

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



INFLUENCIA DEL STRESS Y LA TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO EN LA VARIACIÓN DEL ÁCIDO OXÁLICO, AZUCARES REDUCTORES Y PÉRDIDA DE PESO EN TRES VARIEDADES DE OCA (*Oxalis tuberosa* Mol.)

Presentado por

Bach. RIDHER REMIGIO ANTAY CCACCYA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

ANDAHUAYLAS – APURÍMAC – PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Presentado por

Bach. RIDHER REMIGIO ANTAY CCACCYA

INFLUENCIA DEL STRESS Y LA TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO EN LA VARIACIÓN DEL ÁCIDO OXÁLICO, AZUCARES REDUCTORES Y PÉRDIDA DE PESO EN TRES VARIEDADES DE OCA (*Oxalis tuberosa* Mol.)

Asesor

Ing. MSc. DAVID JUAN RAMOS HUALLPARTUPA.

Co - Asesor

Ing. MSc. THOMAS ANCCO VIZCARRA.

ANDAHUAYLAS – APURÍMAC – PERÚ

2018

DEDICATORIA

*A **Dios**, por darme la vida y enseñarme cada día que debo hacer para tener una vida saludable, pues él se encargara de lo imposible.*

*A mis padres **Remigio y Graciela**, quienes me guiaron por el buen camino, por ser mi ejemplo de trabajo, sacrificio, entrega y amor, por la confianza de siempre y la seguridad de saber que este momento llegaría.*

A mis hermanos por ser mi motivación y a todas las personas que aman la vida, la respetan, aprenden de ella cada día y luchan por un mañana mejor.

Ridher Remigio Antay Ccaccya

La meta de la educación es el avance en el conocimiento y la diseminación de la verdad.

John F. Kennedy

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional José María Arguedas, en especial a la facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA) por haberme acogido en sus aulas facilitando los laboratorios y equipos para realizar la presente investigación.
- A la Universidad Nacional de Altiplano de Puno por haberme brindado los laboratorios y equipos para esta investigación.
- A mis padres, Remigio Antay Huayhuas y Graciela Ccaccya Ccopa por todo su amor, apoyo incondicional y esfuerzo para lograr mis objetivos, y darme la mejor educación posible.
- A mis hermanos Elia, Libia, Noris, Miky, Rosabel, Katy y Cyntia por ser tan generosos de mí familia y por cada alegría que traen a mi vida, los amo con todo mi corazón.
- En especial a mi asesor Ing. David Juan Ramos Huallpartupa por la dedicación de su tiempo, por su paciencia, apoyo incondicional y consejos para obtener un buen resultado del presente trabajo.
- A mis catedráticos: Ing. MSc. David Choque Quispe, Ing. MSc. Carlos Alberto Ligarda Samanez, Ing. MSc. Julio Cesar Sichez Muñoz, Ing. Gina Toro Rodriguez, Ing. MSc. Tomas Ancco Vizcarra, Ing. Juvenal Rivas Leguía, PhD. Ing. Florentino Lázaro Marín, Blog. María del Carmen Delgado y Blog. Luz Azucena Torres García por compartirme sus experiencias académicas en las aulas universitarias.
- A mis amigos (as) y compañeros (as) Dina, Jackelin, Violeta, Jimmy, Abel y Rosa quienes me colaboraron en el desarrollo de la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
ABREVIATURAS.....	xvii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT.....	xx
CAPÍTULO 1.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Justificación de la investigación.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.2.1. Objetivo general.....	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. PROBLEMA.....	2
1.4. Formulación del problema.....	3
1.5. HIPÓTESIS.....	3
1.5.1. Hipótesis general.....	3
1.5.2. Hipótesis específicos.....	3
CAPÍTULO 2.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.2. Generalidades de la oca.....	5
2.2.1. Historia de la oca.....	6
2.2.2. Taxonomía.....	6

2.2.3. Descripción botánica de la oca	7
2.2.4. Cultivares de la oca	8
2.2.5. Cosecha	8
2.2.6. Composición química de la oca	9
2.2.7. Usos tradicionales de la oca	9
2.2.8. Ecotipos.....	10
2.3. Compuestos químicos importantes de la oca.....	10
2.3.1. Ácido oxálico.....	10
2.3.1.1. Propiedades físicas y químicas del ácido oxálico.....	11
2.3.2. Contenido de oxalatos	11
2.3.2.1. Acido oxálico.....	12
2.3.2.2. Oxalatos.....	12
2.3.3. Azúcares en la oca	13
2.3.3.1. Azucares reductores	13
2.3.4. Stress solar.....	14
2.3.4.1. Endulzamiento de la oca (<i>Oxális tuberosa</i> Mol.)	15
2.3.4.2. Conservación.....	15
2.3.4.3. Almacén.....	15
2.3.5. Luz 16	
2.3.6. Temperatura	16
2.3.7. Humedad relativa.....	17
2.3.8. Peso	17
2.3.9. Peso del tubérculo	18
CAPÍTULO 3.....	19
MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1. Lugar de ejecución.....	19
3.1.1. Localidad e instalación donde se realiza la investigación.....	19
3.2. Material de estudio.....	19

3.2.1. Universo y/o población.....	19
3.2.2. Muestra.....	19
3.3. Equipos, materiales, instrumentos y reactivos de laboratorio.....	20
3.3.3. Materiales.....	21
3.3.4. Reactivos e insumos.....	23
3.4. Acondicionamiento de la muestra.....	23
3.4.1. Materia prima.....	23
3.4.2. Recepción.....	23
3.4.3. Pesado.....	24
3.4.4. Selección.....	24
3.4.5. Lavado y desinfección.....	24
3.4.6. Soleado y generación de <i>stress</i>	24
3.4.7. Almacenamiento.....	24
3.4.8. Diagrama de flujo de operaciones.....	25
3.4.9. Análisis estadístico.....	25
3.5. Porcentaje de ácido oxálico en tres variedades de la oca (<i>Oxális tuberosa</i> Mol.) influenciados por <i>stress</i> (exposición al sol) y temperatura de almacenamiento durante un mes.....	30
3.6. Variación de azúcares reductores en las tres variedades de oca (<i>Oxális tuberosa</i> Mol.) influenciados por <i>stress</i> (exposición al sol) y temperatura de almacenamiento durante un mes.....	31
3.7. Pérdida del peso en las tres variedades de oca (<i>Oxális tuberosa</i> Mol.) influenciados por <i>stress</i> (exposición al sol) y temperatura de almacenamiento durante un mes.....	33

CAPÍTULO 4.....	34
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	34
4.1. Porcentaje de ácido oxálico en tres variedades de la oca (<i>Oxális tuberosa</i> Mol.) influenciados por <i>stress</i> (exposición al sol) y temperatura de almacenamiento durante un mes.....	34
4.1.1. Oca blanco (Lunchchu).....	35
4.1.2. Oca amarilla (Kheni harinosa).....	36
4.1.3. Oca roja (Huairi chuchu).....	37
4.2. Porcentaje de azúcares reductores en las tres variedades de oca (<i>Oxális tuberosa</i> Mol.) influenciados por <i>stress</i> (exposición al sol) y temperatura de almacenamiento durante un mes.....	39
4.2.1. Oca blanco (Lunchchu).....	40
4.2.2. Oca amarilla (Kheni harinosa).....	41
4.2.3. Oca roja (Huairi Chuchu).....	42
4.3. Pérdida del peso en las tres variedades de oca (<i>Oxális tuberosa</i> Mol.) influenciados por <i>stress</i> (exposición al sol) y temperatura de almacenamiento durante un mes.....	44
4.3.1. Oca blanco (Lunchchu).....	45
4.3.2. Oca amarilla (Kheni harinosa).....	46
4.3.3. Oca roja (Huairi chuchu).....	47
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
ANEXOS	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición físico-química de la oca (<i>Oxalis tuberosa</i> Mol.)	9
Tabla 2. Propiedades físico y químicas del ácido oxálico.	11
Tabla 3. Material vegetal	20
Tabla 4. Equipos	20
Tabla 5. Instrumentos.....	21
Tabla 6. Materiales.....	21
Tabla 7. Reactivos e insumos.....	23
Tabla 8. Matriz de diseño experimental	28
Tabla 9. Matriz de diseño experimental	29
Tabla 10. Porcentaje de pérdida de ácido oxálico de las tres variedades de la oca.	34
Tabla 11. Análisis de varianza para ácido oxálico	35
Tabla 12. Análisis de varianza para ácido oxálico	36
Tabla 13. Análisis de varianza para ácido oxálico	37
Tabla 14. Resultados de ácido oxálico en ocas frescas.....	38
Tabla 15. Porcentaje de azúcares reductores de las tres variedades de la oca.	39
Tabla 16. Análisis de varianza para azúcares reductores.....	40
Tabla 17. Análisis de varianza para azúcares reductores.....	41
Tabla 18. Análisis de varianza para azúcares reductores.....	42
Tabla 19. Porcentaje azúcares reductores	43
Tabla 20. Porcentaje de pérdida de peso de las tres variedades de la oca.	44

Tabla 21. Análisis de varianza para pérdida de peso	45
Tabla 22. Análisis de varianza para pérdida de peso.	46
Tabla 23. Análisis de varianza para pérdida de peso	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Oca de variedad blanca (<i>Oxális tuberosa Mol.</i>).....	7
Figura 2. Estructura de ácido oxálico.	11
Figura 3. Diagrama de flujo de operaciones.....	25
Figura 4. Diagrama experimental	27
Figura 5. Variables dependientes e independientes.....	28
Figura 6. Almacenamiento a 10°C.	59
Figura 7. Almacenamiento 20°C.	60
Figura 8. Determinación del ácido oxálico.....	60
Figura 9. Determinación de azúcares reductores.....	61
Figura 10. Determinación de pérdida peso.....	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Medidas de la velocidad de viento y la intensidad luminosa (lux)	58
Anexo 2. Exposición de las ocas al sol (generación de <i>stress</i>)	59
Anexo 3. Almacenamiento de ocas	59
Anexo 4. Análisis de las muestras para determinar porcentaje de ácido oxálico, azúcares reductores y pérdida de peso.	60
Anexo 5. Análisis físico química inicial de las tres variedades de la oca (<i>Oxális tuberosa</i> Mol.)	62
Anexo 6. Datos obtenidos porcentaje de ácido oxálico azúcares reductores y pérdida de peso durante el análisis de la oca (<i>Oxális tuberosa</i> Mol.) de variedad Lunchchu (blanca).....	63
Anexo 7. Datos obtenidos porcentaje de ácido oxálico azúcares reductores y pérdida de peso durante el análisis de la oca (<i>Oxális tuberosa</i> Mol.) variedad Kheni harinosa (amarilla).	64
Anexo 8. Datos obtenidos porcentaje de ácido oxálico azúcares reductores y pérdida de peso durante el análisis de la oca (<i>Oxális tuberosa</i> Mol.) de variedad Huairi chuchu (roja).....	65
Anexo 9. Porcentaje de ácido oxálico de las tres variedades de la oca (<i>Oxális tuberosa</i> Mol.).....	66
Anexo 10. Porcentaje de azúcares reductores de las tres variedades de la oca (<i>Oxális tuberosa</i> Mol.).....	67
Anexo 11. Porcentaje de pérdida de peso de las tres variedades de la oca (<i>Oxális tuberosa</i> Mol.)	68
Anexo 12. Optimización de ácido oxálico en las tres variedades de oca (<i>Oxális tuberosa</i> Mol.)	69
Anexo 13. Optimización de azúcares reductores en las tres variedades de oca (<i>Oxális tuberosa</i> Mol.).....	70

Anexo 14. Optimización de pérdida de peso en las tres variedades de oca (<i>Oxális tuberosa</i> Mol.)	71
Anexo 15. Graficas de ácido oxálico en las tres variedades de oca (<i>Oxális tuberosa</i> Mol.)	73
Anexo 16. Graficas de azúcares reductores en las tres variedades de oca (<i>Oxális tuberosa</i> Mol.).....	76
Anexo 17. Graficas de pérdida del peso en las tres variedades de oca (<i>Oxális tuberosa</i> Mol.).....	79
Anexo 18. Análisis físico químico final de las tres variedades de la oca.....	82
Anexo 19. Matriz de consistencia.....	83

ABREVIATURAS

%	: Porcentaje
ml	: Mililitros
AO	: Acido oxálico
N	: Normalidad
meq	: Mili equivalente
v	: Volumen total
P	: Peso
g	: Gramos
Kg	: Kilogramos
mg	: Miligramos
ml	: Mililitros
cm	: Centímetros
AR	: Azúcares reductores
A	: Aforo
a	: Título de fehling
W	: Peso de la muestra en gramos
V	: Volumen gastado en la titulación
T	: Temperatura
T	: Tiempo
°C	: Grados Celsius

Min : Minutos

ppm : Partes por millón

h : Horas

HCl : Ácido clorhídrico

NaOH : Hidróxido de sodio

N : Normal

pH : Potencial de Hidrógeno

RTAs : Raíces de tubérculos Andinos

TM/ha : Toneladas métricas por hectárea

S : Desviación estándar

\bar{x} : Promedio

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó la influencia del *stress* y la temperatura de almacenamiento en la variación del ácido oxálico, azúcares reductores y pérdida del peso en tres variedades de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), durante un mes de almacenamiento, utilizándose un diseño experimental del tipo factorial 2², siendo el primer factor de estudio el tiempo de exposición solar o la generación de *stress* con dos niveles de variación (3 y 6 horas) y el segundo factor la temperatura de almacenamiento con dos niveles de variación (10 y 20 °C). La metodología que se realizó para determinar el porcentaje de ácido oxálico y azúcares reductores fue mediante la titulación, obteniéndose como resultado el porcentaje de reducción de ácido oxálico un promedio en la oca blanca (Lunchchu) 43.13%, la oca amarilla (Kheni harinosa) 42.48% y la oca roja (Huairi chuchu) 63.89%. Muestran mayor porcentaje en la reducción de ácido oxálico, respectivamente; así mismo, tienen mayor concentración de azúcares reductores las tres variedades 17.48%, 43.46% y 30.37% y la pérdida de peso se determinó por el método de gravimetría llegando a un máximo de 3.67% que corresponde a oca amarilla. Concluyéndose que el *stress* y la temperatura de almacenamiento influyen significativamente en la variación de ácido oxálico, azúcares reductores y la pérdida de peso de las tres variedades de oca durante un mes de observación.

Palabras claves: Ácido oxálico, Azúcares reductores, peso y oca (*Oxalis tuberosa* Mol.).

ABSTRACT

In the present investigation the influence of stress and storage temperature on the variation of oxalic acid, reducing sugars and the duration of weight in three varieties of goose (*Oxális tuberosa* Mol.), During a month of storage, using a design, was evaluated. Experimental of the factorial type 2², being the first factor of study the time of solar exposure or the generation of stress with two levels of variation (10 and 20 hours) and the second factor the temperature of the storage with two levels of variation (10 and 20) °C). The percentage of oxalic acid in an average in white goose (Lunchchu) 43.13%, yellow goose (Kheni mealy) 42. 48% and the red goose (Huairi chuchu) 63.89%. They show a greater percentage in the reduction of oxalic acid, respectively; Likewise, the three varieties 17.48%, 43.46% and 30.37% have the highest concentration of reducing sugars and the weight loss was determined by the gravimetry method, reaching a maximum of 3.67% corresponding to yellow goose. It is concluded that stress and storage temperature influence the variation of oxalic acid, reducing sugars and the weight loss of the three varieties of goose during a month of observation.

Key words: Oxalic acid, Reducing sugars and gooseberry (*Oxális tuberosa* Mol.).

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

La oca (*Oxális tuberosa* Mol.) es una especie nativa de los Andes, pero en la actualidad se consume en forma natural sin darle un valor agregado, ya que este tubérculo es rico en carbohidratos, calcio, fósforo y hierro que son beneficios para reducir el dolor e hinchazón de las heridas. En los últimos tiempos en pequeñas parcelas, donde aún se cultiva y consume; sin embargo, es importante señalar, que la oca es el segundo tubérculo en área de cultivo e importancia en los Andes sudamericanos, después de la papa. La oca hace parte del grupo de cultivos nativos que forman la base de la dieta andina, incluso desde antes de que el maíz tomara importancia.

El tubérculo no se puede consumir en su estado fresco por su alto contenido de ácido oxálico, ya que esto es un anti nutriente que genera los cálculos renales; además, la oca no se puede conservar por el alto contenido de humedad debido a que pretende el deterioro y la degradación de algunos compuestos.

La oca es de textura harinosa y ligeramente dulce, puede consumirse hervida, cocida al horno, frita, encurtida; también, se puede usar en panificación, confitura y extracción de alcohol por fermentación, por su alto contenido de almidón y azúcares. Se pueden llegar a obtener hasta 6 toneladas/ha de harina. El zumo es refrescante y sirve para quitar manchas por contener una cantidad apreciable de oxalato de potasio.

1.1. Justificación de la investigación

La oca (*Oxális tuberosa* Mol.) es una planta domesticada en los andes, cultivados principalmente para consumo familiar y muy poco se comercializa en el mercado local. En la región de Apurímac se cultiva en las distintas comunidades alto andinas y especialmente en la provincia de Andahuaylas donde tiene muy buenas condiciones climáticas, con rendimientos de 3-4 TM/ha (INIA, 2014).

La oca no se puede consumir en estado fresco con alto porcentaje de ácido oxálico ya que el ácido oxálico genera cálculos renales en los consumidores. La variación de ácido oxálico influye en el sabor de la oca, así como su durabilidad, situaciones que permitirían recomendar a los productores las condiciones de almacenamiento y tratamientos de post cosecha con la finalidad de comercializar este producto (Cadima, 2006).

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

- Evaluar la influencia del *stress* y la temperatura de almacenamiento, en la variación del ácido oxálico, azúcares reductores y pérdida del peso, en tres variedades de oca (*Oxális tuberosa* Mol.).

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar el porcentaje de ácido oxálico en tres variedades de la oca (*Oxális tuberosa* Mol.) influenciados por *stress* (exposición al sol) y temperatura de almacenamiento durante un mes.
- Determinar la variación de azúcares reductores en las tres variedades de oca (*Oxális tuberosa* Mol.) influenciados por *stress* (exposición al sol) y temperatura de almacenamiento durante un mes.
- Determinar el porcentaje de pérdida del peso en las tres variedades de oca (*Oxális tuberosa* Mol.) influenciados por *stress* (exposición al sol) y temperatura de almacenamiento durante un mes.

1.3. PROBLEMA

La oca es uno de los alimentos muy apreciados en el área rural, tiene escaso conocimiento en la deshidratación solar para su posterior almacenamiento en condiciones óptimas con menor presencia de ácido oxálico, menor peso y mayor cantidad de sólidos totales.

Mayormente la oca se somete al soleado en techos de las casas sin controlar los parámetros como temperatura y *stress* (tiempo de exposición solar) por la que se identificó un problema la presencia de ácido oxálico en mayor cantidad y las pérdidas de las características organolépticas (color, sabor, olor y textura), mala apariencia por unas decoloraciones de color negro a pardusco lo cual es un problema en la aceptabilidad de los consumidores urbanos que señalan algunas características negativas que condicionan las preferencias del consumidor pese a tener grandes bondades. A medida que pasa el tiempo en condiciones de almacenamiento la concentración de azúcares reductores es mayor.

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

¿Cuál es la influencia del *stress* y la temperatura de almacenamiento en la variación del ácido oxálico, azúcares reductores y pérdida de peso en tres variedades de oca (*Oxális tuberosa* Mol.)?

1.4.2. Problemas específicas

- ¿Cuál es la influencia del *stress* (exposición al sol) y la temperatura de almacenamiento durante un mes en la variación de ácido oxálico en tres variedades de la oca (*Oxális tuberosa* Mol.)?
- ¿Cuál es la influencia del *stress* (exposición al sol) y la temperatura de almacenamiento durante un mes en la variación de azúcares reductores en tres variedades de la oca (*Oxális tuberosa* Mol.)?
- ¿Cuál es la influencia del *stress* (exposición al sol) y la temperatura de almacenamiento durante un mes en la pérdida del peso en tres variedades de la oca (*Oxális tuberosa* Mol.)?

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis general

El *stress* (tiempo de exposición solar) y la temperatura de almacenamiento, influyen significativamente en la variación ácido oxálico, azúcares reductores y pérdida del peso de la oca (*Oxális tuberosa* Mol.).

