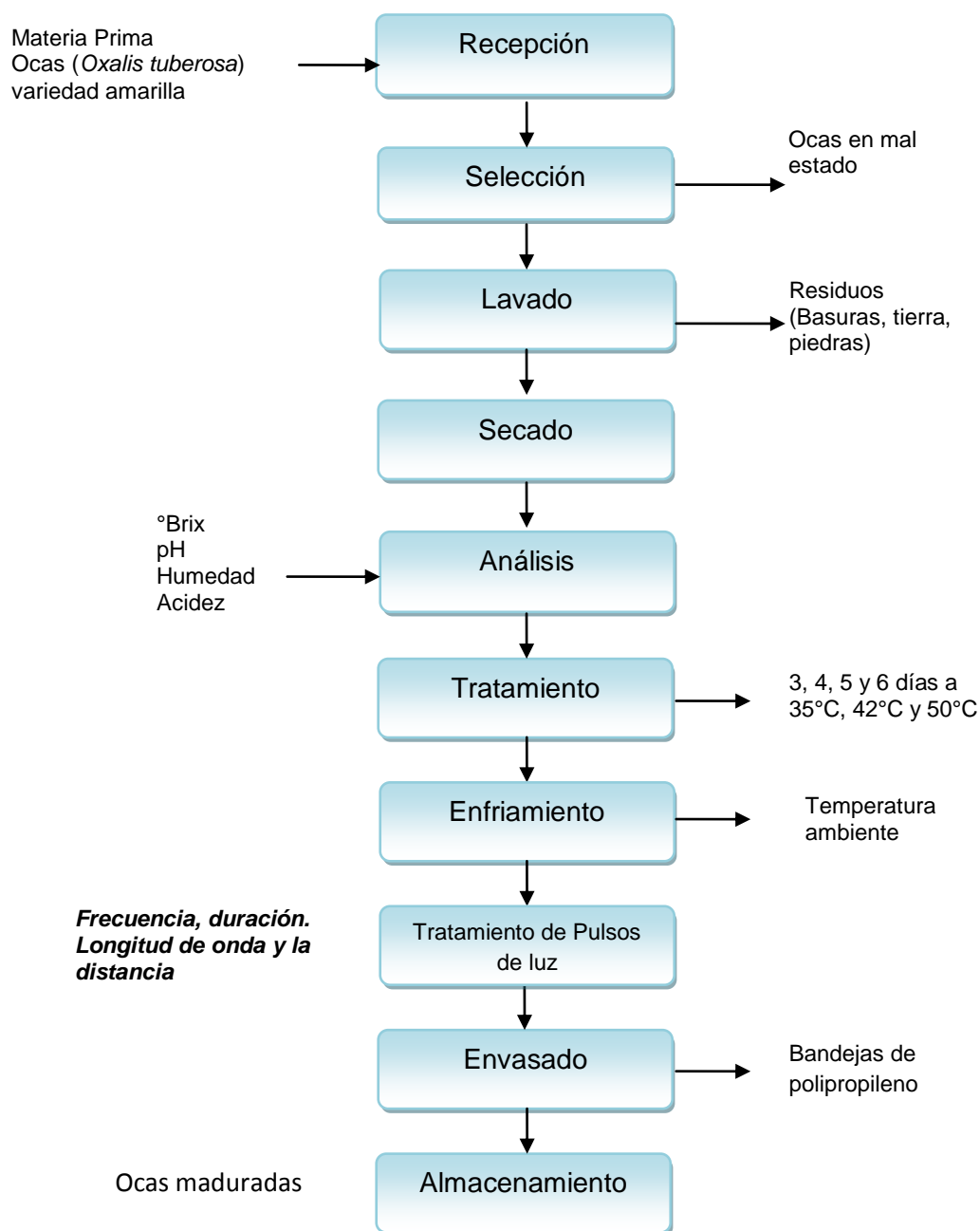
implementado por las industrias procesadoras de vegetales, para diversificar los productos agrícolas, y al mismo tiempo se favorecerán los pequeños y grandes productores de tubérculos, lo que evitará pérdidas económicas debido a la falta de tecnología para el proceso de maduración y la conservación de sus propiedades organolépticas, físico-químicas por un período de tiempo.

Por otra parte, se lograría evitar pérdidas económicas en los agricultores y el abandono del cultivo, de esta manera se fomentaría fuentes de empleo, y la recuperación de cultivos andinos.

Para la factibilidad de este proyecto es imprescindible contar con: la ayuda técnica de personal capacitado, laboratorio que cuente con los equipos, materiales y reactivos tanto para el proceso de maduración de la oca (*oxalis tuberosa*), así como para la aplicación de tratamientos de pulsos de luz.

En el grafico 6, se detalla el diagrama para el tratamiento de pulsos de luz en la oca madurada, y a continuación la descripción de las etapas del proceso:

Grafico 6. Diagrama de flujo de la maduración de la oca (*Oxalis tuberosa*) para el estudio del tiempo de vida útil



Elaborado por: Javier Palate, 2012.

6.5.1. Descripción del proceso

A continuación se describen las operaciones requeridas para una adecuada maduración de la oca.

Recepción.- Obtenemos la oca (*oxalis tuberosa*) fresca de buena calidad, de preferencia de los mismos agricultores y productores de la tubérculos para así evitar maltratos de la misma por la manipulación en los mercados.

Selección.- El objetivo es separar las ocas que contengan golpes, manchas o que se encuentren en mal estado y puedan contaminar al resto de ocas.

Lavado.- Se realiza con agua limpia para eliminar toda la tierra y cuerpos extraños, cuidando escurrir el exceso de agua.

Secado. – Secar bien las ocas durante 15 minutos a temperatura ambiente.

Análisis.- En la oca fresca, ya lista para someter al proceso de maduración se analizó grados brix, pH, humedad, acidez. El propósito es conocer sus propiedades físicas y realizar una comparación con las ocas sometidas a al proceso de maduración.

Proceso de maduración.- Este proceso se realizó, con una combinación de niveles de tiempo y temperatura, 3, 4, 5, 6 días; 35, 42 y 50 °C. La evaluación físico-química y microbiológica de la oca sin y con tratamiento comprende:

- Humedad, utilizando la balanza infrarroja.
- Sólidos solubles (° Brix), utilizando un refractómetro
- pH
- Acidez (% de ácido oxálico), por titulación del sobrenadante valorado con hidróxido de sodio 0.1 N

Enfriamiento.- Una vez que el tubérculo fue madurado, se la deja enfriar a temperatura ambiente, esto se hace con el propósito de no dañar al producto.

Tratamiento pulsos de luz.- A partir de la oca madurada con el mejor tratamiento a₃b₀ (6 días – 35 °C), se aplicarán los pulsos de luz a diferentes frecuencia y duración de los pulsos de luz, la longitud de onda de la luz utilizada y distancia al producto a tratar.

Envasado.- Se coloca en bandejas de polipropileno con un film de cobertura para su posterior almacenamiento. Este tipo de envases actualmente se está utilizando para la comercialización en los supermercados.

Almacenamiento.- Se lo realiza a una temperatura ambiente.

En la Tabla 4, se exponen los recursos económicos que se necesitarán para la realización del presente proyecto de investigación.

TABLA 4. Recursos económicos de la propuesta

RECURSOS	VALOR (\$)
RECURSOS HUMANOS	150,00
Tutor	
Graduando	300,00
RECURSOS MATERIALES	300,00
Materias primas	
Uso de equipos de laboratorio	250,00
Materiales de laboratorio	200,00
Materiales de oficina	100,00
OTROS	
Imprevistos (5%)	65,00
TOTAL	1365,00

Elaborado por: Javier Palate, 2012.

6.6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA

Los pulsos de luz proporcionan una extraordinaria ampliación de la vida de anaquel de una gran variedad de alimentos mediante la reducción de

microorganismos presentes en los alimentos. Una de las potenciales aplicaciones de esta tecnología en la industria alimentaria es la descontaminación superficial de alimentos sólidos, como vegetales, huevos o los productos cárnicos y pesqueros, aumentando por lo tanto su vida útil sin afectar negativamente sus propiedades organolépticas. Cuanto más liso y homogéneo sea el producto, mayor es el nivel de descontaminación (Lasagabaster, 2009). **[Puértolas E. 2012]**

El tratamiento mediante luz pulsada consiste en la aplicación de sucesivos pulsos de luz blanca (de 200 nm, ultravioleta, a 1000 nm, infrarrojo próximo) con una duración de 325 μ s aproximadamente por pulso. Algo así como dar un montón de *flashazos* fotográficos al producto a tratar. El sistema utiliza una lámpara de Xenón que libera muy rápidamente la energía eléctrica en forma de luz a la superficie del producto que se encuentra en la cámara de tratamiento. **[Lorés, A. 2009]**

La luz que se transmite con los pulsos posee componentes UV que son capaces de dañar el DNA de los microorganismos, proteínas y producir rompimiento de las membranas celulares. Todo ese daño dependerá de la frecuencia y duración de los pulsos de luz, la longitud de onda de la luz utilizada y distancia al producto a tratar. **[Lorés, A. 2009]**

El material a esterilizar se expone como mínimo a un pulso de luz con una densidad de energía en el intervalo de 0,01 a 50 J/cm² en la superficie, usando una distribución de longitudes de onda, de tal manera que por lo menos un 70% de la energía electromagnética se distribuya en un intervalo de longitudes de onda de 170 a 2600nm (Barbosa-Cánovas y col., 1997). La duración de los pulsos varía entre 1 y 0,01 μ s. Los rayos se aplican a una tasa de 1 a 20 pulsos por segundo. Para la mayoría de las aplicaciones, pocos pulsos aplicados en fracciones de segundo suministran un alto nivel de inactivación microbiana. Por lo tanto el proceso es muy rápido y sencillo para la obtención de altos rendimientos. **[Fernández y col. 2001]**

Mediante el tratamiento de pulsos de luz se pueden inactivar un amplio rango de microorganismos (tanto formas vegetativas como esporuladas), así como sistemas enzimáticos implicados en el deterioro de los alimentos (Dunn 1996). La eficacia y cinética de inactivación microbiana es mayor cuando la luz es aplicada de forma pulsada que mediante la aplicación de luz ultravioleta en continuo (Barbosa-Canovas y col. 1998, McDonald y col. 2000). Sin embargo, su poder de penetración es relativamente bajo por lo que se trataría de un tratamiento de superficie, dependiendo su eficacia, por lo tanto, del tipo de producto tratado. **[FDA. 2000]**

El mecanismo específico por el que el proceso de pulsos de luz causa la inactivación celular no está todavía claro. Sin embargo, se han podido poner en evidencia modificaciones en el ADN (McDonald y col. 2000, Dunn 1996), una de las estructuras más afectadas por la aplicación de pulsos de luz, y alteraciones en otras estructuras celulares (Takeshita y col. 2003). Para intensidades de luz muy altas, el efecto letal de esta tecnología podría deberse también a una desintegración instantánea de la célula como consecuencia de un sobrecalentamiento de los constituyentes celulares (Wekhof 2000). Sin embargo, los equipos actualmente disponibles en el mercado no parecen provocar un aumento importante de la temperatura. **[Martínez de Marañón y col. 2006]**

6.7. METODOLOGÍA. Modelo Operativo

Para el “Estudio de tiempo de vida útil de oca madurada mediante tratamiento de pulsos de luz” se plantea el siguiente Plan de Acción como se observa en la Tabla 5, que percibe las siguientes etapas:

TABLA 5. Modelo Operativo de la propuesta (Plan de acción)

Fases	Metas	Actividades	Responsables	Recursos	Presupuesto	Tiempo
1. Formulación de la propuesta	Investigar la frecuencia y duración de los pulsos de luz, la longitud de onda de la luz utilizada y distancia	Revisión bibliográfica	Investigador Coordinador	Humanos Materiales Económicos	\$ 100	1 Mes
2. Desarrollo preliminar de la propuesta	Cronograma de propuesta	Obtención de ocas frescas de buena calidad. Maduración de ocas a 6 días-35 °C. Aplicación del tratamiento de pulsos de luz.	Investigador Coordinador	Humanos Materiales Económicos	\$ 800	2 meses
3. Implementación de la propuesta	Ejecutar la propuesta	Ensayos de tratamientos de pulsos de luz Evaluación de las características físico- químicas de las ocas	Investigador Coordinador	Humanos Materiales Económicos	\$ 900	2 meses
4. Evaluación de la propuesta	Comprobar la aceptabilidad del producto final	Evaluación sensorial de oca madurada. Interpretación de datos.	Investigador Coordinador	Humanos Materiales Económicos	\$ 131,5	1 mes

Elaborado por: Palate Javier, 2012.

