

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA**  
**(Creada por Ley N° 25265)**



**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGROINDUSTRIAS**  
**TESIS**

**"DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS ADECUADOS DE LA  
DESHIDRATACIÓN DE OCA (*Oxalis tuberosa* Mol.) MEDIANTE  
LECHO FLUIDIZADO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA"**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
**CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**ORÉ ARECHE, Franklin**

**ACOBAMBA -HUANCVELICA**

**2015**

12<sup>s</sup>

## ACTA DE SUSTENTACIÓN O APROBACIÓN DE UNA DE LAS MODALIDADES DE TITULACIÓN

En la Ciudad Universitaria de "Común Era"; auditorio de la facultad de Ciencias Agrarias, a los 18 días del mes de diciembre se reunieron del año 2014, a horas 2:00 pm; se reunieron, el jurado calificador, conformado de la siguiente manera:

**PRESIDENTE** : Ing. Virgilio VALDERRAMA PACHO  
**SECRETARIO** : Ing. Isaac Nolberto ALIAGA BARRERA  
**VOCAL** : Ing. Leónidas LAURA QUISPETUPA  
**ACCESITARIO** : Ing. Pedro pablo ARTEAGA LLACZA

Designados con **RESOLUCIÓN N° 551-2014-CF-FCA-UNH**; del proyecto de investigación intitulado:

**"DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS ADECUADOS DE LA DESHIDRATACIÓN DE OCA (*Oxalis tuberosa* Mol.) MEDIANTE LECHO FLUIDIZADO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA"**

Cuyo autor es el graduado:

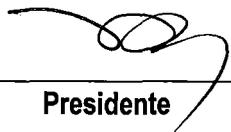
**BACHILLER** : ORE ARECHE, Franklin

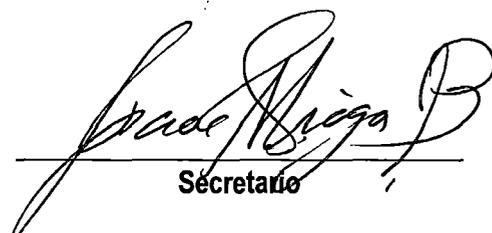
A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del proyecto de investigación antes citado.

Finalizando la evaluación; se invitó al público presente y el sustentante abandonar el recinto; y, luego de una deliberación por parte del jurado se llegó al siguiente resultado:

**APROBADO**  **UNANIMIDAD**  
**DESAPROBADO**  POR .....

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.

  
\_\_\_\_\_  
**Presidente**

  
\_\_\_\_\_  
**Secretario**

  
\_\_\_\_\_  
**Vocal**

\_\_\_\_\_  
**Accesitario**

**ASESOR**

**Ing. Alfonso RUIZ RODRIGUEZ**

**CO-ASESOR**

**Dr. David RUIZ VILCHEZ**

## DEDICATORIA

*A Dios, por ser mi fortaleza,  
A mi madre Zenobia Areche Tito, por tu ejemplo  
de lucha y superación, por todos tus sacrificios  
realizados y tus sabios consejos has sabido  
colocarme los pies en la tierra y reforzar mis  
valores de autoestima, respeto y responsabilidad  
en mi vida cotidiana y estar siempre presente  
cuando más te he necesitado.*

*A mi abuela Fortunata.  
A mi abuela Julia Tito Velázquez Q. E. P. D.  
que desde el cielo me ilumina.*

*A todos ellos por su gran ejemplo que me han  
dado para llegar a ser una persona con valores y  
principios.*

## AGRADECIMIENTOS

Mi eterna gratitud a mi Alma Mater, la Universidad Nacional de Huancavelica, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial que me cobijó y cuyas aulas fue testigo de mi formación profesional.

Al Ing. Alfonso Ruiz Rodríguez y al Dr. David Ruiz Vilchez, por su acertada dirección en esta investigación, su paciencia y consejos.

A los docentes que han contribuido en la elaboración de esta tesis, especialmente al Mg. Sc. Frank Fluker Velásquez Barreto, por su paciencia, apoyo y por haberme regalado de sus conocimientos y experiencia para la elaboración de este informe.

A los ingenieros Virgilio Valderrama Pacho, Isaac N. Aliaga Barrera y Leónidas Laura Quispetupa; miembros del jurado calificador por sus correcciones acertadas.

A los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, quienes con sus enseñanzas y consejos, que fueron pilares fuertes en mi desarrollo profesional.

A la Empresa JARCON, que fue la institución que me abrió las puertas para realizar mis trabajos de laboratorio, y desarrollar esta investigación.

A mis amigos y compañeros que con sus frases de aliento y consejos hicieron que el camino, aunque oscuro que pareciera, tuviera un final con gran satisfacción luego de mucho esfuerzo.

GRACIAS!

AR

## ÍNDICE

RESUMEN.....	i
INTRODUCCIÓN.....	ii
<b>CAPÍTULO I: PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	2
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	2
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
2.1. ANTECEDENTES.....	4
2.2. BASES TEÓRICAS.....	5
2.2.1. Oca ( <i>Oxalis tuberosa</i> Mol.).....	5
2.2.1.1. Origen e historia .....	6
2.2.1.2. Taxonomía y morfología de la oca.....	6
2.2.1.3. Descripción botánica .....	6
2.2.1.4. Morfología del fruto.....	7
2.2.1.5. Variedades .....	7
2.2.1.6. Sinonimia.....	7
2.2.1.7. Valor nutricional de la oca .....	8
2.2.2. Deshidratación.....	10
2.2.2.1. Finalidad de la deshidratación .....	11
2.2.2.2. Mecanismos de la deshidratación.....	11
2.2.2.3. Periodos de la deshidratación.....	12
2.2.2.4. Curvas del régimen de la deshidratación.....	13
2.2.3. Deshidratador de lecho fluidizado.....	13
2.2.3.1. Aplicaciones .....	14

22

2.2.3.2. Ventajas y desventajas.....	15
2.2.4. Deshidratación en lecho fluidizado .....	16
2.2.5. Deshidratación de productos agrícolas.....	16
2.2.6. Harina.....	17
2.2.6.1. Tipos de harina.....	17
2.2.6.2. Deterioro de la harina .....	17
2.2.6.3. Factores que inciden en el almacenamiento: .....	19
2.2.7. Evaluación sensorial.....	20
2.2.7.1. Apariencia general.....	20
2.2.7.2. Color .....	20
2.2.7.3. Olor.....	20
2.2.7.4. Textura .....	20
2.3. HIPÓTESIS.....	21
2.4. VARIABLES DE ESTUDIO .....	21
2.4.1. Variables independientes.....	21
2.4.2. Variables dependientes.....	21
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>22</b>
3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO .....	22
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	22
3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	22
3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	22
3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	22
3.5.1. Descripción del proceso experimental .....	23
3.5.2. Factores de estudio .....	23
3.6. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO .....	24
3.6.1. Población.....	24
3.6.2. Muestra.....	24
3.6.3. Muestreo.....	24
3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	24

3.8. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	25
3.8.1. Análisis químico proximal .....	26
3.8.2. Determinación del pH .....	26
3.8.3. Determinación de los azúcares totales de la harina .....	26
3.8.4. Procedimiento experimental de la deshidratación de oca .....	27
3.8.5. Descripción del procedimiento experimental de deshidratación de oca .....	27
3.8.5.1. Recepción.....	27
3.8.5.2. Selección y clasificación .....	27
3.8.5.3. Lavado.....	28
3.8.5.4. Soleado .....	28
3.8.5.5. Lavado y limpieza .....	28
3.8.5.6. Cortado.....	28
3.8.5.7. Acondicionado .....	28
3.8.5.8. Deshidratación.....	29
3.8.5.9. Enfriado .....	29
3.8.5.10. Molienda .....	29
3.8.5.11. Tamizado.....	29
3.8.5.12. Embolsado.....	29
3.8.6. Análisis microbiológico .....	29
3.8.7. Evaluación sensorial.....	30
3.9. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	30
3.9.1. Análisis estadístico .....	30
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....</b>	<b>31</b>
4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	31
4.4.1. Análisis químico proximal de la oca.....	31
4.4.2. Resultado de la determinación de los azúcares totales de la harina de oca.....	31
4.4.3. Resultado de la determinación del pH de la harina de oca.....	32
4.4.4. Análisis químico proximal de la harina de oca .....	32
4.4.5. Resultados del análisis microbiológico de la harina de oca .....	32

- 4.4.6. Resultados del proceso de la deshidratación de oca..... 32
- 4.4.7. Balance de materia de la deshidratación de oca ..... 39
- 4.4.8. Resultados de la evaluación sensorial de la harina de oca ..... 40
  - 4.4.8.1. Resultados del análisis de varianza de la evaluación sensorial de la harina de oca para la apariencia general..... 40
  - 4.4.8.2. Resultados del análisis de varianza de la evaluación sensorial de la harina de oca para el color ..... 42
  - 4.4.8.3. Resultados del análisis de varianza de la evaluación sensorial de la harina de oca para el olor ..... 44
  - 4.4.8.4. Resultados del análisis de varianza de la evaluación sensorial de la harina de oca para la textura ..... 46
- 4.2. DISCUSIÓN ..... 48
  - 4.2.1. Análisis fisicoquímico de la oca (materia prima) ..... 48
  - 4.2.2. Análisis fisicoquímico de la Harina de oca..... 49
    - 4.2.2.1. Azucares totales ..... 49
    - 4.2.2.2. pH de la harina de oca..... 49
    - 4.2.2.3. Análisis químico proximal ..... 49
  - 4.2.3. Rendimiento..... 51
  - 4.2.4. Evaluación sensorial de la harina de oca..... 51
  - 4.2.5. Análisis microbiológico de la harina de oca ..... 51
  - 4.2.6. Temperatura y tiempo de deshidratación ..... 52
- CONCLUSIONES ..... 53
- RECOMENDACIONES..... 55
- REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA ..... 56
- ARTICULO CIENTÍFICO ..... 59
- ANEXOS..... 74

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01: Denominación de la oca según su localización ..... 8

Cuadro N° 02: Contenido nutricional por 100 g comestible ..... 9

Cuadro N° 03: Contenido de energía, minerales y vitaminas por 100 g comestible. .... 9

Cuadro N° 04: Cuadro de Diseño Completamente al Azar..... 23

Cuadro N° 05: Técnicas e instrumentos de recolección de datos ..... 25

Cuadro N° 06: Análisis químico proximal de la oca ..... 31

Cuadro N° 07: Azúcares totales de la harina de oca ..... 31

Cuadro N° 08: pH de la harina de oca..... 32

Cuadro N° 09: Análisis químico proximal de la harina de oca ..... 32

Cuadro N° 10: Análisis microbiológico de la harina de oca ..... 32

Cuadro N° 11: Resultados de la deshidratación de oca a 60 °C por 80 min ..... 33

Cuadro N° 12: Resultados de la deshidratación de oca a 60 °C por 100 min ..... 34

Cuadro N° 13: Resultados de la deshidratación de oca a 70 °C por 80 min ..... 35

Cuadro N° 14: Resultados de la deshidratación de oca a 70 °C por 100 min ..... 36

Cuadro N° 15: Resultados de la deshidratación de oca a 80 °C por 80 min ..... 37

Cuadro N° 16: Resultados de la deshidratación de oca a 80 °C por 100 min ..... 38

Cuadro N° 17: Análisis de varianza a la apariencia general..... 40

Cuadro N° 18: Promedios de los tratamientos para la apariencia general. .... 40

Cuadro N° 19: Comparación de diferencia mínima significativa (DMS) para la apariencia  
general..... 41

Cuadro N° 20: Análisis de varianza al color. .... 42

Cuadro N° 21: Promedios de los tratamientos para el color. .... 42

Cuadro N° 22: Comparación de diferencia mínima significativa (DMS) para el color. .... 43

Cuadro N° 23: Análisis de varianza al olor. .... 44

Cuadro N° 24: Promedios de los tratamientos para el olor. .... 44

Cuadro N° 25: Comparación de diferencia mínima significativa (DMS) para el olor..... 45

Cuadro N° 26: Análisis de varianza a la textura. .... 46

Cuadro N° 27: Promedios de los tratamientos para la textura..... 46

Cuadro N° 28: Comparación de diferencia mínima significativa (DMS) para la textura..... 47

Cuadro N° 29: Comparación de la composición químico proximal (g/100 g) de la oca, con los valores obtenidos por Collazos ..... 48

Cuadro N° 30: Comparación de la composición fisicoquímica (g/100 g) de la oca y de la harina de oca del tratamiento adecuado..... 49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Esquema del movimiento de la humedad durante el secado .....	12
Figura N° 02: Contenido de humedad en función al tiempo .....	12
Figura N° 03: Velocidad de secado en función a la humedad libre .....	13
Figura N° 04: Deshidratador de lecho fluidizado .....	14
Figura N° 05: Diagrama de flujo de la deshidratación de oca mediante lecho fluidizado .....	27
Figura N° 06: Curva de velocidad de secado de oca a 60 °C por 80 min .....	33
Figura N° 07: Curva de velocidad de secado de oca a 60 °C por 100 min .....	34
Figura N° 08: Curva de velocidad de secado de oca a 70 °C por 80 min .....	35
Figura N° 09: Curva de velocidad de secado de oca a 70 °C por 100 min .....	36
Figura N° 10: Curva de velocidad de secado de oca a 80 °C por 80 min .....	37
Figura N° 11: Curva de velocidad de secado de oca a 80 °C por 100 min .....	38
Figura N° 12: Balance de materia de la obtención de harina de oca.....	39
Figura N° 13: Curvas de deshidratación de los tratamientos.....	52

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 01 Ficha de evaluación sensorial .....i

ANEXO N° 02 Comparación múltiple de la humedad de los tratamientos de la harina de oca  
utilizando el software SPSS 17.0 .....ii

ANEXO N° 03 Comparación múltiple del rendimiento de los tratamientos de la harina de oca  
utilizando el software SPSS 17.0 .....iv

ANEXO N° 04 Comparaciones múltiples de la apariencia general, color, olor y texturas de los  
tratamientos de harina de oca utilizando el software SPSS 17.0 .....vi

ANEXO N° 05 Determinación de humedad .....xi

ANEXO N° 06 Determinación de grasa .....xii

ANEXO N° 07 Determinación de proteína .....xiii

ANEXO N° 08 Determinación de la fibra total .....xv

ANEXO N° 09 Determinación de cenizas ..... xvii

ANEXO N° 10 Determinación de azúcares totales ..... xviii

ANEXO N° 11 Determinación del pH .....xix

ANEXO N° 12 Análisis microbiológico .....xx

ANEXO N° 13 Imágenes del proceso .....xxi

ANEXO N° 14 Certificados de los análisis .....xxii

## RESUMEN

En la presente investigación "Determinación de los parámetros adecuados de la deshidratación de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) mediante lecho fluidizado para la obtención de harina", se trabajó con muestras de oca proveniente de Torowichccana, distrito de Acobamba, las cuales fueron sometidos a un lavado en agua con una concentración de Hipoclorito de Sodio de 1 ppm, en seguida se sometió a un soleado por 10 días con la finalidad de reducir el ácido oxálico y la humedad de la muestra, luego nuevamente fue sometido a un lavado y selección, en seguida se picó la oca con un espesor de 1 cm y se llevó a un acondicionamiento en Ácido Cítrico en 0,4% por 5 min para evitar el pardeamiento enzimático, inicialmente la materia prima tubo una humedad de 81,91%, luego se llevó al deshidratador de lecho fluidizado a distintas temperaturas (60; 70 y 80 °C) y dos tiempos diferentes para cada uno (80 y 100 min); con 5 repeticiones para cada tratamiento, con la finalidad de determinar la temperatura y tiempo adecuado para la deshidratación.

Para poder comparar las repeticiones de la deshidratación, fue necesario poner en cuarentena la harina de oca, luego evaluar las características sensoriales mediante tres evaluaciones sensoriales con 30 panelistas semi entrenados, cada evaluación con los mismos panelistas; de la cual se obtuvo el mejor tratamiento (6934), con los siguientes puntajes para sus atributos de calidad: Apariencia general (4,15), color (3,93), olor (4,08) y textura (3,86), los puntajes están por encima de los demás tratamientos. Entonces se puede destacar que el tratamiento sometido a 100°C por un tiempo de 60 min es el más adecuado puesto que mantiene las características organolépticas propias de la oca. Al tratamiento (6934) se analizó las propiedades fisicoquímicas obteniendo los siguientes valores: Azúcares reductores (35,4%), con un pH de 5,90 y los resultados del Análisis químico proximal son: Humedad (13,32%), Grasa (0,96%), Proteína (3,74%), Fibra (2,96%), Ceniza (3,39%) y Carbohidratos (75,63%), el análisis microbiológico con los siguientes resultados: Numeración de Aerobios Mesófilos viables (UFC/g) ( $3,3 \times 10^2$ ), Numeración de hongos y levaduras (UFC/g) ( $2,5 \times 10^2$ ) y Numeración de Coliformes (UFC/g) (menor de 10). Se puede destacar que la harina de oca mantiene las características organolépticas propias del producto para su uso Agroindustrial.

## INTRODUCCIÓN

La deshidratación por lecho fluidizado es un proceso para la preservación de alimentos. Esta técnica consiste en la eliminación de la totalidad del agua libre de un sólido, lo que permite que se reduzcan las reacciones químicas e inhiban el crecimiento microbiano, por consiguiente se prolonga la vida útil de los alimentos y/o productos.

Las actuales exigencias de los consumidores, constituyen una oportunidad para convertir un cultivo sub-explotado en un producto promisorio, inclusive con perspectivas de exportación, mediante la aplicación de tecnologías como la deshidratación por lecho fluidizado que consiste en eliminar el agua contenida en el alimento, por medio de aire caliente, para de esta manera obtener productos de alta calidad nutricional y, bajo costo, de igual forma que sean muy similares en color y sabor al del alimento fresco y, puedan ser conservados por largos periodos de tiempo evitando así desecharlos en los campos por que comienza el proceso de deterioro y, al ser un producto de insuficiente demanda el desperdicio es aún mayor, provocando el desinterés de cultivar estos tubérculos, delegándolos a la extinción progresiva de este cultivo.

## CAPÍTULO I: PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Perú es catalogado como un país potencial en biodiversidad y cultivos andinos naturales, con alto contenido nutricional y funcional requeridos para una alimentación adecuada. Irónicamente estos productos se encuentran en nuestra sierra como es la oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), su tubérculo hace una importante contribución de energía, proteína, carbohidratos, ceniza, calcio, fósforo, hierro, y vitaminas, en las dietas locales de muchos pueblos, es de consumo directo y el consumo de forma procesada es en menor proporción.