1.5.2. Hipótesis específicos

- El *stress* (exposición al sol) y la temperatura de almacenamiento durante un mes influyen significativamente en la variación de ácido oxálico en tres variedades de la oca (*Oxális tuberosa* Mol.).
- El *stress* (exposición al sol) y la temperatura de almacenamiento durante un mes influyen significativamente en la variación de azúcares reductores en tres variedades de la oca (*Oxális tuberosa* Mol.).
- El *stress* (exposición al sol) y la temperatura de almacenamiento durante un mes influyen significativamente en la pérdida del peso en tres variedades de la oca (*Oxális tuberosa* Mol.).

CAPÍTULO 2

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES:

Palate y Mangarrez (2013), Estudiaron el efecto de la temperatura y tiempo en las características físico-químicas y sensoriales de la oca (*Oxális tuberosa* Mol.) durante su maduración determinando la combinación óptima que permita desarrollar una maduración adecuada a las ocas. 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 a³b 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.

Villacres (2003), Realizó el proceso de endulzamiento de la oca (*Oxális tuberosa* Mol.) probó tres técnicas del endulzamiento: La tradicional que consiste en dejar en el techo de una casa durante tres o cuatro semanas; la utilización del secador solar con cuatro paneles transparente del vidrio, dos puertas laterales regulables y dos ventanas laterales de la malla y un silo verdeador de la papa, en la que se utilizaron tubérculos fresco de la oca de los ecotipos, amarillo, rojo y blanco de origen ecuatoriano, en esta fase se evaluaron los siguientes parámetros: pérdida del peso (%), materia seca (%), acidez titulable en (mg /100 g de oxálico), azúcares totales (%), análisis sensorial (la prueba de la degustación) y una evaluación visual de daños físicos. En esta investigación se registraron los siguientes resultados: el aspecto era el de una oca fresca, incremento los azúcares en el 68%, y un menor contenido de materia seca 22.72%, un 15.14% de pérdida de peso, un 82% de materiales sin daños y teniendo una mayor aceptabilidad en las pruebas de degustación.

Alastair (1999), Investigó sobre los cambios en el proceso de endulzamiento de la oca para mejorar su calidad culinaria, la oca cosechada es expuesta a la luz del sol directa típicamente (tomar sol) por varios días antes del consumo. Cinco cultivares nativos fueron revisados para determinar los cambios en la composición nutritiva de Oca como consecuencia de tomar sol.

Esta investigación incrementó las proporciones de materia seca sólidos solubles, aumentando azúcar (principalmente sacarosa) y redujo ácidos totales. Alto contenido de oxalato, un factor anti- nutritivo fue encontrado extendiéndose de 306 a 539 y 251 a 451 mg /100, tomar sol redujo niveles de oxalato en materia seca por un promedio de 26 % (Alastair, 1999).

El objetivo de investigar los cambios de composición que ocurren en oca durante la exposición al sol y a diferentes condiciones. Los análisis dieron como resultado de mayor concentración de azúcares totales, reducción de ácido oxálico y la pérdida del peso cuando éstos son los electrones químicos más importantes en definir el gusto, la textura, y el valor nutritivo y la reducción de ácido oxálico evitar la generación de cálculos renales en los consumidores de la oca (Moreno, 2000).

Cajamarca (2010), Menciona en su investigación que las ocas fueron sometidas a un proceso de endulzamiento en el cual pierde humedad producto de la exposición de los tubérculos al sol por acción de calor, teniendo menor cantidad de agua en los tubérculos. En esta investigación se calculó el porcentaje del ácido oxálico en ocas endulzadas y frescas y estos fueron los resultados: el contenido de ácido oxálico, para las oca endulzadas (72 mg/100g), es menor en comparación para las ocas frescas (135 mg/100g), esta disminución afecta directamente para el mejoramiento del sabor y puede ser usada en varias recetas.

2.2. Generalidades de la oca

Cardenas (1950), Menciona la palabra "okka" figura en el diccionario quechua y se refiere a una planta que produce tubérculos dulces y comestibles.

Los tubérculos de *Oxalis tuberosa* Mol. son conocidos con los nombres comunes de "oca" en Ecuador, Bolivia, Perú y Chile; cuiba o quiba en Venezuela; macachín o miquichi en Argentina; huasisai o "ibia" en Colombia; "papa extranjera" en México, y "yam" en Nueva Zelandia (Del Rio, 1990). (Failie, Morales y Holle, 1999) Mencionan la *Oxalis tuberosa* Mol. Es una planta que se cultiva en los Andes centrales y meridionales por su tubérculo comestible rico en almidón. Es el tubérculo más cultivado después de la papa, con más de 30000 ha plantadas en el Perú, Ecuador y Bolivia se cultivan unas 32000 ha.

El género oxális tiene 80 variedades en los Andes, pero solo la *Oxalis tuberosa* (O. crenada) se cultiva como alimenticia. La oca se siembra en las mismas regiones que las papas, aunque por su resistencia a la heladas pueden cultivarse

a mayor altura, hasta los 4000 m.s.n.m. Esta resistencia al igual que la papa, está más ligada a las formas amargas o ácidas (Cadena, 1988).

¿Qué es un tubérculo? El significado de enciclopédico universal dice que el tubérculo es un abultamiento que se presenta en las distintas partes de algunas plantas y especialmente el que ofrece algunas rizomas, como la papa (Huaraca, 2009).

Entonces se puede decir que los tubérculos son tallos modificados que se dan debajo de la tierra, son gruesos ya que acumulan los nutrientes que sirven de reserva para la planta. No posee capa de protección. Tampoco emite hijuelos. La reproducción de este tipo de plantas se hace por semilla, aunque se puede hacer por plantación del mismo tubérculo (Abad, 1996).

2.2.1. Historia de la oca

La oca es el nombre quechua de una planta oriunda de los Andes, que es uno de los cultivos más antiguos de dicha región con casi 8000 años de antigüedad. Se han encontrado restos de sus tubérculos comestibles en tumbas de la costa, lejos de los lugares de cultivo (Villacrés, *et. al.*, 2004).

El padre jesuita Giovanni Ignacio Malina fue quien hizo la primera descripción taxonómica de la "oca" en 1810. La "oca" crece entre los 3000 y 4000 msnm, es originaria del altiplano peruano-boliviano y crece en ambientes templado-fríos. La mayor variabilidad se encuentra en los valles de Cusco y Ayacucho en el Perú así como en el altiplano boliviano (Lescano, 1994).

2.2.2. Taxonomía

Según (Ferreyra, 1986), "la Oca" tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: vegetal

Clase: dicotiledónea

Orden: geraniales

Familia: oxalidaceae

Género: Oxalis

Especie: *Oxalis tuberosa*

Nombre vulgar: Oca



Figura 1. Oca de variedad blanca (*Oxalis tuberosa* Mol.).

2.2.3. Descripción botánica de la oca

Molina (1810), describió por primera la descripción botánica de la oca.

Acosta Solís (1980), señala la Oca es una planta herbácea anual, de desarrollo compacto. Crece entre 0.20 y 0.40 m. los tallos son cilíndricos y suculentos.

Los tubérculos alcanzan longitudes de 5 a 15 cm de forma muy variada cilíndrica a ovoides y de color llamativo blanco, morados a casi negro, rosados o amarillos, uniformes o punteados. Las yemas tienen tamaños y profundidades diferentes, según el clon y a menudo son de distintos colores (Pomar, 2000).

En cuanto a formas, presentan una miscelánea, entre redondos, alargados y curvados. La forma de los tubérculos no está asociada con diferencias en la planta (Barrera *et al*,1999).

Hojas.- La hoja de la oca es muy característica, trifoliada con pecíolos de longitud muy variable (2 a 9 cm) y pubescente, con colores de verde moteada purpura (Barrera y Robles, 2004).

Flores.- Las flores se disponen en dos cimas de 4 a 5 flores, el cáliz está formado por 5 sépalos agudos y verdes, la corola tiene 5 pétalos unidos en la base y festoneados en la parte superior, de color amarillo. La flor tiene 10 estambres en dos grupos de cinco, de diferente longitud cada uno, el gineceo está formado por 5 carpelos separados, cuyos estilos varían en longitud más largos que los estambres longistilia semejantes a los estambres mesostilia más cortos que los estambres brevistilia (Robles, 1981).

Estolones y tubérculos.- Las semejanzas que existen entre los tubérculos de estas especies hacen que se los pueda confundir fácilmente. La mayor diferencia radica en la distribución y profundidad de las yemas (Peruecológico, 2013).

Entre las líneas promisorias están, La línea oca blanca dulce, que se caracteriza por que los tubérculos son más alargados y pueden llegar a medir 20 centímetros de largo. Su comida es semi-amarilla, luego de ser expuesto al sol para que se en dulce, y se puede consumir (Robles, 1981).

Línea oca amarilla dulce, presenta un color amarillo intenso alargados que pueden medir hasta 8 cm de longitud. La línea oca roja dulce, se caracteriza por que los tubérculos son de color rojo intenso con pequeños filos amarillos. Puede alcanzar una longitud de 8 a 10 cm, su pulpa es amarilla, delicada al momento de transportarla. (FAO, 2013)

2.2.4. Cultivares de la oca

Cardenas, (1950), Clasifica del tubérculo oca y sugiere la siguiente diferenciación en tres formas hortícolas:

Forma de alba

Ocas de tubérculos blancos o hialinos (el primer ecotipo descrito procedió de Chile).

Forma de flava

Ocas de amarillo claro o pigmentadas posiblemente de flavonas y amarillo intenso o anaranjado con caroteno;

Forma roseo-violácea

Ocas de tubérculos con coloración desde rosa claro, hasta el violáceo muy oscuro, casi negro (el rojas, magentas, púrpuras).

La clasificación campesina no sólo diferencia la coloración del tubérculo, sino que indica su contenido de oxalatos que le confieren mayor o menor sabor amargo.

El término luki en general refiere más a lasocas amargas y de keni a las dulces, en el área sur del Perú y Bolivia.

2.2.5. Cosecha

La cosecha de la oca se efectúa de seis a ocho meses después de la siembra (Mondalgo, 1972). Se lo realiza igual que la papa, pero los tubérculos tienden a

ser más frágiles, es por ello que tienen que ser manipulados con cuidado al momento de proceder al cave para extraerlos (Suquilanda, 2007).

Es importante la clasificación de tubérculos sanos para la selección de la semilla y destinar aquellos que están atacados por plagas o manchas, producto del ataque de gusanos, a la transformación y la alimentación animal. Se produce ocas frescas hasta 50 t/ha, siendo un tubérculo con gran potencial de producción (Tapia y Fries, 2007).

2.2.6. Composición química de la oca

Tabla 1. *Composición físico-química de la oca (Oxalis tuberosa Mol.).*

Componentes	Oca fresca	Oca deshidratada
	En 100 gramos de porción comestible	En 100 gramos de porción comestible
Humedad (g)	84.1	15.3
Proteína (g)	1.0	4.3
Carbohidratos (g)	13.3	75.4
Grasa cruda (g)	0.6	1.1
Cenizas (g)	1.0	3.9
Fibra (g)	1.0	3.4
Ácido ascórbico (mg)	38.4	2.4
Calcio (mg)	22	52
Fósforo (mg)	36	171
Hierro (mg)	1.6	9.9

Fuente: (Collazos Chiriboga, 1996).

2.2.7. Usos tradicionales de la oca

Cárdenas (1989), Menciona la oca se consume normalmente cocida en agua, luego de ser expuesto los tubérculos por varios días al sol para que adquieran un sabor dulce. También se consumen en forma de chuño (deshidratado) o caya similar al chuño de papa.

La oca tiene una preparación más diversificada que la papalisa (*Ullucus tuberosus*), dependiendo de si se utiliza al fresco o soleado. Al fresco y recién cosechada, se utiliza para sopas, cortada como la papa y también se cocina como locro. La otra forma de consumo es en puré y envueltos como el quimbolito (la oca se muele cruda, después se sazona con dulce, se envuelve en hojas de achira y se cocina como las humitas). La oca soleada endulzada se come preferentemente con dulce o en coladas; y también mezclada con leche. Reportan también usos medicinales de la oca que junto a la cucurbitácea (*Cucurbita máxima*) constituye un paliativo para las lesiones internas y disminuye la fiebre causada por la enfermedad de animales denominada fiebre aftosa (Cabrera, 1998).

2.2.8. Ecotipos

Eco tipo es una sub población genéticamente diferenciada que está restringida a un hábitat específico, un ambiente particular o un ecosistema definido, con unos límites de tolerancia a los factores ambientales (Tapia, 1979).

2.3. Compuestos químicos importantes de la oca

2.3.1. Ácido oxálico

Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), en común con otros miembros de este género, contiene oxalato, un factor antinutriente. El rango total de los niveles de oxalato es de 92 a 221 mg/100 g de peso fresco (Alastair, 1999).

Los métodos tradicionales de preparación de los pueblos andinos estaban encaminados a reducirla, siendo posible coccionar 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, 1979).

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

En la cáscara de la oca se encuentra presente alta concentración de ácido oxálico que es propio de todas las plantas del género oxális. Este ácido provoca que la oca tome un sabor agrio llegando hasta obtener porcentajes de 3.3 gramos hasta 3.7 gramos de ácido oxálico. La cantidad de ácido oxálico reduce si la oca es

sometido a los rayos del sol (soleado) disminuyendo hasta un 75% de la cantidad inicial llegando hasta un 0.9 a 1.4% de porción comestible (Cusiche, 2009).

El ácido oxálico (o ácido etanodioico), de estructura HOOC-COOH, es el más simple de los ácidos dicarboxílicos alifáticos. La forma comercial más común es la deshidratada, de fórmula molecular: $C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$. También puede expresarse la fórmula como: HOOC-COOH, $2H_2O$. Se trata de un ácido orgánico saturado, de cadena normal, y muy fuerte (10000 veces más fuerte que el ácido acético). Como se muestra en la figura 02. (Martinez, 2000)

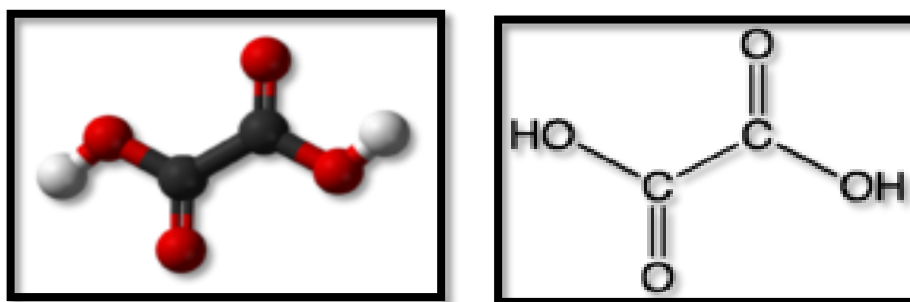


Figura 2. Estructura de ácido oxálico.

2.3.1.1. Propiedades físicas y químicas del ácido oxálico

Tabla 2. *Propiedades físico y químicas del ácido oxálico.*

Nombre químico	Ácido oxálico
Sinónimos	Ácido etanodioico
Fórmula	$C_2H_2O_4$ ó $(COOH)_2$
pH	1 (10 g / l H_2O a 20 °C)
Punto de ebullición	149 – 160 °C
Densidad	1.65 g / cm^3 a 20 °C
Solubilidad en agua	8.7 g /100 ml a 20 °C
Peso molecular	90.04 g / mol

Según (Martinez, 2000)

2.3.2. Contenido de oxalatos

El contenido de niveles altos de oxalatos en nuestro organismo, provocan problemas como efectos corrosivos en la boca y en el tracto gastrointestinal, hemorragias gástricas, insuficiencia renal, hematuria y en casos particulares se

producen desbalances tales como convulsiones por efecto de la baja de calcio en el plasma sanguíneo (Dassanayake y Gnanathan, 2012).

Una cantidad de 2.25 g de ácido oxálico precipita un gramo de calcio, por tanto el efecto adverso de este compuesto viene determinado por la relación oxalato/calcio que contenga el alimento. Una relación oxalato/calcio mayor a 1 afecta a la biodisponibilidad de calcio en el organismo, y si este valor es mayor a 2.25 el alimento se debe considerar como descalcificante (Tilahun, 2009).

2.3.2.1. Acido oxálico

Es un ácido orgánico de origen vegetal que se encuentra libre o en forma de sales solubles (sodio, potasio) e insolubles (calcio). El ácido oxálico, en forma de oxalato cálcico, facilita la formación de cálculos renales en el organismo ya que es poco o nada soluble en agua a pH neutro y alcalino. El oxalato se encuentra en mayor proporción en las hojas de las plantas, y en menor cantidad en tallos y raíces (Hernández, 2010).

Es un ácido orgánico conocido también como etanodioico, su fórmula es $C_2 H_2 O_4$ su peso molecular su peso molecular es de 90.04, se encuentra en la oca recién cosechada y otras legumbres. Es un secuestrador de calcio, ya que disminuye la disponibilidad de calcio en los alimentos al formar oxalatos de calcio, consumido en exceso ocasiona la formación de cálculos renales y problemas del corazón (Holmes *et al.*, 1995).

El principal daño desde el punto de vista nutricional, es la interferencia con la biodisponibilidad de calcio especialmente en periodos de lactancia y/o crecimiento, donde el aporte de este mineral es especialmente crítico (Soriano, 2011).

2.3.2.2. Oxalatos

Los oxalatos son sales o ésteres del ácido oxálico, se forman por neutralización del ácido oxálico con la base correspondiente o por intercambio del catión. Así se puede obtener el oxalato potásico, oxalato de calcio a partir del ácido oxálico que es perjudicial, para la salud humana (Holmes *et al.*, 1995).

Oxalato es el ácido que hace daño a los consumidores, siendo un factor de anti nutricional. Las líneas de enlace de oxalato de calcio para alimenticias, impidiéndolo de ser usado para las funciones esenciales en el metabolismo humano (Hermann, 2000).

2.3.3. Azúcares en la oca

Los azúcares más importantes que existen en la oca son sacarosa, glucosa y fructuosa; también hay vestigios de rafinosa (Alastair, 1999).

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, pero luego aumenta mostrando 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 (Lucero, 2005).

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, 2010).

2.3.3.1. Azúcares reductores

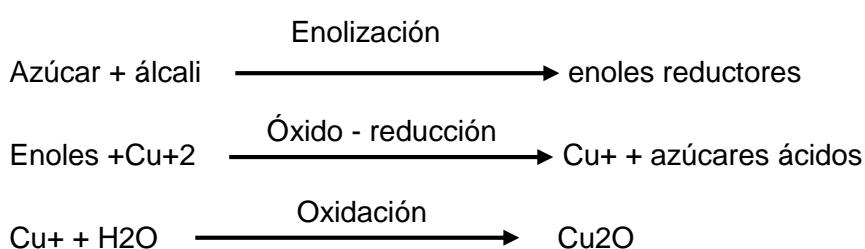
Son aquellos monosacáridos y oligosacáridos que contienen un grupo carbonilo libre (aldehído y cetona) y por consiguiente, pueden actuar como agentes reductores; debido a que la sacarosa y los oligosacáridos relacionados con la sacarosa son muy sensibles a la hidrólisis catalizada por los ácidos, la resina de intercambio aniónico deberá ser utilizada antes que la resina de intercambio catiónico (Suzanne Nielsen, 2009)

Los Azúcares reductores son aquellos azúcares que poseen su grupo carbonilo (grupo funcional) intacto, y que a través del mismo pueden reaccionar con otras moléculas.

Los azúcares reductores provocan la alteración de las proteínas mediante la reacción de glucosilación no enzimática también denominada reacción de Maillard o glicación. Todos los monosacáridos (azúcares simples que no pueden descomponerse en moléculas más pequeñas) son azúcares reductores. Dos de los tres tipos de azúcares disacáridos (con dos anillos de sustancias químicas), maltosa y lactosa, tienen la estructura química abierta necesaria para actuar como agentes reductores. La estructura simple de los monosacáridos les permite descomponerse al doble de velocidad que los disacáridos, mientras que los disacáridos deben descomponerse en partes más pequeñas primero. Se dice que un azúcar es reductor cuando puede oxidarse. Por ejemplo, al hacer reaccionar glucosa con $\text{Br}_2/\text{H}_2\text{O}$, reactivo de Fehling o reactivo de Tollens, se

transforma el aldehído en ácido carboxílico. En esta reacción la glucosa se oxida (actúa como reductor) y reduce al reactivo añadido (Casp y Requena, 2003).

El método más conocido es el de Fehling, el cual se aplica comúnmente en la determinación de azúcares reductores; la reacción emplea sulfato cúprico con un amortiguador de pH a base de tartrato de sodio y potasio, y se lleva a cabo con aplicación de calor. El hidrato de carbono disuelto en esta solución produce enoles que reducen el ion cúprico a cuproso, produciéndose el óxido correspondiente de color rojo; la secuencia de estas transformaciones se resume a continuación (Badui, 2006).