Para el cumplimiento de la metodología es importante tomar en cuenta:

6.7.1. Materiales directos e indirectos

- Ocas frescas de variedad amarilla

6.7.2. Equipos

- Estufa
- Equipo adecuado para el tratamiento de pulsos de luz.

6.7.3 Análisis de calidad de la oca (*oxalis tuberosa*)

- **Análisis físico-químicos.-** se realizará de acuerdo a los métodos establecidos por la AOAC.
 - Determinación de Sólidos solubles (°Brix).
 - Determinación de pH.
 - Determinación de Humedad en una balanza de humedad KERN MLS 50.
 - Determinación de Acidez titulable.
 - Determinación de pérdida de peso.
- **Análisis Sensorial:** la aceptación del producto será evaluada por una prueba sensorial discriminativa, utilizando una escala hedónica estructurada calificando atributos como: apariencia, color, sabor, textura y aceptabilidad a través de la hoja de catación.

6.8. ADMINISTRACIÓN

La administración de la propuesta, para la ejecución del proyecto antes mencionado, se realizará bajo el planteamiento de la Tabla 6:

TABLA 6. Administración de la Propuesta

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsables
Tiempo de vida útil de la oca madurada	Pérdidas económicas en pequeños agricultores de oca por el desconocimiento tecnológico para el proceso de maduración de la oca y su conservación de propiedades organolépticas por mayor tiempo.	Mayores tiempos de vida útil. Conservación de características organolépticas de la oca madurada. Ausencia de cambios indeseables en las características físico-químicas. Restauración de cultivos andinos.	Obtención de ocas maduras. Aplicación de tratamiento de pulsos de luz. Evaluación de las características físico-químicas. Evaluación sensorial de la oca.	Investigador Coordinador

Elaborado por: Palate Javier, 2012.

6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

La previsión de la evaluación plantea la toma de decisiones oportunas que permitan mantener la propuesta de solución, mejorarla, modificarla, suprimirla o sustituirla, la que se simplifica en la Tabla 7, así:

TABLA 7. Previsión de la Evaluación

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
¿Quiénes solicitan evaluar?	Industrias Agroindustriales Agricultores del país Comunidad científica
¿Por qué evaluar?	Escasa información sobre tiempo de vida útil de la oca madurada (<i>oxalis tuberosa</i>). Diversificar el mercado con tubérculos andinos como la oca madurada. Darle el valor agregado a los productos agrícolas.
¿Para qué evaluar?	Para determinar hasta que tiempo es conservable la oca madurada. Para determinar si el método de conservabilidad es el adecuado para mantener sus características organolépticas y físicas excelentes.
¿Qué evaluar?	Método utilizado Materias primas Efecto sobre las propiedades organolépticas de la oca.
¿Quién evalúa?	Tutor de Investigación Consumidor final
¿Cuándo evaluar?	Una vez aplicado el tratamiento medir las características físico-químicas Evaluación sensorial para apreciar posibles cambios en sus propiedades organolépticas.
¿Cómo evaluar?	Obtención de datos físico-químicos de la oca madurada después de la aplicación de pulsos de luz. Mediante la Hoja de catación
¿Con qué evaluar?	Bibliografía relacionada al tema. Programas estadísticos (Statgraphics, Excel)

Elaborado por: Palate Javier, 2012.

MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA

BARRERA, V.; C. TAPIA y A. MONTEROS (eds.). 2004. “Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003)”. Volumen No. 4. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Quito, Ecuador - Lima, Perú. Pág. 20-5, 170-180.

CAICEDO, C.1990. “Estudio y Promoción de las tuberosas Andinas dentro del Agro ecosistemas andino en Ecuador” Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Quito Pág. 11-23

CÁRDENAS, M. 1950. “Plantas alimenticias nativas de los Andes de Bolivia”. Imprenta Universitaria. Cochabamba, Bolivia. Pág. 10 -12.

CADIMA, X, y GARCIA, W. 2003. “Conservación y Producción de la Papalisa (*Ullucus Tuberosus*)” Documento de trabajo N°. 23 Fundación PROINPA. Programa Colaborativo de Manejo, Conservación Y Uso de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos (RTAs), Proyecto Papa Andina, Cochabamba. Pág. 84.

CAIZA, C. 2010. "Elaboración y Valoración Nutricional de tres Productos Alternativos A Base de Oca (*Oxalis Tuberosa*) para escolares del proyecto Runa kawsay". Tesis de grado, Facultad de Ingeniería Químico Farmacia, Escuela Politécnica Chimborazo. Pág. 140-160.

CORNEJO RUBIO- VILLACIS J. 1993. "Obtención de una bebida Alcohólica de oca (*oxalis tuberosa*)". Tesis de grado FCIAL-UTA. Pág. 80-90

CAJAMARCA, E. 2010. "Evaluación nutricional de la Oca (*Oxalis Tuberosa*) fresca; Endulzada y Deshidratada en secador de Bandejas". Tesis de grado, Facultad de Ingeniería Químico Farmacia, Escuela Politécnica Chimborazo. Pág.120-130, 150-162.

CHANG-YUEN, K y SÁENZ, M. 2005. "Efecto Del 1-Metil-Ciclopropeno (1-Mcp) En La Maduración De Banano" Pág. 20-26

ESPINOZA P, VACA R, ABAD J Y CRISSMAN C. 1996. "Raíces y tubérculos andinos cultivados marginados en el Ecuador. Situación actual y limitaciones para la producción" Centro Internacional de la papa. Quito Ecuador. p 28-30

FAIRLIE T, MORALES M y HOLLE M. 1999. Raíces y Tubérculos Andinos Avances de la Investigación I. Centro Internacional de la Papa- Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Eco región Andina. Lima- Perú. Pág. 106-108.

DEL RÍO, C. 1990. "Análisis de la variación isoenzimática de "Oca" (*Oxalis tuberosa* Molina) y su distribución geográfica". Universidad Ricardo Palma. Tesis Licenciado en Biología. Pág. 61

ESPIN, S; VILLACRES, E y BRITO, B. 2004. "Raíces y tubérculos Andinos: Alternativas para la Conservación y Uso Sostenible en el Ecuador "INIAP – CIP. Quito. Pág. 91-116.

EUGENIO J, RIVERA. 1996. "Desarrollo de tecnología en el secado de la oca (*Oxalis Tuberosa*), para utilizarla como conservas Alimenticias". Tesis de grado. FCIAL-UTA.

GALLEGOS, Janneth, 1996. Manual de Practicas de Microbiología de Alimentos: Riobamba: pp. 31-40

GARCIA, M.2001. "La Agroindustria de la Oca. Alternativas Viabes para los Fruticultores". Primera edición. Cuzco. Pág. 15-17

GALVIS, J.1995. "La oca. Manejo Poscosecha de oca". Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y Universidad nacional de Colombia Bogotá. Pág. 45.

INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACION AGROPECUARIA (INIAP). 1998. "Aplicaciones Agroindustriales En Base a Parámetros Importantes Identificados En Las Raíces y Tubérculos Andinos". Informe Técnico N° 45. Quito-INIAP. Pág. 50.

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN), Quito, (Determinación de Ceniza), Quito: INEN, pp. 5 (AL 02,02-304 NTE INEN 401; 79)

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (INEN) 1981, Quito (Harinas de origen vegetal. Determinación de proteína), Quito. INEN, pp. 6(NTE INEN 519: 1981)

LUCERO, O. 2005. "Técnicas de laboratorio de Bromatología y Análisis de Alimentos". Riobamba- Ecuador. Pág. 74

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NCR). 1989. "Lost Crop of the Incas. Little-known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation". National Academy Press. Washington, D.C., USA. Pág. 47–55.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, FAO. 1989. "Manual para el mejoramiento del Manejo Pos cosecha de Frutas y Hortalizas. Serie tecnología pos cosecha". Santiago de Chile. Pág. 12-168.

ORDOÑEZ, J. A.; CAMBERO, M. I.; FERNÁNDEZ, L.; GARCÍA, M. L.; GARCÍA DE FERNANDO, G.; DE LA HOZ, L.; SELGAS, M. D. 1998. "Tecnología de Alimentos". Vol. I. Cap. 2-6. Edit. Síntesis. Madrid.

SOTO, L. 2000. "Selección y Optimización de un Método de Secado para Aumentar la Concentración de Azúcares en la oca (*Oxalis tuberosa*)" Tesis Doctor Química. Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Químicas-ESPOCH. Riobamba. Pág. 122-130.

SALTOS, H. 1993, "Diseño Experimental". Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos". UTA. Ambato –Ecuador, Pág. 43-55.

SAGPYA, 1998. "Reglamento técnico del mercado común del sur (MERCOSUR) para la fijación de identidad y calidad de frutillas". Resolución 85/98

U. S. Food and Drug Administration, 1998, "Guía para reducir al mínimo el riesgo microbiano en los alimentos, en el caso de frutas y hortalizas", Center for Food Safety and Applied Nutrition.

ULRICH, R, 1970, "Organic acids. En: The Biochemistry of Fruits and their Products, Vol. 1 Academic Press. New York, EE.UU. Pág: 89-118."

TAPIA, M. 1979. "Manual de Agricultura Andina". La Paz, Bolivia. IBTA, IICA, SICR-189. Pág.105.

TAPIA M. "Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación". Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. Pág. 3 - 6.

WILLS, R.; LEE, T; MCGLASSON, W; HALL, E; GRAHAM, D. 1977. "Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas post-recolección". Burgos. Acribia, Zaragoza, España. Pág. 195.

WILLS, R.; LEE, T.; MC GLASSON, B.; GRAHAM, D. 1984. "Fisiología y Manipulación de Frutas y Hortalizas Post-Recolección". Zaragoza, España. Acribia. Pág. 18-22, 43-46, 81-83.

WEB-GRAFÍA

BUENA SIEMBRA. 2009. "Alimentos tradicionales ". Revista del ecuador. [Citado 2009/01/08]. *Disponible en:* [http://buenasiembra.com.ar/salud/alimentaciontradicionales.679html\(2009-01-08\)](http://buenasiembra.com.ar/salud/alimentaciontradicionales.679html(2009-01-08)).

BERISTAIN. 1990. Mass Transfer during osmotic dehydration of pineapple rings. International Journal Food Science Technologic: Estados Unidos. Pág. 76-82.[Citado1990/12/26] *Disponible en:*<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365621.1990.tb01117.x/abstract>

CADIMA, X. 2006. "Tubérculos". Botánica Económica de los Andes Centrales .Fundación PROINPA, Bolivia. Pág. 360-365. *Disponible en:*<http://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%202.pdf>

CAFÉ MASSIMILIANO. 2008. "La oca". [Citado 2008/12/03]. *Disponible en:* <http://cafemassimiliano.blogia.com/tema/la-oca.php> 2008/12/03

CUSSICHE, L. 2009 "Toxicología alimentaria de la oca" Junin Perú. *Disponible en:* <http://es.scribd.com/doc/22259647/Toxicologia-de-La-OCA>

FERNÁNDEZ J, MOLINA G, BARBOSA-CÁNOVAS y SWANSON. 2001. "Tecnologías emergentes para la conservación de alimentos sin calor". Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Arbor CLXVIII, 661. Publicado en enero 2001, pág. 155-170. *Disponible en:* <http://arbor.revistas.csic.es>

FERNANDEZ. 2009. "Análisis Sensorial de Alimentos". [Citado 009/10/26] *Disponible en:* <http://dcfernandezmudc.tripod.com/referencias.htm>

FDA (Food and Drug Administration Center of Food Safety and Applied Nutrition). 2000. Cinética de la Inactivación Microbiana por Tecnología de Luz Pulsada. Pág. 5-6. *Disponible en:* www.foodanddrugadministration.com

ITESM-Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. 2008. "Frutas Deshidratadas". [Citado 2008/12/28]. *Disponible en:* <http://html.rincondelvago/generalidades-de-las-frutas-deshidratadas.html> 2008/12/28

LORÉS GUERRERO A. 2009. "Pulsos de luz. Nuevas Tecnologías de Conservación de Alimentos" El blog de bertus. [Citado 2009/02/05]. *Disponible en:* <http://www.esebertus.com/blog/2009/02/05/pulsos-de-luz-nuevas-tecnologias-de-conservacion-de-alimentos/>

MAZA B, AGUIRRE Z. 2009. "Diversidad de tubérculos andinos en el ecuador". *Disponible en:* <http://www.joethejuggler.com/Funbotanica/10tubers.html>

MARTÍNEZ DE MARAÑÓN Y COL. 2006. Tecnología de Pulsos de Luz.