En la actualidad, la oca dentro de la región de Huancavelica y sus provincias no se le da mucha importancia, debido a la falta de información sobre sus propiedades nutricionales y funcionales. La provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica, es uno de los lugares que tiene una mayor producción de oca, que se obtiene en los meses de febrero hacia junio, siendo abril y mayo la época de mayor producción, por lo que los precios bajan, y se pierde un porcentaje importante por el mal manejo de post cosecha, sin darle el valor agregado a este producto.

Por tanto, se aprovechará la oca de color rosada para la obtención de harina, evaluando el efecto del tiempo y la temperatura para obtener un producto con características físico químicas adecuados, teniendo así por un periodo más prolongado y pudiendo utilizar como alternativa en el uso de diversos productos como pueden ser: néctares, mermeladas, jaleas, mazamoras, pastas, dulces, refrescos, etc.

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué efecto tendrá la temperatura y tiempo en la deshidratación de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) mediante lecho fluidizado en las características fisicoquímicos, rendimiento y aceptabilidad de la harina?

## 1.3. OBJETIVOS

### 1.3.1. Objetivo general

Evaluar las temperaturas y tiempos en la deshidratación de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) mediante lecho fluidizado, las características fisicoquímicos, rendimiento y aceptabilidad de la harina.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar el tiempo y temperatura de deshidratación de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) mediante lecho fluidizado para la obtención de harina.
- ✓ Determinar las características fisicoquímicos de la oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) y de la harina de oca.
- ✓ Determinar el rendimiento de la oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) deshidratada en lecho fluidizado en la obtención de harina.
- ✓ Determinar la aceptabilidad de la harina de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.).

## 1.4. JUSTIFICACIÓN

El Perú tiene innumerables recursos naturales alimenticios de origen andino, uno de ellos es la oca, la que aún no se ha aprovechado y masificado su consumo; razón por el que esta investigación plantea hacer un análisis fisicoquímico a la materia prima y al producto final para su posterior recomendación, dentro de una posibilidad de agroindustrialización.

Las posibilidades de mejorar el uso y consumo de oca dependerá en gran medida del conocimiento que se disponga sobre los principales componentes fisicoquímicos y de las propiedades nutricionales y funcionales que permitan orientar sus posibles usos y aplicaciones.

La oca es fuente de Ácido ascórbico más conocido como la vitamina C, que es un ácido orgánico y un antioxidante perteneciente al grupo de las vitaminas hidrosolubles, además de todo ello contiene algunos minerales (Calcio Fosforo y Hierro) y finalmente es una fuente de energía. En consecuencia a través del desarrollo y/o la adaptación de procesos agroindustriales, se pretende mejorar la calidad, la aceptabilidad y prolongar su vida útil, en especial de la oca para satisfacer la demanda del mercado actual, que busca productos exóticos de fácil preparación en los hogares.

El presente proyecto contribuirá para otros trabajos relacionados al tema, los resultados permitirán la ampliación de los conocimientos sobre la deshidratación por lecho fluidizado.

En el proyecto se emplea la tecnología de la deshidratación mediante lecho fluidizado el cual no afecta al medio ambiente en forma significativa; sin embargo, cualquier acción dirigida a incrementar el daño medio ambiental debe ser tomada en cuenta y tomar las acciones correctivas necesarias para mantener un desarrollo sostenible para futuras generaciones.

También se plantea como una alternativa de solución al problema de la necesidad de transformación de los cultivos andinos, de esta manera mejorar la situación económica de los miembros de la comunidad, que permitirá obtener mayores ganancias para la contribución en la mejora de las condiciones de vida mediante la agroindustrialización de la oca, de esta manera convertir la oca en una determinada cadena productiva, así representar un potencial económico con fines Agroindustriales.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES

Según Cajamarca (2010), en su trabajo científico titulado "Evaluación nutricional de la oca (*Oxalis tuberosa* sara-oca) fresca, endulzada y deshidrata en secador de bandejas"; desarrollado en la ciudad de Riobamba – Ecuador, menciona que, es notorio que las muestras de ocas frescas y ocas endulzadas sometidas a deshidratación a tres temperaturas de 70 °C, 80 °C y 90 °C, existe diferencia entre ellas en lo que corresponde al tiempo de secado, pues experimentalmente se pudo determinar que a menor temperatura existe mayor tiempo de secado en la oca fresca a 70 °C es de 4 h 30 min y para la oca endulzada es de 4 h 20 min, mientras que en la temperatura de 80 °C, en la oca fresca es de 3 h 40 min y para la oca endulzada es de 3 h 10 min y para la temperatura final de 90 °C en la oca fresca toma un tiempo de 2 h 40 min y para la oca endulzada es de 2 h 20 min, determinándose tiempos menores para las muestras de ocas endulzadas debido a que estas fueron sometidas a un proceso previo el endulzado en el cual perdieron agua por acción del calor cuando fueron sometidos a la exposición al sol. A estas tres temperaturas las ocas tomaron una apariencia diferente a la inicial adquiriendo características sensoriales propias.

Según Fano *et al.* (2008), en su trabajo de investigación titulado "Secado de zanahoria (*Daucus carota* L.) en lecho fluidizado por lotes con ciclos de atemperado y su efecto sobre el contenido de carotenos"; mencionan que, parten de una humedad inicial del 7,33% (b.s.) y concluyen el proceso con una humedad en el producto final de 0,09% (b.s.). Se observó que a relación de  $\alpha$  iguales no se tiene efecto sobre el tiempo de secado, pero sí sobre el tiempo total de proceso.

Los mejores esquemas de secado fueron a 70 °C al obtener menores tiempos de secado en todos los niveles de  $\alpha$ , para el análisis de las curvas de secado con ciclos de atemperado (ATA), se construyeron dos tipos de curvas. La primera fue considerando el tiempo total de proceso de secado (tiempo de secado + tiempo de reposo) y la segunda, uniendo en una sola curva los segmentos correspondientes a los períodos de secado.

El gradiente de temperatura que ocurre al mantener los cubos de zanahoria a temperatura ambiente durante los períodos de reposo, favorece la redistribución y migración del agua dentro. También se ve de forma cuantitativa que los coeficientes de difusión efectiva (Deff) obtenidos durante el proceso con ciclos de atemperado son mayores que aquellos obtenidos en las curvas convencionales.

Finalmente obtuvo con el esquema a 70 °C (20 x 20) se tiene una mayor reducción del tiempo de secado con un mayor valor del Deff lo que infiere un ahorro de energía del proceso. Bajo este esquema se logra retener más del 80% del contenido de carotenos.

Según Morales (2004), en su trabajo científico titulado "Secado de papa (*Solanum tuberosum* L.) por lote con ciclos de atemperado"; desarrollado en México, detalla que, el secado de cubos de papa en lecho fluidizado con ciclos de atemperado se da en el periodo de velocidad decreciente; analizó una serie de condiciones de las cuales obtuvo que los mejores esquemas fueron con un procesamiento a 70 °C, tanto en el proceso de secado como en la prueba de rehidratación, al obtener reducciones de hasta el 12% del tiempo total del proceso respecto al método de referencia (sin ciclos de atemperado) y humedades finales del producto en promedio de 5,53%.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.)

Fairlie *et al.* (1999), mencionan que, 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.

#### 2.2.1.1. Origen e historia

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.*, 2006).

El padre jesuita Giovanni Ignacio Molina 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).

#### 2.2.1.2. Taxonomía y morfología de la oca

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

Clase	: Dicotiledonea
Reino	: Vegetal
Orden	: Geraniales
Familia	: Oxalidaceae
Género	: Oxalis
Especie	: <i>Oxalis tuberosa</i> Molina
Nombre vulgar	: "oca"

#### 2.2.1.3. Descripción botánica

Montes (1997), menciona que, la "oca" es una planta herbácea anual, de desarrollo compacto. Crece entre 0,20 y 0,40 m, los tallos son cilíndricos y suculentos. Su diámetro varía de 0,5 a 1,5 cm. Los tallos brotan de la base

a la planta y le dan una forma cónica o semiesférica. Los entrenudos son más cortos y delgados en la parte inferior.

En las plantas adultas es frecuente que los tallos se doblen hacia fuera. El color del tallo varía, según el clon, de verde a gránate oscuro. Las hojas son alternas, trifoliadas con peciolo acanalado de 2 a 9 cm de longitud. Los folíolos son obcordiformes de 1 a 4 cm de largo, tienen la cara superior lisa y de color verde oscuro, la cara inferior es densamente pubescente de color púrpura o verde.

#### **2.2.1.4. Morfología del fruto**

Los tubérculos. Alcanzan longitudes de 5 a 15 cm de forma variada: cilíndrica a ovoides, y de color llamativo: blanco, morados a casi negro, rosados o amarillos, a menudo con áreas enteras de distinto color, uniformes o punteado. Las yemas tienen tamaño y profundidad diferentes, según el clon y a menudo son de distinto color (Cárdenas, 1989).

#### **2.2.1.5. Variedades**

La CCI (1999), detalla que, existen al menos 50 variedades, pero se reconocen tres formas básicas: alba, flava y roseo violáceo a negra:

- ✓ Albas: son las ocas blancas (ejemplo pili runto o huevo de pato).
- ✓ Flavas: las ocas amarillas claras, pigmentadas de pigmento o flavonas de color amarillo intenso y las anaranjadas.
- ✓ Roseo violáceo: son pigmentadas con antocianinas y de colores rosa claro, violeta muy oscuro hasta negro.

#### **2.2.1.6. Sinonimia**

Debido a que la oca se la cultiva en toda la región andina se la conoce de diversas maneras dependiendo del país que procede, como se lo detalla a continuación (Cadima, 2003).

**Cuadro N° 01:** Denominación de la oca según su localización

PAÍS DE PROCEDENCA	NOMBRE
Perú	Oca; O'ca, okka, (quechua), Apina, apilla, kaki, oca, (aymara)
Ecuador	Oca
Colombia	Oca, lbia, Huisisai
Bolivia	Apilla, oca
Argentina	Oca, Miquichi, macachin
Chile	Oca
Venezuela	Cuiba, cuiva, Quiba
México	Papa roja, papa extranjera
Nueva Zelanda	Kao, yam, ñame (camote de kao)
Francia	Truffette ácida (ácido de trufa)
Alemania	Knollen-sauerklee (Acederilla* de tubérculos)

\* Planta silvestre de la cual se usa sus hojas como condimento, por su sabor a vinagre, debido al oxalato potásico que contiene.

Fuente: Cadima, (2003).

**2.2.1.7. Valor nutricional de la oca**

La oca se caracteriza por contener almidón de buena calidad y en algunas variedades por la cantidad de carotenos. También contiene ácido oxálico, que le puede dar un sabor agrio; este disminuye mediante la cocción, el congelado y el lavado. Se ha informado que la oca contiene además compuestos fenólicos y un antibiótico, el ocatin, con propiedades antifungosas. La oca es un tubérculo de fuente importante de vitamina C (Cortes, 1981).

**Cuadro N° 02:** Contenido nutricional por 100 g comestible.

Nombre	Oca fresca	Oca soleada
Humedad	82,4 g	66,9 g
Caloría	67	128
Proteína	0,7 g	1,1 g
Grasa	0 g	0,1 g
Carbohidrato total	16,1 g	30,8 g
Fibra	0,5 g	1 g

Fuente: Cadima, (2006).

**Cuadro N° 03:** Contenido de energía, minerales y vitaminas por 100 g comestible.

Composición	Oca fresca	Oca soleada
Energía (kcal)	61	325
<b>Minerales</b>		
Calcio (mg)	5	7
Fósforo (mg)	39	644
Hierro (mg)	0,9	1,3
<b>Vitaminas</b>		
B1 (mg)	0,07	0,09
Caroteno (mg)	0,02	0,05
Tiamina (mg)	0,07	0,09
Riboflavina (mg)	0,03	0,05
Niacina (mg)	0,42	1,03
Ácido Ascórbico* (mg)	38,4	33

\* También conocido como vitamina C, es un ácido orgánico y un antioxidante perteneciente al grupo de vitaminas hidrosolubles. No se sintetiza en el organismo, por lo cual tiene que ser aportada en la dieta. Se encuentra, principalmente en verduras y frutas frescas y en los zumos de cítricos.

Fuente: Cadima, (2006).

### 2.2.2. Deshidratación

Fustero (2008), menciona que, la deshidratación o secado se realiza para aumentar la vida útil de los alimentos, para disminuir los costos de transporte, de empaque y de almacenamiento, para suplir las necesidades de materias primas secas como ingredientes para otros productos, así como en el desarrollo de nuevos productos.

El proceso de deshidratación generalmente se realiza por medio de un secado térmico utilizando técnicas como secado con aire, al sol y a vacío, microondas y liofilización pero con la consecuente modificación de las propiedades organolépticas.

Mc Cabe *et al.* (2002), detalla que, el secado de un alimento, es la extracción deliberada del agua que posee con el fin de reducir su contenido hasta un valor aceptablemente bajo, dicha operación que se lleva a cabo en la mayoría de los casos mediante la vaporización del líquido en una corriente de gas. Por tanto, en la operación básica de secado intervienen dos mecanismos importantes:

- ✓ Transferencia de calor al sólido para suministrar el calor latente de vaporización.
- ✓ Transferencia de masa interna, es decir, el movimiento del agua líquida o vapor de agua a través del sólido y su alejamiento del mismo.

Según Romero (2000), el secado o la deshidratación es una de las tecnologías más frecuentes en la agroindustria y consiste en la eliminación de gran parte del agua del producto procesado, la evaporación del agua se hace a través de una corriente de aire caliente, la cual transmite el calor latente de evaporación al producto.

Lo que se busca es disminuir al máximo la actividad bioquímica interna y la acción de microorganismos que permitan mantener por mucho más tiempo el producto en condiciones de almacenaje.

### **2.2.2.1. Finalidad de la deshidratación**

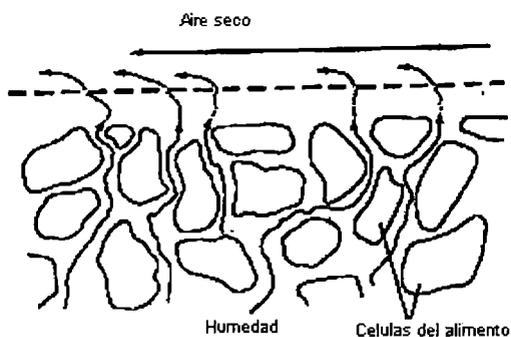
Mujumdar (2000), menciona que, la deshidratación es una operación importante en industrias alimenticias de transformación, la razón por la que se aplica puede ser:

- ✓ Facilitar el manejo posterior del producto.
- ✓ Permitir el empleo satisfactorio del mismo.
- ✓ Reducir el costo del embarque.
- ✓ Aumentar la capacidad de los aparatos.
- ✓ Conservación del producto en función del tiempo.
- ✓ Permite que el producto tenga una mayor estabilidad.
- ✓ Permite que las materias primas, tengan las características deseadas, para la elaboración de un producto.

### **2.2.2.2. Mecanismos de la deshidratación**

Hui (1992), describe que, el proceso de deshidratación es cuando el aire caliente se hace pasar sobre el alimento húmedo, el calor es transferido a la superficie, y el calor latente de vaporización causa la evaporación del agua. El vapor de agua se difunde a través de la película para posteriormente llegar a la corriente de aire. Esto genera una región de baja presión de vapor de agua en la superficie del alimento y un gradiente de presión de vapor de agua entre el contenido de humedad del interior del alimento y el aire seco. Este gradiente provoca una fuerza impulsora para remover el agua del alimento.

Figura N° 01: Esquema del movimiento de la humedad durante el secado

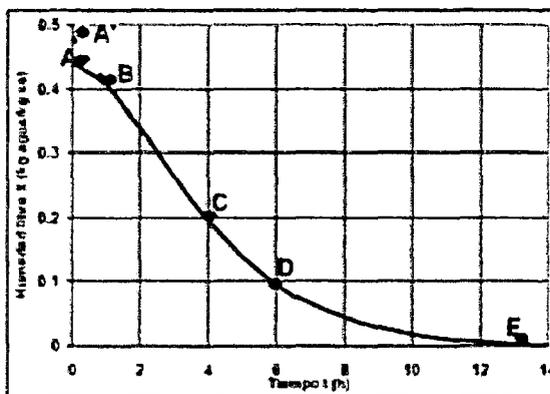


Fuente: Hui, (1992).

### 2.2.2.3. Periodos de la deshidratación

Geankoplis (1998), detalla que, el secado es una operación en la cual tienen lugar simultáneamente la transferencia de calor y masa para eliminar humedad de un sólido. Cuando un sólido se deseca experimentalmente, se obtienen datos que asocian el contenido de humedad en base seca ( $X$ ) en función del tiempo ( $t$ ), como se ilustra en la Figura N° 02.

Figura N° 02: Contenido de humedad en función al tiempo

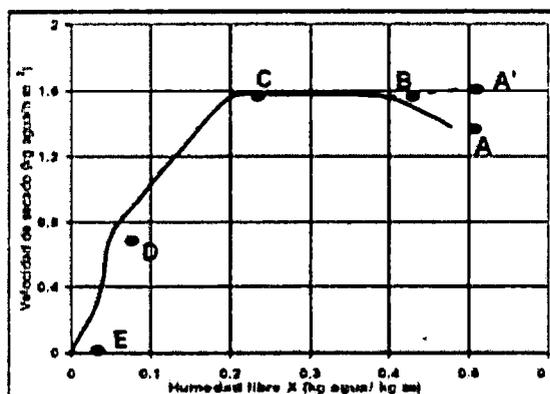


Fuente: Geankoplis, (1998).

#### 2.2.2.4. Curvas del régimen de la deshidratación

Treybal (2001), describe que, generalmente se pueden apreciar dos partes notorias de la curva de régimen de secado: un período de régimen constante y uno de caída de régimen, como se ilustra en la Figura N° 03, aunque teóricamente existen o se pueden apreciar tres etapas del proceso o periodos de secado.

Figura N° 03: Velocidad de secado en función a la humedad libre.