Cada tipo de monosacárido requiere cierta concentración de reactivo por molécula; así, la D-glucosa y la D-fructosa interactúan con igual número de equivalentes, mientras que la galactosa lo hace con 10% menos. Existen otros métodos que se basan en un principio similar al de Fehling, por ejemplo: la reacción de Nylander, con tartrato trivalente de bismuto; el método de Benedict, donde el ion cúprico se compleja con ion citrato; el método de Munson Walker, que es un procedimiento gravimétrico, o el método de Somogyi-Nelson (Badui, 2006).

2.3.4. Stress solar

El estrés solar, causado por la intensidad del sol extrema, puede limitar la producción total de la planta y dañar directamente la fruta y algunas hortalizas. En muchos casos, el daño no se dio cuenta hasta después de que se cosecha la fruta. Los primeros síntomas de exposición quemaduras solares como el color marrón significan deterioro del tejido (www.novasource.com/.NS_PINEAPPLE_web).

La exposición a este espectro luminoso puede ocasionar distintos problemas en la superficie de hojas y frutos, similares a los que sufren los humanos si se exponen demasiado tiempo al sol. Como consecuencia se puede provocar la caída de las frutas y ocasionar quemaduras solares y estrés térmico. Atenta contra

la salud y el valor de los cultivos pues produce manchas necróticas que afectan totalmente la firmeza, color y jugo de la fruta, y su aceptación por parte del consumidor (Del Rio, 1990).

El estrés solar es responsable de pérdidas de rendimiento del 8 al 50%, es decir, esa fruta no puede comercializarse. Cuando la intensidad de la luz solar es muy alta causa estrés en las plantas, frutas y hortaliza (Villacrés *et. al.*, 2004).

2.3.4.1. Endulzamiento de la oca (*Oxalis tuberosa* Mol.)

Las aplicaciones agroindustriales se centraron en la búsqueda de la mejor metodología de procesado. Se observó que el mejor periodo de almacenamiento para lograr el endulzamiento en oca blanca se alcanza a los 12 días (Fairlie, 2001).

Los contenidos de azúcares totales se incrementan a medida que transcurre el tiempo de exposición de los tubérculos al calor solar, debido a la eliminación de agua y a la transformación de almidón en azúcares (Soto, 2000).

2.3.4.2. Conservación

La oca chaucha puede guardarse unos 15 días sin que pierda su calidad, en contraste con la oca blanca, cuyo tiempo de almacenamiento es superior a los dos meses. El tiempo de almacenamiento de las ocas, sin embargo, se extiende considerablemente después de haber sido expuestas al sol o dejadas en el soberado (Cabrera, 1989).

2.3.4.3. Almacén

Un almacén es un lugar o espacio físico para el almacenaje de bienes dentro de la cadena de suministro. Los almacenes son una infraestructura imprescindible

Para la actividad de todo tipo de agentes, económicos (agricultores, ganaderos, mineros, industriales, transportistas, importadores, exportadores, comerciales, intermediarios, consumidores) (Acosta Solís, 1980).

En los tipos de almacén “vivienda”, “phina” y “zarzo”, las pérdidas de peso en la oca almacenada por 60 días se registraron entre 5 a 20 %. En los almacenes “vivienda” de piso seco y con alturas de 40 a 50 cm de los montones de tubérculos, las pérdidas no sobrepasaron al 8 %. En cambio, en aquellos con techo de calamina y que presentaron mucha ventilación y falta de luz, las pérdidas de peso fueron mayores llegaron a 14 y 19 %. Se observó que el techo de calamina en los almacenes predispone que ocurra pérdidas de peso en los tubérculos

almacenados debido a la frecuente variación extrema de la temperatura y humedad relativa dentro almacén (Gonsales S. , 1992).

2.3.5. Luz

Se define aquella energía radiante que permite ver. La luz representa una pequeña porción del espectro electromagnético, variando de color en función de la longitud de onda considera. La intensidad de luz en un punto se mide mediante de la unidad lux, definida como la cantidad de iluminación que produce una fuente estándar a una distancia de un metro (Singh y Heldman, 2001).

La luz es responsable de destrucción de algunas vitaminas la destrucción de algunas vitaminas particularmente la riboflavina, la vitamina A y la vitamina C, además puede deteriorar los colores de muchos alimentos (Badui, 2006).

Los alimentos que tienen sensibilidad a la luz pueden ser fácilmente protegidos contra ella por medio de envases que no permitan su paso (Casp V. y Abril R.; 2003).

Abad (1996), Los efectos de luz difusa y oscuridad en el almacenamiento de tubérculos de oca (var. Pucka ñawi) y papalisa (var. Holandesa) se evaluaron en Mojón (Lope Mendoza) en un almacén “vivienda”; y en el isaño (var. Anaranjada) en silos del Centro Toralapa (Prov. Tiraque).

A 60 días de almacenamiento se determinó que la oca presentó mayores pérdidas de peso (16 %) bajo condiciones de luz difusa que cuando el almacenamiento fue en la oscuridad (9 %). Contrariamente, el isaño (variedad Anaranjada) perdió menos peso con luz difusa (9 %) y más en la oscuridad (17 %). En la papalisa no se registraron diferencias de pérdida de peso bajo las dos condiciones de luz, registrándose en ambos casos 11 % de pérdidas de peso (Gonsales y Almanza, 1996)

2.3.6. Temperatura

La temperatura es muy importante, ya esto influye significativamente en el almacenamiento de los tubérculos. Dentro de la escala moderada de la temperatura en la que se maneja los alimentos, de 10 a 38 °C para cada aumento de 10 °C se duplica aproximadamente la velocidad de las reacciones químicas, incluyendo las velocidades tanto la reacción enzimática y la no enzimática (Singh y Heldman, 2001).

El calor excesivo desnaturaliza las proteínas, rompe las emulsiones destruye las vitaminas y reseca los alimentos al eliminar la humedad (Badui, 2006).

El frío no controla también deteriora los alimentos, las frutas y hortalizas que se han congelado y descongelado en el campo presenta una textura alterada (Casp, Vanaclocha y Requena, 2003).

2.3.7. Humedad relativa

Cabrera (1989), Muchos productos son sensibles a la presencia de agua física en su superficie, producida por la condensación debida a cambios de temperatura. Esta agua física puede producir hidropatías que habitualmente llevan a la aparición de manchas y otros efectos superficiales.

La presencia de agua interviene también en el desarrollo de los microorganismos. La cantidad más pequeña de condensación superficial es suficiente para permitir la proliferación de bacterias o el desarrollo de mohos (Casp, 2003).

El contenido de humedad de los alimentos es de gran importancia por muchas por muchas razones científicas, técnicas y económicas, pero su determinación precisa es muy difícil. El agua se encuentra en los alimentos esencialmente de dos formas, como agua enlazadas y como agua disponible o libre, el agua enlazada incluye moléculas de agua unidas de forma química, o a través de puentes de hidrógeno a 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. Puesto que la mayoría de los alimentos son mezclas heterogéneas de sustancias, contiene proporciones variable de ambas formas (Kirk, Sawyer y Egan, 1996).

2.3.8. Peso

El término peso con frecuencia se usa de modo incorrecto para expresar masa, en particular por los "weight watchers". A diferencia de la masa el peso es una fuerza: la fuerza gravitacional aplicada a un cuerpo, y su magnitud se determina a partir de la segunda ley de Newton (Cengel y Boles, 2009).

2.3.9. Peso del tubérculo

Más del 90% del peso seco de la oca, está constituido por las distintas sustancias orgánicas que forman sus estructuras celulares o regulan su metabolismo. Los procesos bioquímicos que dan lugar a esta variedad de compuestos son muy diversos, pero las cadenas carbonadas iniciales las proporciona la fotosíntesis (Huaraca *et. al.*, 2009)

CAPÍTULO 3

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Localidad e instalación donde se realiza la investigación

- **Localidad**

La presente investigación se realizó en la Unidad Vecinal de Santa Rosa del distrito de Talavera, provincia de Andahuaylas, región Apurímac y la ciudad de Puno.

- **Instalación**

Las pruebas experimentales de esta investigación se desarrollaron en el Laboratorio de Química y Procesos Agroindustriales de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA) de la Universidad Nacional José María Arguedas (UNAJMA) y los análisis fisicoquímicos se realizaron en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno.

3.2. Material de estudio

Se cosecharon 12 Kg de oca (*Oxális tuberosa* Mol.) de las tres variedades blanca, amarilla y roja, del distrito de Pomacocha, provincia de Andahuaylas, región Apurímac. Se trabajó con oca sembrada en mes de octubre teniendo un periodo vegetativo de ocho meses y se cosechó en mayo. Obteniendo la oca de tamaños regulares con una madurez óptima.

3.2.1. Universo y/o población

La población fue provenientes de la localidad del distrito de Pomacocha a (3800 m.s.n.m.), Provincia de Andahuaylas de la región de Apurímac. La muestra fue conformada por 12 kg de oca (*Oxális tuberosa* Mol.) en total, y fueron almacenados en cada tratamiento 2 kg de oca de cada variedad.

3.2.2. Muestra

Se tomó las muestras al azar de las tres variedades Lunchchu (blanca), Kheni harinosa (amarilla) y Huairi chuchu (roja) de oca (*Oxális tuberosa* Mol.). En total 12 Kg donde fueron controladas el tiempo de *stress* (3h y 6h) de exposición al sol. En seguida en cada tratamiento 2 kg de oca de cada variedad se almacenaron durante un mes a diferentes condiciones de temperatura (10 °C y 20°C).

3.3. Equipos, materiales, instrumentos y reactivos de laboratorio

Tabla 3. *Material vegetal*

Descripción	Cantidad	Origen
Tres variedades Lunchchu (blanca), Kheni harinosa (amarilla) y Huairi chuchu (roja) de oca (<i>Oxális tuberosa</i> Mol).	12 kg.	Distrito de Pomacocha, Provincia de Andahuaylas

3.3.1. Equipos

Tabla 4. *Equipos*

Equipos	Cantidad	Marca
Incubadora,	01	MEMMERT/INB 400
Congeladora	01	INRESA
Balanza digital de precisión Cap. 100 g Sensibilidad 0.01 g	01	ABS 200-4
Balanza digital de precisión de 5kg	01	KERN
Licuadaora	01	MARCA OSTER
Cocina eléctrica	01	OVAN
Baño maría	01	BIOTRON
Agitador termo magnético	01	VWR SCIENTIFIC PRODUCTS 370 HOT PLATE STIRRER

3.3.2. Instrumentos

Tabla 5. *Instrumentos*

Instrumentos	Cantidad	Marca
Luxómetro	01	PRASEK PREMIUM
pH-metro digital	01	LOVIBOND
Refractómetro	01	ATAGO
Anemómetro	01	PROSTER
Termómetro digital	01	MULTI-THERMOMETER

3.3.3. Materiales

Tabla 6. *Materiales*

Materiales	Cantidad	Medida	Marca
Fiolas	05	50 ml	FORTUNA
Fiolas	02	100 ml	FORTUNA
Gradilla para tubos de ensayo	05	.....	S/M
Embudo de vidrio	02	.....	FORTUNA
Balón de vidrio	06	250 ml	FORTUNA
Bagueta	01	.....	FORTUNA
Espátula de acero inoxidable mango de madera	01	.....	S/M
Matraz herlenmeyer	03	50 ml	SCHOTT
Mortero con pilón	02	.....	SCHOTT

Pizetas	02	500 ml	S/M
Probetas	01	50 ml	KYNTEL
Probetas	01	25 ml	KYNTEL
Probetas	01	10 ml	KYNTEL
Tubos de ensayo	12	5 ml	FORTUNA
Vasos precipitados	09	100 ml	DURAN
Vasos precipitados	12	50 ml	DURAN
Papel filtro. (Watman - 40)	08	Ø 11 cm	S&S
Pipetas	04	5 ml	FORTUNA
Pro pipetas	02	.....	D&N
Pinzas de bureta	01	.....	S/M
Bureta	02	25ml	FORTUNA
Soporte universal	01	.....	S/M
Rotulador	01	.....	FABER-CASTELL
Cuchara de metal	01	.....	S/M
Pinza de metal	01	.....	S/M

3.3.4. Reactivos e insumos

Tabla 7. *Reactivos e insumos*

Reactivos e insumos	Cantidad
Buffer de pH 4.	15 ml
Buffer de pH 7.	15 ml
Agua destilada	12 lts
Hidróxido de sodio 0.1.N	130 ml
Ácido clorhídrico 1N	100 ml
Azul de metileno.	100 ml
Fenolftaleína	100 ml
Feling A (Sulfato de cobre + NaOH)	100 ml
Feling B (Tartrato de potasio de cobre+ NaOH)	100 ml

3.4. Acondicionamiento de la muestra

se realizó un almacenamiento de tres variedades de oca (*Oxális tuberosa* Mol.) poniendo a un *stress* solar y que fueron almacenados a temperaturas (10°C y 20°C), después se realizó un análisis dos veces a la semana para ver la degradación de ácido oxálico y la variación de azúcares reductores y la pérdida de peso de cada variedad. La metodología a seguir fue a continuación.

3.4.1. Materia prima

Las ocas de tres variedades Lunchchu (blanca), Kheni harinosa (amarrilla) y Huairi chuchu (roja).

3.4.2. Recepción

Se obtuvo las ocas (*Oxális tuberosa* Mol.), fresca recién cosechada con un buen color y con buena apariencia.

3.4.3. Pesado

Las ocas recepcionadas se procedieron a pesar, para saber la cantidad de materia prima utilizada en cada variedad.

3.4.4. Selección

Las ocas fueron seleccionadas tomando en cuenta las características físicas como: color, peso y tamaño sin que contengan golpes, manchas o que se encuentren malogradas ya que estos pueden contagiar al resto de las ocas de las variedades mencionadas y alterar los resultados.

3.4.5. Lavado y desinfección

El lavado se realizó con abundante agua potable por inmersión y frotamiento suave de manera que se puedan eliminar la tierra de las ocas (*Oxális tuberosa* Mol.), posteriormente se sumergieron en una solución de hipoclorito de sodio a 100 ppm, a fin de reducir cargas microbianas.

3.4.6. Soleado y generación de stress

Se efectuó en periodos diferentes: tres horas y seis horas de exposición al sol de las ocas (*Oxális tuberosa* Mol.).

3.4.7. Almacenamiento

En seguida se almacenó a temperaturas diferentes (10°C y 20 °C) cada variedad a fin de controlar la variación de ácido oxálico, azúcares reductores y pérdida de peso en las tres variedades de la ocas (*Oxális tuberosa* Mol.).

3.4.8. Diagrama de flujo de operaciones

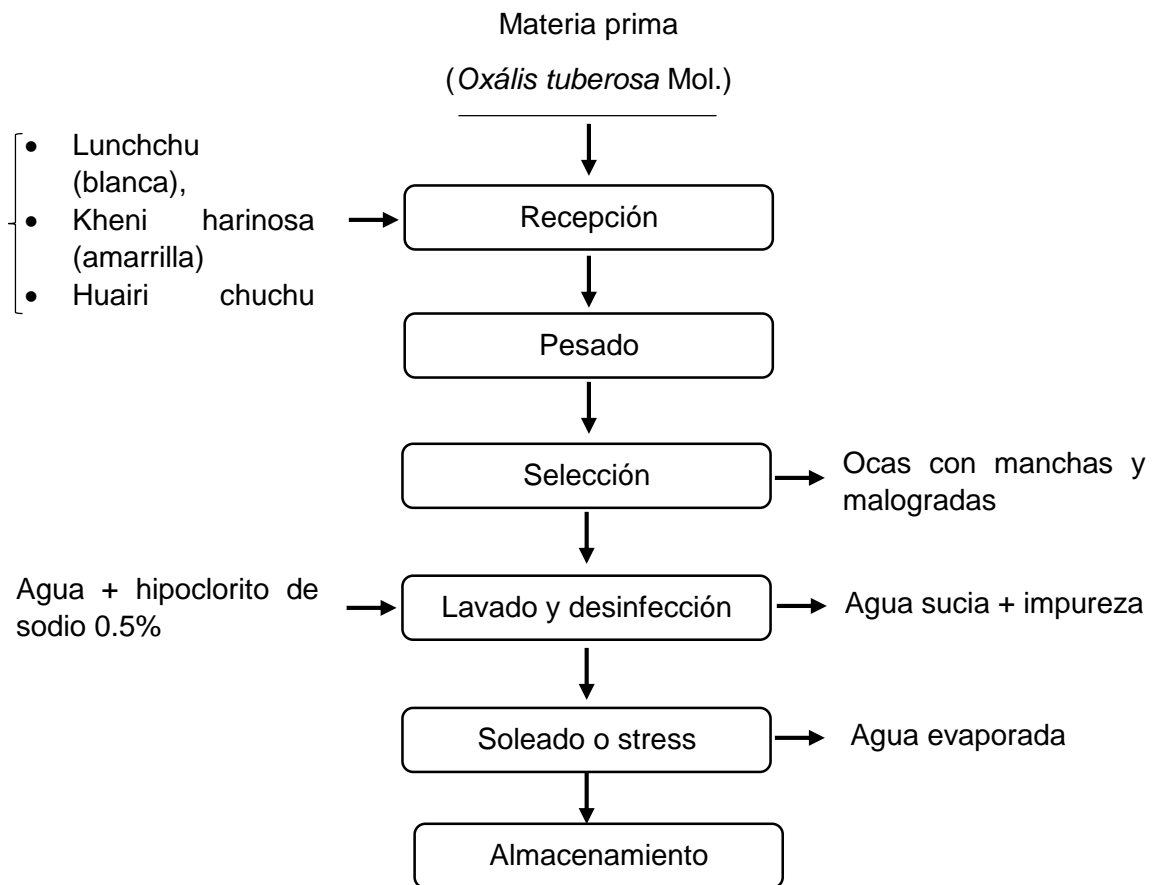


Figura 3. Diagrama de flujo de operaciones

3.4.9. Análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental del tipo factorial 2^2 , el primer factor de estudio es el tiempo de exposición solar o la generación de *stress* con dos niveles de variación (3 y 6 horas) y el segundo es la temperatura de almacenamiento con dos niveles de variación (10 y 20 °C), siendo 4 tratamientos cada uno con tres repeticiones y en total 12 unidades experimentales.

Tiempo de *stress* solar; La selección de los niveles de tiempo se dio según a los criterios que continuación se mencionan:

- **3 horas:** Considerando el tiempo de exposición solar de las tres variedades de la oca la intensidad solar promedio oscila desde 11000 lux y obteniendo un dato promedio de la velocidad de viento 2.5 m/s de ambiente.

- **6 horas:** en este tiempo exposición solar de las tres variedades de la oca la intensidad solar promedio oscila desde 13000 lux y obteniendo un dato promedio de la velocidad de viento 2.8 m/s de ambiente.

Temperatura: La selección de los niveles de temperatura se dio según a los criterios que a continuación se mencionan:

- Se instaló un equipo de almacenamiento que permitió controlar la temperatura de almacenamiento como constantes en cada tratamiento y unidad experimental.
- **10°C:** Considerando la temperatura de refrigeración, en la cual un alimento tiene mayor vida útil para su consumo, por tanto este valor se determinó con sensores y termómetro en el lugar de almacenamiento, se hizo la medición en todo el momento durante un mes acondicionando con hielo y haciendo un seguimiento diario.
- **20°C:** Considerando la temperatura de ambiente, en la cual un alimento de consumo directo está expuesto, donde en esta investigación se acondicionó a esta temperatura con un equipo que es el pirómetro este equipo nos ayudó a tener las condiciones de almacenamiento.

Para el análisis de los resultados se utilizó el software estadístico STATGRAPHICS Centurión versión 16.1.11.