[Citado 2009/02/01]. *Disponible en:*

http://www.alimentatec.com/index.php?option=com_content&view=article&id=108&Itemid=54

MORATA A. 2000. “Pulsos de Luz”. *Disponible en:*

http://www.uhu.es/prochem/wiki/index.php/JPulsos_de_luz:http://www.catedu.es/ctamagazine/index.php?option=com_content&view=article&id=1746:aplicacion-de-los-pulsos-de-luz-en-la-industria-alimentaria&catid=94:artlos-del-mes-archivo&Itemid=41

PUÉRTOLAS E. 2012. “Aplicación De Los Pulsos De Luz En La Industria Alimentaria”. Unidad de Investigación Alimentaria. AZTI-Tecnalia. Pág. 3 -6.

Disponible en:

http://www.alimentatec.com/index.php?option=com_content&view=article&id=108&Itemid=54

TAPIA C. 2001 “Conservación de la biodiversidad de los tubérculos andinos en chacras de agricultores de las huaconas. INIAP. Chimborazo- Ecuador.

[Citado 2001/12/17] *Disponible en:* <http://www.condesan.org/e-foros/insitu2001/C.Tapia-spanish.htm>

TAPIA, M. 2001. “Agronomía de los cultivos andinos. Oca, olluco y mashwa”.

FAO. *Disponible en:*

http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/cap03_2.htm#1

RODRÍGUEZ, J. 2004. “La radiación ultravioleta como descontaminante de alimentos”. [Citado 2004/04/21]. *Disponible en:*

<http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnología/2004/04/21/11935.php>

YENQUE J, LAVADO M, y SANTOS E. 2008. "Proceso de industrialización a nivel de Planta Piloto de la Oca (Oxalis Tuberosa)". Vol. 11, N°.1 [citado 27 Junio 2012]. Pág. 9-13. *Disponible en:* http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-99932008000100002&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1810-999

ANEXO A

RESULTADOS

TABLA A-1. Detalle del diseño experimental y simbología

Tratamientos	Tiempo de almacenamiento (Días)	Temperatura (°C)	Combinaciones	Significado
1	3	35°C	a_0b_0	Tercer día de maduración a 35°C
2	4		a_1b_0	Cuarto día de maduración a 35°C
3	5		a_2b_0	Quinto día de maduración a 35°C
4	6		a_3b_0	Sexto día de maduración a 35°C
5	3	42°C	a_0b_1	Tercer día de maduración a 42°C
6	4		a_1b_1	Cuarto día de maduración a 42°C
7	5		a_2b_1	Quinto día de maduración a 42°C
8	6		a_3b_1	Sexto día de maduración a 42°C
9	3	50°C	a_0b_2	Tercer día de maduración a 50°C
10	4		a_1b_2	Cuarto día de maduración a 50°C
11	5		a_2b_2	Quinto día de maduración a 50°C
12	6		a_3b_2	Sexto día de maduración a 50°C

Elaborado: Javier Palate A, 2012

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS EN OCAS MADURADAS

TABLA A-2. Sólidos Solubles (°Brix) de ocas maduras a diferentes tiempos y temperaturas

Tratamientos	Sólidos solubles (°Brix)		Promedio
	R 1	R 2	
a ₀ b ₀	6,75	7,50	7,13
a ₁ b ₀	9,00	8,33	8,67
a ₂ b ₀	11,00	10,25	10,63
a ₃ b ₀	11,50	11,33	11,42
a ₀ b ₁	7,50	6,10	6,80
a ₁ b ₁	8,17	7,83	8,00
a ₂ b ₁	8,75	9,63	9,19
a ₃ b ₁	10,10	10,83	10,47
a ₀ b ₂	5,17	5,67	5,42
a ₁ b ₂	8,83	9,25	9,04
a ₂ b ₂	10,25	10,00	10,13
a ₃ b ₂	13,8	11,30	12,50
OST	2,50	5,00	3,80

Elaborado por: Javier Palate A, 2012

*R1: réplica 1; R2: réplica 2; a₀ = 3 días; a₁ = 4 días; a₂ = 5 días; a₃ = 6 días; b₀ = 35 °C; b₁ = 42 °C; b₂ = 50°C; OST: Ocas Maduradas Sin Tratamiento (Frescas)

Tabla A-3. pH de ocas maduras a diferentes tiempos y temperaturas

Tratamientos	pH		Promedio
	R 1	R 2	
a ₀ b ₀	4,83	5,08	4,95
a ₁ b ₀	4,92	5,02	4,97
a ₂ b ₀	5,01	5,03	5,02
a ₃ b ₀	5,04	5,18	5,11
a ₀ b ₁	5,05	4,87	4,96
a ₁ b ₁	5,05	5,06	5,06
a ₂ b ₁	5,38	5,09	5,24
a ₃ b ₁	5,52	5,18	5,35
a ₀ b ₂	5,88	5,48	5,68
a ₁ b ₂	5,64	6,05	5,85
a ₂ b ₂	5,81	6,29	6,05
a ₃ b ₂	5,93	6,35	6,14
OST	4,81	4,75	4,8

Elaborado por: Javier Palate A, 2012

*R1: réplica 1; R2: réplica 2; a₀ = 3 días; a₁ = 4 días; a₂ = 5 días; a₃ = 6 días; b₀ = 35 °C; b₁ = 42 °C; b₂ = 50°C; OST: Ocas Maduradas Sin Tratamiento (Frescas)

Tabla A-4. Humedad de ocas maduras a diferentes tiempos y temperaturas

Tratamientos	Humedad (%)		Promedio
	R 1	R 2	
a ₀ b ₀	70,91	74,30	72,61
a ₁ b ₀	69,44	71,30	70,37
a ₂ b ₀	69,33	68,65	68,99
a ₃ b ₀	67,25	66,14	66,70
a ₀ b ₁	75,48	74,32	74,90
a ₁ b ₁	70,82	71,26	71,04
a ₂ b ₁	68,67	67,64	68,15
a ₃ b ₁	64,82	64,89	64,85
a ₀ b ₂	74,76	71,60	73,18
a ₁ b ₂	71,04	68,14	69,59
a ₂ b ₂	66,35	65,93	66,14
a ₃ b ₂	61,35	62,82	62,41
OST	77,29	77,45	77,40

Elaborado por: Javier Palate A, 2012

*R1: réplica 1; R2: réplica 2; a₀ = 3 días; a₁ = 4 días; a₂ = 5 días; a₃ = 6 días; b₀ = 35 °C; b₁ = 42 °C; b₂ = 50°C; OST: Ocas Maduradas Sin Tratamiento (Frescas)

TABLA A-5. Sólidos totales de las ocas maduras a diferentes tiempos y temperaturas

Tratamientos	Sólidos totales (%)		Promedio
	R 1	R 2	
a ₀ b ₀	29,09	25,70	27,39
a ₁ b ₀	30,56	28,70	29,63
a ₂ b ₀	32,75	31,35	31,01
a ₃ b ₀	38,75	33,86	33,30
a ₀ b ₁	24,52	25,68	25,10
a ₁ b ₁	29,19	28,74	28,96
a ₂ b ₁	31,33	32,36	31,85
a ₃ b ₁	35,18	35,11	35,15
a ₀ b ₂	25,24	28,40	26,82
a ₁ b ₂	28,96	31,86	30,41
a ₂ b ₂	33,65	34,07	33,86
a ₃ b ₂	38,01	37,18	37,60
OST	22,71	22,55	22,63

Elaborado por: Javier Palate A, 2012

*R1: réplica 1; R2: réplica 2; a₀ = 3 días; a₁ = 4 días; a₂ = 5 días; a₃ = 6 días; b₀ = 35 °C; b₁ = 42 °C; b₂ = 50°C; OST: Ocas Maduradas Sin Tratamiento (Frescas)

TABLA A-6. Acidez expresado en g ácido oxálico/100 g de oca madura

Tratamientos	Acidez (g ácido oxálico/100 g)		Promedio
	R 1	R 2	
a₀b₀	0,53	0,49	0,51
a₁b₀	0,45	0,43	0,44
a₂b₀	0,43	0,43	0,43
a₃b₀	0,42	0,42	0,42
a₀b₁	0,47	0,56	0,51
a₁b₁	0,44	0,45	0,45
a₂b₁	0,39	0,39	0,39
a₃b₁	0,37	0,37	0,37
a₀b₂	0,42	0,57	0,50
a₁b₂	0,39	0,43	0,41
a₂b₂	0,37	0,39	0,38
a₃b₂	0,30	0,33	0,32
OST	0,53	0,60	0,57

Elaborado por: Javier Palate A, 2012

**R1: réplica 1; R2: réplica 2; a₀ = 3 días; a₁ = 4 días; a₂ = 5 días; a₃ = 6 días; b₀ = 35 °C; b₁ = 42 °C; b₂= 50°C; OST: Ocas Maduradas Sin Tratamiento (Frescas)*

Tabla A-7. Pérdida de peso g/100 g de oca madura

Tratamientos	Pesos (R1)		Pesos(R2)		Pérdida de peso (%)		Promedio
	Inicial	Final	Inicial	Final	R 1	R 2	
a₀b₀	19	14	47	35	3,77	2,77	3,27
a₁b₀	21	16	25	11	5,19	7,49	6,34
a₂b₀	26	12	25	13	9,32	11,87	10,60
a₃b₀	16	10	35	22	13,69	15,56	14,63
a₀b₁	19	16	16	14	11,09	9,46	10,28
a₁b₁	21	16	19	14	12,56	10,10	11,33
a₂b₁	19	13	18	13	12,10	21,40	16,75
a₃b₁	33	22	33	22	18,08	21,69	19,89
a₀b₂	28	20	45	29	19,06	17,41	18,24
a₁b₂	21	13	24	12	27,01	29,29	28,15
a₂b₂	23	12	37	13	30,65	33,82	32,23
a₃b₂	28	10	30	10	39,07	40,41	39,74

Elaborado por: Javier Palate A, 2012

**R1: réplica 1; R2: réplica 2; a₀ = 3 días; a₁ = 4 días; a₂ = 5 días; a₃ = 6 días; b₀ = 35 °C; b₁ = 42 °C; b₂= 50°C.*

Tabla A-8. Evaluación de daños físicos para ocas de todos los tratamientos

TRATAMIENTOS	DAÑOS FÍSICOS (%)		
	REPLICAS		Promedio de las ocas
	R1	R2	
Día 1	0	0	0,0
a₀b₀	2	1	1,5
a₁b₀	2	3	2,5
a₂b₀	4	3	3,5
a₃b₀	5	6	5,5
a₀b₁	2	2	2,0
a₁b₁	3	4	3,5
a₂b₁	4	5	4,5
a₃b₁	6	7	6,5
a₀b₂	3	4	3,5
a₁b₂	4	5	4,5
a₂b₂	5	7	6,0
a₃b₂	6	8	7,0
Día 1 (OST)	0	0	0,0
Día 3 (OST)	1	0	0,5
Día 4 (OST)	1	2	1,5
Día 5 (OST)	2	2	2,0
Día 6 (OST)	2	3	2,5

Elaborado por: Javier Palate A, 2012

**R1: réplica 1; R2: réplica 2; a₀ = 3 días; a₁ = 4 días; a₂ = 5 días; a₃ = 6 días; b₀ = 35 °C; b₁ = 42 °C; b₂ = 50°C; OST: Ocas Maduradas Sin Tratamiento.*

Escala de daños físicos (basándose en una escala numerica) (%).