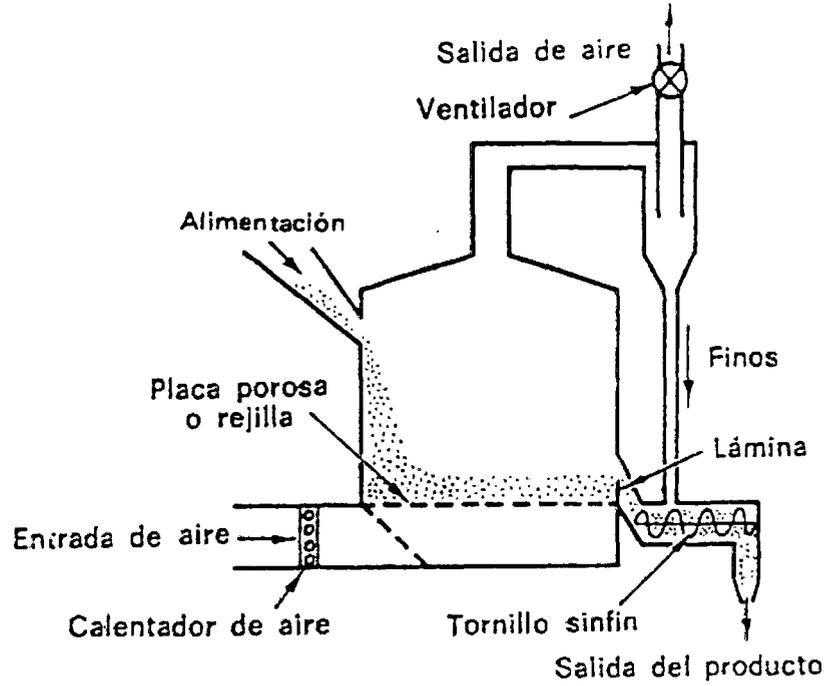
Fuente: Geankoplis, (1998).

#### 2.2.3. Deshidratador de lecho fluidizado

Treybal (2001), menciona que, consiste en la fluidización del alimento mediante una corriente de aire caliente que actúa simultáneamente como gas fluidizante y agente de secado. La operación puede ser continua o discontinua. El sólido se soporta sobre una rejilla distribuidora constituida por una placa metálica, perforada o provista de distintos accesorios para la difusión del aire. Si la operación es en continuo, el sólido seco se retira del sistema a través de un rebosadero, pasando al siguiente lecho.

En este tipo de secador el aire caliente es forzado a través de un lecho de sólidos de forma tal que dichos sólidos queden suspendidos en el aire. El aire caliente actúa tanto como medio fluidizante como de desecación.

Figura N° 04: Deshidratador de lecho fluidizado



Fuente: Geankoplis, (1998).

2.2.3.1. Aplicaciones

Treybal (2001), menciona que, los secadores de lecho fluidizado, son secadores que se rigen por la transferencia de calor por convección y han sido utilizados comúnmente en la industria química, farmacéutica y de alimentos, debido al bajo costo de construcción, la fácil operatividad y la elevada eficiencia térmica. La fluidización en la industria alimentaria tiene aplicación en algunos procesos como:

- ✓ Secado: Secado fluidizado de granos, chicharos, cubos de zanahoria, papa, café, chiles, jitomate, productos lácteos, tostado de café (torrefacción).
- ✓ Intercambiador de calor: escaldado de vegetales, cocción de alimentos enlatados.
- ✓ Congelamiento: Congelación de chicharos usando aire frío.

- ✓ Mezclado: Mezclado de polvos finos de diferentes sólidos usando aire.

### 2.2.3.2. Ventajas y desventajas

Keller (1996), menciona:

#### **Ventajas:**

- ✓ El rápido mezclado de los sólidos conduce a condiciones muy cercanas a las isotermas en el lecho.
- ✓ El contacto prolongado partícula-gas da lugar a una velocidad alta de transferencia de calor y masa.
- ✓ Las condiciones isotérmicas del lecho permiten un mejor control de la operación.
- ✓ Se puede trabajar en el equipo en régimen continuo o por lote.
- ✓ La similitud del diseño, por su carencia de partes mecánicas complejas permite bajos costos de operación y mantenimiento.
- ✓ La transferencia de calor es extremadamente rápida, lo que permite usar temperaturas de entrada del aire mucho más elevadas que en otros tipos de secadores.
- ✓ La rápida transición de lecho estacionario a lecho en ebullición origina que en estas condiciones exista un aumento en la eficiencia del contacto gas-partícula.

#### **Desventajas:**

- ✓ El rápido mezclado de los sólidos en los lechos puede conducir a tiempos de residencia variables para operaciones continuas.
- ✓ Los sólidos frágiles pueden sufrir ruptura por la velocidad de entrada del gas.
- ✓ La erosión de recipientes y tuberías debida a la abrasión de sólidos puede ser importante.

#### **2.2.4. Deshidratación en lecho fluidizado**

El secado en este tipo de equipos permite una operación continua y a gran escala sin llegar al tratamiento excesivo del material. Las altas velocidades de transferencia de calor lo hacen un proceso económico y la carencia de partes mecánicas permite bajos costos de mantenimiento. El rápido mezclado en el lecho, proporciona condiciones cercanas al secado isotérmico (Mujumdar, 2000).

Uno de los secadores que actualmente, se utiliza en la industria alimentaria es el secador de lecho fluidizado. El secado en este tipo se realiza a altas velocidades de transferencia de calor y masa lo que lo convierte en un equipo atractivo para el secado de productos sensibles (Pan *et al.*, 1997).

#### **2.2.5. Deshidratación de productos agrícolas**

Keller y Sthal (1996), mencionan, para almacenar los productos agrícolas se recomienda que no posean una humedad superior al 4 – 6% (base húmeda), con el fin de evitar la posibilidad de formación de mohos, fermentación, bacterias, etc., que afectaría notablemente a su calidad.

Los productos agrícolas poseen una estructura compleja, integrada en su mayor parte por moléculas de elevado peso molecular tales como proteínas, hidratos de carbono y lípidos, de distinta solubilidad en agua. La mayoría de los productos agrícolas deshidratados son productos higroscópicos. Su contenido en humedad depende de la humedad relativa del aire que los rodea, por lo tanto antes de realizar un estudio del secado, es adecuado hacer un análisis de las humedades de equilibrio de estas sustancias.

A escala industrial, la técnica del secado se viene utilizando con éxito en la conservación de algunos vegetales como frutas, hortalizas, granos.

## 2.2.6. Harina

Serna (1996), menciona que, es el polvo procedente de la molienda de uno o varios cereales (trigo, cebada, avena, centeno, arroz, maíz etc.), de algunas leguminosas (guisante, lenteja, haba o alubia etc.) o de otros vegetales (la castaña, la patata, la oca, mandioca, etc.)

La harina se obtiene por molienda. Antiguamente esta acción se realizaba de forma manual con la ayuda de dos piedras. Con el paso del tiempo se empezaron a utilizar procesos mecánicos que utilizaban la fuerza del agua o el viento (molinos) para realizar la molienda. Actualmente se emplean modernos molinos eléctricos cuya capacidad y rapidez es notablemente y superior.

### 2.2.6.1. Tipos de harina

Serna (1996), menciona lo siguiente:

#### ✓ Harina floja

Se conoce como harina floja, a aquella que en su composición contiene poco porcentaje de Gluten, no es apto para la industria panificadora, ya que con ello el pan resulta bajo y de apariencia deficiente. La característica primordial de éste tipo de harina es que retienen muy poco agua, por ello forman masas muy débiles (flojas).

#### ✓ Harina fuerte

La harina fuerte es rica en gluten, tiene la capacidad de retener mucha agua, posibilitando la formación de masas consistentes y elásticas, panes de buen aspecto, textura y volúmenes satisfactorios.

### 2.2.6.2. Deterioro de la harina

Serna (1996), menciona lo siguiente:

#### ✓ Capacidad de retención de agua

El almidón es insoluble en agua fría; pero es capaz de retener agua.

El agua se adhiere a la superficie de los gránulos de almidón, algo se introduce por las grietas y lleva el gránulo a su hinchamiento (hinchamiento de poros). El hinchamiento se acelera por calentamiento. El almidón sano retiene en las pastas y masas aproximadamente un tercio de su propio peso en agua.

✓ **Humedad del medio ambiente**

Es el factor que más influye en la velocidad de deterioro. El daño puede incluso ocurrir, incluso, en granos que inicialmente son almacenados con una adecuada humedad. Esto es porque el grano es higroscópico y tenderá a equilibrarse con la humedad relativa del ambiente. Las fluctuaciones en temperatura dentro del almacén propician que se condense la humedad del aire en superficie del grano, ocasionado que paulatinamente se incremente su contenido de humedad. Los granos almacenados con alta humedad relativa y constantes variaciones de temperatura (regiones tropicales) son los más propensos a ganar humedad durante el almacenamiento. Con más razón la harina, que ha sido transformada tecnológicamente, es aún más higroscópica, que en grano; y una alta humedad ambiental también promueve la germinación de esporas de hongos. La capacidad higroscópica o el comportamiento isotérmico de los distintos cereales a una temperatura de 25 °C y una humedad relativa de 75%.

✓ **Temperatura**

Al aumentar la temperatura, el calor favorece el enranciamiento de las grasas, formándose ácidos grasos libres de cadena corta responsable del mal olor y sabor.

✓ **Almacenamiento inadecuado**

El almacenamiento inadecuado puede propiciar no sólo el crecimiento bacteriano, sino también la infestación por insectos, que

logran albergar sus huevos, para luego causar enfermedades en el consumidor.

### 2.2.6.3. Factores que inciden en el almacenamiento:

Serna (1996), menciona que, las materias primas y productos terminados sufren deterioros durante el período de almacenamiento; para las primeras, básicamente las pérdidas son de peso y nutritivas, mientras que para los segundos además de las pérdidas nutritivas, existen pérdidas de palatabilidad, atractabilidad y aspecto físico. Los factores físicos y ambientales que más inciden en las pérdidas durante el almacenamiento son:

#### ✓ **Humedad del producto**

Dependiendo mucho de las condiciones ambientales, las harinas pueden almacenarse con humedades entre 11 a 15%. Al momento de definir las humedades para un almacenamiento seguro, debe considerarse los conceptos de conductividad térmica, higroscopicidad, porosidad y humedad de la harina.

#### ✓ **Temperatura y humedad relativa del ambiente**

Lógicamente, las mejores condiciones ambientales para un almacenamiento seguro serán las temperaturas y humedades bajas. La temperatura óptima de ataque de los insectos y microorganismos está por los 28 – 30° C, mientras que a humedades relativas superiores al 70% el almacenamiento presenta sus dificultades.

#### ✓ **Condiciones sanitarias**

Tanto a materias primas como productos terminados deben proveérselos de ambientes ventilados, secos y libres en todo lo posible, de la presencia de insectos y roedores.

### **2.2.7. Evaluación sensorial**

Las exigencias actuales del mercado conllevan la oferta de productos de la máxima calidad. En el caso de los productos deshidratados los aspectos de calidad más importante es el color, olor y la textura. Si el alimento se va a consumir rehidratado un aspecto muy importante es la capacidad de rehidratación, es decir se trata de conseguir alimentos que no solo absorban el agua de la forma más rápida posible, sino que además sus características (color, olor y textura), sea lo más aceptable para el consumidor (Sagñay, 2009).

#### **2.2.7.1. Apariencia general**

Durante la deshidratación cambia las características de la superficie del alimento (Cañizares *et al.*, 2007).

#### **2.2.7.2. Color**

La deshidratación cambia las características de la superficie del alimento y por tanto su color y su reflectancia (Cañizares *et al.*, 2007).

#### **2.2.7.3. Olor**

La causa más importante es la pérdida del olor por la deshidratación, lo constituye la oxidación de los pigmentos, vitaminas y lípidos durante el almacenamiento. Estas oxidaciones se producen por la presencia de oxígeno como consecuencia de la estructura porosa que se desarrolla durante la deshidratación. La velocidad a la que estos componentes se deterioran depende de la actividad del agua en el alimento y de la temperatura de almacenamiento (Cañizares *et al.*, 2007).

#### **2.2.7.4. Textura**

La temperatura y la velocidad de deshidratación ejercen un efecto determinante sobre la textura de los alimentos. Por lo general, las velocidades de deshidratación rápida y las temperaturas elevadas

provocan mayores cambios, que las velocidades de deshidratación lentas y las temperaturas más bajas (Cañizares *et al.*, 2007).

### 2.3. HIPÓTESIS

H<sub>p</sub> = Las temperaturas y tiempos sí influirán en la deshidratación de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) mediante lecho fluidizado en las características fisicoquímicas, rendimiento y aceptabilidad de la harina.

H<sub>0</sub> = Las temperaturas y tiempos no influirán en la deshidratación de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) mediante lecho fluidizado en las características fisicoquímicas, rendimiento y aceptabilidad de la harina.

### 2.4. VARIABLES DE ESTUDIO

#### 2.4.1. Variables independientes

- ✓ Temperatura de deshidratación de la oca.
- ✓ Tiempo de deshidratación de la oca.

#### 2.4.2. Variables dependientes

- ✓ Características fisicoquímicas de la harina de oca.
- ✓ Rendimiento de la harina.
- ✓ Aceptabilidad.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO**

El presente estudio tubo por referencia cuatro fases sumamente importantes desde el proceso de deshidratado que se desarrolló en el local de la Corporación Jarcon del Perú, en la ciudad de Huancayo – Junín, la molienda se desarrolló en las instalaciones de la molinera La Moderna en la ciudad de Acobamba – Huancavelica, la evaluación sensorial se llevó acabo en el Laboratorio de Procesamiento Agroindustrial de la E. A. P. de Agroindustrias, de la Universidad Nacional de Huancavelica, en la ciudad de Acobamba y el análisis fisicoquímico y el análisis microbiológico se desarrolló en el Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú – Junín y el análisis de datos como la redacción de informe final en la provincia de Acobamba, del departamento de Huancavelica.

### **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Aplicada

### **3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

Descriptivo

### **3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

Método Científico Experimental

### **3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El experimento se efectuó DCA con arreglo factorial 3 x 2, con 5 repeticiones.

**Cuadro N° 04:** Cuadro de Diseño Completamente al Azar

TRATAMIENTOS					
T° <sub>1</sub>		T° <sub>2</sub>		T° <sub>3</sub>	
Θ <sub>1</sub>	Θ <sub>2</sub>	Θ <sub>1</sub>	Θ <sub>2</sub>	Θ <sub>1</sub>	Θ <sub>2</sub>
R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>
R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>
R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>
R <sub>4</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>4</sub>
R <sub>5</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>5</sub>

Fuente: Elaboración propia, (2013).

T°<sub>1</sub>, T°<sub>2</sub> y T°<sub>3</sub> = Temperaturas (°C)

Θ<sub>1</sub> y Θ<sub>2</sub> = Tiempos (min)

R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> y R<sub>5</sub> = Repeticiones

### 3.5.1. Descripción del proceso experimental

Se utilizó oca de color rosada que se produce en la provincia de Acobamba, del departamento de Huancavelica; la cual se deshidrataron 45 kg de oca tratada, a las temperaturas de 60; 70 y 80 °C, a 80 y 100 min para cada temperatura ya mencionada, en el Cuadro N° 04, de tratamiento combinado con el tiempo y temperatura, se obtuvieron 6 tratamientos con 5 repeticiones.

En una primera etapa, se realizó un análisis fisicoquímico a la materia prima; al obtener la harina de oca se realizó una evaluación sensorial; con lo cual se determinó la muestra aceptada a la cual se realizó un análisis fisicoquímico, microbiológico, además se determinó el azúcar reductor y el pH. Se realizó un análisis de varianza para un Diseño Completamente al Azar.

### 3.5.2. Factores de estudio

**FACTOR A:** Temperatura de deshidratación

Temperatura 1 = 60 °C

Temperatura 2 = 70 °C

Temperatura 3 = 80 °C

**FACTOR B:** Tiempo de deshidratación

Tiempo 1 = 80 min

Tiempo 2 = 100 min

### **3.6. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO**

#### **3.6.1. Población**

Se obtuvo 60 kg de oca (*Oxalis tuberosa* Mol) de color rosada producida en Torowichccana distrito de Acobamba, provincia de Acobamba – Huancavelica.

#### **3.6.2. Muestra**

Se empleó 45 kg de color rosada que se caracterizaron por su uniformidad en peso, tamaño y color.

#### **3.6.3. Muestreo**

Se empleó 1 kg de oca para el experimento para cada .tratamiento, utilizando en total 6 kg.

Se realizó la evaluación sensorial de la harina de oca en forma aleatoria, 2 g por panelista.

### **3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Se procedió a evaluar la oca fresca soleada como materia prima realizando un análisis fisicoquímico, luego se deshidrató y se molió, a la harina de oca se le realizó una evaluación sensorial y finalmente el tratamiento ganador se le evaluaron las características fisicoquímicas.

**Cuadro N° 05:** Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Variable	Técnica	Instrumento	Datos
Tiempo	Registro	Cronometro del lecho fluidizado	Peso de la oca deshidratada (g)
Temperatura	Registro	Termostato del lecho fluidizado	Grados centígrados (°C)
Características fisicoquímicas	(Ref. NTP N° 205.002.1979) (Ref. NTP N° 205.006.1980) (AOAC, 1990) (Ref. NTP N° 205.004.1979) (Ref. NTP N° 205.003.1980) (Por diferencia) Método de ÍNDECOPÍ - 1997. Método de FEHLING Siembra en superficie	Equipos para la determinación del químico proximal.  pH-metro Reactivos Conteo de UFC	Humedad Grasa Proteína Fibra Ceniza Carbohidratos pH Porcentaje (%) Microorganismos
Evaluación sensorial	Ficha de evaluación sensorial	Panelistas semi-entrenados	Apariencia general, color, olor y textura.

Fuente: Elaboración propia, (2014).

### 3.8. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se procedió al registro de la información, después de la deshidratación de la oca. Se determinó la cantidad de producto obtenido haciendo uso de una balanza analítica, al tratamiento adecuado de la deshidratación se llevó al laboratorio de control de calidad de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú para su respectivo análisis.