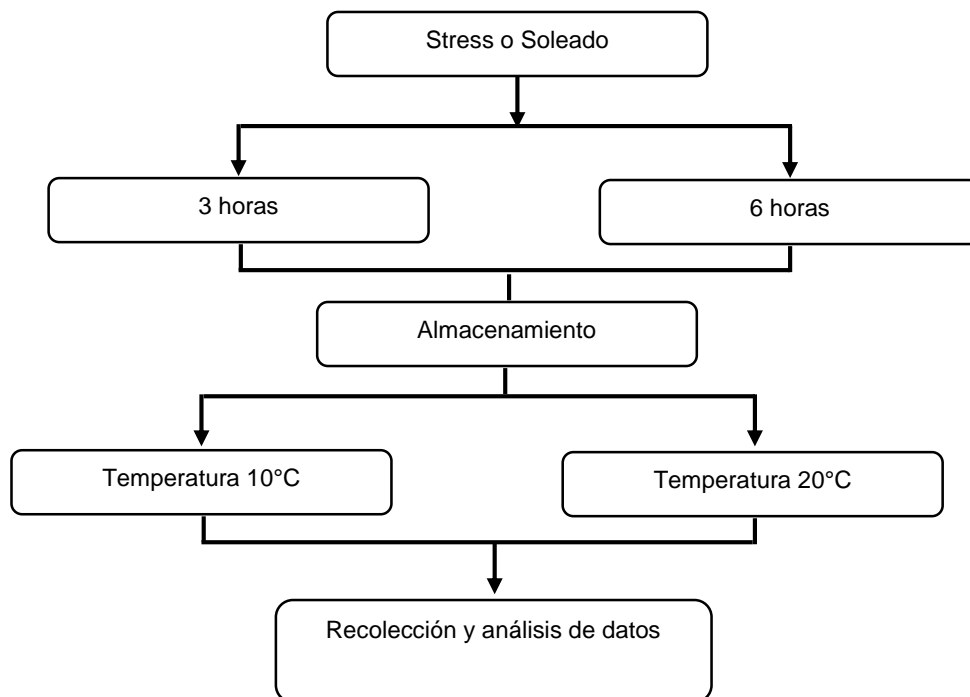


Figura 4. Diagrama experimental

Variables y definición operacional de variables:

Variables independientes:

- stress de exposición solar (t).
 - Tiempos de exposición al sol (stress) (3 y 6 horas)
- Temperatura de almacenamiento (T)
 - Temperaturas de almacenamiento (10°C y 20°C)

Variables dependientes:

- Ácido oxálico (%).
- Azúcares reductores (%).
- Pérdida de peso (%).

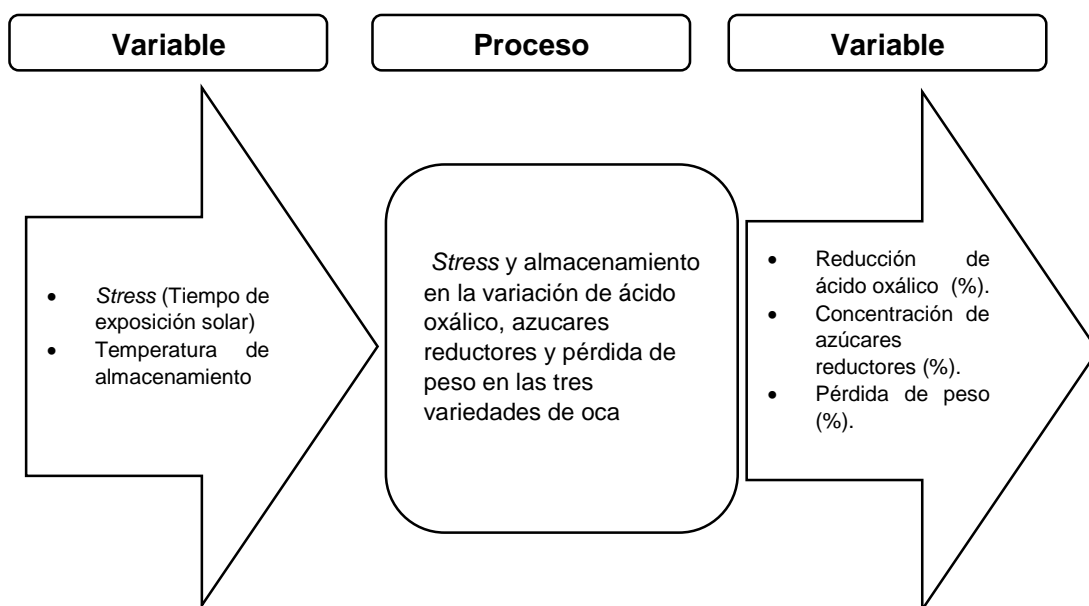


Figura 5. Variables dependientes e independientes

Tabla 8. *Matriz de diseño experimental*

Trat.	Obs.	Tiempo (h)	T° de alm. (°C)	Ácido oxálico (%)	Azúcares reductores (%)	Pérdida de peso en (%)
	1	3	10	AO ₁	AR ₁	PP ₁
	2	3	10	AO ₁	AR ₁	PP ₁
1	3	3	10	AO ₁	AR ₁	PP ₁
	4	3	20	AO ₂	AR ₂	PP ₂
	5	3	20	AO ₂	AR ₂	PP ₂
2	6	3	20	AO ₂	AR ₂	PP ₂
	7	6	10	AO ₃	AR ₃	PP ₃
	8	6	10	AO ₃	AR ₃	PP ₃
3	9	6	10	AO ₃	AR ₃	PP ₃
	10	6	20	AO ₄	AR ₄	PP ₄
	11	6	20	AO ₄	AR ₄	PP ₄
	12	6	20	AO ₄	AR ₄	PP ₄

Para evaluar y determinar la influencia de los factores en estudio, los datos fueron analizados bajo un diseño factorial 2^2 con 3 réplicas. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza al 95% de nivel de significancia; los estudios se complementaran con pruebas de comparación de medias y la desviación estándar a fin de determinar la variación del porcentaje de ácido oxálico, porcentaje de azúcares reductores y porcentaje de pérdida de peso en tres variedades de la oca (*Oxális tuberosa* Mol.) a diferentes *stress* tiempo de exposición solar en (h) y temperaturas de almacenamiento ($^{\circ}\text{C}$).

Gutiérrez, (2008) el análisis estadístico correspondió al siguiente modelo estadístico lineal en el diseño factorial 2^2 completo al azar.

$$Y = b_0 + b_j\alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

$i = 1,2$, a (temperatura de almacenamiento en $^{\circ}\text{C}$)

$j = 1,2$, b (stress de exposición solar en horas)

Dónde:

Y = Es la variable de respuesta de la i -ésima factorial (de propiedades, azúcares reductores, la reducción del porcentaje de ácido oxálico y pérdida del peso) al que se le aplicó el i -ésimo nivel del factor de temperatura, j -ésimo nivel del factor stress de exposición solar.

α_i = Efecto del i -ésimo factor de temperatura.

b_j = Efecto del j -ésimo nivel del factor de tiempo de exposición al sol.

ε_{ij} = Efecto aleatorio o error experimental en la obtención de Y_{ij} .

Tabla 9. *Matriz de diseño experimental*

Stress (exposición al sol)	Stress 1 (3hr)		Stress 2 (6hr)	
	10 $^{\circ}\text{C}$	20 $^{\circ}\text{C}$	10 $^{\circ}\text{C}$	20 $^{\circ}\text{C}$
R1	Y_{11}	Y_{21}	Y_{31}	Y_{41}
R2	Y_{12}	Y_{22}	Y_{32}	Y_{42}
R3	Y_{13}	Y_{23}	Y_{33}	Y_{43}

Ecuación lineal:

$$Y = \mu + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3(X_1 X_2)$$

μ = La media de la ecuación

b = Coeficiente de los factores

X_1 = *Stress* de exposición solar en horas

X_2 = Temperatura de almacenamiento en °C

3.5. Porcentaje de ácido oxálico en tres variedades de la oca (*Oxális tuberosa* Mol.) influenciados por *stress* (exposición al sol) y temperatura de almacenamiento durante un mes

Fundamento

Determinación de ácido oxálico propuesto por (Bartholomai, *et. al.*, 2000). La acidez se determinó en un peso de muestra llevada a un volumen conocido, se tituló con una base estandarizada hasta el viraje determinado por el pH 8.2 del indicador fenolftaleína.

Procedimiento

Metodología:

1. Se pesó 30 g de muestra en un vaso de 100 ml
2. Se adicionó 25 ml de agua destilada y se licua.
3. El licuado se vertió al vaso precipitado y se realiza enjuagues con 25 ml de agua destilada.
4. Se aforó hasta un volumen conocido de 100 ml.
5. Se tomó una alícuota de 30 ml en un vaso de precipitado de 50 ml y se colocó el agitador termo magnético.
6. Se calibró el pH – metro, utilizando las soluciones baffle de pH = 4 y pH = 7, en este orden respectivamente.
7. Posteriormente se tituló con hidróxido de sodio 0.1 N estandarizado hasta que el pH – metro marque 8.2, que es el viraje del indicador fenolftaleína.
8. Se anotó el consumo del titulante. El resultado se expresara como porcentaje de ácido oxálico.

Cálculos (valoración de ácido oxálico)

$$\% AO = \frac{ml (NaOH) * N(NaOH) * meq(acido oxalico)100 * v(ml)}{p (g) * v (aliquota ml)}$$

Leyenda:

%AO : Porcentaje de ácido oxálico.

ml (NaOH) : Mililitros de hidróxido de sodio gastado.

N (NaOH) : Normalidad de hidróxido de sodio (0.1 N).

meq : Mili equivalente de ácido oxálico (90.04 g / mol).

v (ml) : Volumen total de la muestra.

p (g) : Peso de la muestra.

v (aliquota) : Volumen de alícuota en ml.

3.6. Variación de azúcares reductores en las tres variedades de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) Influenciados por *stress* (exposición al sol) y temperatura de almacenamiento durante un mes

Según (AOAC., 1950).

1. Preparación de la muestra, se licuó con la ayuda de una licuadora hasta homogenizar luego se filtró con papel filtro. (Watman -40) Ø 11 cm.
2. La muestra filtrada se vertió en tubos de ensayo y se adiciona agua destilada hasta disolver bien la muestra.
3. Se mezcló la solución de Fehling A y Fehling B en cantidades iguales y estandarizar.

Hidrólisis

4. Se tomó una alícuota de la solución filtrada con una pipeta y trasvasar a una fiola.
5. Se llevar al baño maría durante 15 minutos.
6. Se saca la fiola con la muestra del baño maría, agregar HCl 6,34 N y dejar enfriar.

Neutralización

7. Se añadió 3 a 4 gotas de fenolftaleína y agregar NaOH a 4N hasta precipitar. Aforar la fiola con agua destilada.

Titulación

8. Se tomó una alícuota de la solución filtrada con una pipeta y trasvasar a la fiola, aforar con agua.
9. Se llenó la bureta con la muestra diluida.
10. Se sacó 10 ml de la mezcla de la solución en un matraz y añadir la muestra diluida de la bureta.
11. Se llevó a ebullición la solución y agitar, agregar el indicador de azul de metileno.
12. Se añadió gota a gota la muestra de la bureta hasta un color rojo ladrillo y anotar el gasto.

Cálculos

Porcentaje de azúcares reductores

$$\% AR = ((A) * (a) * (100)/(W) * (V))$$

Donde:

%AR : Azúcares reductores.

A : Aforo de la muestra.

a : Título de fehling.

W : Peso de la muestra en gramos.

V : Volumen gastado en la titulación.

3.7. Pérdida del peso en las tres variedades de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) influenciados por *stress* (exposición al sol) y temperatura de almacenamiento durante un mes

Fundamento

Se basó en la determinación de la pérdida de peso en base al tubérculo fresco obteniéndose una diferencia que se soporta como porcentaje. (Bartholomai, et. al., 2000).

Procedimiento.

1. Se cogió a las ocas de los lugares de almacenamiento y luego se llevó a la balanza analítica para pesar cada una de ellas.
2. Se identificó las muestras, las cuales dispuestas en mallas y se pesan (p_1).
3. Se volvió a pesar luego del tiempo determinado, registrando el peso (p_2).

Cálculos.

$$P = \frac{P1 - P2}{P2} \times 100$$

P : Pérdida de peso expresado en %.

P1 : Peso inicial de la muestra.

P2 : Peso final de la muestra.

CAPÍTULO 4
RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Porcentaje de ácido oxálico en tres variedades de la oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) influenciados por *stress* (exposición al sol) y temperatura de almacenamiento durante un mes

Tabla 10. *Porcentaje de pérdida de ácido oxálico de las tres variedades de la oca.*

Trat.	Tiempo (h)	Temperatura de Alm. (°C)	Lunchuchu	Kheni harinosa	Huairi chuchu
1	3	10	36.67 ± 7.43	38.43 ± 5.38	39.47 ± 4.45
2	6	10	40.95 ± 6.66	42.48 ± 3.77	42.76 ± 2.39
3	3	20	35.75 ± 5.11	36.08 ± 4.02	63.89 ± 5.74
4	6	20	43.13 ± 6.62	35.32 ± 3.13	57.91 ± 7.95

De la tabla 10 se puede decir que a 20°C y 3 horas tuvo mayor reducción del porcentaje de ácido oxálico en la variedad Huairi chuchu, en seguida la variedad de Lunchuchu a 20°C y 6 horas y Kheni harinosa a 10°C y 6 horas.

Así obteniendo un promedio mayor de porcentaje de reducción de ácido oxálico en oca roja 63.89 % influenciado por el *stress* solar en seguida oca blanca 43.13% y oca amarilla 42.48%.

4.1.1. Oca blanco (Lunchchu)

Tabla 11. *Análisis de varianza para ácido oxálico*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tiempo	102.083	1	102.083	5.44	0.0585
B:T° de Alm.	1.17813	1	1.17813	0.06	0.8105
AB	7.17653	1	7.17653	0.38	0.5591
Bloques	192.049	2	96.0243	5.12	0.0505
Error total	112.624	6	18.7706		
Total (corr.)	415.11	11			

De acuerdo a la tabla 11 de ANOVA el factor *stress* (tiempo de exposición al sol) influye significativamente porque el valor-P es menor que 0.05 del nivel de significancia. La temperatura de almacenamiento, la interacción de *stress* y la temperatura de almacenamiento no influyen de manera significativa en la variación de ácido oxálico en la variedad de oca blanca (Lunchchu), debido a que el valor-P es mayor que 0.05.

En el anexo 12 a, se muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza ácido oxálico sobre la oca blanca. Esto quiere decir a un *stress* de 6 horas de exposición al sol de la oca y a una temperatura de almacenamiento de 20°C, se puede tener un valor máximo de ácido oxálico 43.1267%. Considerado como valor óptimo maximizado; de la misma forma se muestra la ecuación de regresión lineal.

De la gráfica de interacciones anexo 15 a.1, se puede decir que, cuando el tiempo se encuentra en su nivel bajo (3 horas de exposición al sol), la temperatura de almacenamiento 10°C no influye de manera significativa en el porcentaje de ácido oxálico por el contrario, cuando el tiempo en su nivel alto (6 horas de exposición al sol) y una temperatura de almacenamiento 20°C influyen de manera significativa. La gráfica de superficie de respuestas nos ayuda a identificar en cualquier punto de intersección el porcentaje de ácido oxálico anexo 15 a.2.

4.1.2. Oca amarilla (Kheni harinosa)

Tabla 12. *Análisis de varianza para ácido oxálico*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tiempo	8.10163	1	8.10163	0.15	0.7145
B:T° de Alm.	67.7825	1	67.7825	1.23	0.3097
AB	17.3761	1	17.3761	0.32	0.5946
Bloques	181.856	2	90.9281	1.65	0.2683
Error total	330.326	6	55.0543		
Total (corr.)	605.442	11			

Según a la tabla 12 de ANOVA los dos factores principales *stress* (tiempo de exposición al sol) y la temperatura de almacenamiento), como la interacción de (*stress* y la temperatura de almacenamiento) no influyen de manera significativa en la variación de ácido oxálico en la variedad de oca amarilla (Kheni harinosa), debido a que el valor-P es mayor que 0.05.

En el anexo 12 b, se muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza ácido oxálico sobre la oca amarilla. Esto quiere decir a un *stress* de 6 horas de exposición al sol y a una temperatura de almacenamiento de 10°C se puede tener un valor máximo de ácido oxálico de 42.4767 % encontrando un valor óptimo. Además en el mismo anexo se muestra la ecuación de la regresión lineal.

De acuerdo a la gráfica de interacciones anexo 15 b.1, y a un tiempo de *stress* (3 horas de exposición al sol) y una temperatura almacenamiento 20°C, tiene menor porcentaje de variación de ácido oxálico y menor tiempo *stress* (3 horas de exposición al sol) y menor temperatura de almacenamiento 10°C la variación de ácido oxálico es mayor. La grafica de superficie de respuestas nos ayuda a identificar en cualquier punto de intersección el porcentaje de ácido oxálico anexo 15 b.2.

4.1.3. Oca roja (Huairi chuchu)

Tabla 13. *Análisis de varianza para ácido oxálico*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tiempo	5.41363	1	5.41363	0.04	0.8550
B:T° de Alm.	1174.14	1	1174.14	7.89	0.0308
AB	64.3107	1	64.3107	0.43	0.5353
Bloques	167.028	2	83.5142	0.56	0.5978
Error total	892.913	6	148.819		
Total (corr.)	2303.81	11			

Según a la tabla 13 de ANOVA la temperatura de almacenamiento influye significativamente porque el valor-P es menor que 0.05 en la variedad (Huairi chuchu). El *stress* y la interacción de (*stress* y la temperatura de almacenamiento) no influyen de manera significativa en la variación de ácido oxálico en la variedad de oca roja (Huairi chuchu), debido a que el valor-P es mayor que 0.05.

En el anexo 12 c, se muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza ácido oxálico sobre la oca roja. Esto quiere decir a un *stress* de 3 horas de exposición al sol y a una temperatura de almacenamiento de 20°C se puede tener un valor máximo de ácido oxálico 63.8867 % encontrando un valor óptimo. De la misma forma se muestra la ecuación de la regresión lineal.

Según la gráfica de interacción anexo 15 c.1, a menor *stress* (tiempo de exposición al sol) a una temperatura almacenamiento 20°C tiene mayor porcentaje de variación de ácido oxálico, y una *stress* 3 horas exposición al sol, y una temperatura de almacenamiento 10°C la variación de ácido oxálico es mayor. La grafica de superficie de respuestas nos ayuda a identificar en cualquier punto de intersección el porcentaje de ácido oxálico anexo 15 c.2.

En la investigación se observó una reducción considerable de ácido oxálico por el efecto del tiempo y la temperatura esto al consumir la oca evita la generación de cálculos renales (Moreno, 2000).

Tapia (1979), la acidez del tubérculo (ácido oxálico) 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.

Cusiche (2009), menciona la cantidad de ácido oxálico reduce si la oca es sometido a los rayos del sol (soleado) disminuyendo hasta un 75% de la cantidad inicial llegando hasta un 0.9 a 1.4 g de 100 gramos de porción comestible. En la investigación realizada se llegó a disminuir la cantidad de ácido oxálico hasta 54%.

Según los análisis realizados en el laboratorio los resultados mg/100 g de ácido oxálico en las tres variedades de ocas frescas reportan.

Tabla 14. *Resultados de ácido oxálico en ocas frescas.*

Muestras	mg/100 g de ácido oxálico
Oca roja	79.23
Oca amarilla	81.43
Oca blanca	75.65

Cajamarca (2010), apreciaron que el contenido de ácido oxálico en la oca fresca (135 mg/100g) es la más alta, mientras que en la oca endulzada disminuye reportando 72 mg/100g esto guarda estrecha relación con el grado de madurez del tubérculo, mientras que en las ocas deshidratadas el contenido de mg/100g de ácido oxálico es mucho menor esto se produce que a medida que el agua se elimina las relaciones de oxidación de aceleran.

Según las tablas 11,12 y 13 se observó que el tiempo de *stress* y la temperatura de almacenamiento no influyen significativamente en la reducción del ácido oxálico, además la interacción entre ambos factores *stress* (tiempo de exposición al sol) y la temperatura de almacenamiento también no tienen una influencia en

variable de respuesta, así presenciando un p-valor mayor a 0.05. Solo en oca roja tuvo un efecto la temperatura de almacenamiento porque el p-valor menor a 0.05.

4.2. Porcentaje de azúcares reductores en las tres variedades de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) influenciados por *stress* (exposición al sol) y temperatura de almacenamiento durante un mes.

Tabla 15. *Porcentaje de azúcares reductores de las tres variedades de la oca.*

Trat.	Tiempo (h)	Temperatura de alm. (°C)	Lunchuchu	Kheni harinosa	Huairi Chuchu
1	3	10	7.17 ± 3.04	8.04 ± 3.66	7.85 ± 3.24
2	6	10	8.90 ± 3.99	10.24 ± 3.41	10.75 ± 4.99
3	3	20	9.26 ± 3.54	18.04 ± 6.48	12.66 ± 8.61
4	6	20	17.48 ± 6.68	43.46 ± 18.55	30.37 ± 11.96

De la tabla 15 se puede decir que el tratamiento 4 fue mayor influenciado en la variación de azúcares reductores esto quiere decir a 20°C temperatura de almacenamiento y 6 horas de exposición al sol tuvo mayor concentración de azúcares reductores en las tres variedades estudiadas.