Grado	(%) de ocas dañados
0: Sano	1-3
1: Leve	4-6
2: Moderado	6-8
3: Severo	9-10

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL

TABLA A-9. Promedio de valores obtenidos en catadores independientes en varios días a diferentes tiempos y temperaturas de las ocas maduras y cocinadas

TRATAMIENTOS		COLOR			AROMA			SABOR			TEXTURA			ACEPTABILIDAD		
Tercer día de maduración		T _{35°C}	T _{42°C}	T _{50°C}	T _{35°C}	T _{42°C}	T _{50°C}	T _{35°C}	T _{42°C}	T _{50°C}	T _{35°C}	T _{42°C}	T _{50°C}	T _{35°C}	T _{42°C}	T _{50°C}
	R1	2,56	2,04	2,08	3,2	3	3,2	3,4	2,76	2,88	2,64	2,88	2,9	3,64	3,04	3,32
	R2	3	2,08	2,24	2,5	2,88	2,6	2,8	3,16	2,64	2,4	2,76	3	2,96	3,4	2,88
	Promedio	2,78	2,06	2,16	2,8	2,94	2,9	3,1	2,96	2,76	2,52	2,82	2,9	3,3	3,22	3,1
Cuarto día de maduración	R1	2,52	2,16	2,28	2,8	2,92	3,12	3,1	3,32	3,04	2,76	3,32	3,5	3,12	3,52	3,52
	R2	2,56	2,6	2,2	3	3,2	3,08	3,2	3,2	3,08	2,84	3,16	3,4	3,32	3,6	3,52
	Promedio	2,54	2,38	2,24	2,9	3,06	3,1	3,2	3,26	3,06	2,8	3,24	3,4	3,22	3,56	3,52
Quinto día de maduración	R1	2,44	2,16	2,84	2,8	3,24	3	3,8	2,92	3,48	2,88	3,24	3,8	3,8	3,28	3,2
	R2	3,28	2,76	1,72	2,2	3,28	3,16	3,7	3,12	3,08	3,04	3,44	3,6	3,56	3,36	3,16
	Promedio	2,86	2,46	2,28	2,5	3,26	3,08	3,8	3,02	3,28	2,96	3,34	3,7	3,68	3,32	3,18
Sexto día de maduración	R1	2,76	2,48	3,16	3	3,2	2,96	3,6	3,04	3,24	2,96	3,56	3,6	3,32	3,28	3,48
	R2	2,24	2,28	2,88	3,1	3,08	3,2	3,7	2,72	2,72	3,96	3,16	2,9	3,72	3,2	2,92
	Promedio	2,5	2,38	3,02	3,1	3,14	3,08	3,7	2,88	2,98	3,46	3,36	3,2	3,52	3,24	3,2

Elaborado por: Javier Palate A, 2012

T_{35°C} = Oca sometida a 35°C; T_{42°C} = Oca sometida a 42°C; T_{50°C} = Oca sometida a 50°C; R1: réplica 1; R2: réplica 2

EVALUACIÓN SENSORIAL PARA LA OCA DEL MEJOR TRATAMIENTO

TABLA A-10. CARACTERÍSTICA: COLOR

Catador	Control			Mejor tratamiento a ₃ b ₀		
	Réplica 1	Réplica 2	Promedio	Réplica 1	Réplica 2	Promedio
1	4	2	3,0	3	4	3,5
2	2	5	3,5	4	2	3,0
3	2	4	3,0	3	4	3,5
4	2	4	3,0	4	4	4,0
5	4	4	4,0	3	4	3,5
6	3	4	3,5	4	4	4,0
7	2	3	2,5	4	3	3,5
8	4	5	4,5	3	3	3,0
9	3	3	3,0	4	5	4,5
10	3	3	3,0	4	2	3,0
11	3	4	3,5	4	5	4,5
12	3	3	3,0	3	4	3,5
13	3	3	3,0	2	4	3,0
14	3	3	3,0	4	4	4,0
15	3	3	3,0	4	2	3,0
16	4	3	3,5	3	4	3,5
17	4	3	3,5	4	4	4,0
18	3	3	3,0	4	3	3,5
19	3	4	3,5	3	4	3,5
20	4	5	4,5	4	4	4,0
21	3	3	3,0	3	4	3,5
22	2	3	2,5	2	3	2,5
23	4	4	4,0	4	4	4,0
24	2	3	2,5	3	4	3,5
25	3	3	3,0	3	4	3,5
			3,26			3,56

Fuente: Laboratorios UOITA

Elaborado por: Javier Palate, 2012

Control: ocas maduras sin tratamiento; **Tratamiento a₃b₀:** oca sometida a 35 °C por 6 días.

TABLA A-11. CARACTERÍSTICA: AROMA

Catador	Control			Mejor tratamiento a_3b_0		
	Réplica 1	Réplica 2	Promedio	Réplica 1	Réplica 2	Promedio
1	5	5	5,0	4	4	4,0
2	4	2	3,0	3	4	3,5
3	3	3	3,0	4	4	4,0
4	4	3	3,5	4	4	4,0
5	3	3	3,0	4	4	4,0
6	3	4	3,5	4	4	4,0
7	4	2	3,0	4	4	4,0
8	4	2	3,0	5	3	4,0
9	4	3	3,5	5	3	4,0
10	3	3	3,0	5	4	4,5
11	4	4	4,0	5	4	4,5
12	4	3	3,5	5	4	4,5
13	2	2	2,0	5	3	4,0
14	4	4	4,0	2	3	2,5
15	4	4	4,0	4	4	4,0
16	4	5	4,5	2	4	3,0
17	3	3	3,0	4	4	4,0
18	4	4	4,0	3	4	3,5
19	3	2	2,5	4	3	3,5
20	3	5	4,0	3	2	2,5
21	4	3	3,5	4	4	4,0
22	4	2	3,0	4	3	3,5
23	3	4	3,5	4	2	3,0
24	4	1	2,5	4	3	3,5
25	4	3	3,5	4	4	4,0
			3,50			3,76

Fuente: Laboratorios UOITA
Elaborado por: Javier Palate, 2012

Control: ocas maduras sin tratamiento; **Tratamiento a_3b_0 :** oca sometida a 35 °C por 6 días.

TABLA A-12. CARACTERÍSTICA: SABOR

Catador	Control			Mejor tratamiento a_3b_0		
	Réplica 1	Réplica 2	Promedio	Réplica 1	Réplica 2	Promedio
1	4	4	4,0	4	3	3,5
2	2	3	2,5	5	4	4,5
3	4	4	4,0	4	4	4,0
4	3	4	3,5	3	4	3,5
5	4	4	4,0	4	4	4,0
6	3	4	3,5	4	5	4,5
7	3	3	3,0	4	4	4,0
8	4	4	4,0	4	2	3,0
9	2	3	2,5	4	3	3,5
10	3	4	3,5	4	1	2,5
11	4	5	4,5	3	5	4,0
12	3	4	3,5	4	4	4,0
13	3	4	3,5	4	2	3,0
14	3	4	3,5	2	3	2,5
15	3	4	3,5	4	4	4,0
16	4	3	3,5	4	3	3,5
17	3	4	3,5	4	4	4,0
18	4	3	3,5	3	5	4,0
19	4	3	3,5	4	2	3,0
20	4	4	4,0	3	4	3,5
21	3	4	3,5	3	4	3,5
22	5	3	4,0	4	3	3,5
23	3	4	3,5	4	3	3,5
24	2	4	3,0	3	4	3,5
25	4	4	4,0	4	4	4,0
			3,56			3,62

Fuente: Laboratorios UOITA

Elaborado por: Javier Palate, 2012

Control: ocas maduras sin tratamiento; **Tratamiento a_3b_0 :** oca sometida a 35 °C por 6 días.

TABLA A-13. CARACTERÍSTICA: TEXTURA

Catador	Control			Mejor tratamiento a_3b_0		
	Réplica 1	Réplica 2	Promedio	Réplica 1	Réplica 2	Promedio
1	3	3	3,0	3	4	3,5
2	4	3	3,5	4	4	4,0
3	3	2	2,5	4	3	3,5
4	3	4	3,5	4	4	4,0
5	3	3	3,0	4	4	4,0
6	4	4	4,0	4	4	4,0
7	5	4	4,5	3	4	3,5
8	2	3	2,5	4	4	4,0
9	4	3	3,5	4	4	4,0
10	4	4	4,0	3	4	3,5
11	4	3	3,5	4	4	4,0
12	2	4	3,0	3	4	3,5
13	4	3	3,5	4	2	3,0
14	3	3	3,0	4	3	3,5
15	3	4	3,5	4	4	4,0
16	3	4	3,5	4	4	4,0
17	5	3	4,0	4	4	4,0
18	3	2	2,5	5	4	4,5
19	5	3	4,0	5	4	4,5
20	3	4	3,5	4	4	4,0
21	4	4	4,0	4	3	3,5
22	4	3	3,5	4	2	3,0
23	4	4	4,0	3	5	4,0
24	3	4	3,5	4	3	3,5
25	3	3	3,0	4	3	3,5
			3,44			3,78

Fuente: Laboratorios UOITA

Elaborado por: Javier Palate, 2012

Control: ocas maduras sin tratamiento; **Tratamiento a_3b_0 :** oca sometida a 35 °C por 6 días.

TABLA A-14. CARACTERÍSTICA: ACEPTABILIDAD

Catador	Control			Mejor tratamiento a ₃ b ₀		
	Réplica 1	Réplica 2	Promedio	Réplica 1	Réplica 2	Promedio
1	4	4	4,0	4	4	4,0
2	4	4	4,0	3	4	3,5
3	4	3	3,5	4	4	4,0
4	3	4	3,5	4	4	4,0
5	4	4	4,0	4	5	4,5
6	4	4	4,0	4	4	4,0
7	4	3	3,5	3	4	3,5
8	4	3	3,5	3	4	3,5
9	4	4	4,0	4	4	4,0
10	3	3	3,0	4	5	4,5
11	4	4	4,0	4	4	4,0
12	3	4	3,5	3	4	3,5
13	5	4	4,5	4	3	3,5
14	4	4	4,0	4	4	4,0
15	3	3	3,0	3	4	3,5
16	4	4	4,0	4	4	4,0
17	4	3	3,5	4	3	3,5
18	2	5	3,5	3	4	3,5
19	4	3	3,5	4	3	3,5
20	3	2	2,5	3	4	3,5
21	4	3	3,5	3	3	3,0
22	4	4	4,0	4	4	4,0
23	3	4	3,5	3	3	3,0
24	3	4	3,5	3	4	3,5
25	3	4	3,5	4	4	4,0
			3,64			3,74

Fuente: Laboratorios UOITA
Elaborado por: Javier Palate, 2012

Control: ocas maduras sin tratamiento; **Tratamiento a₃b₀:** oca sometida a 35 °C por 6 días.

TABLA A-15. Características Sensoriales de la muestra patrón y tratamiento.

Tratamientos		Color	Aroma	Sabor	Textura	Aceptabilidad
Oca madurada sin tratamiento	R 1	3,04	3,64	3,36	3,52	3,64
	R 2	3,48	3,36	3,76	3,36	3,64
	Prom.	3,26^a	3,50^a	3,56^a	3,44^a	3,64^a
Oca madurada con el mejor tratamiento a₃b₀	R 1	3,44	3,96	3,72	3,56	3,60
	R 2	3,68	3,56	,3,52	3,28	3,88
	Prom.	3,56^b	3,76^a	3,62^a	3,78^b	3,74^a

Letras diferentes indican que hay diferencias significativas al nivel $P \leq 0.05$

Fuente: Laboratorios UOITA

Elaborado por: Javier Palate, 2012

Control: ocas maduras sin tratamiento; **Tratamiento a₃b₀:** oca sometida a 35 °C por 6 días.