### **3.8.1. Análisis fisicoquímico**

#### **3.8.1.1. Análisis químico proximal**

Se realizó el análisis químico proximal de la materia prima y del producto terminado (harina de oca) siguiendo la metodología:

- ✓ Humedad (Ref. NTP N° 205.002.1979)
- ✓ Grasa (Ref. NTP N° 205.006.1980)
- ✓ Proteína (AOAC, 1990)
- ✓ Fibra (Ref. NTP N° 205.004.1979)
- ✓ Cenizas (Ref. NTP N° 205.003.1980)
- ✓ Carbohidratos (Por diferencia)

#### **3.8.1.2. Determinación del pH**

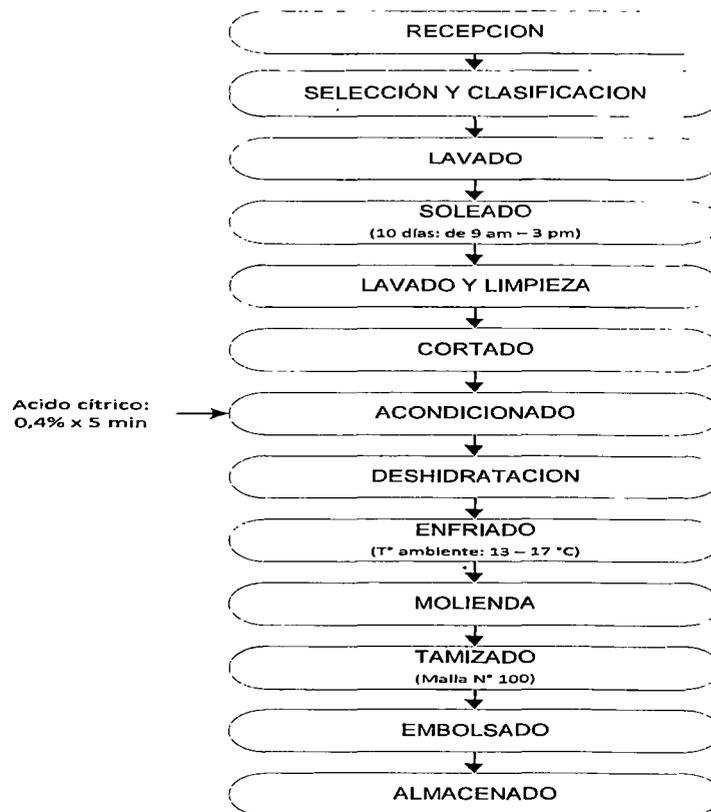
Se determinó mediante métodos eléctricos con el uso de pH-metro, para lo cual se homogenizó 10 g la muestra de la harina de oca en 100 ml de agua destilada y se dejó en reposo para que el líquido se decante, luego se introdujo el electrodo del pH-metro, dando como lectura un pH de 5,90.

#### **3.8.1.3. Determinación de los azúcares totales de la harina**

Se determinó siguiendo los pasos mencionados en ANEXO N° 10, obteniendo un valor de 35,4%

### 3.8.2. Procedimiento experimental de la deshidratación de oca

Figura N° 05: Diagrama de flujo de la deshidratación de oca mediante lecho fluidizado



Fuente: Elaboración propia, (2013).

### 3.8.3. Descripción del procedimiento experimental de deshidratación de oca

#### 3.8.3.1. Recepción

Al momento de la recepción se pesó toda la materia prima, teniendo un total de 60 kg de oca.

#### 3.8.3.2. Selección y clasificación

Se escogió la oca fresca, sana que no presentaban ningún daño mecánico, ni principios de descomposición por efectos microbianos. Se

clasificaron los tubérculos de tamaño mediano con un peso promedio de  $15 \text{ g} \pm 5 \text{ g}$ .

#### **3.8.3.3. Lavado**

Se realizó con agua (1 ppm de Hipoclorito de Sodio), con la finalidad de eliminar la tierra adherida a la superficie y otros compuestos indeseables.

#### **3.8.3.4. Soleado**

Se expuso al sol durante 8 días, desde las 10 am hasta las 3 pm, con la finalidad de reducir el agua presente en el tubérculo, disminuir el ácido oxálico e incrementar la concentración de azúcar.

#### **3.8.3.5. Lavado y limpieza**

Se realizó un lavado con agua (1 ppm de Hipoclorito de Sodio), para eliminar las partículas extrañas adheridas al tubérculo durante el soleado. Se eliminaron las puntas y secciones de corteza deteriorada y se pesó la muestra, teniendo 45 kg.

#### **3.8.3.6. Cortado**

Se hizo cortes transversales con ayuda de un cuchillo, se cortaron en trozos de 1 cm de espesor. Para que las láminas de rodajas tengan un secado uniforme.

#### **3.8.3.7. Acondicionado**

Los tubérculos cortados se sometieron a un baño de agua previamente preparada con ácido cítrico al 0,4% por un tiempo de 5 minutos para evitar el pardeamiento enzimático, además para que pueda mejorar las condiciones de la muestra para la deshidratación porque se rompen las paredes celulares de la muestra, lo que facilitó el proceso de evaporación durante la deshidratación.

#### **3.8.3.8. Deshidratación**

Se realizó en un equipo de lecho fluidizado, a dicho equipo ingresa aire caliente, el cual actúa como agente de secado, durante esta operación se eliminó el agua del tubérculo. Se trató a las siguientes temperaturas y tiempos: 60 °C por 80 min, 60 °C por 100 min, 70 °C por 80 min, 70°C por 100 min, 80 °C por 80 min y 80 °C por 100 min.

#### **3.8.3.9. Enfriado**

Esta operación se realizó a temperatura ambiente (18 °C), por un tiempo de 20 min.

#### **3.8.3.10. Molienda**

Se realizó en un molino de martillos, donde la oca deshidratada con una humedad de 11 a 14%, se trituró hasta reducirla a polvo fino.

#### **3.8.3.11. Tamizado**

Se realizó con malla N° 100 para obtener una harina con granulometría fina.

#### **3.8.3.12. Embolsado**

Las muestras de harina obtenida se pesaron en fracciones de ¼ de kg y se envasaron en bolsas plásticas, selladas térmicamente.

#### **3.8.4. Análisis microbiológico**

Para determinar que la harina se encuentra en condiciones óptimas de higiene y libre de todo tipo de contaminación, sobre todo de microorganismos patógenos se realizó un análisis microbiológico a la harina de oca, del tratamiento óptimo.

Se preparó la muestra de la harina de oca con agua destilada, y se sembró en las placas Petri que contenían Agar Sabraud con uso del asa bacteriológica, y se selló las placas con papel graff y se llevó a incubarlas a una temperatura de 37 °C por 48 horas.

### **3.8.5. Evaluación sensorial**

La evaluación sensorial se efectuó con 30 panelistas semi entrenados de la Escuela Académico Profesional de Agroindustrias

La técnica empleada consistió en preparar cada tratamiento en platos descartables. Donde se conoció el grado de aceptación.

## **3.9. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

### **3.9.1. Análisis estadístico**

La técnica que se utilizó para el análisis de varianza para un DCA con un arreglo factorial de 3 x 2 con 5 repeticiones, para determinar los principales efectos e interacciones de las variables tomadas de referencia.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.4.1. Análisis químico proximal de la oca

**Cuadro N° 06:** Análisis químico proximal de la oca

Análisis	Resultado
Humedad (%)	81,92
Grasa (%)	0,09
Proteína (%)	1,43
Fibra (%)	1,23
Ceniza (%)	2,01
Carbohidratos	13,32

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Los valores de los diferentes análisis que se realizan a la materia prima difiere respectivamente debido a los cultivares, épocas de siembra, cosecha y el tipo de tierra.

#### 4.4.2. Análisis fisicoquímico de la harina de oca

##### 4.4.2.1. Resultado de la determinación de los azúcares totales de la harina de oca

**Cuadro N° 07:** Azúcares totales de la harina de oca

Análisis	Resultado
Azúcares reductores (%)	35,4

Fuente: Elaboración propia, (2014).

#### 4.4.2.2. Resultado de la determinación del pH de la harina de oca

**Cuadro N° 08:** pH de la harina de oca

Análisis	Resultado
pH	5,90

Fuente: Elaboración propia, (2014).

#### 4.4.2.3. Análisis químico proximal de la harina de oca

**Cuadro N° 09:** Análisis químico proximal de la harina de oca

Análisis	Resultado
Humedad (%)	13,32
Grasa (%)	0,96
Proteína (%)	3,74
Fibra (%)	2,96
Ceniza (%)	3,39
Carbohidratos	75,63

Fuente: Elaboración propia, (2014).

#### 4.4.3. Resultados del análisis microbiológico de la harina de oca

**Cuadro N° 10:** Análisis microbiológico de la harina de oca

Análisis	Límite máximo	Resultado
Numeración de Aerobios Mesófilos viables (UFC/g)	$10^4$	$3,3 \times 10^2$
Numeración de hongos y levaduras (UFC/g)	$10^3$	$2,5 \times 10^2$
Numeración de Coliformes (UFC/g)	Menor de 10	Menor de 10

Fuente: Elaboración propia, (2014).

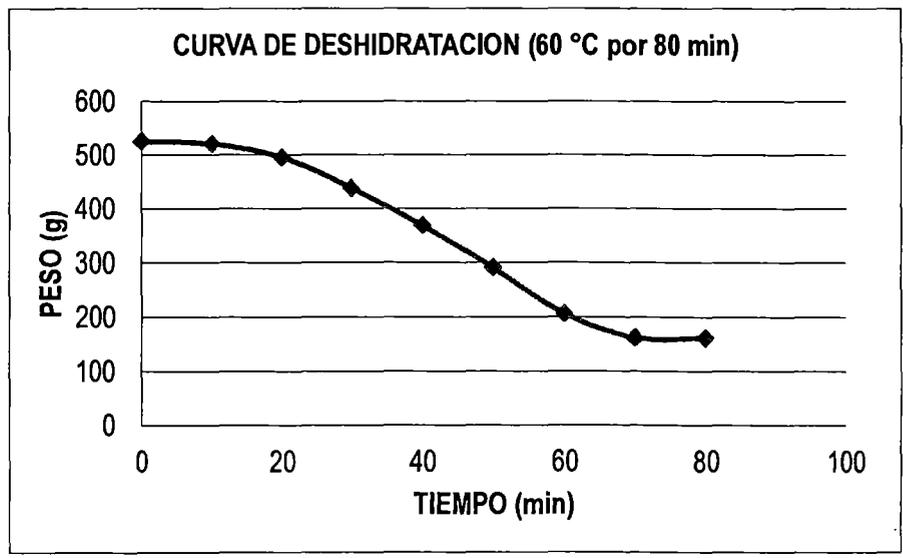
#### 4.4.4. Resultados del proceso de la deshidratación de oca

En el Cuadro N° 10; 11 y 12, se presenta los datos de temperatura y tiempo de deshidratación y el peso de la muestra.

Cuadro N° 11: Resultados de la deshidratación de oca a 60 °C por 80 min

Temperatura (60 °C)	
Tratamiento 1 (80 min)	
Tiempo (min)	Peso (g)
0	525
10	520
20	495,2
30	438,2
40	368,7
50	291,1
60	205,9
70	161,3
80	160,8

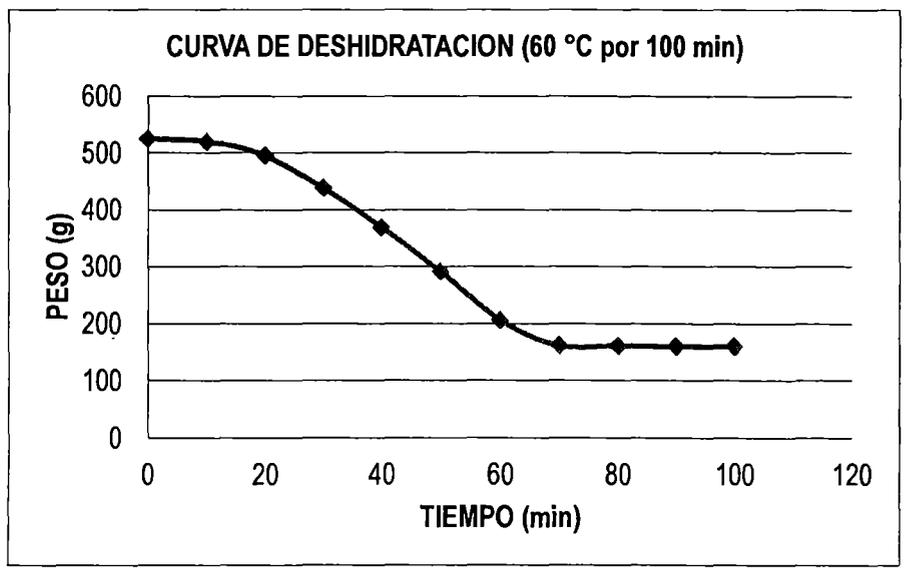
Figura N° 06: Curva de velocidad de secado de oca a 60 °C por 80 min



Cuadro N° 12: Resultados de la deshidratación de oca a 60 °C por 100 min

Temperatura (60 °C)	
Tratamiento 2 (100 min)	
Tiempo (min)	Peso (g)
0	525
10	520
20	495,2
30	438,2
40	368,7
50	291,1
60	205,9
70	161,3
80	160,8
90	159,7
100	159,7

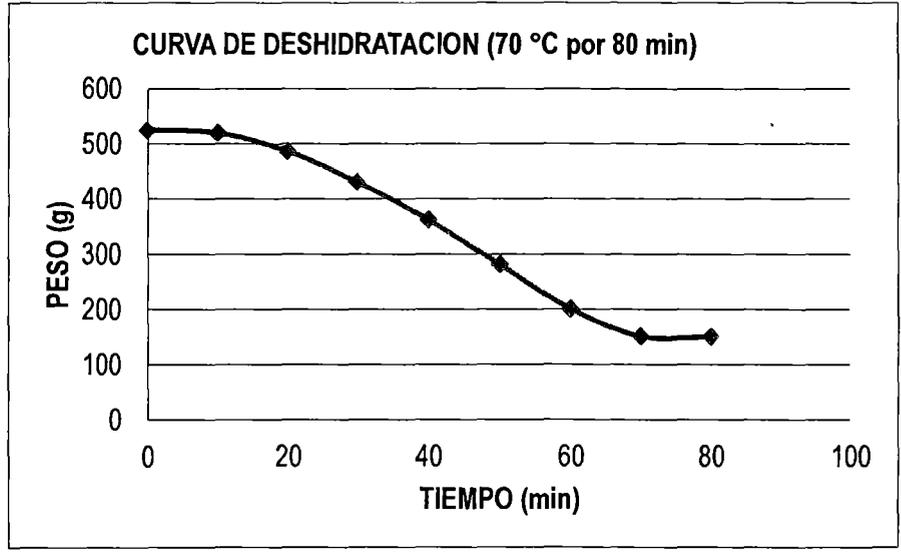
Figura N° 07: Curva de velocidad de secado de oca a 60 °C por 100 min



Cuadro N° 13: Resultados de la deshidratación de oca a 70 °C por 80 min

Temperatura (70 °C)	
Tratamiento 1 (80 min)	
Tiempo (min)	Peso (g)
0	525
10	520
20	486,2
30	430,2
40	361,7
50	281,1
60	200,9
70	151,6
80	150,5

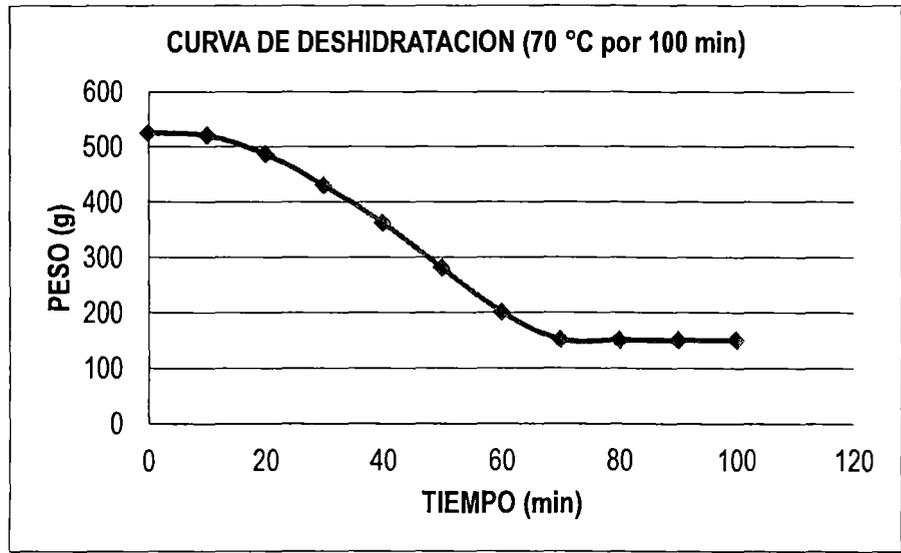
Figura N° 08: Curva de velocidad de secado de oca a 70 °C por 80 min



Cuadro N° 14: Resultados de la deshidratación de oca a 70 °C por 100 min

Temperatura (70 °C)	
Tratamiento 2 (100 min)	
Tiempo (min)	Peso (g)
0	525
10	520
20	486,2
30	430,2
40	361,7
50	281,1
60	200,9
70	151,6
80	150,5
90	150,3
100	150,3

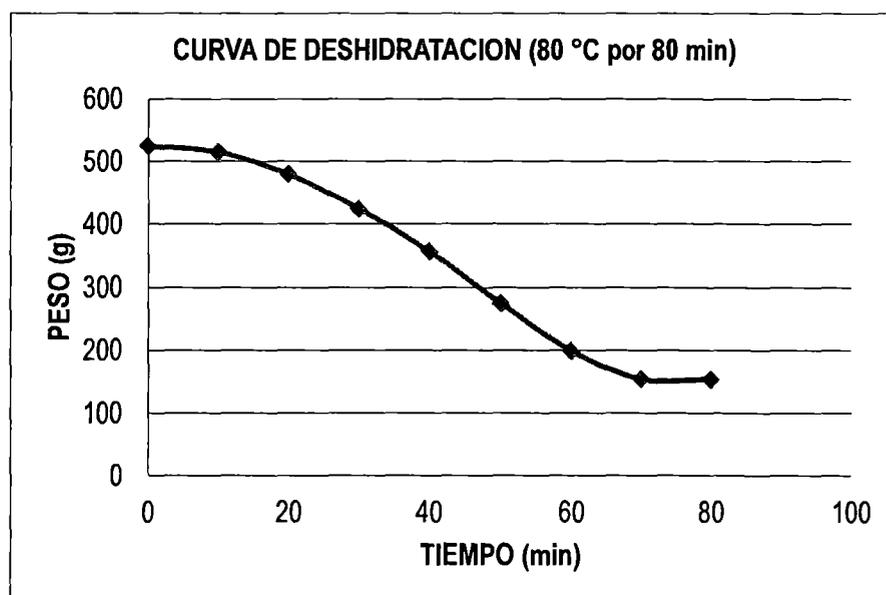
Figura N° 09: Curva de velocidad de secado a 70 °C por 100 min