Así obteniendo un promedio mayor de porcentaje en la concentración de azúcares reductores en oca amarilla 43.46 % en seguida oca roja 30.37% y oca blanca 17.48%.

4.2.1. Oca blanco (Lunchchu)

Tabla 16. *Análisis de varianza para azúcares reductores*

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tiempo	74.2519	1	74.2519	6.14	0.0480
B:T° de Alm.	85.3867	1	85.3867	7.06	0.0377
AB	31.5901	1	31.5901	2.61	0.1573
Bloques	285.723	2	142.862	11.81	0.0083
Error total	72.6044	6	12.1007		
Total (corr.)	549.556	11			

De acuerdo a la tabla 16 de ANOVA los factores *stress* (tiempo de exposición al sol) y la temperatura de almacenamiento influyen de manera significativa en la variación de azúcares reductores ya que el valor-P es menor que 0.05 en oca blanca. La interacción de (*stress* y la temperatura de almacenamiento) no influyen significativamente en la variación de azúcares reductores en la variedad de oca blanca (Lunchchu), debido a que el valor-P es mayor que 0.05.

En el anexo 13 a se muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza azúcares reductores sobre la oca blanca. Esto quiere decir a un *stress* de 6 horas de exposición al sol y a una temperatura de almacenamiento de 20°C se puede tener un valor máximo de azúcares reductores 17.4767% encontrando un valor óptimo. Además en el mismo anexo se muestra la ecuación de la regresión lineal. De la misma forma se muestra la ecuación de la regresión lineal.

Según la gráfica de interacciones anexo 16 a.1, se puede afirmar cuando *stress* se encuentra en su nivel bajo (3 horas de exposición al sol), la temperatura de almacenamiento no influye de manera significativa en el porcentaje de azúcares reductores, es decir tiene menor concentración; por el contrario, cuanto el *stress* en su nivel alto (6 horas de exposición al sol) tiene efecto de manera significativa, de la misma forma cuando la temperatura de almacenamiento es en su nivel alto

20°C. La grafica de superficie de respuestas nos ayuda a identificar en cualquier punto de intersección la variabilidad de azucares reductores anexo 16 a.2.

4.2.2. Oca amarilla (Kheni harinosa)

Tabla 17. *Análisis de varianza para azucares reductores*

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tiempo	572.286	1	572.286	3.43	0.1134
B:T° de Alm.	1400.33	1	1400.33	8.39	0.0274
AB	404.26	1	404.26	2.42	0.1705
Bloques	1331.39	2	665.693	3.99	0.0790
Error total	1000.93	6	166.821		
Total (corr.)	4709.19	11			

Según a la tabla 17 de ANOVA la temperatura de almacenamiento influye significativamente en los azucares reductores porque el valor-P es menor que 0.05 en oca amarilla. El *stress* (tiempo de exposición al sol) y la interacción de ambos (*stress* y la temperatura de almacenamiento) no influyen de manera significativa en la variación de azucares reductores en la variedad de oca amarilla (Kheni harinosa), debido a que el valor-P es mayor que 0.05.

En el anexo 13 b se muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza azucares reductores sobre la oca blanca. Esto quiere decir a un *stress* de 6 horas de exposición al sol y a una temperatura de almacenamiento de 20°C se puede tener un valor máximo de azucares reductores 43.4567 % encontrando un valor óptimo. De la misma forma se muestra la ecuación de la regresión lineal.

Según la gráfica de gráfica de interacciones anexo 16 b.1, se puede afirmar cuando *stress* encuentra en su nivel bajo (3 horas de exposición al sol), la temperatura no influye de manera significativa en el porcentaje de azucares reductores, es decir tiene menor concentración; por el contrario, cuanto el *stress* en su nivel alto (6 horas de exposición al sol) tiene efecto de manera significativa, de la misma forma cuando la temperatura en su nivel alto 20°C y a un *stress* en

su nivel alto (6 horas de exposición al sol) tienen efecto significativo en la concentración de azúcares reductores. La grafica de superficie de respuestas nos ayuda a identificar en cualquier punto de intersección la variabilidad de azúcares reductores anexo 16 b.2.

4.2.3. Oca roja (Huairi Chuchu)

Tabla 18. *Análisis de varianza para azúcares reductores.*

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tiempo	318.888	1	318.888	4.43	0.0800
B:T° de Alm.	447.497	1	447.497	6.21	0.0470
AB	164.428	1	164.428	2.28	0.1815
Bloques	676.706	2	338.353	4.70	0.0592
Error total	432.039	6	72.0065		
Total (corr.)	2039.56	11			

Según a la tabla 18 de ANOVA la temperatura de almacenamiento influye significativamente porque el valor-P es menor que 0.05 en oca roja. El *stress* (tiempo de exposición al sol) y la interacción de ambos factores (*stress* y la temperatura de almacenamiento) no influyen de manera significativa en la variación de azúcares reductores en la variedad de oca roja (Huairi chuchu), debido a que el valor-P es mayor que 0.05.

En el anexo 13 c se muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza azúcares reductores sobre la oca roja. Esto quiere decir a un *stress* de 6 horas de exposición al sol y a una temperatura de almacenamiento de 20°C se puede tener un valor máximo de azúcares reductores 30.37% encontrando un valor óptimo. De la misma forma se muestra la ecuación de la regresión lineal.

De acuerdo a la gráfica de interacciones anexo 16 c.1, se puede afirmar cuando el *stress* se encuentra en su nivel bajo (3 horas de exposición al sol) , la temperatura de almacenamiento no influye de manera significativa en el porcentaje de azúcares reductores, es decir tiene menor concentración; por el

contrario, cuanto el *stress* en su nivel alto (6 horas de exposición al sol), tiene influencia significativa, de la misma forma cuando la temperatura de almacenamiento se encuentra en su nivel alto 20°C y el *stress* en su nivel alto (6 horas de exposición al sol) tienen efecto significativo en la concentración de azúcares reductores. La grafica de superficie de respuestas nos ayuda a identificar en cualquier punto de intersección la variación de azúcares reductores anexo 16 c.2.

En la investigación se observó mayor concentración de azúcares reductores a mayor tiempo y a una temperatura de almacenamiento. Según (Brito, *et. al*, 2013) menciona en su investigación en un silo verdeador durante 12 días alcanzó un incremento de azúcares al 68%.

Tapia (2004), menciona 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 de almidón en azúcares.

Tabla 19. *Porcentaje azúcares reductores*

Muestras	Azúcares reductores (%)
Oca roja	7.18
Oca amarilla	6.98
Oca blanca	7.32

Oré (2015) el porcentaje de los azúcares reductores fue 35,4 % en la harina de oca que hizo su análisis fisicoquímico.

En tablas 16,17y 18 se observa que la temperatura de almacenamiento influyen significativamente en la concentración de azúcares reductores, el *stress* (tiempo de exposición al sol) influye de manera significativa solo en oca blanca y roja, pero la interacción de ambos factores (*stress* y la temperatura de almacenamiento) no influyen significativamente en la pérdida de peso ya que el p-valor es mayor a 0.05. En las tres variedades de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.)

En la investigación realizada se puede afirmar que *stress* a (6 horas tiempo de exposición solar) y a temperatura de almacenamiento 20°C se nota la variabilidad de azúcares reductores se dio considerablemente en cuanto a tiempo de *stress* (3

horas exposición solar) a una temperatura de almacenamiento de 10°C no se dio la concentración de azúcares reductores considerablemente.

4.3. Pérdida del peso en las tres variedades de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) influenciados por *stress* (exposición al sol) y temperatura de almacenamiento durante un mes.

Tabla 20. *Porcentaje de pérdida de peso de las tres variedades de la oca.*

Trat.	Tiempo (h)	Temperatura de alm. (°C)	Lunchuchu	Kheni harinosa	Huairi Chuchu
1	3	10	1.42 ±1.42	2.45 ±0.76	2.07 ±1.37
2	6	10	1.95 ±1.11	3.03 ±1.43	2.70 ±0.86
3	3	20	2.07 ±1.80	2.98 ±1.87	2.82 ±1.68
4	6	20	2.98 ±0.90	3.62 ±1.07	3.67 ±1.05

De la tabla 20 se puede afirmar que el tratamiento 4 tiene mayor efecto el porcentaje de pérdida de peso esto quiere decir que a un tiempo de *stress* (3 horas de exposición al sol) y a una temperatura de almacenamiento 20°C el porcentaje de pérdida de peso es mayor en las tres variedades de oca (*Oxalis tuberosa* Mol).

Así obteniendo un promedio mayor de pérdida de peso en la oca roja al 3.67% siguiendo la oca amarilla 3.62% y la oca blanca 2.98%

4.3.1. Oca blanco (Lunchchu)

Tabla 21. Análisis de varianza para pérdida de peso

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tiempo	1.57688	1	1.57688	14.29	0.0092
B:T° de Alm.	2.12521	1	2.12521	19.26	0.0046
AB	0.110208	1	0.110208	1.00	0.3562
Bloques	23.7179	2	11.859	107.47	0.0000
Error total	0.662083	6	0.110347		
Total (corr.)	28.1923	11			

De acuerdo a la tabla 21 de ANOVA se aprecia el factor *stress* (tiempo de exposición al sol) y la temperatura de almacenamiento influyen significativamente en la pérdida de peso en oca blanca porque el valor-P es menor que 0.05. La interacción de ambos factores (*stress* y la temperatura de almacenamiento) no tiene influencia significativa en el porcentaje de pérdida de peso en la variedad de oca blanca (Lunchchu), debido a que el valor-P es mayor que 0.05.

En el anexo 14 a, se muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza pérdida de peso sobre la oca blanca. Esto quiere decir a un *stress* de 6 horas de exposición al sol y a una temperatura de almacenamiento de 20°C se puede tener un valor máximo de pérdida de peso 2.98333 % encontrando un valor óptimo. De la misma forma se muestra la ecuación de la regresión lineal.

De acuerdo a la gráfica de interacción anexo 17 a.1, se dice que el factor *stress* y la temperatura de almacenamiento en su nivel bajo (3 horas de exposición al sol y 10°C) no influyen en la pérdida de peso; así mismo, el *stress* y temperatura de almacenamiento en su nivel alto (6 horas de exposición al sol y 20°C) es altamente significativo en la pérdida de peso, es decir a mayor temperatura y mayor tiempo de exposición solar es mayor la pérdida de peso. La grafica de superficie de respuestas nos ayuda a identificar en cualquier punto de intersección del porcentaje de pérdida de peso anexo 17 a.2.

4.3.2. Oca amarilla (Kheni harinosa)

Tabla 22. Análisis de varianza para pérdida de peso.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tiempo	1.11021	1	1.11021	8.71	0.0256
B:T° de Alm.	0.935208	1	0.935208	7.34	0.0352
AB	0.001875	1	0.001875	0.01	0.9074
Bloques	30.5404	2	15.2702	119.83	0.0000
Error total	0.764583	6	0.127431		
Total (corr.)	33.3523	11			

Según a la tabla 22 de ANOVA se aprecia el factor *stress* (tiempo de exposición al sol) y la temperatura de almacenamiento influyen significativamente en la pérdida de peso en oca amarilla ya que el valor-P es menor que 0.05. La interacción de ambos factores (*stress* y la temperatura de almacenamiento) no influyen de manera significativa en el porcentaje de pérdida de peso en la variedad de oca amarilla (Kheni harinosa), debido a que el valor-P es mayor que 0.05.

En el anexo 14 b, se muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza pérdida de peso sobre la oca amarilla. Esto quiere decir a un *stress* de 6 horas de exposición al sol y a una temperatura de almacenamiento de 20°C se puede tener un valor máximo de pérdida de peso 3.61667% encontrando un valor óptimo. De la misma forma se muestra la ecuación de la regresión lineal.

De acuerdo a la gráfica de interacción anexo 17 b.1, se dice que el factor *stress* y temperatura en su nivel bajo (3 horas de exposición al sol y 10°C) no influyen en la pérdida de peso; así mismo, el tiempo y temperatura en su nivel alto (6 horas de exposición al sol y 20°C) es altamente significativo en la pérdida de peso, es decir a mayor temperatura y mayor tiempo de exposición solar es mayor pérdida de peso. La grafica de superficie de respuestas nos ayuda a identificar en cualquier punto de intersección del porcentaje de pérdida de peso anexo 17 b.2.

4.3.3. Oca roja (Huairi chuchu)

Tabla 23. Análisis de varianza para pérdida de peso

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Stress	1.65021	1	1.65021	13.01	0.0113
B:T° de Alm.	2.21021	1	2.21021	17.42	0.0059
AB	0.0352083	1	0.0352083	0.28	0.6172
Bloques	24.5338	2	12.2669	96.68	0.0000
Error total	0.76125	6	0.126875		
Total (corr.)	29.1906	11			

Según a la tabla 23 de ANOVA se aprecia el factor *stress* (tiempo de exposición al sol) y la temperatura de almacenamiento influyen significativamente en la pérdida de peso en oca roja ya que el valor-P es menor que 0.05. La interacción de ambos factores (*stress* y la temperatura de almacenamiento) no tienen influencia de manera significativa en el porcentaje de pérdida de peso en la variedad de oca roja (Huairi chuchu), debido a que el valor-P es mayor que 0.05.

En el anexo 14 c, se muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza pérdida de peso sobre la oca roja. Esto quiere decir a un tiempo de *stress* de 6 horas de exposición al sol y a una temperatura de almacenamiento de 20°C se puede tener un valor máximo de pérdida de peso 3.66667% encontrando un valor óptimo. De la misma forma se muestra la ecuación de la regresión lineal.

De acuerdo a la gráfica de interacción anexo 17 c.1 se dice que el factor *stress* y temperatura de almacenamiento en su nivel bajo (3 horas de exposición al sol y 10°C) no influyen en la pérdida de peso; así mismo, el tiempo de *stress* y temperatura de almacenamiento en su nivel alto (6 horas de exposición al sol y 20°C) es altamente significativo en la pérdida de peso, es decir a una temperatura 20°C y a un *stress* de exposición (6 horas de exposición al sol) es mayor pérdida de peso. La gráfica de superficie de respuestas nos ayuda a identificar en cualquier punto de intersección del porcentaje de pérdida de peso anexo 17 c.2.

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 influye 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 (Administration, 1998).

En la investigación se observó la pérdida de peso a un mayor tiempo y a una temperatura de almacenamiento mayor menciona en su investigación en un silo verdeador durante 12 días se dio la pérdida del peso en 15.14%. Según (Brito, *et. al*, 2013)

Soto (2000), 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, que en las ocas frescas 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%.

En tablas 21,22 y 33 se observa que el *stress* (tiempo de exposición al sol) y la temperatura de almacenamiento influyen significativamente en la pérdida de peso, pero la interacción de ambos factores (*stress* y la temperatura de almacenamiento) no influyen de manera significativa en la pérdida de peso debido a que el p-valor es mayor a 0.05. En las tres variedades de oca (*Oxális tuberosa* Mol.)

En la investigación realizada se puede afirmar que a un *stress* 6 horas de exposición al sol y a una temperatura de almacenamiento 20°C la pérdida de peso se dio considerablemente en cuanto a un *stress* 3 horas de exposición al sol y a una temperatura de almacenamiento de 10°C no se dio considerablemente.

CONCLUSIONES

- El *stress* y la temperatura de almacenamiento influyen significativamente en la reducción del porcentaje del ácido oxálico. A un tiempo de 6 y 3 horas y a una temperatura de almacenamiento mayor se obtuvo mayor reducción del porcentaje de ácido oxálico en las variedades blanca (Lunchchu), roja (Huairi chuchu). Mientras para la variedad amarilla (Kheni harinosa) a un *stress* mayor y a una temperatura de almacenamiento de 10°C tuvo un menor influencia en la reducción del porcentaje de ácido oxálico debido a un almacenamiento de temperatura de refrigeración ya que esto retarda las reacciones químicas en el producto de tal forma ocasionando menor reducción de ácido oxálico y la interacción de ambos factores quedando sin ningún efecto en la reducción del porcentaje de ácido oxálico.
- A un *stress* de 6 horas y una temperatura de almacenamiento mayor influyen significativamente en las tres variedades de oca (*Oxális tuberosa* Mol), en la variación de azúcares reductores durante el almacenamiento de un mes. Solo en la oca amarilla no tuvo una influencia significativa de *stress* (tiempo de exposición al sol) de 6 horas y quedando sin efecto la interacción de ambos factores en la variación de azúcares reductores en las tres variedades de oca (*Oxális tuberosa* Mol).
- A una *stress* 6 horas a una temperatura de almacenamiento mayor influyen significativamente en pérdida de peso en las tres variedades de oca (*Oxális tuberosa* Mol). Resultando que la interacción de ambos factores no influyen significativamente en el porcentaje de pérdida de peso.

RECOMENDACIONES

- Realizar investigación estudiando otros factores como iluminación, temperatura de deshidratado que influyen en la pérdida de peso, ácido oxálico y azúcares reductores, para obtener oca con menor peso, ácido oxálico en seguida mayor concentración de sólidos totales.
- Determinar las características organolépticas del producto final y dar valor agregado para su posterior comercialización como el empaçado al vacío, encerado o industrializar como en néctares y mermeladas. Para así tener un producto transformado aprovechando el tubérculo.
- Después del estudio realizado con la oca (*Oxális tuberosa* Mol.) se recomienda estudiar más a fondo en la evaluación de ácido oxálico, pérdida peso y azúcares reductores utilizando otras metodologías de determinación, para comparar con los resultados obtenidos en la presente investigación
- Se recomienda realizar más investigaciones con otras variedades de las ocas (*Oxális tuberosa* Mol.) como rosado, negra y de otros especies para comparar los tratamientos y obtener un resultado en la presente investigación con mayor utilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, E. (1996). Raíces y Tubérculos Andinos Cultivos Marginados en el Ecuador. Ecuador - Quito: Abya. yala.
- Acosta Solís, M. (1980). Tubérculos, raíces y rizomas cultivados en el Ecuador. III Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos, Escuela superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ingeniería Agronómica. , 175 - 214.
- Administration., U. S. (1998). Guia para reducir al minimo el riesgo microbiano en los alimentos, en el caso de frutas y hortalizas. Center food Safety and Applied Nutritio.
- Alastair, G. (1999). Desarrollo tecnológico en el secado de la oca (oxális tuberosa), para utilizarla como conservas Alimenticias. Tesis de grado., 120.
- AOAC. (1950). Association of Official Analytical Chemist: Official Methods of Analysis. Washington: D.C.
- Badui, D. S. (2006). Química de los alimentos . México: PEARSON EDUCACIÓN. Cuarta edicon.
- Barrera, V., & Robles, M. (2004). Diagnóstico de la situacion actual y perspectivas en la produccion de oca. Tesis de grado previa a la obtencion del titulo de Ingeniero Agrónomo Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales., 3-14.
- Barrera, V., Unda, J., Grijalva, F., & Merino, G. (1999). Caracterizacion de las Raíces y Ruberculos Andinos en el cultivo de melloco en comunidades campesinas de las Huaconas. Documento de trabajo. Quito , Ecuador., 30.
- Bartholomai, G., Tosl, E., & Gonzales, R. (2000). Caracterización de compuestos nutritivos, no nutritivos y la calidad protéica. Buenos Aires.
- Brito, B., Espin, S., & Soto, L. (2000). Selección y optimización de un método de secado para incrementar la concentracion de azucares en la oca(oxalis tuberosa). . En memoria de los resúmenes de trabajos científicos presentados en el Sexto Congreso Nacional de Ciencias. Ambato Ecuador. , 51.

- Brito, B., Espin, S., Villacrés, E., Merino, F., & Soto, L. (2013). Obtencion de oca endulzada con apariencia de tuberculo fresco. Programa colaborativo de conservacion y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos, 14.
- Cabrera, J. (1989). Secado solar tecnico de oca, ulluco y papa. . Memorias del VI congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. Editado INIAP. Quito, Ecuador., 361 -365.
- Cadena, J. (1988). Diagnostico de la situación actual y perspectivas en la produccion de Oca. Tesis de Grado previa a la obtencion del titulo del Ingeniero Agrónomo, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronomica., 3-14.
- Cadima, X. (2006). Tubércuos Botánicos Económica de los Andes Centrales. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.
- Cajamarca Ruiz, E. E. (2010). Evaluación nutricional de la oca (*Oxalis tuberosa* sara- oca) fresca, endulzada y deshidrata en secador de bandejas. Tesis de Grado previa la obtención del titulo de bioquímico farmacéutico, 127.
- Cardenas, M. (1950). Plantas alimenticias nativas de los andes de Bolivia. Imprenta Universitaria. Cochabamba, Bolivia, 10 - 12.
- Casp Vanaclocha, A., & Abril Requena, J. (2003). Proceso de conservación de alimentos. Madrid.: Mundi - prensa.
- Cengel Yunus, A., & Michael, B. (2009). Termodinámica. México: Mc Graw Hill.
- Collazos Chiriboga, C. (1996). Tabla de composición de los Alimentos. Ministerio de Salud Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición.
- Cusiche, L. (2009). Toxicología alimentaria de la oca. Junin - Perú.
- Dassanayake, U., & Gnanathan, C. A. (2012). Acute renal failure following oxalic acid poisoning: a case report. *J Occup Med Toxicol.*, 17.
- Del Rio, C. (1990). Analisis de la variación isoenzimática de "Oca" (*oxalis tuberosa* Mol.) y su distribucion geografica. Universidad Ricardo Palma. Tesis licenciado en biologia, 61.