ESTUDIO ECONÓMICO DE LA OCA MADURADA

TABLA A-16. Materiales directos e indirectos

Materiales	Cantidad usada (kg)	Valor unitario (\$)	Precio total (\$)
Ocas	45	0,33	15
Envases	100	0,20	20
SUMAN			35

Fuente: Laboratorios UOITA

Elaborado por: Javier Palate, 2012

TABLA A-17. Equipos principales y utensilios varios.- costo uso diario

Equipo	Costo (\$)	Vida Útil (años)	Costo Anual	Costo Día	Costo Hora	Horas de uso	Costo de uso
Balanza Analítica	300	5	60	0,24	0,03	0,3	0,009
Estufa	2000	10	180	0,72	0,09	144	14,63
Mesas Metálicas	1000	10	100	0,40	0,05	2	0,1
Material de laboratorio	1000	5	200	0,80	0,10	6	0,6
Utensilios varios	600	5	120	0,48	0,06	2	0,12
SUMAN							15,23

Fuente: Laboratorios UOITA

Elaborado por: Javier Palate, 2012

TABLA A-18. Suministros

Servicio	Unidad	Consumo	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Agua	m ³	2,00	0,2000	0,40
Energía	kw-h	20,00	0,16	3,20
Telefono	Min	80,00	0,02	1,60
SUMAN				5,20

Fuente: Laboratorios UOITA

Elaborado por: Javier Palate, 2012

TABLA A-19. Personal

Hombres	Sueldo	Días la- borables	Horas la- borables	Costo Día (\$)	Costo Hora (\$)	Horas utilizadas	Total (\$)
1	318	20	8	15,90	1,99	8	15,90
SUMAN							15,90

Fuente: Laboratorios UOITA

Elaborado por: Javier Palate, 2012

TABLA A-20. Costos de producción diario

Capital de Trabajo	Monto
1. Materiales Directos e Indirectos	35,00
2. Equipos	15,23
3. Suministros	5,20
4. Personal	15,90
TOTAL (\$)	71,33

Fuente: Laboratorios UOITA

Elaborado por: Javier Palate, 2012

TABLA A-21. Resumen del análisis económico realizado

Costo Total de producción (\$)	71,33
Costo tarrina 450 gramos (\$)	0,71
Precio de venta unitario	0,85
Precio de venta total	85,59
Utilidad por tarrina	0,14
Utilidad total diaria	14,27

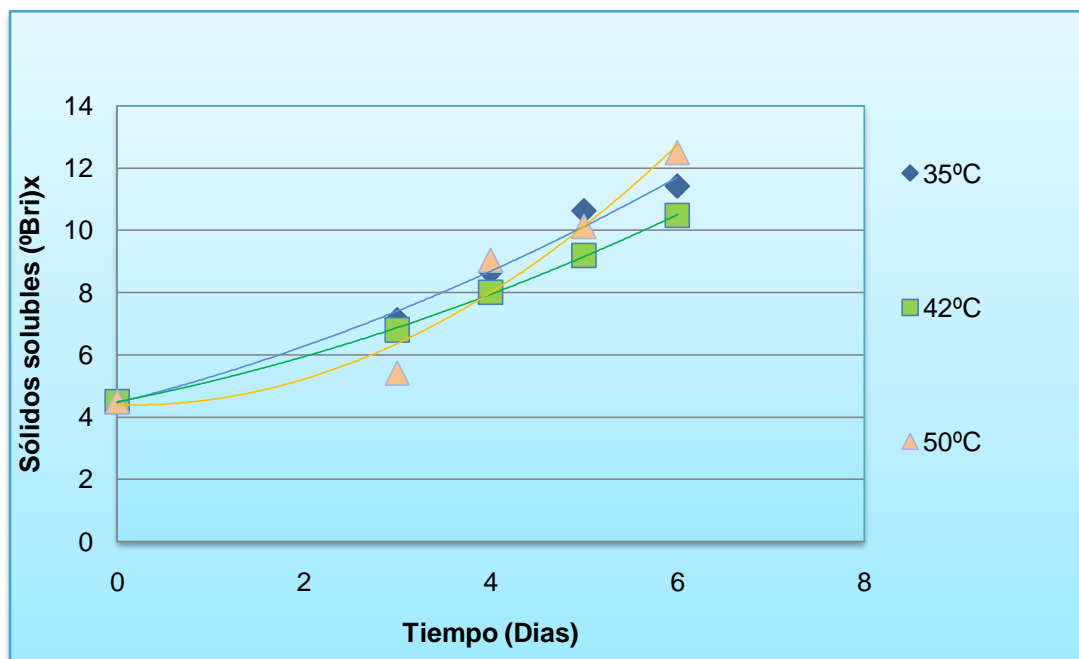
Fuente: Laboratorios UOITA

Elaborado por: Javier Palate, 2012

ANEXO B

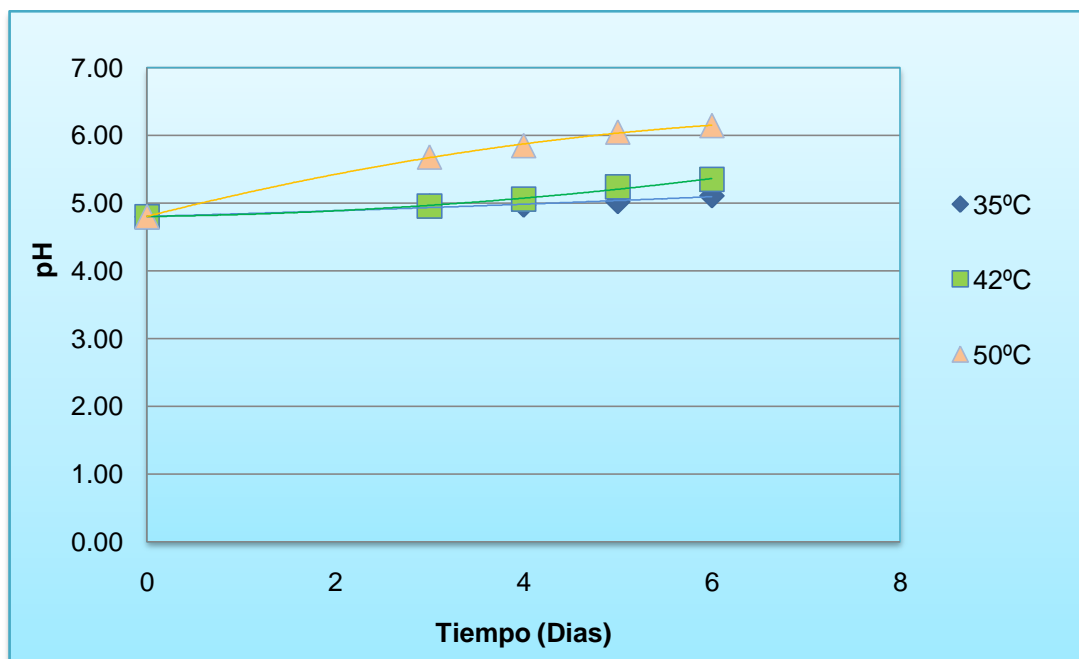
GRAFICOS DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES

GRÁFICO B-1. Sólidos Solubles (°Brix) vs Tiempo de las ocas con tratamientos.



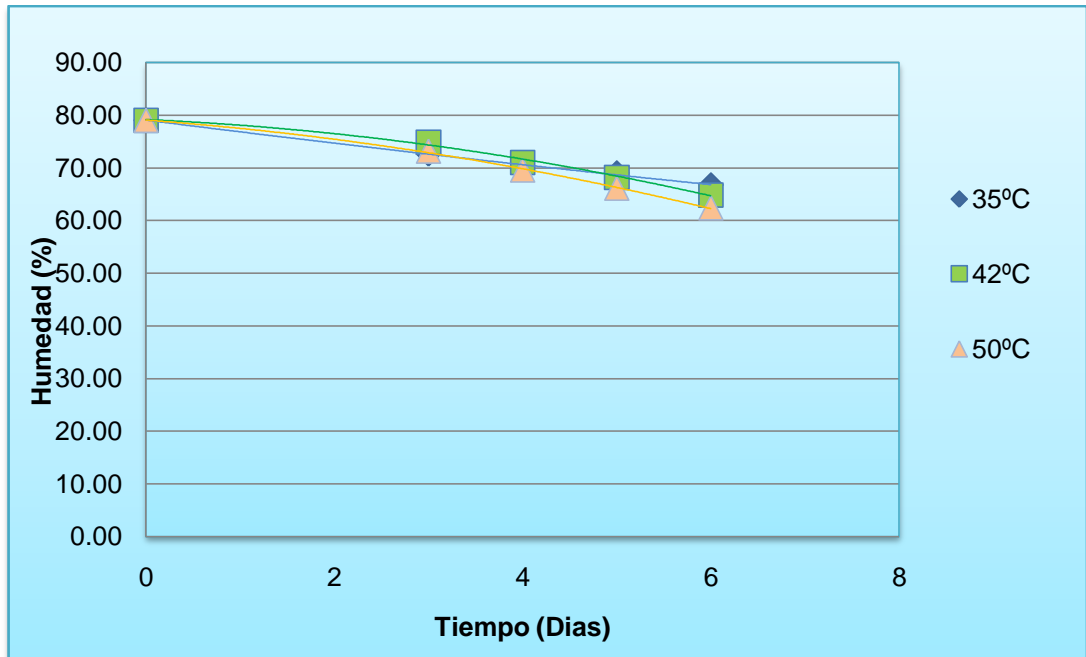
Elaborado por: Javier Palate A, 2012

GRÁFICO B-2. pH vs Tiempo de ocas con tratamientos.



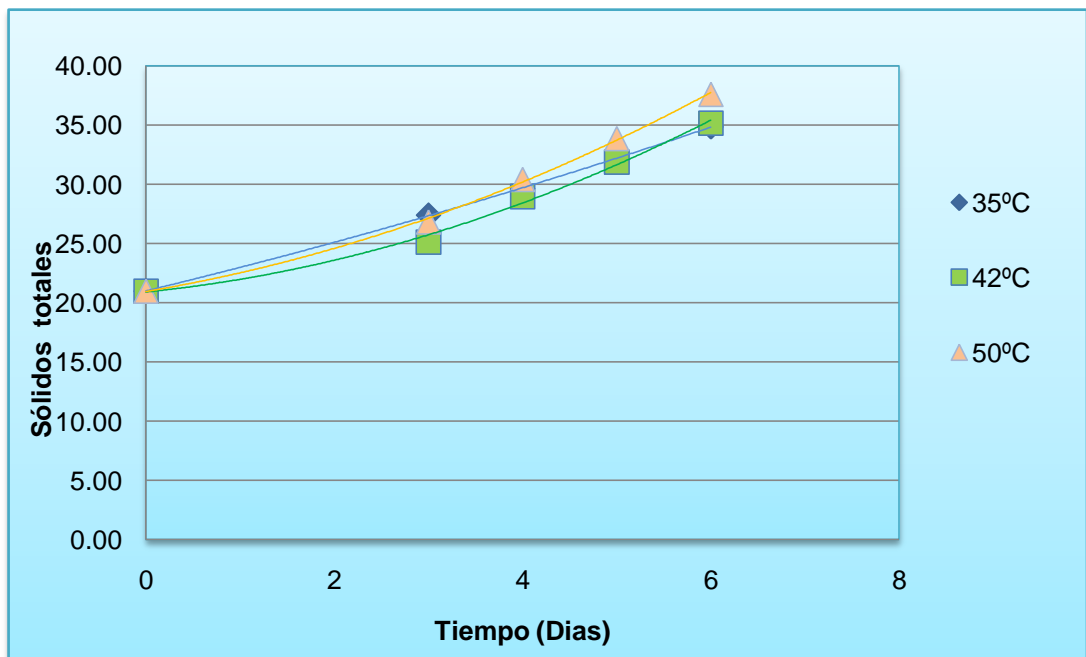
Elaborado por: Javier Palate A, 2012

GRÁFICO B-3. Humedad vs Tiempo de ocas con tratamientos.



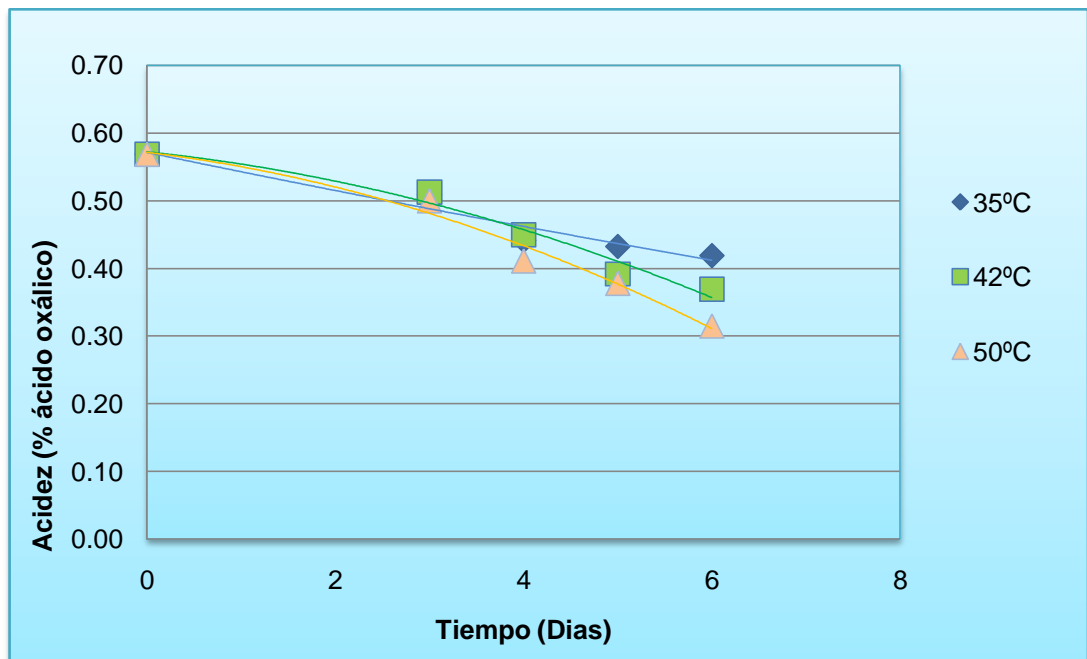
Elaborado por: Javier Palate A, 2012

GRÁFICO B-4. Sólidos Totales vs Tiempo de ocas con tratamientos.