**Cuadro N° 15:** Resultados de la deshidratación de oca a 80 °C por 80 min

<b>Temperatura (80 °C)</b>	
<b>Tratamiento 1 (80 min)</b>	
<b>Tiempo (min)</b>	<b>Peso (g)</b>
0	525
10	515
20	479,2
30	424,2
40	356,7
50	274,1
60	198,9
70	153,6
80	153,5

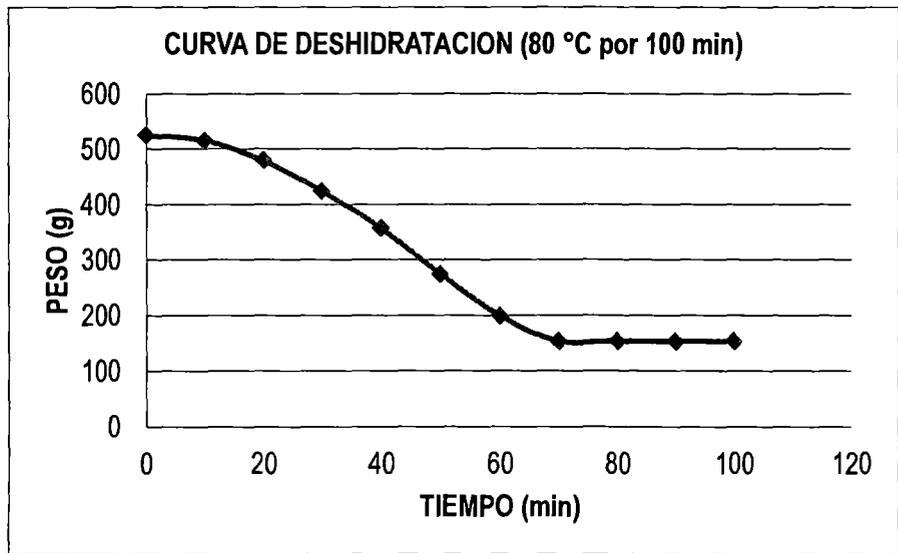
**Figura N° 10:** Curva de velocidad de secado de oca a 80 °C por 80 min



Cuadro N° 16: Resultados de la deshidratación de oca a 80 °C por 100 min

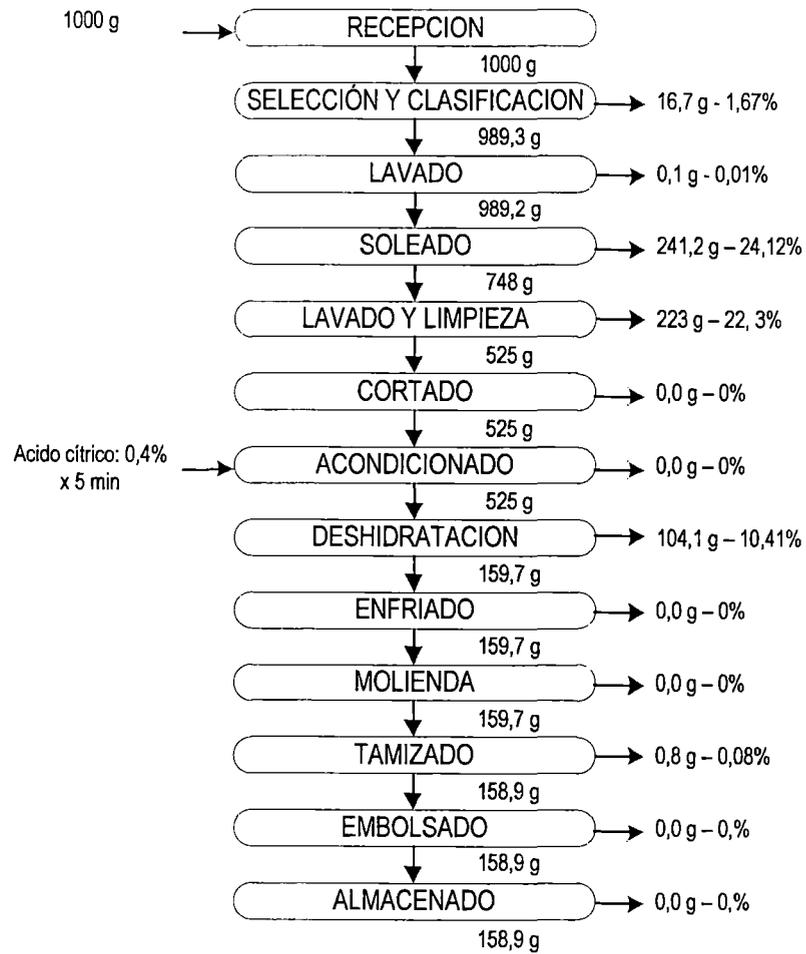
Temperatura (80 °C)	
Tratamiento 2 (100 min)	
Tiempo (min)	Peso (g)
0	525
10	515
20	479,2
30	424,2
40	356,7
50	274,1
60	198,9
70	153,6
80	153,5
90	153,5
100	153,5

Figura N° 11: Curva de velocidad de secado de oca a 80 °C por 100 min



#### 4.4.5. Balance de materia de la deshidratación de oca

Figura N° 12: Balance de materia de la obtención de harina de oca



Fuente: Elaboración propia, (2014).

#### 4.4.6. Resultados de la evaluación sensorial de la harina de oca

##### 4.4.6.1. Resultados del análisis de varianza de la evaluación sensorial de la harina de oca para la apariencia general

**Cuadro N° 17:** Análisis de varianza a la apariencia general.

F. V.	SC	GL	CM	Fc	F <sub>tab</sub>
Jueces	13,703111	29	0,472521	3,126	1,55
Tratamientos	4,606444	5	0,921289	6,094	2,27
Error	21,92022	145	0,151174		
Total	40,22978	179			

En el Cuadro N° 17 se muestra los resultados del análisis de varianza realizado a los tratamientos para la apariencia general y se muestra que el Fc fue de 6,094 mayor al Ft (2,27), lo cual significa que existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos y también se aprecia que para los jueces existió diferencia significativa en su calificativo.

**Cuadro N° 18:** Promedios de los tratamientos para la apariencia general.

TRATAMIENTOS						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
<b>CODIGO</b>	<b>6224</b>	<b>3500</b>	<b>3831</b>	<b>5770</b>	<b>9440</b>	<b>6934</b>
<b>PROM</b>	3,84	3,86	3,75	3,68	3,69	4,15

En el Cuadro N° 18 se muestra que el Tratamiento C6 (6934) obtuvo un promedio mayor para la apariencia genera.

**Cuadro N° 19:** Comparación de diferencia mínima significativa (DMS) para la apariencia general.

<b>Tratamientos</b>	<b>Diferencias de medias</b>	<b>Valor P</b>	<b>Significancia</b>
<b>C1-C2</b>	-0,02333	0,817	NO
<b>C1-C3</b>	0,08333	0,408	NO
<b>C1-C4</b>	0,16000	0,113	NO
<b>C1-C5</b>	0,14333	0,156	NO
<b>C1-C6</b>	-0,31667	0,002	SI
<b>C2-C3</b>	0,10667	0,290	NO
<b>C2-C4</b>	0,18333	0,070	NO
<b>C2-C5</b>	0,16667	0,099	NO
<b>C2-C6</b>	-0,29333	0,004	SI
<b>C3-C4</b>	0,07667	0,446	NO
<b>C3-C5</b>	0,06000	0,551	NO
<b>C3-C6</b>	-0,40000	0,000	SI
<b>C4-C5</b>	-0,01667	0,868	NO
<b>C4-C6</b>	-0,47667	0,000	SI
<b>C5-C6</b>	-0,46000	0,000	SI

En el Cuadro N° 19, se muestra la Comparación de Diferencia Mínima significativa (DMS) para los promedios de los tratamientos (Cuadro N° 18) para la apariencia general, donde se muestra que existe diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre el Tratamiento C6 (6934), con los tratamientos C1 (6224), C2 (3500), C3 (3831), C4 (5770), C5 (9440); sin embargo no existe diferencia significativa entre el resto de tratamientos; además, se puede apreciar que el Tratamiento C6 fue el más aceptado

en apariencia general, ya que tiene un promedio de 4,15 (Cuadro N° 18), el más alto de todos los tratamientos, seguido por el Tratamiento C1.

#### 4.4.6.2. Resultados del análisis de varianza de la evaluación sensorial de la harina de oca para el color

**Cuadro N° 20:** Análisis de varianza al color.

F. V.	SC	GL	CM	Fc	F <sub>tab</sub>
<b>Jueces</b>	14,45894	29	0,49858	3,599	1,55
<b>Tratamientos</b>	5,82361	5	0,16472	8,409	2,28
<b>Error</b>	20,08472	145	0,13852		
<b>Total</b>	40,36728	179			

En el Cuadro N° 20 se muestra los resultados del análisis de varianza realizado a los tratamientos para el color y se muestra que el Fc fue de 8,409 mayor al Ft (2,28), lo cual significa que existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos y también se aprecia que para los jueces existió diferencia significativa en su calificativo.

**Cuadro N° 21:** Promedios de los tratamientos para el color.

TRATAMIENTOS						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	6224	3500	3831	5770	9440	6934
<b>PROM</b>	3,69	3,61	3,38	3,52	3,80	3,93

En el Cuadro N° 21 se muestra que el Tratamiento C6 (6934) obtuvo un promedio mayor para el color.

**Cuadro N° 22:** Comparación de diferencia mínima significativa (DMS) para el color.

<b>Tratamientos</b>	<b>Diferencias de medias</b>	<b>Valor P</b>	<b>Significancia</b>
<b>C1-C2</b>	0,073	0,447	NO
<b>C1-C3</b>	0,310	0,002	SI
<b>C1-C4</b>	0,167	0,085	NO
<b>C1-C5</b>	0,110	0,254	NO
<b>C1-C6</b>	0,243	0,012	SI
<b>C2-C3</b>	0,237	0,015	SI
<b>C2-C4</b>	0,093	0,333	NO
<b>C2-C5</b>	0,183	0,058	NO
<b>C2-C6</b>	0,317	0,001	SI
<b>C3-C4</b>	0,143	0,138	NO
<b>C3-C5</b>	0,420	0,000	SI
<b>C3-C6</b>	0,553	0,000	SI
<b>C4-C5</b>	0,277	0,005	SI
<b>C4-C6</b>	0,410	0,000	SI
<b>C5-C6</b>	0,133	0,167	NO

En el Cuadro N° 22, se muestra la Comparación de diferencia mínima significativa (DMS) para los promedios de los tratamientos (Cuadro N° 21) para el color donde se muestra que existe diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre el Tratamiento C6 (6934), con los tratamientos C1 (6224), C2 (3500), C3 (3831), C4 (5770), C5 (9440); sin embargo no existe diferencia significativa entre el resto de tratamientos; además, se puede apreciar que el Tratamiento C6 fue el más aceptado en color, ya que

tiene un promedio de 3,93 (Cuadro N° 21), el más alto de todos los tratamientos, seguido por el Tratamiento C5.

#### 4.4.6.3. Resultados del análisis de varianza de la evaluación sensorial de la harina de oca para el olor

**Cuadro N° 23:** Análisis de varianza al olor.

F. V.	SC	GL	CM	Fc	Ftab
<b>Jueces</b>	9,24111	29	0,31865	2,302	1,55
<b>Tratamientos</b>	9,51511	5	1,90302	13,752	2,28
<b>Error</b>	20,06489	145	0,13838		
<b>Total</b>	40,82111	179			

En el Cuadro N° 23 se muestra los resultados del análisis de varianza realizado a los tratamientos para el olor y se muestra que el Fc fue de 13,752 mayor al Ft (2,28), lo cual significa que existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos y también se aprecia que para los jueces existió diferencia significativa en su calificativo.

**Cuadro N° 24:** Promedios de los tratamientos para el olor.

TRATAMIENTOS						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	6224	3500	3831	5770	9440	6934
<b>PROM</b>	3,51	3,47	3,45	3,41	3,51	4,08

En el Cuadro N° 24 se muestra que el tratamiento C6 (6934) obtuvo un promedio mayor para el olor.

**Cuadro N° 25:** Comparación de diferencia mínima significativa (DMS) para el olor.

Tratamientos	Diferencias de medias	Valor P	Significancia
<b>C1-C2</b>	0,047	0,628	NO
<b>C1-C3</b>	0,063	0,511	NO
<b>C1-C4</b>	0,103	0,284	NO
<b>C1-C5</b>	0,000	1,000	NO
<b>C1-C6</b>	0,567	0,000	SI
<b>C2-C3</b>	0,017	0,862	NO
<b>C2-C4</b>	0,057	0,556	NO
<b>C2-C5</b>	0,047	0,628	NO
<b>C2-C6</b>	0,613	0,000	SI
<b>C3-C4</b>	0,040	0,678	NO
<b>C3-C5</b>	0,063	0,511	NO
<b>C3-C6</b>	0,630	0,000	SI
<b>C4-C5</b>	0,103	0,284	NO
<b>C4-C6</b>	0,670	0,000	SI
<b>C5-C6</b>	0,567	0,000	SI

En el Cuadro N° 25, se muestra la Comparación de diferencia mínima significativa (DMS) para los promedios de los tratamientos (Cuadro N° 24) para el olor, donde se muestra que existe diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre el Tratamiento C6 (6934), con los tratamientos C1 (6224), C2 (3500), C3 (3831), C4 (5770), C5 (9440); sin embargo no existe diferencia significativa entre el resto de tratamientos; además, se puede apreciar que el tratamiento C6 fue el más aceptado en olor, ya que tiene

un promedio de 4,08 (Cuadro N° 24), el más alto de todos los tratamientos, seguido por los tratamientos C1 y C5.

#### 4.4.6.4. Resultados del análisis de varianza de la evaluación sensorial de la harina de oca para la textura

**Cuadro N° 26:** Análisis de varianza a la textura.

F. V.	SC	GL	CM	Fc	Ftab
<b>Jueces</b>	9,85	29	0,33950	1,901	1,55
<b>Tratamientos</b>	14,59	5	2,91779	16,339	2,28
<b>Error</b>	25,89	145	0,17857		
<b>Total</b>	50,33	179			

En el Cuadro N° 26 se muestra los resultados del análisis de varianza realizado a los tratamientos para la textura y se muestra que el Fc fue de 16,339 mayor al Ft (2,28), lo cual significa que existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos y también se aprecia que para los jueces existió diferencia significativa en su calificativo.

**Cuadro N° 27:** Promedios de los tratamientos para la textura.

TRATAMIENTOS						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	6224	3500	3831	5770	9440	6934
<b>PROM</b>	3,16	3,44	2,97	3,23	3,16	3,86

En el Cuadro N° 27 se muestra que el Tratamiento C6 (6934) obtuvo un promedio mayor para la textura.

**Cuadro N° 28:** Comparación de diferencia mínima significativa (DMS) para la textura.

Tratamientos	Diferencias de medias	Valor P	Significancia
<b>C1-C2</b>	0,273	0,013	SI
<b>C1-C3</b>	0,190	0,084	NO
<b>C1-C4</b>	0,063	0,563	NO
<b>C1-C5</b>	0,003	0,976	NO
<b>C1-C6</b>	0,700	0,000	SI
<b>C2-C3</b>	0,463	0,000	SI
<b>C2-C4</b>	0,210	0,056	NO
<b>C2-C5</b>	0,277	0,012	SI
<b>C2-C6</b>	0,427	0,000	SI
<b>C3-C4</b>	0,253	0,022	SI
<b>C3-C5</b>	0,187	0,089	NO
<b>C3-C6</b>	0,890	0,000	SI
<b>C4-C5</b>	0,067	0,542	NO
<b>C4-C6</b>	0,637	0,000	SI
<b>C5-C6</b>	0,703	0,000	SI

En el Cuadro N° 28, se muestra la Comparación de diferencia mínima significativa (DMS) para los promedios de los tratamientos (Cuadro N° 27) para la textura, donde se muestra que existe diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre el tratamiento C6 (6934), con los tratamientos C1 (6224), C2 (3500), C3 (3831), C4 (5770), C5 (9440); sin embargo no existe diferencia significativa entre el resto de tratamientos; además, se puede apreciar que el tratamiento C6 fue el más aceptado en textura, ya que tiene un promedio de 3,86 (Cuadro N° 27), el más alto de todos los tratamientos, seguido por el tratamiento C2.

## 4.2. DISCUSIÓN

### 4.2.1. Análisis fisicoquímico de la oca (materia prima)

Una de las importancias es la comparación de la materia prima con los valores obtenidos por Collazos (1990), como se muestra en el Cuadro N° 29.

**Cuadro N° 29:** Comparación de la composición químico proximal (g/100 g) de la oca, con los valores obtenidos por Collazos.

Análisis	Resultados de oca fresca	
Humedad (%)	81,92	82,00*
Grasa (%)	0,09	0,08*
Proteína (%)	1,43	1,42*
Fibra (%)	1,23	1,25*
Ceniza (%)	2,01	2,00*
Carbohidratos	13,32	13,30*

\* Valores obtenidos por Collazos, (1990).

Fuente: Elaboración propia, (2014).

### Análisis químico proximal de la oca

- ✓ **Humedad:** La oca fresca analizada reportó un 81,92% valor ligeramente inferior a lo reportado por Collazos (1990) quien encontró un 82,00%.
- ✓ **Grasa:** El valor obtenido de la oca fresca analizada reportó un 0,09% de grasa, valor ligeramente superior a lo reportado por Collazos (1990), quien encontró un valor de 0,08%.
- ✓ **Proteína:** La oca fresca analizada reportó un 1,43% de proteína valor ligeramente superior a lo reportado por Collazos (1990) quien encontró un 1,42%.
- ✓ **Fibra:** La oca fresca analizada reportó un 1,23% de fibra valor ligeramente inferior a lo reportado por Collazos (1990) quien encontró un 1,25%.

- ✓ **Ceniza:** La oca fresca analizada reportó un 2,01% de ceniza valor ligeramente superior a lo reportado por Collazos (1990) quien encontró un 2,00%.
- ✓ **Carbohidratos:** La oca fresca analizada reportó un 13,32% de carbohidratos valor ligeramente superior a lo reportado por Collazos (1990) quien encontró un 13,30%.