- Espin, S., Villacres, E., & Brito, B. (2004). Raíces y tubérculos Andinos. Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador "INIAP - CIP. Quito", 91 - 116.
- Failie, T., Morales, M., & Holle, M. (1999). Raíces y tubérculos andinos.
- Fairlie, T. (2001). Informe anual programa colaborativo biodiversidad raíces y tubérculos andinos. Lima - Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- FAO. (2013). Cultivo Andino.
- Fennema, O., Damodaran, S., & Parquin. (2000). Química de los Alimentos. Zaragoza- España: Lengua Española. ACRIBIA S.A.
- Ferryra, R. (1986). Flora del Perú dicotiledoneas . Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos .
- Gonzales, S. (1992). Evaluación de almacenamiento tradicionales y su efecto en la calidad de tubérculos semilla de papa en Cochabamba. Tesis Ing. Agro., Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Universidad Técnica de Oruro, Bolivia. , 95.
- Gonzales, S. J., & Almanza, A. (1996). Efecto de las condiciones de almacenamiento de luz difusa y oscuridad sobre la calidad de tubérculos semilla de oca, papalisa e Isaño. . Cochabamba - Bolivia: IBTA -PROINPA.
- Gutiérrez, P. (2008). Análisis de diseño de Experimentos. México: Mc Graw Hill. Tercera Edición.
- Hermann, M. (2000). Compositional changes of oca tubers following postharvest exposure to sunlight. . CIP Program Report, 98.
- Hernández, A. G. (2010). Tratado de Nutrición: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos. Medica Panamerica S. A.
- Huaraca, H. M. (2009). Guía para facilitar el aprendizaje sobre el manejo del tubérculo - semilla de papa. Quito INIAP. SENACYT, 174.
- Kirk, R., Sawyer, R., & Egan, H. (1996). Composición y análisis de alimentos. . México: Pearson.

- Lescano, R. (1994). Genética y mejoramiento de cultivos alto andinos. INADE/PELT-COTESU Lima - Perú.
- Martinez, L. (2000). Evaluacion de los cultivos andinos. 89.
- Mondalگو, E. (1972). Cultivo de Raíces y Tubérculos Tropicales. Venezuela.
- Palate, A. J., & Mangarrez, M. (2013). Estudio del efecto de la temperatura y el tiempo en las características físico-químicas de la oca (*Oxalis tuberosa*) durante su maduración . Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos - Ecuador, 156 p.
- Peruecológico. (2013). cultivo de oca. lima- Perú.
- Robles, M. (1981). Origen y Evolucion de la oca, olluco y mashua. UNALM. Centro de Información para la Investigación Agrícola., 26.
- Singh, P., & Heldman, R. (2001). Introducción a la Ingeniería de Alimentos. España: Acribia.
- Soriano Castillo, J. M. (2011). Nutrición básica humana U. d. 428.
- Soto, L. (2000). selección y optimización de un método de secado para incrementar la concentracion de azucares en la oca (*oxalis tuberosa*). . Riobamba, Ecuador: Escuela politecnica de chimborazo, facultad de
- Suquilanda, M. (2007). Producción Orgánica de Cultivos Andinos. Manual Técnico, UNOCANC.
- Suzanne Nielsen, S. (2009). Analisis de los Alimentos. Zaragoza- España: Acribia S.A.
- Tapia, M. (1979). "Manual de Agricultura andina". La Paz Bolivia. IBTA,IICA,SICR - 189, 105.
- Tapia, M., & Fries, A. (2007). Guía de Campo de los Cultivos Andinos. ANPE.
- Tilahun, A. (2009). Effect of processing on some psysicochemical and antinutritional factor of taro (*Colocasia esculenta* L. Schott.) cultivars grow in Ethiopia. ADDIS ABABA UNIVERSITY.
- Valdivieso Suquilanda, M. B. (2003). Producción Orgánica de Cultivo Andinos. UNOCANC, 199.

Villacres, E. (2003). Raíces y tubérculos andinos alternativos para la conservación de uso sostenible en el Ecuador. Ecuador: CIP .

Villacrés, E., Brito, B., & Espín, S. (2004). Raíces y tubérculos andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el ecuador. Quito-Ecuador: primera.

Web – Gráfica.

1.1. www.novasource.com/.NS_PINEAPPLE_web 12/29/2016

ANEXOS

Anexo 1. Medidas de la velocidad de viento y la intensidad luminosa (lux)

Termómetro (T = °C)	Cronometro (t= h)	Luxómetro (I.L. en LUX x 10)	Anemómetro (velocidad del viento m/s ²)
22	9:00 am	17980	0.8
23	9:30 am	18100	1.5
23	10:00 am	19280	1.9
24	10:30 am	19890	1.7
26	11.00 am	19140	1.4
28	11:30 am	18900	2.0
29	12:00 am	18980	2.5
31	12:30 am	16890	2.8
34	13:00 pm	15290	3.3
34	13:30 pm	13350	3.8
33	14:00 pm	12360	4.2
32	14:30 pm	12280	4.8
29	15:00 pm	13850	5.2
27	15:30 pm	11230	5.0

Anexo 2. Exposición de las ocas al sol (generación de *stress*)



Anexo 3. Almacenamiento de ocas



Figura 6. Almacenamiento a 10°C.



Figura 7. Almacenamiento 20°C.

Anexo 4. Análisis de las muestras para determinar porcentaje de ácido oxálico, azúcares reductores y pérdida de peso.



Figura 8. Determinación del ácido oxálico



Figura 9. Determinación de azúcares reductores.

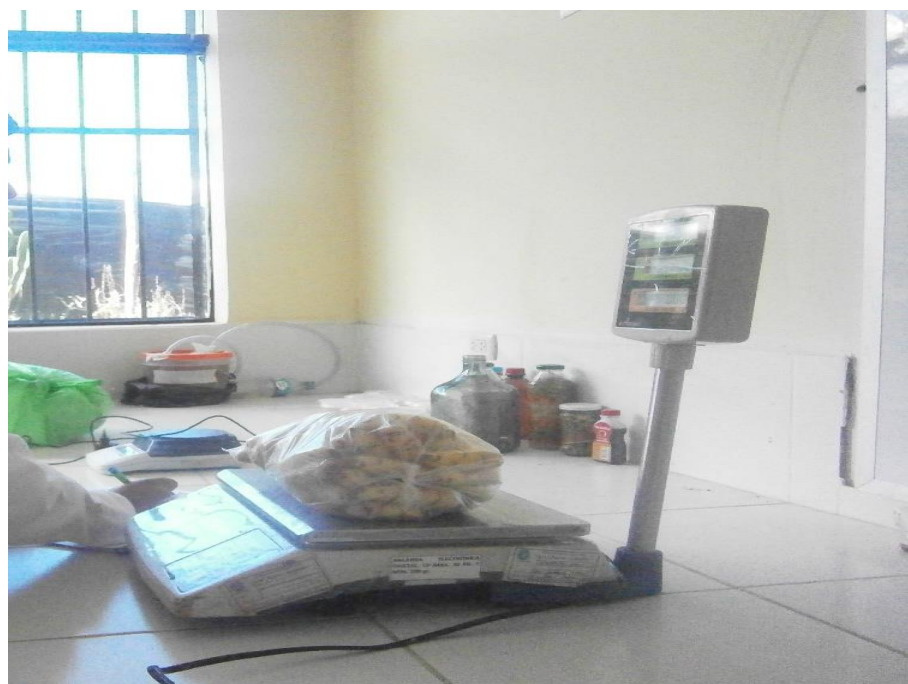


Figura 10. Determinación de pérdida peso.

**Anexo 5. Análisis físico química inicial de las tres variedades de la oca
(*Oxalis tuberosa* Mol.)**

LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Nro. 0063–2015-LENA-EPIA

SOLICITANTE : Ridher Remigio Antay Ccaccya
 Bachiller en Ingeniería Agroindustrial - UNAJMA
 PROCEDENCIA : Andahuaylas
 PRODUCTOS : OCA (*Oxalis tuberosum* Mol)
 Huairi chuchu - rojo
 Kheni harinosa - amarillo
 Lunchchu - blanco
 ENSAYO SOLICITADO : FISICO QUIMICO
 ACIDO ASCORBICO, AZUCARES REDUCTORES Y ACIDO OXALICO
 FECHA DE RECEPCION : 13 de Agosto del 2015
 FECHA DE ENSAYO : 13 de Agosto del 2015
 FECHA DE EMISION : 29 de Setiembre del 2015

RESULTADOS:

De acuerdo al Informe de los Análisis de Laboratorio que obra en los archivos los resultados son:

RESULTADOS FISICO QUIMICOS

MUESTRA	% Solidos Totales	% Humedad	% Ceniza	% Proteína	% Grasa	% Fibra	% Carbohidratos	Energía Kcal/100 g
OCA ROJO	20,01	79,99	0,67	1,55	0,61	0,96	16,22	71,70
OCA AMARILLO	15,52	84,48	0,46	1,09	0,53	1,08	12,36	54,93
OCA BLANCO	18,8	81,62	0,39	1,12	0,58	1,02	15,27	66,61

METODOS UTILIZADOS EN LABORATORIO:

- AOAC. 1990

RESULTADOS DE ACIDO ASCORBICO, AZUCARES REDUCTORES Y ACIDO OXALICO

MUESTRA	mg/100g Ac. Ascórbico	% Azucares reductores	mg/100g Ácido Oxálico
OCA ROJO	23,04	7,18	79,23
OCA AMARILLO	20,59	6,98	81,43
OCA BLANCO	18,38	7,32	75,65

CONCLUSIÓN : Los resultados Físico Químicos, Ácido ascórbico, Azucares reductores y Acido Oxálico están conformes.

Puno, C.U. 07 de Setiembre del 2015


 g. OSWALDO ARPASI ALCA
 Control de Calidad de Alimentos
 LABORATORIO
 C.I.P. 160625

Anexo 6. Datos obtenidos porcentaje de ácido oxálico azúcares reductores y pérdida de peso durante el análisis de la oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) de variedad Lunchchu (blanca).

Lunchchu (blanca)					
Obs.	Tiempo (h)	T° de alm. (°C)	Ácido oxálico (%)	Azúcares reductores (%)	Pérdida de peso en (%)
1	3	10	31.73	4.19	0.25
2	6	10	40.22	5.43	0.75
3	3	20	37.47	2.18	0.45
4	6	20	37.81	6.25	1.1
5	3	10	34.66	6.82	1
6	6	10	37.82	8.54	1.2
7	3	20	26.15	10.32	1.75
8	6	20	44.5	18.9	2.75
9	3	10	43.61	10.49	3
10	6	10	44.82	12.72	3.90
11	3	20	43.62	15.27	4.00
12	6	20	47.07	27.28	5.10

Anexo 7. Datos obtenidos porcentaje de ácido oxálico azucares reductores y pérdida de peso durante el análisis de la oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) variedad Kheni harinosa (amarilla).

Kheni harinosa (amarilla)					
Trat.	Tiempo (h)	T° de alm. (°C)	Ácido oxálico (%)	Azucares reductores (%)	Pérdida de peso en (%)
1	3	10	33.74	5.33	0.85
2	6	10	41.84	6.26	1.1
3	3	20	42.33	2.44	0.65
4	6	20	23.6	9.67	1.25
5	3	10	37.58	6.82	2.25
6	6	10	40.02	11.04	3.25
7	3	20	23.59	21.07	3.3
8	6	20	39.96	51.44	4.2
9	3	10	43.96	11.97	4.25
10	6	10	45.57	13.43	4.75
11	3	20	42.32	30.60	5.00
12	6	20	42.39	69.26	5.40

Anexo 8. Datos obtenidos porcentaje de ácido oxálico azucares reductores y pérdida de peso durante el análisis de la oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) de variedad Huairi chuchu (roja).

Huairi chuchu (roja)					
Trat.	Tiempo (h)	T° de alm. (°C)	Ácido oxálico (%)	Azucares reductores (%)	Pérdida de peso en (%)
1	3	10	36.63	5.48	0.55
2	6	10	42.56	6.43	1.3
3	3	20	89.24	3.54	0.55
4	6	20	56.25	6.9	2
5	3	10	37.27	7.23	1.8
6	6	10	40.48	10.49	2.4
7	3	20	51.99	13.67	3
8	6	20	54.24	35.86	3.75
9	3	10	44.52	10.83	3.85
10	6	10	45.24	15.34	4.4
11	3	20	50.43	20.76	4.9
12	6	20	63.25	48.35	5.25

Anexo 9. Porcentaje de ácido oxálico de las tres variedades de la oca (*Oxalis tuberosa* Mol.).

Ácido oxálico (%)						
Trat	Obs	Tiempo (h)	T° de alm. (°C)	Oca blanca (Lunchchu)	Oca amarilla (Kheni harinosa)	Oca roja (Huairi chuchu)
	1	3	10	31.73	33.74	36.63
1	2	3	10	34.66	37.58	37.27
	3	3	10	43.61	43.96	44.52
				36.67	38.43	39.47
	4	3	20	37.47	42.33	89.24
2	5	3	20	26.15	23.59	51.99
	6	3	20	43.62	42.32	50.43
				35.75	36.08	63.89
	7	6	10	40.22	41.84	42.56
3	8	6	10	37.82	40.02	40.48
	9	6	10	44.82	45.57	45.24
				40.95	42.48	42.76
	10	6	20	37.81	23.6	56.25
4	11	6	20	44.5	39.96	54.24
	12	6	20	47.07	42.39	63.25
				43.13	35.32	57.91

Anexo 10. Porcentaje de azúcares reductores de las tres variedades de la oca (*Oxalis tuberosa* Mol.).

		Azúcares reductores (%)				
Trat	Obs	Tiempo (h)	T° de alm. (°C)	Oca blanca (Lunchchu)	Oca amarilla (Kheni harinosa)	Oca roja (Huairi chuchu)
1	1	3	10	4.19	5.33	5.48
	2	3	10	6.82	6.82	7.23
	3	3	10	10.49	11.97	10.83
				7.17	8.04	7.85
2	4	3	20	2.18	2.44	3.54
	5	3	20	10.32	21.07	13.67
	6	3	20	15.27	30.60	20.76
				9.26	18.04	12.66
3	7	6	10	5.43	6.26	6.43
	8	6	10	8.54	11.04	10.49
	9	6	10	12.72	13.43	15.34
				8.90	10.24	10.75
4	10	6	20	6.25	9.67	6.9
	11	6	20	18.9	51.44	35.86
	12	6	20	27.28	69.26	48.35
				17.48	43.46	30.37

Anexo 11. Porcentaje de pérdida de peso de las tres variedades de la oca (*Oxalis tuberosa* Mol.)

Pérdida de peso (%)						
Trat	Obs	Tiempo (h)	T° de alm. (°C)	Oca blanca (Lunchchu)	Oca amarilla (Kheni harinosa)	Oca roja (Huairi chuchu)
1	1	3	10	0.25	0.85	0.55
	2	3	10	1	2.25	1.8
	3	3	10	3.00	4.25	3.85
				1.42	2.45	2.07
2	4	3	20	0.45	0.65	0.55
	5	3	20	1.75	3.3	3
	6	3	20	4.00	5.00	4.9
				2.07	2.98	2.82
3	7	6	10	0.75	1.1	1.3
	8	6	10	1.2	3.25	2.4
	9	6	10	3.90	4.75	4.4
				1.95	3.03	2.70
4	10	6	20	1.1	1.25	2
	11	6	20	2.75	4.2	3.75
	12	6	20	5.10	5.40	5.25
				2.98	3.62	3.67

Anexo 12. Optimización de ácido oxálico en las tres variedades de oca (*Oxális tuberosa* Mol.)

a. Oca blanco (Lunchchu)

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Stress (tiempo de exposición solar (h))	3.0	6.0	6.0
T° de almacenamiento (°C)	10.0	20.0	20.0

La ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos. Siendo:

$$\text{Ácido oxálico} = 36.3933 + 0.397778 * \text{Stress} - 0.401333 * \text{T° de almacenamiento} + 0.103111 * \text{Stress} * \text{T° de almacenamiento.}$$

b. Oca amarilla (Kheni harinosa)

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Stress (tiempo de exposición solar (h))	3.0	6.0	6.0
T° de almacenamiento (°C)	10.0	20.0	10.0

La ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos. Siendo:

$$\text{Ácido oxálico} = 31.91 + 2.95444 * \text{Stress} + 0.246667 * \text{T° de almacenamiento} + 0.160444 * \text{Stress} * \text{T° de almacenamiento.}$$

c. Oca roja (Huairi chuchu)

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Stress (tiempo de exposición solar (h))	3.0	6.0	3.0
T° de almacenamiento (°C)	10.0	20.0	20.0

La ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos. Siendo:

$$\text{Ácido oxálico} = 2.51333 + 4.18222 * \text{Stress} + 3.36733 * \text{T}^\circ \text{ de almacenamiento} + 0.308667 * \text{Stress} * \text{T}^\circ \text{ de almacenamiento.}$$

Anexo 13. Optimización de azúcares reductores en las tres variedades de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.)

a. Oca blanco (Lunchchu)

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Stress (tiempo de exposición solar (h))	3.0	6.0	6.0
T° de almacenamiento (°C)	10.0	20.0	20.0

La ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos siendo:

$$\begin{aligned} \text{Azúcares reductores} \\ = 9.83667 - 1.58667 * \text{Stress} - 0.44 * \text{T}^\circ \text{ de almacenamiento} \\ + 0.216333 * \text{Stress} * \text{T}^\circ \text{ de almacenamiento.} \end{aligned}$$

b. Oca Amarilla (Kheni harinosa)

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Stress (tiempo de exposición solar (h))	3.0	6.0	6.0
T° de almacenamiento (°C)	10.0	20.0	20.0

La ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos siendo:

$$\begin{aligned} \text{Azúcares reductores} \\ = 19.0567 - 7.00444 * \text{Stress} - 1.322 * \text{T}^\circ \text{ de almacenamiento} \\ + 0.773889 * \text{Stress} * \text{T}^\circ \text{ de almacenamiento.} \end{aligned}$$

c. Oca roja (Huairi chuchu)

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
<i>Stress</i> (tiempo de exposición solar (h))	3.0	6.0	6.0
T° de almacenamiento (°C)	10.0	20.0	20.0

La ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos siendo:

Azúcares reductores

$$= 14.9367 - 3.96667 * Stress - 0.999667 * T^{\circ} \text{ de almacenamiento} \\ + 0.493556 * Stress * T^{\circ} \text{ de almacenamiento.}$$

Anexo 14. Optimización de pérdida de peso en las tres variedades de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.)

a. Oca blanco (Lunchchu)

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
<i>Stress</i> (tiempo de exposición solar (h))	3.0	6.0	6.0
T° de almacenamiento	10.0	20.0	20.0

La ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos. Siendo:

Pérdida de peso

$$= 0.616667 + 0.05 * Stress + 0.0266667 * T^{\circ} \text{ de almacenamiento} \\ + 0.0127778 * Stress * T^{\circ} \text{ de almacenamiento.}$$

b. Oca Amarilla (kheni harinosa)

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
<i>Stress</i> (tiempo de exposición solar (h))	3.0	6.0	6.0
T° de almacenamiento (°C)	10.0	20.0	20.0

La ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos. Siendo:

Pérdida de peso

$$= 1.38333 + 0.177778 * Stress + 0.0483333 \\ * T^{\circ} \text{ de almacenamiento} + 0.00166667 * Stress \\ * T^{\circ} \text{ de almacenamiento.}$$

c. Oca roja (Huairi chuchu)

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Stress (tiempo de exposicion solar (h))	3.0	6.0	6.0
T° de almacenamiento (°C)	10.0	20.0	20.0

La ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos. Siendo:

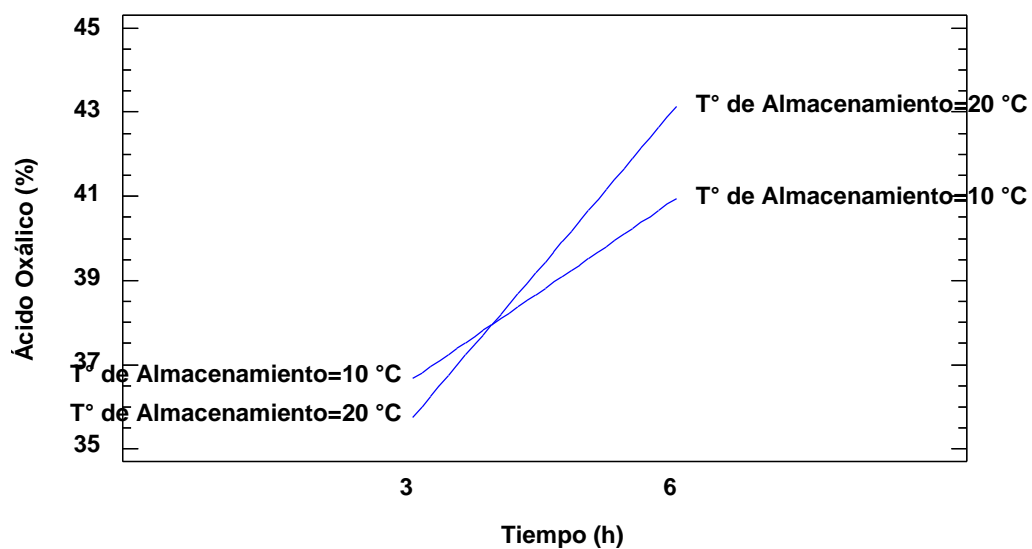
$$\text{Pérdida de peso} = 0.9 + 0.138889 * Stress + 0.0533333 * T^{\circ} \text{ de almacenamiento} + \\ 0.00722222 * Stress * T^{\circ} \text{ de almacenamiento.}$$

Anexo 15. Graficas de ácido oxálico en las tres variedades de oca (*Oxális tuberosa* Mol.)

a. Oca blanco (Lunchchu)

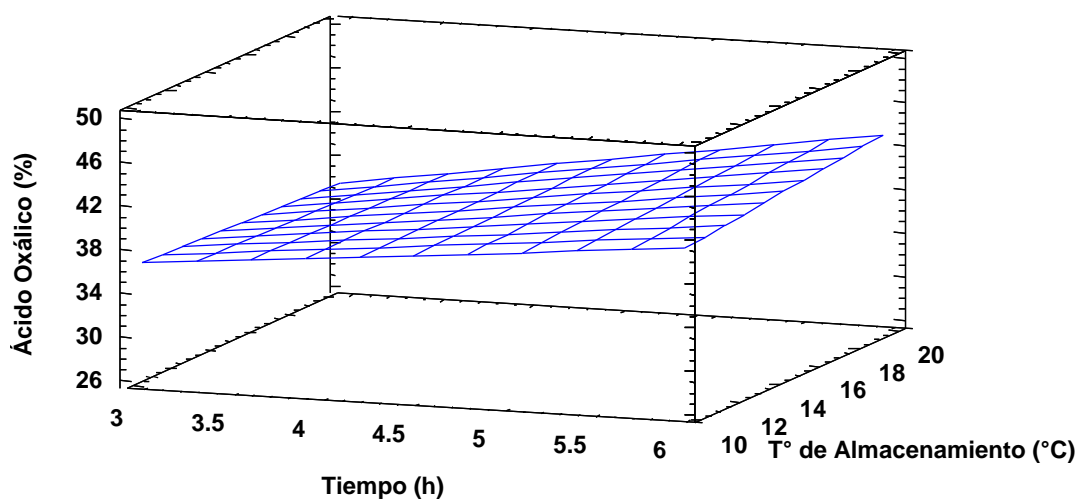
a.1. Grafica de interacción.

Gráfica de Interacción para Ácido Oxálico



a.2. Grafica de superficie de respuesta estimada.

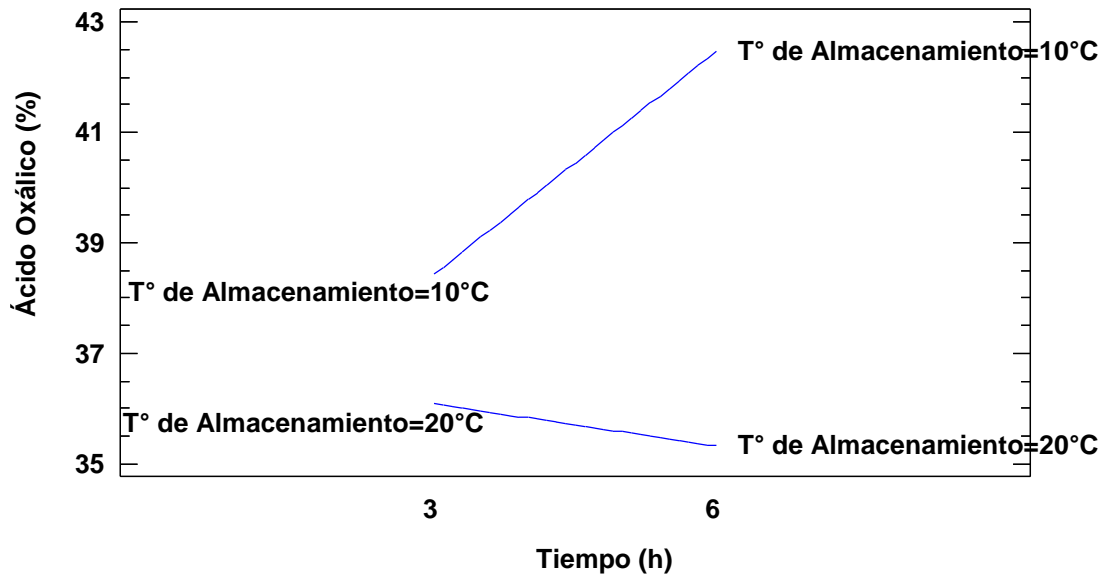
Superficie de Respuesta Estimada



b. Oca amarilla (Kheni harinosa)

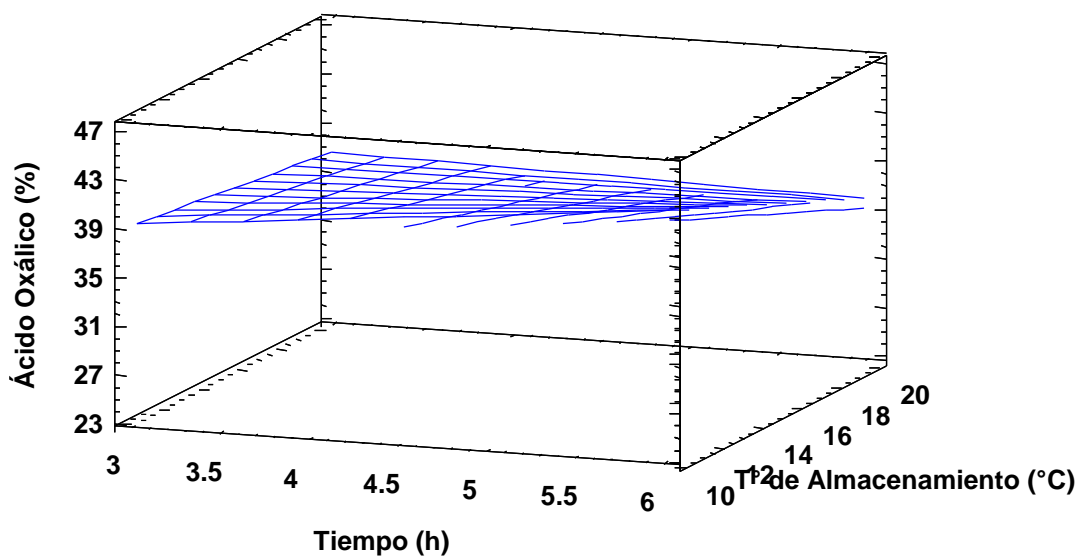
b.1. Grafica de Interacción

Gráfica de Interacción para Ácido Oxálico



b.2. Grafica de superficie de respuesta estimada.

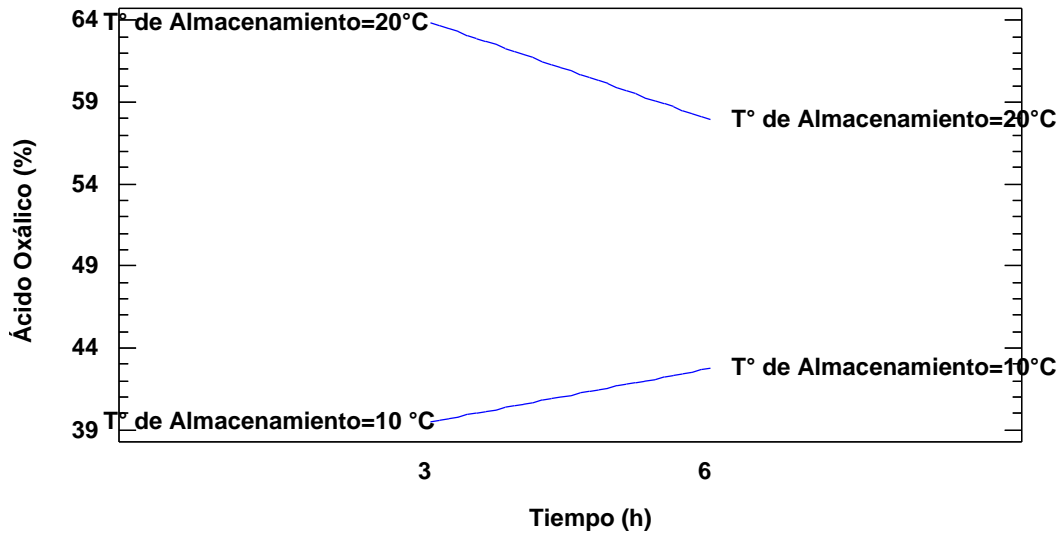
Superficie de Respuesta Estimada



c. Oca roja (Huairi chuchu)

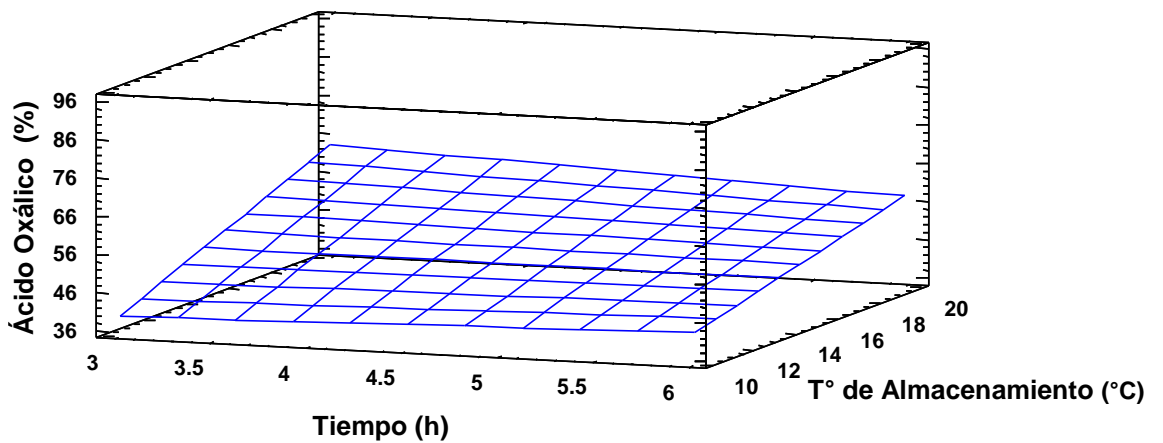
c.1. Grafica de interaccion.

Gráfica de Interacción para Ácido Oxálico



c.2. Grafica de superficie de respuesta estimada.

Superficie de Respuesta Estimada

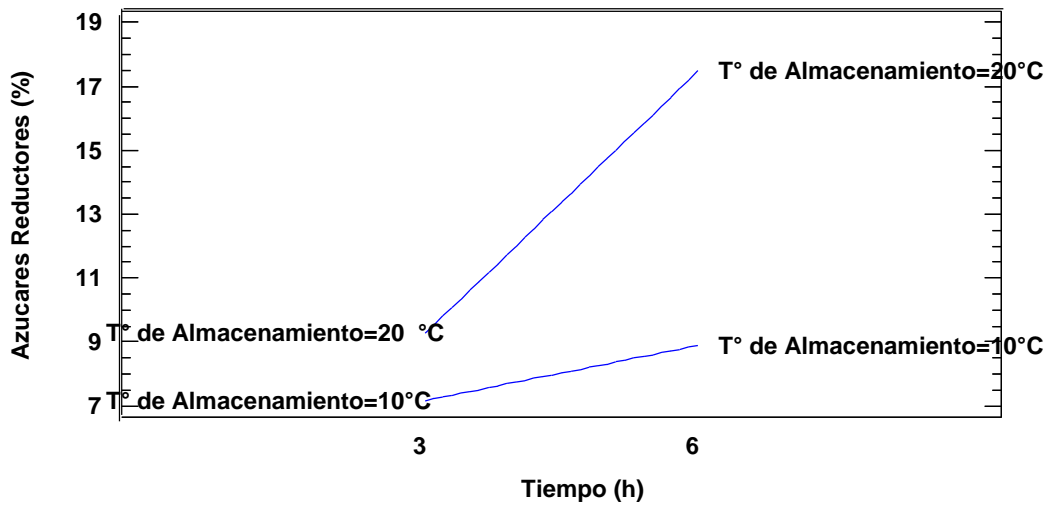


Anexo 16. Graficas de azucares reductores en las tres variedades de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.).

a. Oca blanco (Lunchchu)

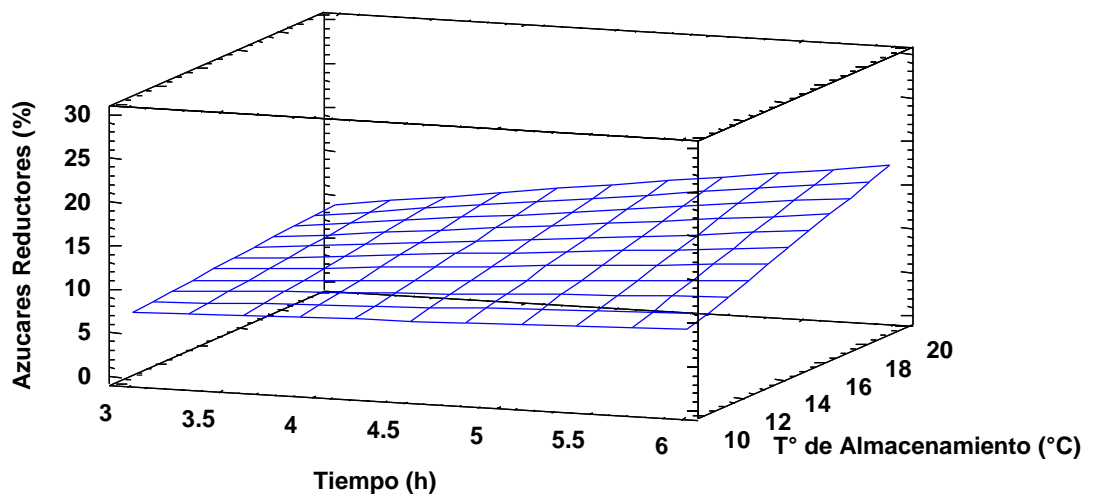
a.1. Grafica de interacción.

Gráfica de Interacción para Azucares Reductores



a.2. Grafica de superficie de respuesta estimada.

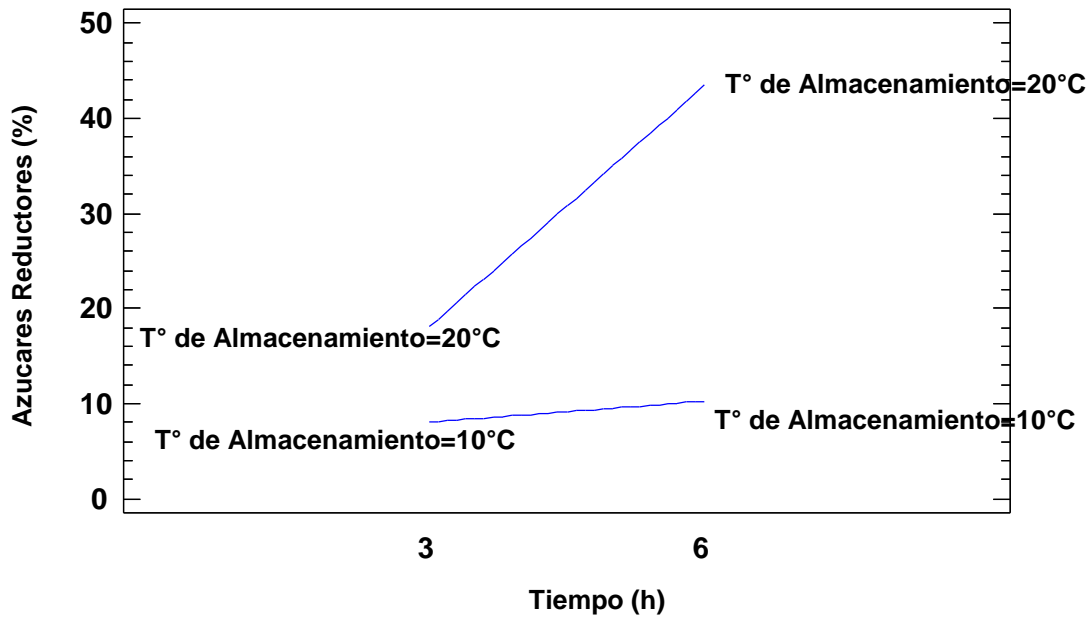
Superficie de Respuesta Estimada



b. Oca amarilla (Kheni harinosa)

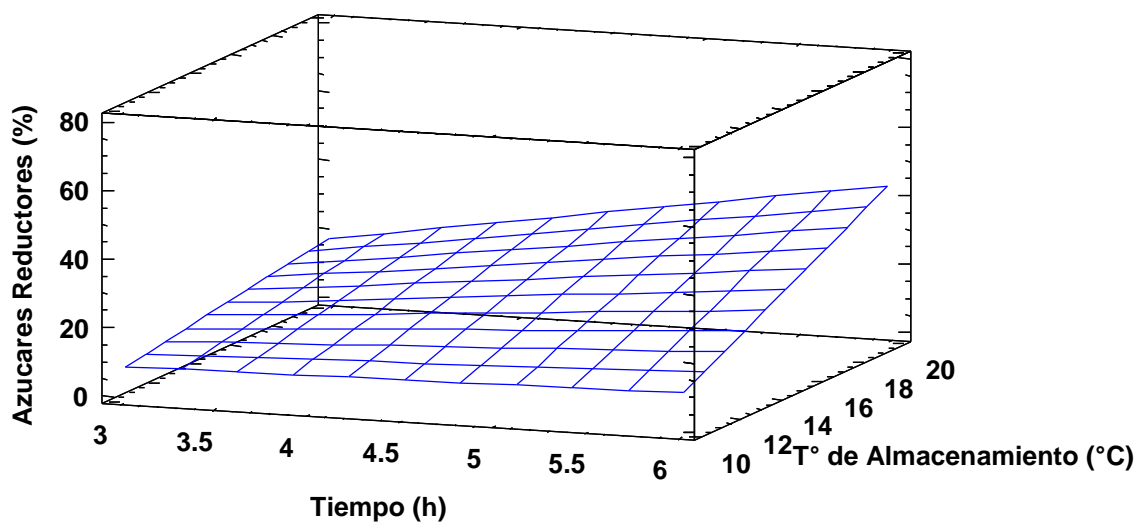
b.2. Grafica de interacción.