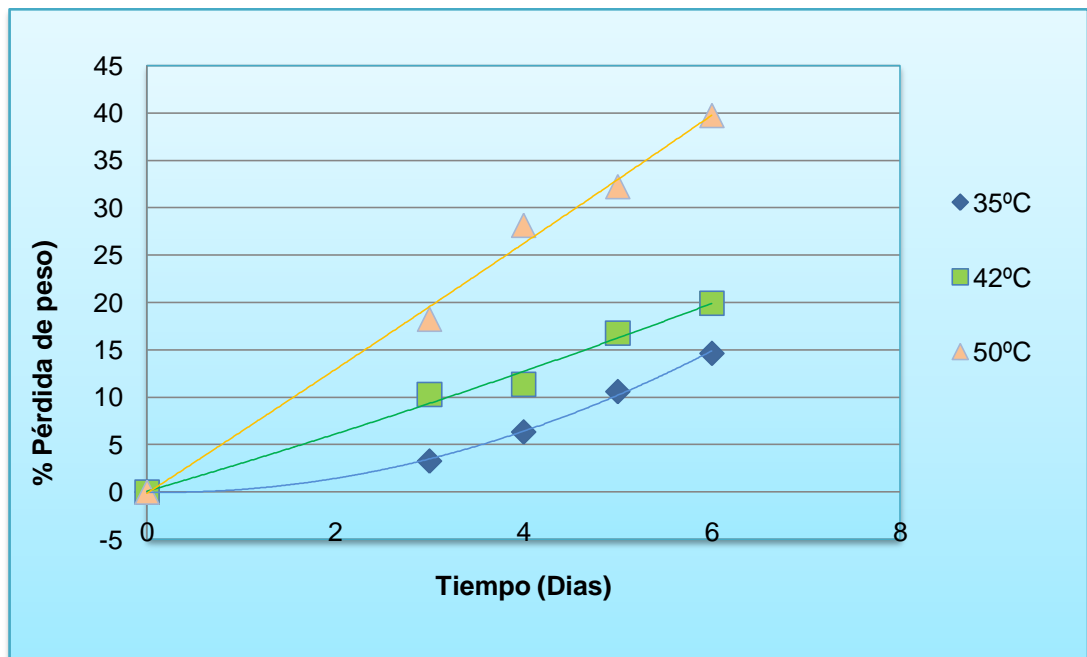
Elaborado por: Javier Palate A, 2012

GRÁFICO B- 5. Acidez (g/100g oca madurada) vs Tiempo de ocas con tratamientos.



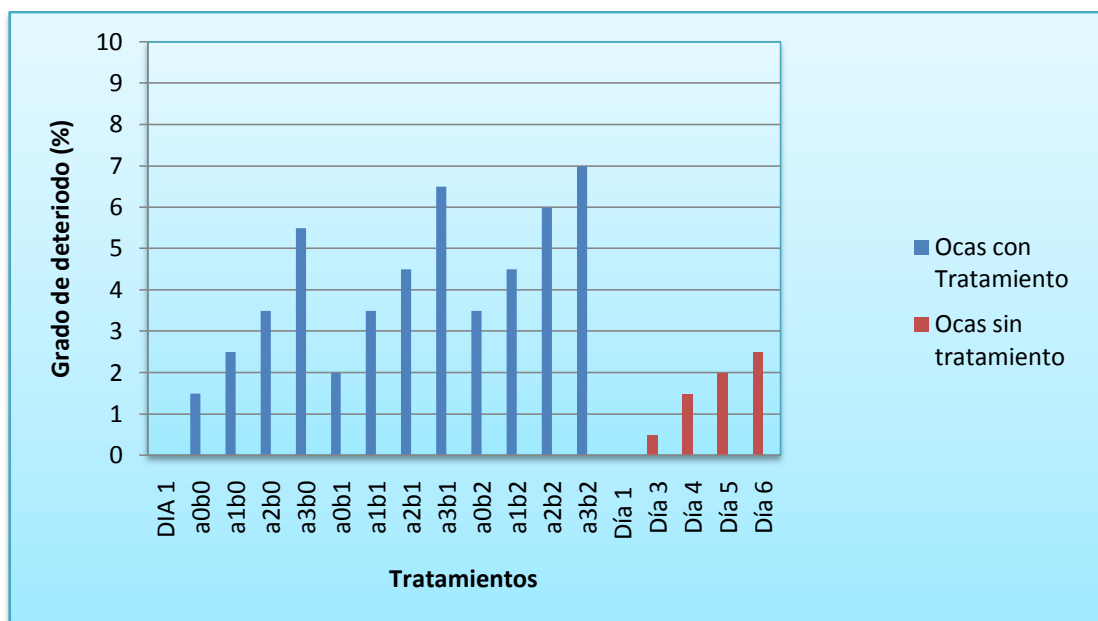
Elaborado por: Javier Palate A, 2012

GRÁFICO B-6. Pérdida de peso vs Tiempo de ocas con tratamientos.



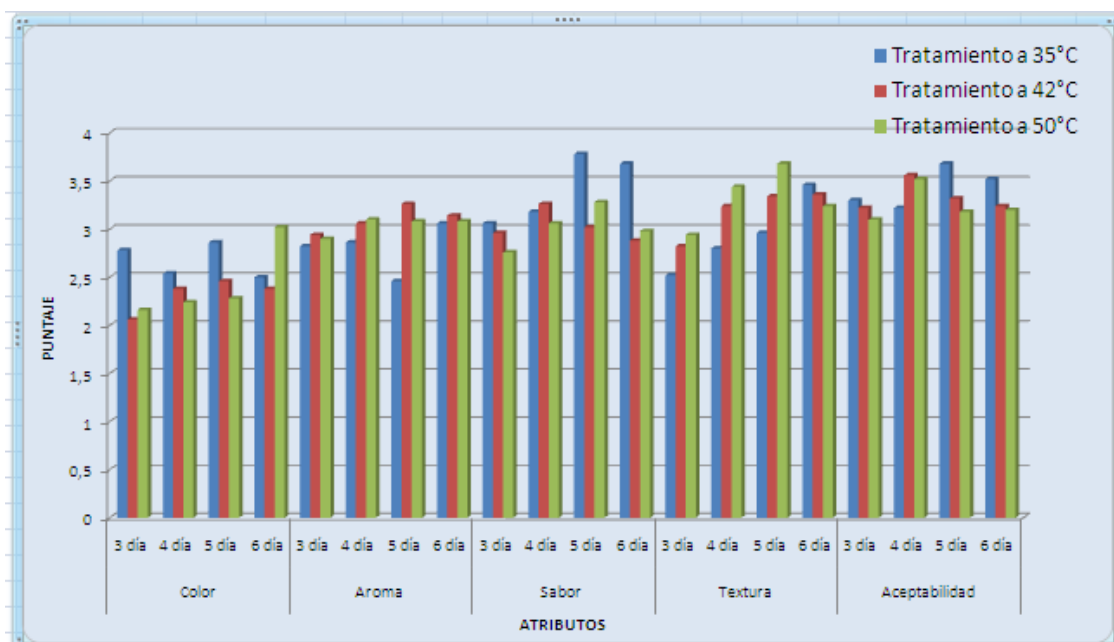
Elaborado por: Javier Palate A, 2012

GRÁFICO B-7. Porcentaje de daños físicos en oca con tratamiento y ocas sin tratamientos.



Elaborado por: Javier Palate A, 2012

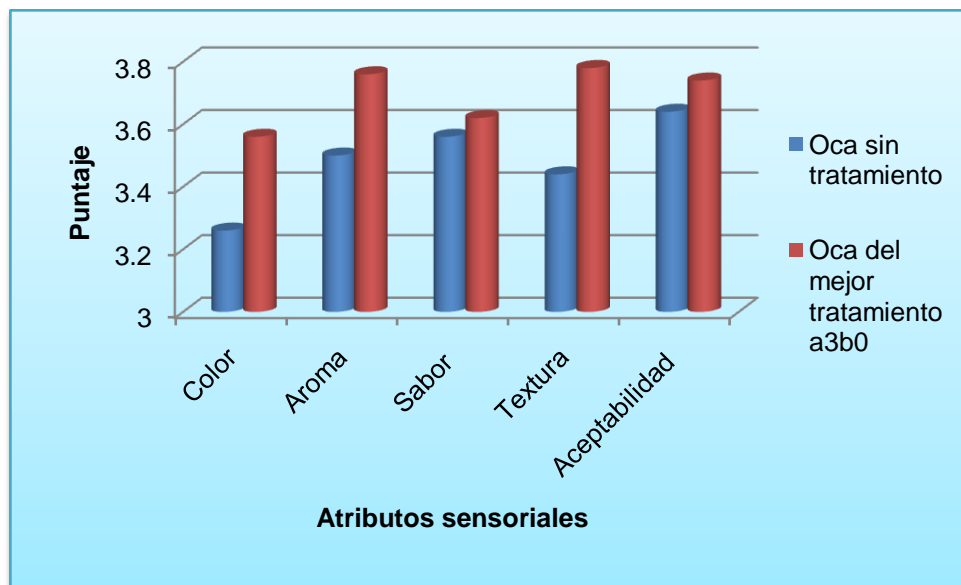
GRÁFICO B-8. Atributos Sensoriales de la oca madurada para todos los tratamientos



**3, 4, 5 y 6: días de maduración*

Elaborado por: Javier Palate A, 2012

GRÁFICO B-9. Atributos Sensoriales de la oca madurada y mejor tratamiento a₃b₀.



Elaborado por: Javier Palate A, 2012

ANEXO C

ANALISIS ESTADISTICOS

TABLA C-1. Análisis de varianza para sólidos solubles (°Brix) de la oca.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tiempo	82,4136	3	27,4712	27,4712	0,0000*
B: Temperatura	3,17601	2	1,588	1,588	0,0826
C:Replicas	0,326667	1	0,326667	0,65	0,4375
INTERACCIONES					
AB	7,69259	6	1,2821	2,55	0,0850
RESIDUOS	5,53563	11	0,503239		
TOTAL (CORREGIDO)	99,1445	23			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

* Significancia $\alpha = 0,05$
Valor F de tablas = 3,982

Fuente: StatGraphics Centurion XV

Pruebas de comparación múltiple de Tukey.

Factor A: Tiempo valores experimentales expresados en días.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Tiempo	Total	Media LS	Grupos Homogéneos
3	6	6,44833	D
4	6	8,56833	C
5	6	9,98	B
6	6	11,4767	A

Letras diferentes denota diferencia estadísticamente significativa

Fuente: StatGraphics Centurion XV

TABLA C- 2. Análisis de Varianza para el pH de la oca.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tiempo	0,399817	3	0,133272	2,85	0,0860
B: Temperatura	3,89931	2	1,94965	41,74	0,0000*
C:Replicas	0,0160167	1	0,0160167	0,34	0,5700
INTERACCIONES					
AB	0,0706583	6	0,0117764	0,25	0,9482
RESIDUOS	0,513783	11	0,0467075		
TOTAL (CORREGIDO)	4,89958	23			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

* Significancia $\alpha = 0,05$
Valor F de tablas = 3,982

Fuente: StatGraphics Centurion XV

Prueba de comparación múltiple de Tukey.

Factor B: Temperatura valores experimentales expresados en grados centígrados (°C)

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Temperatura	Total	Media LS	Grupos Homogéneos
35	8	5,01375	B
42	8	5,15	B
50	8	5,92875	A

Letras diferentes denota diferencia estadísticamente significativa

Fuente: StatGraphics Centurion XV

TABLA C-3. Análisis de varianza para la humedad de la oca.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tiempo	258,026	3	86,0086	50,78	0,0000*
B: Temperatura	18,7211	2	9,36053	5,53	0,0218*
C: Réplicas	0,624038	1	0,624038	0,37	0,5562
INTERACCIONES					
AB	16,2043	6	2,70071	1,59	0,2377
RESIDUOS	83,1356	11	1,69382		
TOTAL (CORREGIDO)	312,207	23			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

* Significancia $\alpha=0,05$

Valor F de tablas = 3,982

Fuente: StatGraphics Centurion XV

Pruebas de comparación múltiple de Tukey.