**4.2.2. Análisis fisicoquímico de la Harina de oca**

**4.2.2.1. Azúcares totales**

Se reportó 35,4% valor inferior a lo reportado por Cajamarca (2010), que obtuvo 59,1%; esto podría ser por el tipo de oca y la horas de exposición a los rayos solares.

**4.2.2.2. pH de la harina de oca**

De reportó un pH de 5,90 que indica que es ligeramente ácida, el valor es similar al obtenido por Cajamarca (2010), que obtuvo un pH de 6,0.

**4.2.2.3. Análisis químico proximal**

Comparación de la materia prima con la harina de oca

**Cuadro N° 30:** Comparación del análisis químico proximal (g/100 g) de la oca y de la harina de oca del tratamiento adecuado.

Análisis	Resultados	
	Oca fresca	Harina de oca
Humedad (%)	81,92	13,32
Grasa (%)	0,09	0,96
Proteína (%)	1,43	3,74
Fibra (%)	1,23	2,96
Ceniza (%)	2,01	3,39
Carbohidratos	13,32	75,63

Fuente: Elaboración propia, (2014).

- ✓ **Humedad:** La harina oca analizada reporto un 13,32% debido a que durante la deshidratación el agua contenida en el alimento fue eliminada en forma de vapor mientras se aplica aire caliente; el valor obtenido de humedad indica que existe mayor tiempo de vida útil, pues tendrá una conservación óptima gracias a su bajo contenido de humedad. El valor determinado de la harina de oca está dentro de los rangos de humedad para las harinas (13 – 15), como menciona la NTP (1986), también el valor es próximo a lo reportado por Cajamarca (2010) quien encontró un 13,30%.
- ✓ **Grasa:** El valor obtenido de la harina de oca analizada reporto un 0,96% de grasa, valor que se incrementa durante la eliminación del agua contenida por el alimento.
- ✓ **Proteína:** La harina de oca analizada reporto un 3,74% de proteína, esto se debe a que a medida que progresa la deshidratación el agua disminuye y los solutos se concentran, el valor es inferior a lo reportado por Cajamarca (2010) quien encontró un 9,8. Esto debido a que Cajamarca no peló la materia prima.
- ✓ **Fibra:** La harina de oca analizada reporto un 2,96% de fibra, esta diferencia se debe a que en el proceso de deshidratado el almidón se gelatiniza y la celulosa se cristalinice ocasionando que la textura sea más rígida y dura, el valor es inferior a lo reportado por Cajamarca (2010) quien encontró un 7,3. Esto debido a que Cajamarca no peló la materia prima.
- ✓ **Ceniza:** La harina de oca analizada reporto un 3,39% de ceniza este incremento en el deshidratado se debe a que la muestra de oca en el proceso de deshidratación perdió un porcentaje de agua, permitiendo que los elementos minerales se encuentren en mayor concentración, valor es inferior a lo reportado por Cajamarca (2010)

quien encontró un 8,1. Esto debido a que Cajamarca no peló la materia prima.

- ✓ **Carbohidratos:** La harina de oca analizada reporto un 75,63% de carbohidratos valor que se incrementa cuando un producto es expuesto al rayo solar y/o deshidratado.

**4.2.3. Rendimiento**

El rendimiento de la oca para la obtención de harina fue de 15,89%, inferior al rendimiento obtenido por Cajamarca (2010), que obtuvo un rendimiento de 22,32%. La diferencia sería por el tipo de deshidratación que se realizó, ya que Cajamarca deshidrató en secador de bandejas.

**4.2.4. Evaluación sensorial de la harina de oca**

Se selecciona al tratamiento "6934" como el mejor porque en la evaluación sensorial mantiene en el primer lugar sus atributos con los siguientes puntajes: apariencia general (4,1533), color (3,93), olor (4,08) y textura (3,8633), el cual fue tratado a una temperatura de 60 °C por un tiempo de 100 minutos.

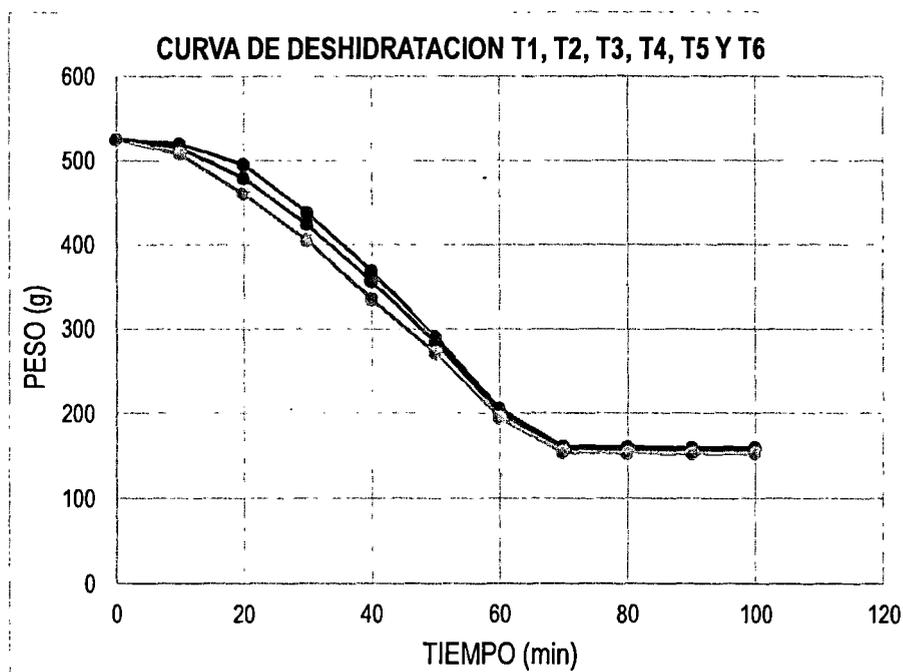
**4.2.5. Análisis microbiológico de la harina de oca**

La harina de oca fue evaluada después de 40 días de almacenamiento con los siguientes resultados: Numeración de Aerobios Mesófilos viables (UFC/g) de  $3,3 \times 10^2$ ; Numeración de hongos y levaduras (UFC/g) de  $2,5 \times 10^2$  y Numeración de Coliformes (UFC/g) reportando ausencia. Los resultados indican que la harina de oca se encuentra dentro de los parámetros de los requisitos microbiológicos dadas por DIGESA (2000), donde señala que toda harina debe encontrarse exenta de microorganismos patógenos, los rangos permisibles para el caso de las harinas son las siguientes: Recuento de Mesófilos viables de  $10^2$  a  $10^6$ , hongos y levaduras de  $10^2$  a  $10^4$  y Coliformes totales menor a 10, y por lo tanto la harina de se encuentra en condiciones óptimas para su consumo y comercialización.

#### 4.2.6. Temperatura y tiempo de deshidratación

El tratamiento "6934" fue deshidratado a una temperatura de 60 °C por un tiempo de 100 min, el cual obtuvo el mayor puntaje en todos sus atributos en la evaluación sensorial. La temperatura y el tiempo son diferentes a lo reportado por Cajamarca (2010) que reporto 80°C por 150 min, esto sería debido al uso de distintos métodos de deshidratación; mientras que la temperatura y tiempo a lo reportado por Fano *et al.* (2008), son cercanos, que son de 70 °C por 90 min. De donde se obtendría la siguiente conclusión que a mayor temperatura menor tiempo de deshidratación y a menor temperatura mayor tiempo de deshidratación.

Figura N° 13: Curvas de deshidratación de los tratamientos



Como se muestra en la Figura N° 13 todos los tratamientos comienzan con 525 g de muestra y al finalizar la deshidratación está en un promedio de los 160 g, esto se debe que cuando los productos al momento de deshidratarse pierden el agua contenida y su peso es constante, lo cual demuestra que no existe una diferencia significativa entre tratamientos.

## CONCLUSIONES

- ✓ Los parámetros adecuados para la obtención de harina de oca, en la deshidratación mediante lecho fluidizado fueron los siguientes: temperatura de 60 °C por un tiempo de 100 minutos.
- ✓ Se determinó las características químico proximal de la oca como materia, arrojando los siguientes valores: Humedad (81,92%), Grasa (0,09%), Proteína (1,43%), Fibra (1,23%), Ceniza (2,01%) y Carbohidratos (13,32%).
- ✓ Se determinó las características fisicoquímicas de la harina de oca como producto final tratado a una temperatura de 60 °C por un tiempo de 100 min, arrojando los siguientes valores: Azúcares totales (35,4%), pH (5,90), Humedad (13,32%), Grasa (0,96%), Proteína (3,74%), Fibra (2,96%), Ceniza (3,39%) y Carbohidratos (75,63%).
- ✓ El rendimiento de la oca para lo obtención de harina mediante deshidratación de lecho fluidizado fue de 15,89%, tratado a un tiempo de 100 minutos a 60 °C.
- ✓ En la evaluación sensorial se realizó con 30 panelistas semi-entrenados que demostraron que el tratamiento "6934", que se trató a una temperatura de 60 °C por un tiempo de 100 min fue la más aceptada, la cual presento los mejores atributos de calidad: Apariencia general (4,15), color (3,93), olor (4,08) y textura (3,86), obteniendo un promedio general de 4,01 que dentro de la escala hedónica es "Bueno".
- ✓ Los análisis microbiológicos realizados, se hallan dentro de los márgenes permitidos en las especificaciones de calidad, con los siguientes resultados: Numeración de Aerobios Mesófilos viables (UFC/g) de  $3,3 \times 10^2$ ; Numeración de hongos y levaduras (UFC/g) de  $2,5 \times 10^2$  y Numeración de Coliformes (UFC/g) menor de 10; lo cual nos demuestra que es apta para el consumo humano.
- ✓ Durante el transcurso del soleado las ocas sufrieron un cambio en su apariencia física, la textura adquirió un color rojizo, los extremos se oscurecieron y los tubérculos se volvieron arrugados en cuanto a su sabor es dulce y muy agradable, todo esto debido a que la temperatura oscilaba entre los 12 °C a 15 °C.

- ✓ El tratamiento térmico de las láminas de oca con Ácido Cítrico desnaturaliza y separa las paredes celulares del tejido, por lo que se mejora la velocidad de salida de la humedad de las muestras durante la deshidratación.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Desarrollar trabajos de investigación empleando la harina de oca, para la innovación de nuevos productos agroindustriales.
- ✓ Realizar la medición de los azúcares totales de la oca en la etapa del soleado.
- ✓ Realizar un estudio de determinación de vida útil de la harina de oca.
- ✓ En las futuras investigaciones que se realicen en deshidratación de oca, deshidratar sin exponer al sol la materia prima.
- ✓ Realizar un estudio de la harina de Oca procedentes de diferentes lugares, para diferenciar la composición físico químico.
- ✓ Es necesario tomar todas las medidas de asepsia posibles antes y durante del proceso de deshidratación, la limpieza del área, los utensilios y del equipo con desinfectantes, para evitar contaminación y la proliferación de microorganismos no deseables en los productos deshidratados obtenidos.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- ✓ A.O.A.C. "Official Methods of Analysis". Association of Analytical Chemists. USA: Board. 1995.
- ✓ Cadima X. Tubérculos. Botánica Económica de los Andes Centrales Editores: M. Morales R., B. Ollgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius y H. Balslev Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia. 2006.
- ✓ Cajamarca E. "Evaluación nutricional de la oca (*Oxalis tuberosa sara-oca*) fresca, endulzada y deshidrata en secador de bandejas". Riobamba – Ecuador. 2010.
- ✓ Cañizares A., Bonafine O. y Laverde D. Deshidratación de productos vegetales. Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado de Monagas. 1997.
- ✓ Cárdenas M. Manual de Plantas Económicas de Bolivia. 2º ed. La Paz- Bolivia. 1989.
- ✓ Collazos, C. Tabla de Composición de los Alimentos Peruanos. Instituto Nacional de Nutrición. Lima – Perú. 1990.
- ✓ CCI (Corporación Colombia Internacional). "Oca un Cultivo Promisorio, Exótica" Colombia. 1999,
- ✓ Cortes H. "Alcances de la Investigación en Tubérculos Andinos Oca, Olluco y Maswa o Isaño". Ministerio de Agricultura, Resultados y recomendaciones de eventos técnicos N° 235. Huaraz – Perú. 1981.
- ✓ Fairlie T.; Morales M. y Holle M. "Raíces y tubérculos Andinos", CIP – Perú. 1999.
- ✓ Fano P., Victoria T., Anaya I., Vizcarra M. y Santiago T. "Secado de zanahoria (*Daucus carota*) en lecho fluidizado por lotes con ciclos de atemperado y su efecto sobre el contenido de carotenos", 2008.
- ✓ Fellows, P. Tecnología .del Proceso de los Alimentos. Edit. Acribia, Zaragoza – España. 1994.
- ✓ Ferreyra R. "Flora del Perú Dicotiledoneas". Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú. 1986.
- ✓ Foust A. "Principios de Operaciones Unitarias"; Edit. Cecs. México. 1990.
- ✓ Fustero S. "Deshidratación de Alimentos". 3º edición. 2008.

- ✓ Geankoplis J. Procesos de transporte y operaciones unitarias. México. 3° edición. México. CECSA. 1998.
- ✓ Gutiérrez, F. "Secado y enfriado de productos por técnica de lecho fluido". Alimentación, Equipos y tecnología. 1999.
- ✓ Hui H. Encyclopedia of Food Science and Technology. A. Wiley- Interscience Publication John Wiley y Sons, Inc. Vol 1, tomo A-D. 1992.
- ✓ Keller K. y Stahl, W. "Deshidratación de sólidos mediante tamices vibrantes". Ingeniería Química. 1996.
- ✓ Lescano R. Genética y Mejoramiento de Cultivos Alto andinos. INADE/PELT – COTESU. Lima – Perú. 1994.
- ✓ MAG. Revisión Técnica sobre cultivos de raíces y tubérculos Andinos. 1986.
- ✓ Mazza H. Alimentos Funcionales. Aspectos Bioquímicos y de Procesado. Edit. Acribia S.A. Zaragoza – España. 2000.
- ✓ Mc Cabe L., Smith C. y Harriot, P. Operaciones unitarias en la ingeniería química. 6° edición. Edit. Mc Graw Hill. USA. 2002.
- ✓ Montes I. Geografía y Recursos Naturales de Bolivia. La Paz – Bolivia. 1997.
- ✓ Morales A. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y en la Práctica. Edit. Acribia S.A. Zaragoza – España. 1994.
- ✓ Morales N. Secado de papa (*Solanum tuberosum*) por lote con ciclos de atemperado. Tesis licenciatura. ENCB - IPN. México. 2004.
- ✓ Mujumdar S. "Fluidized Bed Drying Technology". Devahastin, S. Ed. Mujumdar's Practical Guide to Industrial Drying Exergex Corp. Montreal. 2000.
- ✓ Pan Y., Whu L., y Kudra, T. Effect of a tempering period on drying of carrot in a vibro – fluidized bed. Drying technol. 1997.
- ✓ Perry R. Manual del Ingeniero Químico. 6° edición. Tomo 2. Edit. Mc Graw Hill. México. 1992.
- ✓ Rodríguez D. Métodos de investigación pecuaria. 1° edición. México. 1991.
- ✓ Romero, C. Deshidratación Osmótica de Tomate de Árbol (*Cyphomandra betacea*). Journal. Food Sciences. Estados Unidos. 2000.

- ✓ Serna O. Química, Almacenamiento e Industrialización de Cereales. 1° edición. Departamento de biotecnología de Alimentos ITESM – México. 1996.
- ✓ Torres A. Ciencia Tecnología Alimentos. 2° edición. 2001.
- ✓ Treybal E. Operaciones de Transferencia de masa. 2° edición. Edit. Mc Graw Hill. México. 2001.
- ✓ Ureña R. y Arrigo M. Introducción a la Evaluación Sensorial. UNALM. Lima – Perú. 1997.
- ✓ Villacrés E., Brito B. y Espín S. Alternativas Agroindustriales con Raíces y Tubérculos Andinos. 1° edición. Quito – Ecuador, 2006.

**ARTICULO CIENTÍFICO**

**“DETERMINACIÓN DE LOS PARAMETROS ADECUADOS DE LA DESHIDRATACIÓN DE OCA (*Oxalis tuberosa* Mol.) MEDIANTE LECHO FLUIDIZADO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA”**

**Franklin ORE ARECHE**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial – Facultad de Ciencias Agrarias

Universidad Nacional de Huancavelica

Ciudad Universitaria de Común Era – Acobamba

**Email: frank-agroin@hotmail.com**

**RESUMEN**

En la presente investigación “**Determinación de los parámetros adecuados de la deshidratación de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) mediante lecho fluidizado para la obtención de harina**”, se trabajó con muestras de oca proveniente de Torowichccana, distrito de Acobamba, las cuales fueron sometidos a un lavado en agua con una concentración de Hipoclorito de Sodio de 1 ppm, en seguida se sometió a un soleado por 10 días con la finalidad de reducir el ácido oxálico de la muestra, luego nuevamente fue sometido a un lavado y selección, en seguida se picó la oca con un espesor de 1 cm y se llevó a un acondicionamiento en Ácido Cítrico en 0,4% por 5 min para evitar el pardeamiento enzimático, inicialmente la materia prima tubo una humedad de 81,91%, luego se llevó al deshidratador de lecho fluidizado a distintas temperaturas (60; 70 y 80 °C) y dos tiempos diferentes para cada uno (80 y 100 min); con 5 repeticiones para cada tratamiento, con la finalidad de determinar la temperatura y tiempo adecuado para la deshidratación.

Para poder comparar las repeticiones de la deshidratación, fue necesario poner en cuarentena la harina de oca, luego evaluar las características sensoriales mediante tres evaluaciones sensoriales con 30 panelistas semi entrenados, cada evaluación con los mismos panelistas; de la cual se obtuvo el mejor tratamiento (6934), con los siguientes puntajes para sus atributos de calidad: Apariencia general (4,15), color (3,93), olor (4,08) y textura (3,86), los puntajes

están por encima de los demás tratamientos. Entonces se puede destacar que el tratamiento sometido a 100°C por un tiempo de 60 min es el más adecuado puesto que mantiene las características organolépticas propias de la oca. Al tratamiento (6934) se analizó las propiedades fisicoquímicas obteniendo los siguientes valores: Azúcares reductores (35,4%), con un pH de 5,90 y los resultados del Análisis químico proximal son: Humedad (13,32%), Grasa (0,96%), Proteína (3,74%), Fibra (2,96%), Ceniza (3,39%) y Carbohidratos (75,63%), el análisis microbiológico con los siguientes resultados: Numeración de Aerobios Mesófilos viables (UFC/g) ( $3,3 \times 10^2$ ), Numeración de hongos y levaduras (UFC/g) ( $2,5 \times 10^2$ ) y Numeración de Coliformes (UFC/g) (menor de 10). Se puede destacar que la harina de oca mantiene las características organolépticas propias del producto para su uso Agroindustrial.