Gráfica de Interacción para Azúcares Reductores



b.2. Grafica de superficie de respuesta estimada

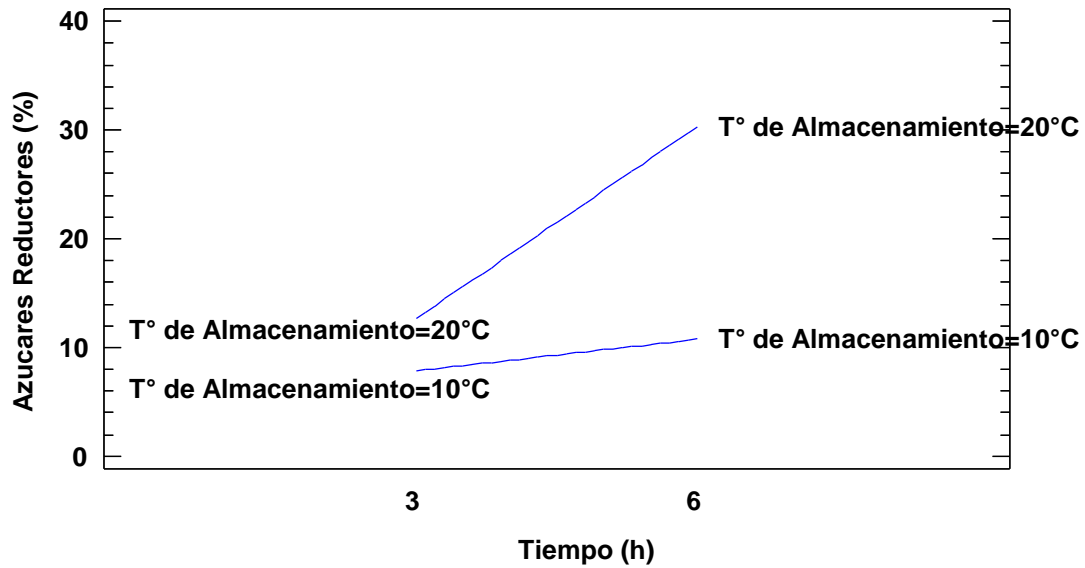
Superficie de Respuesta Estimada



c. Oca roja (Huairi chuchu)

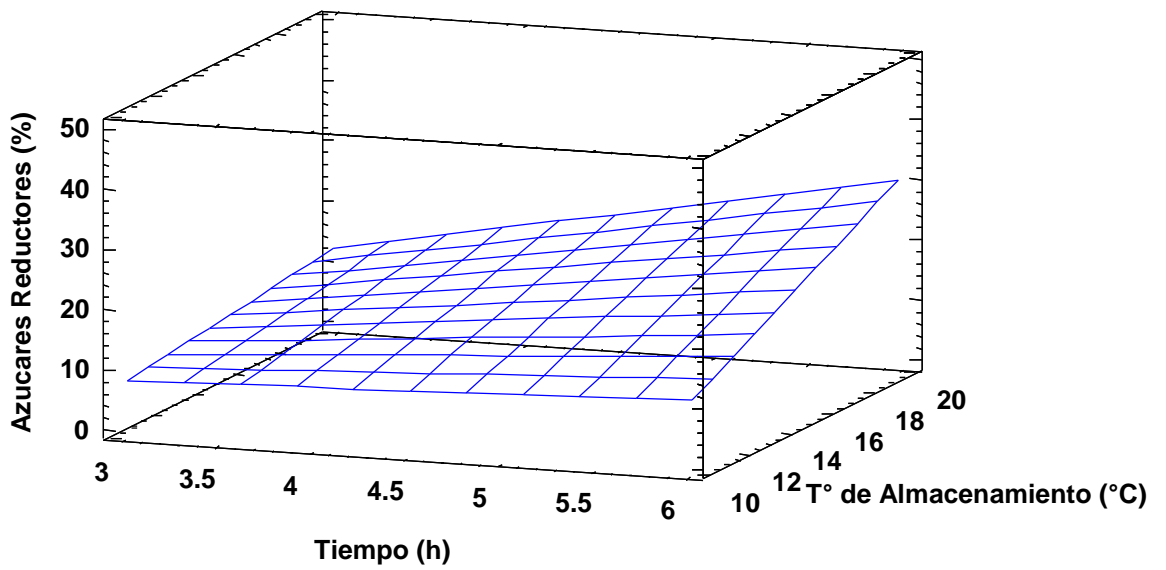
c.1. Grafica de interacción.

Gráfica de Interacción para Azúcares Reductores



c.2. Grafica de superficie de respuesta estimada.

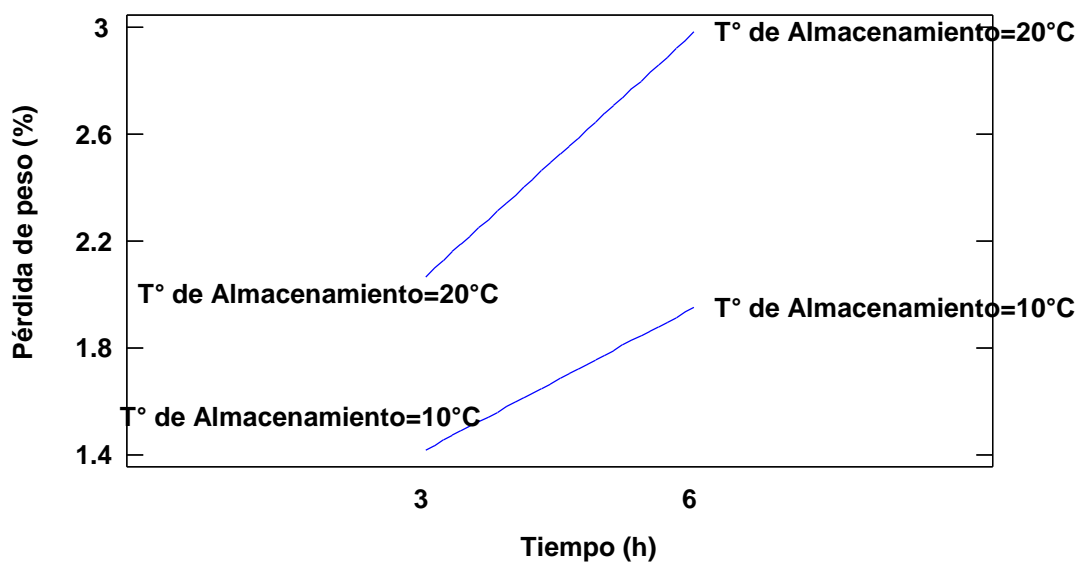
Superficie de Respuesta Estimada



Anexo 17. Graficas de pérdida del peso en las tres variedades de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.).

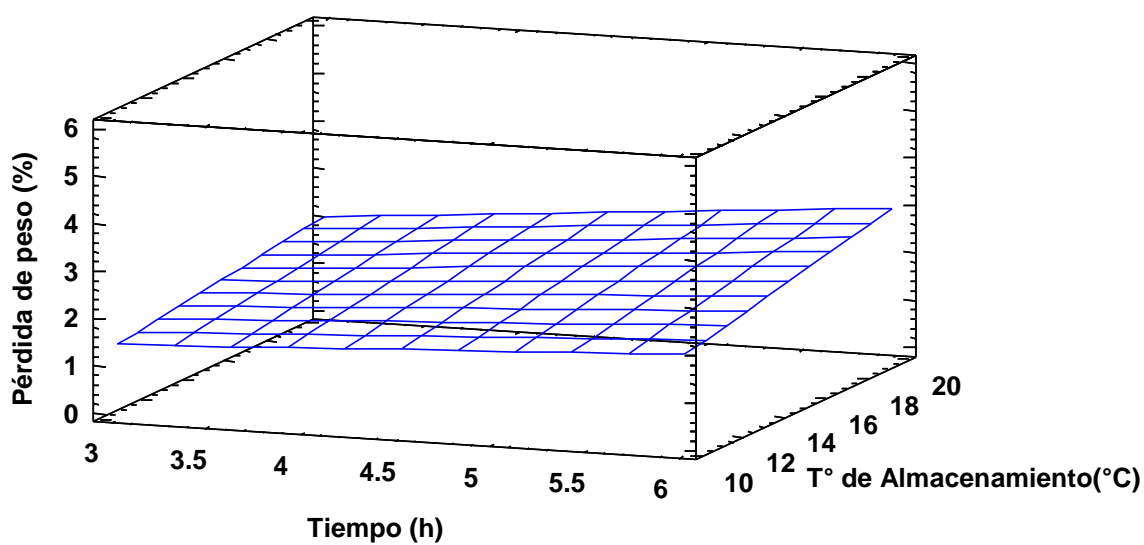
- a. Oca blanca (Lunchchu)
 - a.1. Grafica de interacción.

Gráfica de Interacción para Pérdida de peso



- a.2. Grafica de superficie de respuesta estimada.

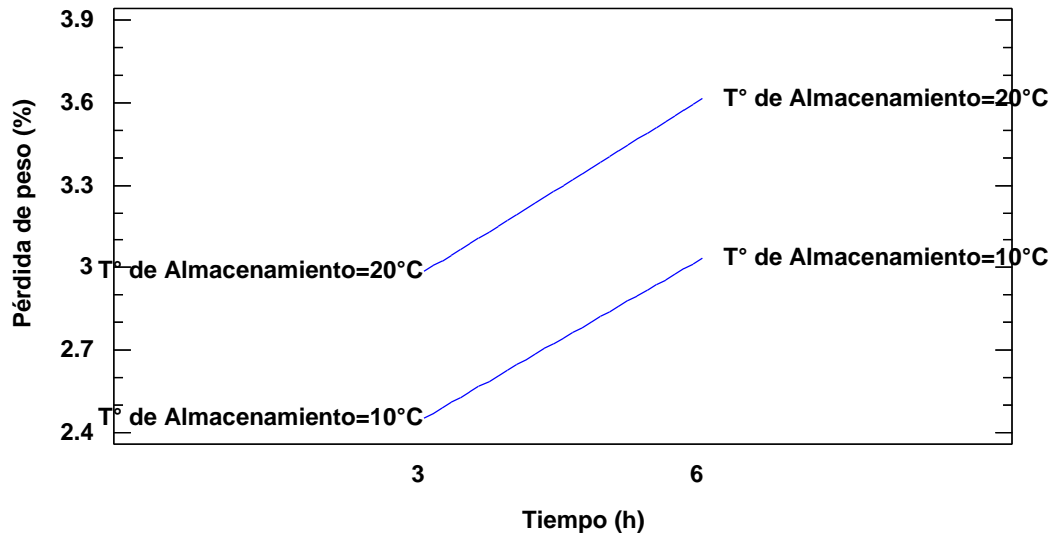
Superficie de Respuesta Estimada



b. Oca amarilla (Kheni harinosa)

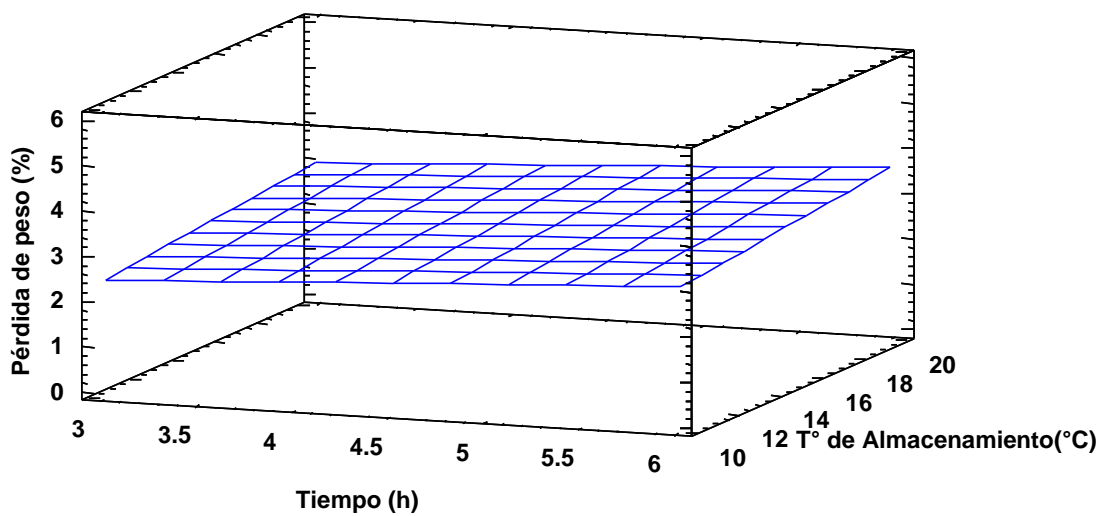
b.1. Grafica de interacción.

Gráfica de Interacción para Pérdida de peso



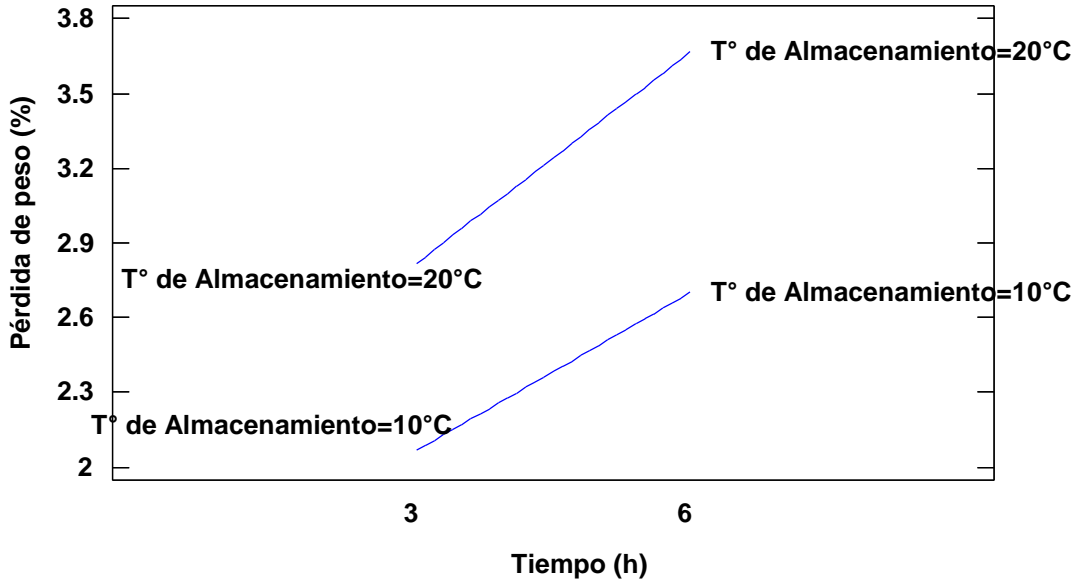
b.2. Grafica de superficie de respuesta estimada.

Superficie de Respuesta Estimada



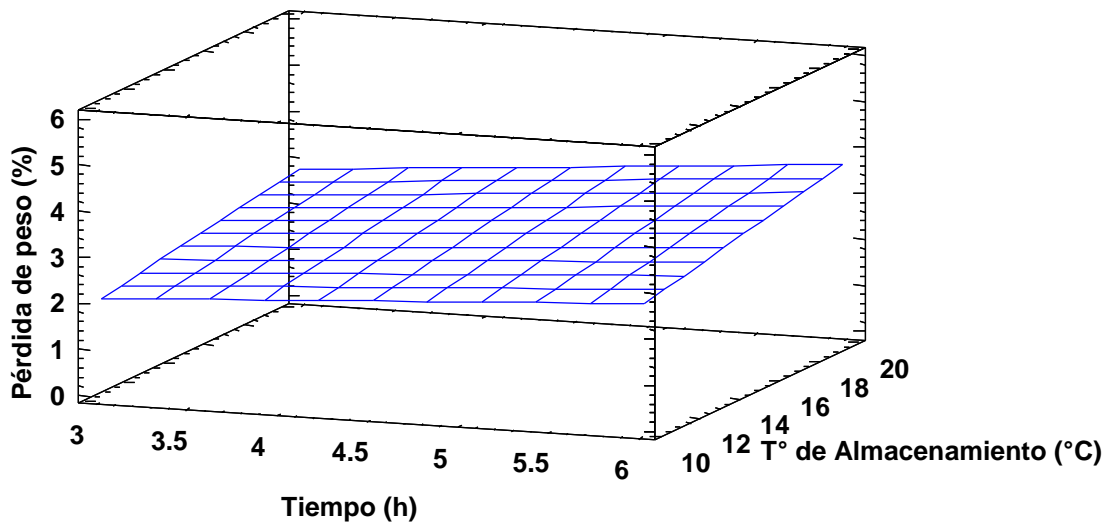
c. Oca roja (Huairi chuchu)
 c.1. Grafica de interacción.

Gráfica de Interacción para Pérdida de peso



c.2. Grafica de superficie de respuesta estimada.

Superficie de Respuesta Estimada



Anexo 18. Análisis físico químico final de las tres variedades de la oca

LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Nro. 0064-2015-LENA-EPIA

SOLICITANTE : Ridher Remigio Antay Ccaccya
 Bachiller en Ingeniería Agroindustrial - UNAJMA
 PROCEDENCIA : Andahuaylas
 PRODUCTOS : OCA (*Oxalis tuberosum* Mol)
 Huairi chuchu - rojo
 Kheni harinosa - amarillo
 Lunchchu - blanco
 ENSAYO SOLICITADO : FISICO QUIMICO
 ACIDO ASCORBICO, AZUCARES REDUCTORES Y ACIDO OXALICO
 FECHA DE RECEPCION : 18 de Setiembre del 2015
 FECHA DE ENSAYO : 18 de Setiembre del 2015
 FECHA DE EMISION : 29 de Setiembre del 2015

RESULTADOS:

De acuerdo al Informe de los Análisis de Laboratorio que obra en los archivos los resultados son:

RESULTADOS FISICO QUIMICOS

MUESTRA	% Solidos Totales	% Humedad	% Ceniza	% Proteína	% Grasa	% Fibra	% Carbohidratos	Energía Kcal/100 g
OCA ROJO 10°C	22,77	77,23	0,64	1,76	0,58	0,95	18,84	87,62
OCA AMARILLO 10°C	15,45	84,55	0,36	1,09	0,50	1,02	12,48	58,78
OCA BLANCO 10°C	16,54	83,46	0,46	1,01	0,61	0,99	13,47	63,41
OCA ROJO 20°C	22,17	77,83	0,58	1,71	0,60	0,98	18,30	81,44
OCA AMARILLO 20°C	22,96	77,04	0,84	1,61	0,51	1,04	18,96	86,87
OCA BLANCO 20°C	19,74	80,26	0,52	1,20	0,59	1,05	16,38	75,63

METODOS UTILIZADOS EN LABORATORIO:

- AOAC. 1990

RESULTADOS DE ACIDO ASCORBICO, AZUCARES REDUCTORES Y ACIDO OXALICO

MUESTRA	mg/100g Ac. Ascórbico	% Azúcares reductores	mg/100g Ácido Oxálico
OCA ROJO 10°C	23,17	7,41	80,28
OCA AMARILLO 10°C	23,17	7,28	82,45
OCA BLANCO 10°C	34,51	8,39	78,25
OCA ROJO 20°C	25,14	7,98	82,21
OCA AMARILLO 20°C	25,39	7,58	81,98
OCA BLANCO 20°C	24,90	8,32	77,66

CONCLUSIÓN : Los resultados Físico Químicos, Ácido ascórbico, Azúcares reductores y Ácido oxálico están conformes.

Puno, C.U. 07 de Setiembre del 2015


 Ing. OSWALDO AMPARI ALCA
 Control de Calidad de Alimentos
 LABORATORIO
 C.I.P. 180625

Anexo 19. Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	DEFINICIÓN DE OPERACIONES						RECOLECCIÓN DE DATOS	
			VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	VALORES ESC.	DISEÑO O MÉTODO	TÉCNICA	INSTRUMENTO
GENERALES										
¿Cuál es la influencia del <i>stress</i> y la temperatura de almacenamiento en la variación del ácido oxálico, azúcares reductores y pérdida de peso en tres variedades de oca (<i>Oxalis tuberosa</i> Mol.)?	Evaluar la influencia del <i>stress</i> y almacenamiento en la variación del ácido oxálico, azúcares reductores y pérdida del peso, en tres variedades de oca (<i>Oxalis Tuberosa</i> Mol.).	La influencia de <i>stress</i> (tiempo de exposición solar) y la temperatura de almacenamiento, afectan significativamente en la variación de ácido oxálico, azúcares reductores y pérdida del peso de la oca (<i>Oxalis Tuberosa</i> Mol.).	Variable Independiente Tiempo de exposición al sol. Temperatura de almacenamiento.	Se refiere al tiempo de exposición solar y la temperatura de almacenamiento de las tres variedades de oca (<i>Oxalis Tuberosa</i> Mol.).	Tiempo de exposición solar 3 – 6 horas	Valores en "horas"	"h"	Experimental	Lectura	Cronometro
					Temperatura de 10 -20 °C	Valores en °C	°C	Experimental	Lectura	Termómetro
			Variables dependientes: Contenido de ácido oxálico. Concentración de azúcares reductores. Pérdida de peso.	Se refiere al análisis físico químico de tres variedades de oca (<i>Oxalis Tuberosa</i> Mol.).	Análisis químico	Contenido de ácido oxálico	%	Experimental	Lectura	Equipo para Titulación
					Análisis químico	Concentración de azúcares reductores	%	Experimental	Lectura	Titulación
					Análisis físico	Pérdida de peso	%	Experimental	directa	Balanza Analítica