Factor A: Tiempo valores experimentales expresados en días.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Tiempo	Total	Media LS	Grupos Homogéneos
6	6	64,6517	A
5	6	67,7617	B
4	6	70,3333	C
3	6	73,5617	D

Letras diferentes denota diferencia estadísticamente significativa

Fuente: StatGraphics Centurion XV

Factor B: Temperatura valores experimentales expresados en grados centígrados (°C).

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Temperatura	Total	Media LS	Grupos Homogéneos
50	8	67,8287	A
35	8	69,665	B
42	8	69,7375	B

Letras diferentes denota diferencia estadísticamente significativa

Fuente: StatGraphics Centurion XV

TABLA C-4. Análisis de varianza para sólidos totales de la oca.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tiempo	258,001	3	89,0002	50,75	0,0000*
B: Temperatura	18,7079	2	9,35393	5,52	0,0219*
C: Réplicas	0,62081	1	0,62081	0,37	0,5573
INTERACCIONES					
AB	16,2034	6	2,70056	1,59	0,2379
RESIDUOS	18,6397	11	1,69452		
TOTAL (CORREGIDO)	312,172	23			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

* Significancia $\alpha = 0,05$

Valor F de tablas = 3,982

Fuente: StatGraphics Centurion XV

Pruebas de comparación múltiple de Tukey.

Factor A: Tiempo valores experimentales expresados en días.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Tiempo	Total	Media LS	Grupos Homogéneos
3	6	26,4383	D
4	6	29,6683	C
5	6	32,2383	B
6	6	35,3483	A

Letras diferentes denota diferencia estadísticamente significativa

Fuente: StatGraphics Centurion XV

Factor B: Temperatura valores experimentales expresados en grados centígrados (°C).

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Temperatura	Total	Media LS	Grupos Homogéneos
42	8	30,2637	B
35	8	30,335	B
50	8	32,1713	A

Letras diferentes denota diferencia estadísticamente significativa

Fuente: StatGraphics Centurion XV

TABLA C- 5. Análisis de varianza para la acidez expresado en ácido oxálico)

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tiempo	0,0632333	3	0,0210778	15,95	0,0003*
B: Temperatura	0,0101333	2	0,00506667	3,83	0,0545
C: Réplicas	0,00326667	1	0,00326667	2,47	0,1442
INTERACCIONES					
AB	0,00556667	6	0,000927778	0,70	0,6544
RESIDUOS	0,0145333	11	0,00132121		
TOTAL (CORREGIDO)	0,0967333	23			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

* Significancia $\alpha = 0,05$

Valor F de tablas = 3,982

Fuente: StatGraphics Centurion XV

Prueba de comparación múltiple de Tukey.

Factor A: Tiempo valores experimentales expresados en días.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Tiempo	Total	Media LS	Grupos Homogéneos
6	6	0,368333	A
5	6	0,4	AB
4	6	0,431667	B
3	6	0,506667	C

Letras diferentes denota diferencia estadísticamente significativa

Fuente: StatGraphics Centurion XV

TABLA C-6. Análisis de varianza para la pérdida de peso de la oca.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tiempo	664,412	3	221,471	43,50	0,0000*
B: Temperatura	1856,62	2	928,309	182,33	0,0000*
C: Réplicas	16,1376	1	16,1376	3,47	0,1026
INTERACCIONES					
AB	89,0375	6	14,8396	2,91	0,0593
RESIDUOS	56,0051	11	5,09137		
TOTAL (CORREGIDO)	2682,21	23			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

* Significancia $\alpha = 0,05$
Valor F de tablas = 3,982

Fuente: StatGraphics Centurion XV

Pruebas de comparación múltiple de Tukey.

Factor A: Tiempo valores experimentales expresados en días.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Tiempo	Total	Media LS	Grupos Homogéneos
3	6	10,5933	D
4	6	15,2733	C
5	6	19,86	B
6	6	24,75	A

Letras diferentes denota diferencia estadísticamente significativa

Fuente: StatGraphics Centurion XV

Factor B: Temperatura valores experimentales expresados en grados centígrados (°C).

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Temperatura	Total	Media LS	Grupos Homogéneos
35	8	8,7075	C
42	8	14,56	B
50	8	29,59	A

Letras diferentes denota diferencia estadísticamente significativa

Fuente: StatGraphics Centurion XV

Tabla C-7. Análisis de Varianza para color de la oca (*Oxalis tuberosa*) madurada.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamientos	1,125	1	1,125	5,40	0,0289*
B: Catadores	7,72	24	0,321667	1,54	0,1471
RESIDUO	5,0	24	0,208333		
TOTAL (CORREGIDO)	13,845	49			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual * Significancia $\alpha=0,05$

Prueba de comparación múltiple de Tukey el Factor A (Tratamientos)

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Temperatura	Total	Media LS	Grupos Homogéneos
30	25	3,26	A
0	25	3,56	B

Letras diferentes denota diferencia estadísticamente significativa

Fuente: StatGraphics Centurion XV

Tabla C-8. Análisis de Varianza para aroma de la oca (*Oxalis tuberosa*) madurada.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamientos	1,62	1	1,62	3,66	0,0678
B: Catadores	6,93	24	0,28875	0,65	0,8492
RESIDUO	10,63	24	0,442917		
TOTAL (CORREGIDO)	19,18	49			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual * Significancia $\alpha=0,05$

Tabla C-9. Análisis de Varianza para sabor de la oca (*Oxalis tuberosa*) madurada.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamientos	0,045	1	0,045	0,17	0,6832
B: Catadores	5,47	24	0,227917	0,86	0,6383
RESIDUO	6,33	24	0,26375		
TOTAL (CORREGIDO)	11,845	49			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual * Significancia $\alpha=0,05$

Tabla C-10. Análisis de Varianza para textura de la oca (*Oxalis tuberosa*) madurada.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamientos	1,445	1	1,445	6,69	0,0162*
B: Catadores	5,02	24	0,209167	0,97	0,5303
RESIDUO	5,18	24	0,215833		
TOTAL (CORREGIDO)	11,645	49			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual * Significancia $\alpha=0,05$

Prueba de comparación múltiple de Tukey el Factor A (Tratamientos)

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Temperatura	Total	Media LS	Grupos Homogéneos
30	25	3,44	A
0	25	3,78	B

Letras diferentes denota diferencia estadísticamente significativa

Fuente: StatGraphics Centurion XV

Tabla C-11. Análisis de Varianza para aceptabilidad de la oca (*Oxalis tuberosa*) madurada.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamientos	0,125	1	0,125	1,00	0,3273
B: Catadores	4,82	24	0,200833	1,61	0,1263
RESIDUO	3,0	24	0,125		
TOTAL (CORREGIDO)	7,945	49			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual * Significancia $\alpha= 0,05$

TABLA C-12. Verificación de la hipótesis de los parámetros analizados

Características físico Químicas	Efectos Principales	Valor Fisher calculado	Probabilidad	Valor de Fisher tablas	Hipótesis Aceptada
Sólidos solubles (°Brix)	A: Tiempo	27,47	0,0000*	3,982	Hi
	B: Temperatura	1,588	0,0826		
	A-B: tiempo y temperatura	2,55	0,0850		
pH	A: Tiempo	2,85	0,0860		Hi
	B: Temperatura	41,74	0,0000*		
	A-B: tiempo y temperatura	0,25	0,9482		
Humedad	A: Tiempo	50,78	0,0000*		Hi
	B: Temperatura	5,53	0,0218*		
	A-B: tiempo y temperatura	1,59	0,2377		
Sólidos totales	A: Tiempo	50,75	0,0000*		Hi
	B: Temperatura	5,52	0,0219*		
	A-B: tiempo y temperatura	1,59	0,2379		
Acidez	A: Tiempo	15,95	0,0003*		Hi
	B: Temperatura	3,83	0,0545		
	A-B: tiempo y temperatura	0,70	0,6544		
Pérdida de peso	A: Tiempo	43,50	0,0000*	Hi	
	B: Temperatura	182,33	0,0000*		
	A-B: tiempo y temperatura	2,91	0,0593		

Elaborado por: Javier Palate A, 2012.

ANEXOS D

ANÁLISIS DEL MEJOR TRATAMIENTO

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

TABLA D-1. Recuento Microbiológico de oca madurada (a₃b₀) y oca madurada bajo sol.

MICROORGANISMOS	Ocas maduras sin tratamiento	Oca madurada del mejor tratamiento (a₃b₀)
Aerobios mesófilos (ufc/g oca)	2168	400
Coliformes totales (ufc/g oca)	Ausencia	Ausencia
Mohos y levaduras (ufc/g oca)	507	109

Elaborado por: Javier Palate A, 2012.

TABLA D-2. Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.

MICROORGANISMOS	Tubérculos frescos
Aerobios mesófilos (ufc/g oca)	10^4
Coliformes totales (ufc/g oca)	0
Mohos y levaduras (ufc/g oca)	10^2

Fuente: NTS N° 071 MINSA/DIGESA-V.01.

Elaborado por: Javier Palate A, 2012.

TABLA D-3. Análisis Proximal o Análisis Bromatológico de la Oca Madurada del mejor Tratamiento (a₃b₀)

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestra	Código del laboratorio	Código del cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Ocas	29312619	Ninguno	Ceniza	<i>PEO1-5.4-FQ.AOAC 923.03 2005.Ed. 18</i>	<i>gr</i>	<i>1.10</i>
			Proteína	<i>PEO3-5.4-FQ.AOAC 2001.11 2005.Ed. 18</i>	<i>gr</i>	<i>1.30</i>
			Humedad	<i>PEO2-5.4-FQ.AOAC 925.10 2005</i>	<i>%</i>	<i>68.3</i>
			Grasa	<i>AOAC 2003.06 2005. Ed.18</i>	<i>gr</i>	<i>0.167</i>
			Fibra	<i>MO-LSAIA-01.05</i>	<i>gr</i>	<i>1,20</i>
			Carbohidratos	<i>Diferencia</i>	<i>gr</i>	<i>27.93</i>
			Energía Calórica	<i>Calculo</i>	<i>(Kcal)</i>	<i>118,423</i>

Condiciones ambientales 20°C, 52%HR

Fuente: Laboratorio de control y análisis de alimentos -Unidad de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Alimentos. 2012

ANEXOS E

FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍAS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS REALIZADOS EN OCAS MADURADAS (*Oxalis tuberosa*)

SÓLIDOS SOLUBLES (° BRIX)



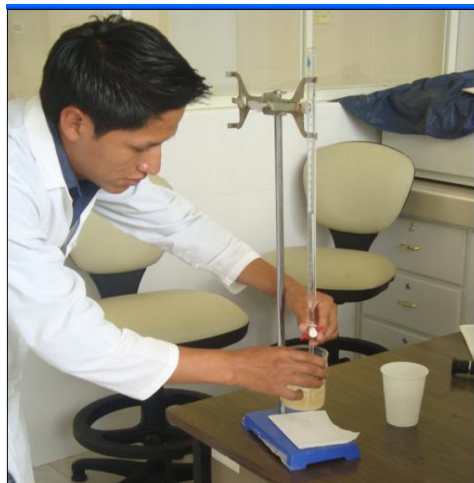
pH



HUMEDAD



ACIDEZ



ANÁLISIS SENSORIAL



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS



PROCESO DE MADURACIÓN DE LA OCA (*oxalis tuberosa*)



RECEPCIÓN



LAVADO



SECADO



SELECCIÓN



CÁMARA DE MADURACIÓN



OCAS MADURADAS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
ANÁLISIS SENSORIAL DE CALIDAD Y ACEPTABILIDAD DE LA OCA
MADURA

Fecha: _____

INSTRUCCIONES: Por favor, en el orden que se solicite deguste las muestras y marque con (X) a su parecer cada uno de los atributos aquí planteados según su apreciación personal.