**PALABRAS CLAVE:** Deshidratación, Lecho fluidizado, Harina de Oca.

## ABSTRACT

In the present research "Determination of the parameters made suitable of the dehydration of intervening Oca (*Oxalis tuberosa* Mol) fluidized bed for the obtaining of flour", was worked up with Oca originating samples of Torowichccana district of Acobamba, which were washing in water with a concentration of Sodium Hypochlorite of 1 ppm, at once it submitted to one sunny for 10 days with the aim of shortening the oxalic acid of the sample, next again was subjected to a washing and selection, at once Mother Goose with a thickness of 1 cm became annoyed and He walked away with a conditioning in citric acid in 0,4 % for 5 min to avoid the enzymatic pardeamiento, initially the raw material tube 81,91 % humidity, next he walked away with the dehydrator of bed once different temperatures was fluidized (60; 70 and 80 °C) and two different times for each one (80 and 100 min); With 5 repetitions for each treatment, with the aim of determining temperature and appropriate time for dehydration.

In order to be able to compare the repetitions of dehydration, it was necessary to quarantine goose's flour, next evaluating the sensorial characteristics by means of three sensory evaluations with 30 half-way trained panelists, each evaluation with the same panelists; Of

whom obtained the best treatment itself (6934), with the following scores for his high-quality attributes: General appearance (4,15), color (3,93), odor (4,08) and texture (3,86), scores are above the other treatments. Then he can stand out than the treatment submitted to 100 °C the for 60 min's time is the best suited since he holds the own organoleptic traits of Mother Goose. Physicochemical properties obtaining the following values (6934) were analyzed to the treatment: The reducing sugars (35,4 %), with a pH of 5,90 and the results of the proximal Chemical Analysis are: Humidity (13,32 %), Grasa (0,96 %), Proteína (3,74 %), Fibra (2,96 %), Ceniza (3,39 %) and Carbohidratos (75,63 %), the microbiological analysis with the following results: Aerobios Mesófilos's numbering viable (UFC g) ( $3,3 \times 10^2$ ), Numeración of mushrooms and yeasts (UFC g) ( $2,5 \times 10^2$ ) and Coliformes's Numeración (UFC g) (under 10). He can stand out that the goose flour holds the own organoleptic traits of the product for its Agroindustrial use.

PASSWORDS: Dehydration, fluidized Lecho, Oca of Harina.

## INTRODUCCIÓN

La deshidratación por lecho fluidizado es un proceso para la preservación de alimentos. Esta técnica consiste en la eliminación de la totalidad del agua libre de un sólido, lo que permite que se reduzcan las reacciones químicas e inhiban el crecimiento microbiano, por consiguiente se prolonga la vida útil de los alimentos y/o productos.

Las actuales exigencias de los consumidores, constituyen una oportunidad para convertir un cultivo sub-explotado en un producto promisorio, inclusive con perspectivas de exportación, mediante la aplicación de tecnologías como la deshidratación por lecho fluidizado que consiste en eliminar el agua contenida en el alimento, por medio de aire caliente, para de esta manera obtener productos de alta calidad nutricional y, bajo costo, de igual forma que sean muy similares en color y sabor al del alimento fresco y, puedan ser conservados por largos periodos de tiempo evitando así desecharlos en los campos por que comienza el proceso de deterioro y, al ser un producto de insuficiente demanda el desperdicio es aún mayor,

provocando el desinterés de cultivar estos tubérculos, delegándolos a la extinción progresiva de este cultivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ámbito de estudio

El presente estudio tubo por referencia cuatro fases sumamente importantes desde el proceso de deshidratado que se desarrolló en el local de la Corporación Jarcon del Perú, en la ciudad de Huancayo – Junín, la molienda se desarrolló en las instalaciones de la molinera La Moderna, en la ciudad de Acobamba – Huancavelica, la evaluación sensorial se llevó acabo en el Laboratorio de Procesamiento Agroindustrial de la E. A. P. de Agroindustrias de la Universidad Nacional de Huancavelica, en la ciudad de Acobamba; el análisis químico proximal de la oca y el análisis fisicoquímico de la harina de oca se desarrolló en el Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú – Junín y el análisis de datos como la redacción de informe final en la provincia de Acobamba del departamento de Huancavelica.

### Análisis químico proximal de la oca y de la harina de oca

- ✓ **Humedad:** Consiste en secar la muestra en la estufa a una temperatura de 105 °C hasta un peso constante, el secado tiene una duración de 3 – 4 horas.
- ✓ **Grasa:** Por el método de Soxhlet la medida del volumen de grasa separada por centrifugado de una mezcla de la muestra con reactivos ácido alcalinos o neutros; y la medida de cambios en el índice de refracción o en el peso específico por variación de la concentración de la grasa en disolución.
- ✓ **Proteína:** Sometiendo a un calentamiento y digestión una muestra problema con ácido sulfúrico concentrado, los hidratos de carbono y las grasas se destruyen hasta formar CO<sub>2</sub> y agua, la proteína se descompone con la formación de amoniaco, el cual interviene en la reacción con el ácido sulfúrico y forma el sulfato de amonio este sulfato en medio ácido es resistente y su destrucción con desprendimiento de amoniaco sucede solamente en medio básico; luego de la formación de la sal de amonio actúa una base fuerte al 50% y se

desprende el nitrógeno en forma de amoníaco, este amoníaco es retenido en una solución de ácido bórico al 2.5% y titulado con HCl al 0,1 N.

- ✓ **Fibra:** Se basa en la sucesiva separación de la ceniza, proteína, grasa y sustancia extraída libre de nitrógeno; la separación de estas sustancias se logra mediante el tratamiento con una solución débil de ácido sulfúrico y álcalis, agua caliente y acetona. El ácido sulfúrico hidroliza a los carbohidratos insolubles (almidón y parte de hemicelulosa), los álcalis transforman en estado soluble a las sustancias albuminosas, separan la grasa, disuelven parte de la hemicelulosa y lignina, el éter o acetona extraen las resinas, colorantes, residuos de grasa y eliminan el agua. Después de todo este tratamiento el residuo que queda es la fibra bruta.
- ✓ **Ceniza:** Se lleva a cabo por medio de incineración seca y consiste en quemar la sustancia orgánica de la muestra problema en la mufla a una temperatura de  $550\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , con esto la sustancia orgánica se combustiona y se forma el  $\text{CO}_2$ , agua y la sustancia inorgánica (sales minerales) se queda en forma de residuos, la incineración se lleva a cabo hasta obtener una ceniza color gris o gris claro.
- ✓ **Carbohidratos:** Se determinó por diferencia.  
Los análisis se realizaron siguiendo la siguiente metodología:  
Humedad (Ref. NTP N° 205.002.1979)  
Grasa (Ref. NTP N° 205.006.1980)  
Proteína (AOAC, 1990)  
Fibra (Ref. NTP N° 205.004.1979)  
Cenizas (Ref. NTP N° 205.003.1980)  
Carbohidratos (Por diferencia)

#### **Determinación del pH**

Método de OFATYSA (1990)

#### **Determinación de los azúcares totales**

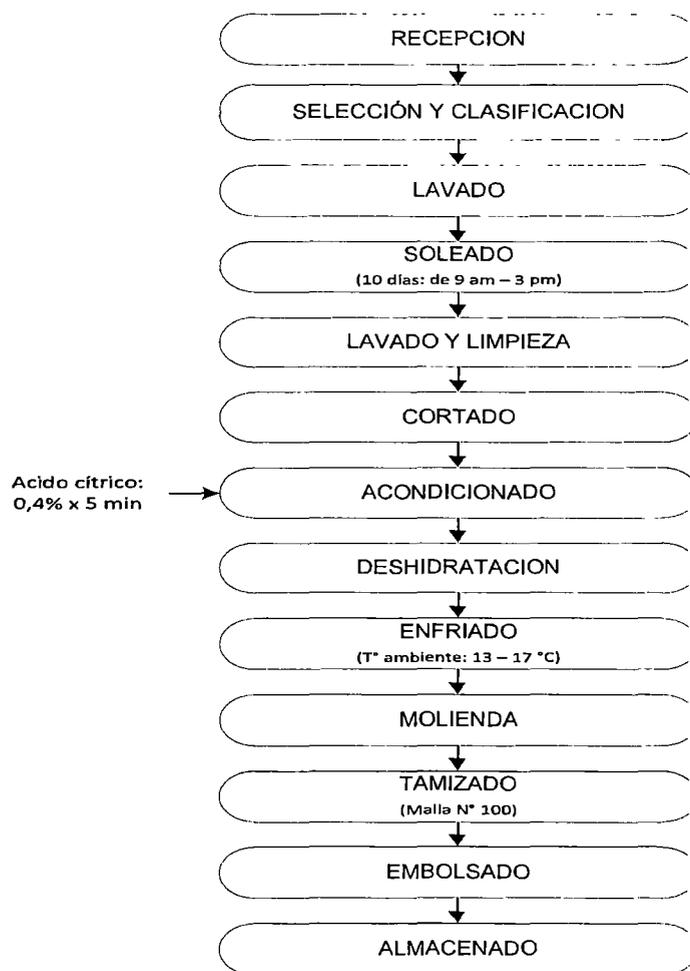
Método de FEHLING

### Análisis microbiológico de la harina de oca

Los análisis microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Control de Calidad de la Universidad Nacional del Centro del Perú, para el efecto se tomó la muestra ganadora de la evaluación sensorial.

### Procedimiento experimental de la deshidratación de oca

Figura N° 05: Diagrama de flujo de la deshidratación de oca mediante Lecho Fluidizado



Fuente: Elaboración propia

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### Característica químico proximal de la materia prima

Una de las importancias es la comparación de la materia prima con los valores obtenidos por Collazos (1990), como se muestra en el Cuadro N° 28.

**Cuadro N° 28:** Comparación de la composición fisicoquímica (g/100 g) de la oca, con los valores obtenidos por Collazos.

Análisis	Resultados de oca fresca	
Humedad (%)	81,92	82,00*
Grasa (%)	0,09	0,08*
Proteína (%)	1,43	1,42*
Fibra (%)	1,23	1,25*
Ceniza (%)	2,01	2,00*
Carbohidratos	13,32	13,30*

\* Valores obtenidos por Collazos, (1990).

Fuente: Elaboración propia, (2014).

### Análisis químico proximal de la oca

- ✓ Humedad: La oca fresca analizada reportó un 81,92% valor ligeramente inferior a lo reportado por Collazos (1990) quien encontró un 82,00%.
- ✓ Grasa: El valor obtenido de la oca fresca analizada reportó un 0,09% de grasa, valor ligeramente superior a lo reportado por Collazos (1990), quien encontró un valor de 0,08%.
- ✓ Proteína: La oca fresca analizada reportó un 1,43% de proteína valor ligeramente superior a lo reportado por Collazos (1990) quien encontró un 1,42%.
- ✓ Fibra: La oca fresca analizada reportó un 1,23% de fibra valor ligeramente inferior a lo reportado por Collazos (1990) quien encontró un 1,25%.
- ✓ Ceniza: La oca fresca analizada reportó un 2,01% de ceniza valor ligeramente superior a lo reportado por Collazos (1990) quien encontró un 2,00%.

- ✓ Carbohidratos: La oca fresca analizada reportó un 13,32% de carbohidratos valor ligeramente superior a lo reportado por Collazos (1990) quien encontró un 13,30%.

### **Análisis fisicoquímico de la harina de oca**

#### **Azucres totales de la harina de oca**

Se reportó 35,4% valor inferior a lo reportado por Cajamarca (2010), que obtuvo 59,1%; esto podría ser por el tipo de oca y la horas de exposición a los rayos solares.

#### **pH de la harina de oca**

De acuerdo al resultado de la determinación del pH reportó 5,90 que indica que es ligeramente ácida, el valor es similar al obtenido por Cajamarca (2010), que obtuvo un pH de 6,0.

#### **Análisis químico proximal de la harina de oca**

Comparación de la materia prima con la harina de oca.

**Cuadro N° 29:** Comparación de la composición químico proximal (g/100 g) de la oca y de la harina de oca del tratamiento adecuado.

<b>Análisis</b>	<b>Resultados</b>	
	<b>Oca fresca</b>	<b>Harina de oca</b>
Humedad (%)	81,92	13,32
Grasa (%)	0,09	0,96
Proteína (%)	1,43	3,74
Fibra (%)	1,23	2,96
Ceniza (%)	2,01	3,39
Carbohidratos	13,32	75,63

Fuente: Elaboración propia, (2014).

- ✓ Humedad: La harina oca analizada reporto un 13,32% debido a que durante la deshidratación el agua contenida en el alimento fue eliminada en forma de vapor mientras se aplica aire caliente; el valor obtenido de humedad indica que existe mayor

tiempo de vida útil, pues tendrá una conservación óptima gracias a su bajo contenido de humedad. El valor determinado de la harina de oca está dentro de los rangos de humedad para las harinas (13 – 15), como menciona la NTP (1986), también el valor es próximo a lo reportado por Cajamarca (2010) quien encontró un 13,30%.

- ✓ Grasa: El valor obtenido de la harina de oca analizada reporto un 0,96% de grasa, valor que se incrementa durante la eliminación del agua contenida por el alimento.
- ✓ Proteína: La harina de oca analizada reporto un 3,74% de proteína, esto se debe a que a medida que progresa la deshidratación el agua disminuye y los solutos se concentran, el valor es inferior a lo reportado por Cajamarca (2010) quien encontró un 9,8. Esto debido a que Cajamarca no peló la materia prima.
- ✓ Fibra: La harina de oca analizada reporto un 2,96% de fibra, esta diferencia se debe a que en el proceso de deshidratado el almidón se gelatiniza y la celulosa se cristalinice ocasionando que la textura sea más rígida y dura, el valor es inferior a lo reportado por Cajamarca (2010) quien encontró un 7,3. Esto debido a que Cajamarca no peló la materia prima.
- ✓ Ceniza: La harina de oca analizada reporto un 3,39% de ceniza este incremento en el deshidratado se debe a que la muestra de oca en el proceso de deshidratación perdió un porcentaje de agua, permitiendo que los elementos minerales se encuentren en mayor concentración, valor es inferior a lo reportado por Cajamarca (2010) quien encontró un 8,1. Esto debido a que Cajamarca no peló la materia prima.
- ✓ Carbohidratos: La harina de oca analizada reporto un 75,63% de carbohidratos valor que se incrementa cuando un producto es expuesto al rayo solar y/o deshidratado.

### **Rendimiento**

El rendimiento de la oca para la obtención de harina fue de 15,89%, inferior al rendimiento obtenido por Cajamarca (2010), que obtuvo un rendimiento de 22,32%. La diferencia sería por el tipo de deshidratación que se realizó, ya que Cajamarca deshidrato en secador de bandejas.

### **Evaluación sensorial de la harina de oca**

Se selecciona al tratamiento "6934" como el mejor porque en la evaluación sensorial mantiene en el primer lugar sus atributos con los siguientes puntajes: apariencia general (4,1533), color (3,93), olor (4,08) y textura (3,8633), el cual fue tratado a una temperatura de 60 °C por un tiempo de 100 minutos.

### **Análisis microbiológico de la harina de oca**

La harina de oca fue evaluada después de 40 días de almacenamiento con los siguientes resultados: Numeración de Aerobios Mesófilos viables (UFC/g) de  $3,3 \times 10^2$ ; Numeración de hongos y levaduras (UFC/g) de  $2,5 \times 10^2$  y Numeración de Coliformes (UFC/g) reportando ausencia. Los resultados indican que la harina de oca se encuentra dentro de los parámetros de los requisitos microbiológicos dadas por DIGESA (2000), donde señala que toda harina debe encontrarse exenta de microorganismos patógenos, los rangos permisibles para el caso de las harinas son las siguientes: Recuento de Mesófilos viables de  $10^2$  a  $10^6$ , hongos y levaduras de  $10^2$  a  $10^4$  y Coliformes totales menor a 10, y por lo tanto la harina de se encuentra en condiciones óptimas para su consumo y comercialización.

### **Temperatura y tiempo de deshidratación**

El tratamiento "6934" fue deshidratado a una temperatura de 60 °C por un tiempo de 100 min, el cual obtuvo el mayor puntaje en todos sus atributos en la evaluación sensorial. La temperatura y el tiempo son diferentes a lo reportado por Cajamarca (2010) que reporto 80°C por 150 min, esto sería debido al uso de distintos métodos de deshidratación; mientras que la temperatura y tiempo a lo reportado por Fano *et al.* (2008), son cercanos, que son de 70 °C por 90 min. De donde se obtendría la siguiente conclusión que a mayor temperatura menor tiempo de deshidratación y a menor temperatura mayor tiempo de deshidratación.

## CONCLUSIONES

- ✓ Los parámetros adecuados para la obtención de harina de oca, en la deshidratación mediante lecho fluidizado fueron los siguientes: temperatura de 60 °C por un tiempo de 100 minutos.
- ✓ Se determinó las características químico proximal de la oca como materia, arrojando los siguientes valores: Humedad (81,92%), Grasa (0,09%), Proteína (1,43%), Fibra (1,23%), Ceniza (2,01%) y Carbohidratos (13,32%).
- ✓ Se determinó las características fisicoquímicas de la harina de oca como producto final tratado a una temperatura de 60 °C por un tiempo de 100 min, arrojando los siguientes valores: Azúcares totales (35,4%), pH (5,90), Humedad (13,32%), Grasa (0,96%), Proteína (3,74%), Fibra (2,96%), Ceniza (3,39%) y Carbohidratos (75,63%).
- ✓ El rendimiento de la oca para lo obtención de harina mediante deshidratación de lecho fluidizado fue de 15,89%, tratado a un tiempo de 100 minutos a 60 °C.
- ✓ En la evaluación sensorial se realizó con 30 panelistas semi entrenados que demostraron que el tratamiento "6934", que se trató a una temperatura de 60 °C por un tiempo de 100 min fue la más aceptada, la cual presento los mejores atributos de calidad: Apariencia general (4,15), color (3,93), olor (4,08) y textura (3,86), obteniendo un promedio general de 4,01 que dentro de la escala hedónica es "Bueno".
- ✓ Los análisis microbiológicos realizados, se hallan dentro de los márgenes permitidos en las especificaciones de calidad, con los siguientes resultados: Numeración de Aerobios Mesófilos viables (UFC/g) de  $3,3 \times 10^2$ ; Numeración de hongos y levaduras (UFC/g) de  $2,5 \times 10^2$  y Numeración de Coliformes (UFC/g) menor de 10; lo cual nos demuestra que es apta para el consumo humano.
- ✓ Durante el transcurso del soleado las ocas sufrieron un cambio en su apariencia física, la textura adquirió un color rojizo, los extremos se oscurecieron y los tubérculos se volvieron arrugados en cuanto a su sabor es dulce y muy agradable, todo esto debido a que la temperatura oscilaba entre los 12 °C a 15 °C.