CARACTERÍSTICAS	ALTERNATIVAS	MUESTRAS
COLOR	1. Amarillo pálido	..... ..
	2. Amarillo	..... ..
	3. Ni amarillo / ni crema	..... ..
	4. Crema	..... ..
	5. Crema pálido	..... ..
AROMA	1. Nada aromático	..... ..
	2. Poco aromático	..... ..
	3. Ni nada aromático / ni muy aromático	..... ..
	4. Aromático	..... ..
	5. Muy aromático	..... ..
SABOR	1. Muy desabrido	..... ..
	2. Desabrido	..... ..
	3. Ni desabrido /ni dulce	..... ..
	4. Dulce	..... ..
	5. Muy dulce	..... ..
TEXTURA	1. Muy dura	..... ..
	2. Dura	..... ..
	3. Ni dura ni blanda	..... ..
	4. Blanda	..... ..
	5. Muy blanda	..... ..
ACEPTABILIDAD	1. Desagrada mucho	..... ..
	2. Desagrada poco	..... ..
	3. Ni agrada ni desagrada	..... ..
	4. Agrada	..... ..
	5. Agrada mucho	..... ..

OBSERVACIONES

.....

.....

Gracias por su colaboración

ANEXO F

NORMAS

Norma Ecuatoriana	CONSERVAS VEGETALES DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACION DEL ION HIDRÓGENO (pH)	INEN 388 Primera Revisión 1985-12
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método potenciométrico para determinar la concentración del ion hidrógeno (pH) en conservas vegetales.</p> <p style="text-align: center;">2. INSTRUMENTAL</p> <p>2.1 Potenciómetro, con electrodos de vidrio.</p> <p>2.2 Vaso de precipitación de 250 cm³.</p> <p>2.3 Agitador.</p> <p style="text-align: center;">3. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA</p> <p>3.1 Si la muestra es líquida, homogenizarla convenientemente mediante agitación.</p> <p>3.2 Si la muestra corresponde a productos densos o heterogéneos, homogenizarla con ayuda de una pequeña cantidad de agua (recientemente hervida y enfriada) y mediante agitación.</p> <p style="text-align: center;">4. PROCEDIMIENTO</p> <p>4.1 Efectuar la determinación por duplicado sobre la misma muestra preparada.</p> <p>4.2 Comprobar el correcto funcionamiento del potenciómetro.</p> <p>4.3 Colocar en el vaso de precipitación aproximadamente 10 g ó 10 cm³ de la muestra preparada, añadir 100 cm³ de agua destilada (recientemente hervida y enfriada) y agitar suavemente.</p> <p>4.4 Si existen partículas en suspensión, dejar en reposo el recipiente para que el líquido se decante.</p> <p>4.5 Determinar el pH introduciendo los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que éstos no toquen las paredes del recipiente ni las partículas sólidas, en caso de que existan.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

5. ERRORES DE METODO

5.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,1 unidades de pH; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

6. INFORME DE RESULTADOS

6.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación.

6.2 En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse además cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

6.3 Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

(Continúa)

APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

AOAC. Method of Analysis 10.030. *Hydrogen-ion Concentration (pH)*. Association of Official Analytical Chemists, Washington, 1975.

Joslyn, M. *Methods in Food Analysis*. 2th Ed. pp 347. Academic press. Nueva York, 1970.

Norma Sanitaria Panamericana OPSANPAN/ALUTZ A 008. *Norma Técnica General de métodos físicos y químicos para análisis de alimentos*. Oficina Sanitaria Panamericana. Washington, 1968.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: TÍTULO: CONSERVAS VEGETALES. DETERMINACIÓN Código:
 NTE INEN 388 DE LA CONCENTRACIÓN DEL IÓN HIDROGENO (pH) AL 02.01-314
 Primera revisión

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1978-06-01 Oficialización por Acuerdo No 1276 de 1978-06-01 publicado en el Registro Oficial No 91 De 1979-12-21 Fecha de iniciación del estudio:
---	--

Fechas de consulta pública: de AL

Subcomité Técnico:
 Fecha de iniciación Fecha de aprobación:
 Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES: INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Posteriormente, para aprovechar la asistencia técnica prestada al INEN por organismos internacionales y para actualizar el texto de la norma de acuerdo a nueva bibliografía, la Dirección General dispuso la revisión de la norma, la que estuvo a cargo del personal técnico del INEN con asesoría de expertos internacionales.

Por esta razón no se consideró necesario convocar de nuevo al Subcomité Técnico.

Otros trámites: *⁴ Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue DESREGULARIZADA, pasando de OBLIGATORIA a VOLUNTARIA, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1985-12-26

Oficializada como: OBLIGATORIA
 Registro Oficial No. 378 de 1986-02-19

Por Acuerdo Ministerial No. 74 de 1986-02-04

Norma Técnica Ecuatoriana	CONSERVAS VEGETALES DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE METODO POTENCIOMETRICO DE REFERENCIA	INEN 381 Primera revisión 1985-12
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método potenciométrico para determinar la acidez titulable en conservas vegetales y Jugos de frutas.</p> <p style="text-align: center;">2. RESUMEN</p> <p>2.1 Determinar la acidez titulable mediante un potenciómetro y utilizando hidróxido de sodio.</p> <p style="text-align: center;">3. INSTRUMENTAL</p> <p>3.1 Balanza analítica, sensible al 0,1 mg.</p> <p>3.2 Potenciómetro, con electrodos de vidrio.</p> <p>3.3 Agitador mecánico o electromagnético.</p> <p>3.4 Mortero.</p> <p>3.5 Matraz Erlenmeyer de 250 cm³.</p> <p>3.6 Condensador de reflujo.</p> <p>3.7 Matraz volumétrico de 250cm³.</p> <p>3.8 Baño de agua.</p> <p>3.9 Embudo; para filtración.</p> <p style="text-align: center;">4. REACTIVOS</p> <p>4.1 Solución 0,1 N de hidróxido de sodio.</p> <p>4.2 Solución reguladora, de pH conocido. Se recomienda pH = 9.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p>		

6. PREPARACION DE LA MUESTRA

6.1 Productos líquidos o fácilmente filtrables (jugos, jarabes, líquidos de encurtido y productos fermentados).

6.1.1 Mezclar convenientemente la muestra y filtrar utilizando algodón o papel filtro.

6.1.2 Colocar 25 cm³ del líquido filtrado en un matraz volumétrico de 250 cm³ y diluir a volumen con agua destilada previamente hervida y enfriada, mezclando luego perfectamente la solución.

6.2 Productos densos o difíciles de filtrar, (salsas en conserva, mermeladas, jaleas).

6.2.1 Mezclar y ablandar la muestra en un mortero.

6.2.2 Pesar 25 g de muestra, con aproximación al 0,01 g, y transferir a un matraz Erlenmeyer, añadiendo luego 50 cm³ de agua destilada caliente; mezclar convenientemente hasta obtener un líquido de aspecto uniforme.

6.2.3 Acoplar el condensador de reflujo en el matraz Erlenmeyer y calentar en el baño de agua hirviendo durante 30 min; enfriar y transferir el contenido a un matraz volumétrico de 250 cm³, diluyendo a volumen con agua destilada previamente hervida y enfriada.

6.2.4 Mezclar perfectamente y filtrar.

6.3 Productos sólidos, secos y congelados.

6.3.1 Fraccionar en partes pequeñas la muestra que previamente deberá descongelarse, si es necesario; limpiar la muestra de tallos, semillas y otros cuerpos extraños.

6.3.2 Triturar la muestra en el mortero y pesar, con aproximación al 0,01 g, aproximadamente 25 g de la misma, continuando luego como se indica en 6.2.2.

8. PROCEDIMIENTO

8.1 La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

8.2 Comprobar el funcionamiento correcto del potenciómetro utilizando la solución reguladora de pH conocido.

8.3 Lavar el electrodo de vidrio varias veces con agua destilada hasta que la lectura del pH sea de aproximadamente 6.

(Continúa)

8.4 Colocar en un matraz volumétrico de 25 a 100 cm³ de la muestra preparada, según la acidez esperada, y sumergir los electrodos en la muestra.

8.6 Añadir rápidamente de 10 a 50 cm³ de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, agitando hasta alcanzar pH 6, determinado con el potenciómetro.

8.8 Continuar añadiendo lentamente solución 0,1 N de hidróxido de sodio hasta obtener pH 7; luego, adicionar la solución 0,1 N de hidróxido de sodio en cuatro gotas por vez, registrando el volumen de la misma y el pH obtenido después de cada adición, hasta alcanzar pH 8,3 aproximadamente.

8.7 Por interpolación, establecer el volumen exacto de solución 0,1 N de hidróxido de sodio añadido, correspondiente al pH 8,1.

7. CALCULOS

7.1 La acidez titulable se determina mediante la ecuación siguiente:

7.1.1 Para productos líquidos:

$$A = \frac{(V_1 N_1 M) 10}{V_2}$$

Siendo:

- A = g de ácido en 1 000 cm³ de producto.
- V₁ = cm³ de NaOH usados para la titulación de la alícuota.
- N₁ = normalidad de la solución de NaOH.
- M = peso molecular del ácido considerado como referencia.
- V₂ = volumen de la alícuota tomada para el análisis en 6.4.

7.1.2 Para productos sólidos:

$$A = \frac{V_1 N_1 M}{V_2}$$

Siendo:

- A = g de ácido por 100 g de producto.
- V₁ = cm³ de NaOH usados para la titulación de la alícuota.
- N₁ = normalidad de la solución de NaOH.
- M = peso molecular del ácido considerado como referencia.
- V₂ = volumen de la alícuota tomada para el análisis en 6.4.

(Continúa)

8. ERRORES DE METODO

8.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder del 2% del promedio aritmético de los resultados; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

9. INFORME DE RESULTADOS

9.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación, con una cifra decimal.

9.2 La acidez titulable se expresa en gramos del ácido predominante en el producto analizado por 100 g o 1 000 cm³ de la muestra. En este caso, debe considerarse lo indicado en el Anexo A.

9.3 En el Informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

9.4 Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

(Continúa)

ANEXO A

ACIDOS PRESENTES EN CONSERVAS VEGETALES

ACIDOS	PRODUCTOS	GRAMOS POR MILIEQUIVALENTE
Málico	Derivados de frutas con semilla o huesillos	0,067
Cítrico anhidro	Derivados de bayas y frutas cítricas	0,064
Cítrico monohidratado	Derivados de bayas y frutas cítricas	0,070
Tartárico	Derivados de la uva	0,075
Oxálico	Derivados de espinacas y tallos	0,045
Acético	Productos encurtidos y adobados	0,060

(Continua)

APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Official Methods of Analysis of the AOAC; 22051: Titratable Acidity-Glass electrode Method, 12^a Edición, Washington, 1975.

Recomendación ISO R. 750: *Fruit and vegetable products. Determination of titratable acidity.* International Organization for Standardization. Ginebra, 1968.

Norma Argentina IRAM 15735: *Jugos y néctares de fruta. Método de determinación de la acidez total.* Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Buenos Aires, 1968.

Norma Hindú 4935: *Methods of test for products derived from fruits and vegetables.* Indian Standards Institution. Nueva Delhi, 1968.

Norma Sanitaria Panamericana OPSANPAN-IALUTZ A. 008. *Norma Técnica General de Métodos Físicos y Químicos para análisis de Alimentos OPS/OMS.* Oficina Panamericana, Washington, 1968.

Norma Francesa V 05-101. *Produits dérivés des fruits et légumes. Détermination de l'acidité titrable.* Association Française de Normalisation. Paris, 1967.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 381 Primera revisión	TÍTULO: CONSERVAS VEGETALES. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE. METODO POTENCIOMETRICO DE REFERENCIA.	Código: AL 01.01-303
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1978-06-01 Oficialización con el Carácter de OBLIGATORIA Por Acuerdo No. de publicado en el Registro Oficial No. de Fecha de iniciación del estudio:	

Fechas de consulta pública: de a

Subcomité Técnico:

Fecha de iniciación:

Fecha de aprobación:

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Posteriormente, para aprovechar la asistencia técnica prestada al INEN por organismos internacionales para actualizar el texto de la norma de acuerdo a nueva bibliografía, la Dirección General dispuso la revisión de la norma, la que estuvo a cargo del personal técnico del INEN con asesoría de expertos internacionales.

Por esta razón no se consideró necesario convocar de nuevo al Subcomité Técnico.

Otros trámites: *⁴ Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA** a **VOLUNTARIA**, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04, publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20
El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1985-12-26

Oficializada como: **OBLIGATORIA**
Registro Oficial No. 379 del 1985-02-20

Por Acuerdo Ministerial No. 79 del 1986-02-04