- ✓ El tratamiento térmico de las láminas de oca con Ácido Cítrico desnaturaliza y separa las paredes celulares del tejido, por lo que se mejora la velocidad de salida de la humedad de las muestras durante la deshidratación.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- ✓ A.O.A.C. "Official Methods of Analysis". Association of Analytical Chemists. USA: Board. 1995.
- ✓ Cadima X. Tubérculos. Botánica Económica de los Andes Centrales Editores: M. Morales R., B. Ollgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius y H. Balslev Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia. 2006.
- ✓ Cajamarca E. "Evaluación nutricional de la oca (*Oxalis tuberosa sara-oca*) fresca, endulzada y deshidrata en secador de bandejas". Riobamba – Ecuador. 2010.
- ✓ Cañizares A., Bonafine O. y Laverde D. Deshidratación de productos vegetales. Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado de Monagas. 1997.
- ✓ Cárdenas M. Manual de Plantas Económicas de Bolivia. 2ª edición. La Paz- Bolivia. 1989.
- ✓ Collazos, C. Tabla de Composición de los Alimentos Peruanos. Instituto Nacional de Nutrición. Lima – Perú. 1990.
- ✓ CCI (Corporación Colombia Internacional). "Oca un Cultivo Promisorio, Exótica" Colombia. 1999,
- ✓ Cortes H. "Alcances de la Investigación en Tubérculos Andinos Oca, Olluco y Maswa o Isaño". Ministerio de Agricultura, Resultados y recomendaciones de eventos técnicos N° 235. Huaraz – Perú. 1981.
- ✓ Fairlie T.; Morales M. y Holle M. "Raíces y tubérculos Andinos", CIP – Perú. 1999.
- ✓ Fano P., Victoria T., Anaya I., Vizcarra M. y Santiago T. "Secado de zanahoria (*Daucus carota*) en lecho fluidizado por lotes con ciclos de atemperado y su efecto sobre el contenido de carotenos", 2008.
- ✓ Fellows, P. Tecnología .del Proceso de los Alimentos. Edit. Acribia, Zaragoza – España. 1994.

- ✓ Ferreyra R. "Flora del Perú Dicotiledoneas". Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú. 1986.
- ✓ Foust A. "Principios de Operaciones Unitarias"; Edit. Cecs. México. 1990.
- ✓ Fustero S. "Deshidratación de Alimentos". 3° edición. 2008.
- ✓ Geankoplis J. Procesos de transporte y operaciones unitarias. México. 3° edición. México. CECSA. 1998.
- ✓ Gutiérrez, F. "Secado y enfriado de productos por técnica de lecho fluido". Alimentación, Equipos y tecnología. 1999.
- ✓ Hui H. Encyclopedia of Food Science and Technology. A. Wiley- Interscience Publication John Wiley y Sons, Inc. Vol 1, tomo A-D. 1992.
- ✓ Keller K. y Stahl, W. "Deshidratación de sólidos mediante tamices vibrantes". Ingeniería Química. 1996.
- ✓ Lescano R. Genética y Mejoramiento de Cultivos Alto andinos. INADE/PELT – COTESU. Lima – Perú. 1994.
- ✓ MAG. Revisión Técnica sobre cultivos de raíces y tubérculos Andinos. 1986.
- ✓ Mazza H. Alimentos Funcionales. Aspectos Bioquímicos y de Procesado. Edit. Acribia S.A. Zaragoza – España. 2000.
- ✓ Mc Cabe L., Smith C. y Harriot, P. Operaciones unitarias en la ingeniería química. 6° edición. Edit. Mc Graw Hill. USA. 2002.
- ✓ Montes I. Geografía y Recursos Naturales de Bolivia. La Paz – Bolivia. 1997.
- ✓ Morales A. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y en la Práctica. Edit. Acribia S.A. Zaragoza – España. 1994.
- ✓ Morales N. Secado de papa (*Solanum tuberosum*) por lote con ciclos de atemperado. Tesis licenciatura. ENCB - IPN. México. 2004.
- ✓ Mujumdar S. "Fluidized Bed Drying Technology". Devahastin, S. Ed. Mujumdar's Practical Guide to Industrial Drying Exergex Corp. Montreal. 2000.
- ✓ Pan Y., Whu L., y Kudra, T. Effect of a tempering period on drying of carrot in a vibro – fluidized bed. Drying technol. 1997.

- ✓ Perry R. Manual del Ingeniero Químico. 6° edición. Tomo 2. Edit. Mc Graw Hill. México. 1992.
- ✓ Rodríguez D. Métodos de investigación pecuaria. 1° edición. México. 1991.
- ✓ Romero, C. Deshidratación Osmótica de Tomate de Árbol (*Cyphomandra betacea*). Journal. Food Sciences. Estados Unidos. 2000.
- ✓ Serna O. Química, Almacenamiento e Industrialización de Cereales. 1° edición. Departamento de biotecnología de Alimentos ITESM – México. 1996.
- ✓ Torres A. Ciencia Tecnología Alimentos. 2° edición. 2001.
- ✓ Treybal E. Operaciones de Transferencia de masa. 2° edición. Edit. Mc Graw Hill. México. 2001.
- ✓ Ureña R. y Arrigo M. Introducción a la Evaluación Sensorial. UNALM. Lima – Perú. 1997.
- ✓ Villacrés E., Brito B. y Espín S. Alternativas Agroindustriales con Raíces y Tubérculos Andinos. 1° edición. Quito – Ecuador, 2006.

**ANEXOS**

## ANEXO N° 01

## FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

NOMBRE: .....

FECHA: ..... / ..... / .....

HORA: .....

PRODUCTO: Harina de Oca

A continuación se presentan muestras de Harina de Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.). Observa detenidamente cada una de las muestras y evalúa sus atributos, luego ubicar la calificación de acuerdo a la siguiente escala en base a su opinión.

ESCALA	CALIFICACIÓN
Muy bueno	5
Bueno	4
Más o menos	3
Malo	2
Muy malo	1

ATRIBUTOS A EVALUAR	TRATAMIENTOS					
	6224	3500	3831	5770	9440	6934
Apariencia general						
Color						
Olor						
Textura						

COMENTARIOS:

.....

.....

.....

¡MUCHAS GRACIAS!

## ANEXO N° 02

## COMPARACIÓN MÚLTIPLE DE LA HUMEDAD DE LOS TRATAMIENTOS DE LA HARINA DE OCA UTILIZANDO EL SOFTWARE SPSS 17.0

## Comparaciones múltiples

Humedad  
DMS

(I) Tratamien tos	(J) Tratamien tos	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-0,81000*	0,02094	0,000	-0,8532	-0,7668
	3	-0,95800*	0,02094	0,000	-1,0012	-0,9148
	4	-1,21200*	0,02094	0,000	-1,2552	-1,1688
	5	-0,31200*	0,02094	0,000	-0,3552	-0,2688
	6	-1,31200*	0,02094	0,000	-1,3552	-1,2688
2	1	0,81000*	0,02094	0,000	0,7668	0,8532
	3	-0,14800*	0,02094	0,000	-0,1912	-0,1048
	4	-0,40200*	0,02094	0,000	-0,4452	-0,3588
	5	0,49800*	0,02094	0,000	0,4548	0,5412
	6	-0,50200*	0,02094	0,000	-0,5452	-0,4588
3	1	0,95800*	0,02094	0,000	0,9148	1,0012
	2	0,14800*	0,02094	0,000	0,1048	0,1912
	4	-0,25400*	0,02094	0,000	-0,2972	-0,2108
	5	0,64600*	0,02094	0,000	0,6028	0,6892
	6	-0,35400*	0,02094	0,000	-0,3972	-0,3108
4	1	1,21200*	0,02094	0,000	1,1688	1,2552
	2	0,40200*	0,02094	0,000	0,3588	0,4452
	3	0,25400*	0,02094	0,000	0,2108	0,2972
	5	0,90000*	0,02094	0,000	0,8568	0,9432
	6	-0,10000*	0,02094	0,000	-0,1432	-0,0568
5	1	0,31200*	0,02094	0,000	0,2688	0,3552
	2	-0,49800*	0,02094	0,000	-0,5412	-0,4548
	3	-0,64600*	0,02094	0,000	-0,6892	-0,6028
	4	-0,90000*	0,02094	0,000	-0,9432	-0,8568

	6	-1,00000*	0,02094	0,000	-1,0432	-0,9568
6	1	1,31200*	0,02094	0,000	1,2688	1,3552
	2	0,50200*	0,02094	0,000	0,4588	0,5452
	3	0,35400*	0,02094	0,000	0,3108	0,3972
	4	0,10000*	0,02094	0,000	0,0568	0,1432
	5	1,00000*	0,02094	0,000	0,9568	1,0432

\* La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05.

**ANEXO N° 03**  
**COMPARACIÓN MÚLTIPLE DEL RENDIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS DE LA HARINA DE OCA UTILIZANDO EL SOFTWARE SPSS 17.0**

**Comparaciones múltiples**

RENDIMIENTO  
DMS

(I) VAR00003	(J) VAR00003	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-6,10200*	0,02838	0,000	-6,1606	-6,0434
	3	1,03200*	0,02838	0,000	0,9734	1,0906
	4	-4,97400*	0,02838	0,000	-5,0326	-4,9154
	5	1,82000*	0,02838	0,000	1,7614	1,8786
	6	-3,42600*	0,02838	0,000	-3,4846	-3,3674
2	1	6,10200*	0,02838	0,000	6,0434	6,1606
	3	7,13400*	0,02838	0,000	7,0754	7,1926
	4	1,12800*	0,02838	0,000	1,0694	1,1866
	5	7,92200*	0,02838	0,000	7,8634	7,9806
	6	2,67600*	0,02838	0,000	2,6174	2,7346
3	1	-1,03200*	0,02838	0,000	-1,0906	-,9734
	2	-7,13400*	0,02838	0,000	-7,1926	-7,0754
	4	-6,00600*	0,02838	0,000	-6,0646	-5,9474
	5	,78800*	0,02838	0,000	0,7294	0,8466
	6	-4,45800*	0,02838	0,000	-4,5166	-4,3994
4	1	4,97400*	0,02838	0,000	4,9154	5,0326
	2	-1,12800*	0,02838	0,000	-1,1866	-1,0694
	3	6,00600*	0,02838	0,000	5,9474	6,0646
	5	6,79400*	0,02838	0,000	6,7354	6,8526
	6	1,54800*	0,02838	0,000	1,4894	1,6066
5	1	-1,82000*	0,02838	0,000	-1,8786	-1,7614
	2	-7,92200*	0,02838	0,000	-7,9806	-7,8634
	3	-,78800*	0,02838	0,000	-,8466	-,7294
	4	-6,79400*	0,02838	0,000	-6,8526	-6,7354

	6	-5,24600*	0,02838	0,000	-5,3046	-5,1874
6	1	3,42600*	0,02838	0,000	3,3674	3,4846
	2	-2,67600*	0,02838	0,000	-2,7346	-2,6174
	3	4,45800*	0,02838	0,000	4,3994	4,5166
	4	-1,54800*	0,02838	0,000	-1,6066	-1,4894
	5	5,24600*	0,02838	0,000	5,1874	5,3046

\* La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05.

## ANEXO N° 04

COMPARACIONES MÚLTIPLES DE LA APARIENCIA GENERAL, COLOR, OLOR Y TEXTURAS DE LOS TRATAMIENTOS DE HARINA DE OCA UTILIZANDO EL SOFTWARE SPSS 17.0

## Comparaciones múltiples

APARIENCIA  
DMS

(I)TRATAMIENTOS	(J)TRATAMIENTOS	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2,00	-,0233	0,10039	0,817	-0,2218	0,1751
	3,00	0,0833	0,10039	0,408	-0,1151	0,2818
	4,00	0,1600	0,10039	0,113	-0,0384	0,3584
	5,00	0,1433	0,10039	0,156	-0,0551	0,3418
	6,00	-0,3167*	0,10039	0,002	-0,5151	-0,1182
2	1,00	0,0233	0,10039	0,817	-0,1751	0,2218
	3,00	0,1067	0,10039	0,290	-0,0918	0,3051
	4,00	0,1833	0,10039	0,070	-0,0151	0,3818
	5,00	0,1667	0,10039	0,099	-0,0318	0,3651
	6,00	-0,2933*	0,10039	0,004	-0,4918	-0,0949
3	1,00	-0,0833	0,10039	0,408	-0,2818	0,1151
	2,00	-0,1067	0,10039	0,290	-0,3051	0,0918
	4,00	0,0767	0,10039	0,446	-0,1218	0,2751
	5,00	0,0600	0,10039	0,551	-0,1384	0,2584
	6,00	-0,4000*	0,10039	0,000	-0,5984	-0,2016
4	1,00	-0,1600	0,10039	0,113	-0,3584	0,0384
	2,00	-0,1833	0,10039	0,070	-0,3818	0,0151
	3,00	-0,0767	0,10039	0,446	-0,2751	0,1218
	5,00	-0,0167	0,10039	0,868	-0,2151	0,1818
	6,00	-0,4767*	0,10039	0,000	-0,6751	-0,2782
5	1,00	-0,1433	0,10039	0,156	-0,3418	0,0551
	2,00	-0,1667	0,10039	0,099	-0,3651	0,0318
	3,00	-0,0600	0,10039	0,551	-0,2584	0,1384
	4,00	0,0167	0,10039	0,868	-0,1818	0,2151

	6,00	-0,4600*	0,10039	0,000	-0,6584	-0,2616
6	1,00	0,3167*	0,10039	0,002	0,1182	0,5151
	2,00	0,2933*	0,10039	0,004	0,0949	0,4918
	3,00	0,4000*	0,10039	0,000	0,2016	0,5984
	4,00	0,4767*	0,10039	0,000	0,2782	0,6751
	5,00	0,4600*	0,10039	0,000	0,2616	0,6584

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 0,151.

\* La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05.

**Comparaciones múltiples**

COLOR  
DMS

(I)TRATAMI ENTOS	(J)TRATAMIE NTOS	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2,00	0,0733	0,09610	0,447	-0,1166	0,2633
	3,00	0,3100*	0,09610	0,002	0,1201	0,4999
	4,00	0,1667	0,09610	0,085	-0,0233	0,3566
	5,00	-0,1100	0,09610	0,254	-0,2999	0,0799
	6,00	-0,2433*	0,09610	0,012	-0,4333	-0,0534
2	1,00	-0,0733	0,09610	0,447	-0,2633	0,1166
	3,00	0,2367*	0,09610	0,015	0,0467	0,4266
	4,00	0,0933	0,09610	0,333	-0,0966	0,2833
	5,00	-0,1833	0,09610	0,058	-0,3733	0,0066
	6,00	-0,3167*	0,09610	0,001	-0,5066	-0,1267
3	1,00	-0,3100*	0,09610	0,002	-0,4999	-0,1201
	2,00	-0,2367*	0,09610	0,015	-0,4266	-0,0467
	4,00	-0,1433	0,09610	0,138	-0,3333	0,0466
	5,00	-0,4200*	0,09610	0,000	-0,6099	-0,2301
	6,00	-0,5533*	0,09610	0,000	-0,7433	-0,3634
4	1,00	-0,1667	0,09610	0,085	-0,3566	0,0233
	2,00	-0,0933	0,09610	0,333	-0,2833	0,0966
	3,00	0,1433	0,09610	0,138	-0,0466	0,3333
	5,00	-0,2767*	0,09610	0,005	-0,4666	-0,0867

	6,00	-0,4100*	0,09610	0,000	-0,5999	-0,2201
5	1,00	0,1100	0,09610	0,254	-0,0799	0,2999
	2,00	0,1833	0,09610	0,058	-0,0066	0,3733
	3,00	0,4200*	0,09610	0,000	0,2301	0,6099
	4,00	0,2767*	0,09610	0,005	0,0867	0,4666
	6,00	-0,1333	0,09610	0,167	-0,3233	0,0566
6	1,00	0,2433*	0,09610	0,012	0,0534	0,4333
	2,00	0,3167*	0,09610	0,001	0,1267	0,5066
	3,00	0,5533*	0,09610	0,000	0,3634	0,7433
	4,00	0,4100*	0,09610	0,000	0,2201	0,5999
	5,00	0,1333	0,09610	0,167	-0,0566	0,3233

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 0,139.

\* La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05.

### Comparaciones múltiples

OLOR  
DMS

(I)TRATAMI ENTOS	(J)TRATAMI ENTOS	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Limite inferior	Limite superior
1	2,00	0,0467	0,09605	0,628	-0,1432	0,2365
	3,00	0,0633	0,09605	0,511	-0,1265	0,2532
	4,00	0,1033	0,09605	0,284	-0,0865	0,2932
	5,00	0,0000	0,09605	1,000	-0,1898	0,1898
	6,00	-0,5667*	0,09605	0,000	-0,7565	-0,3768
2	1,00	-0,0467	0,09605	0,628	-0,2365	0,1432
	3,00	0,0167	0,09605	0,862	-0,1732	0,2065
	4,00	0,0567	0,09605	0,556	-0,1332	0,2465
	5,00	-0,0467	0,09605	0,628	-0,2365	0,1432
	6,00	-0,6133*	0,09605	0,000	-0,8032	-0,4235
3	1,00	-0,0633	0,09605	0,511	-0,2532	0,1265
	2,00	-0,0167	0,09605	0,862	-0,2065	0,1732
	4,00	0,0400	0,09605	0,678	-0,1498	0,2298
	5,00	-0,0633	0,09605	0,511	-0,2532	0,1265

	6,00	-0,6300*	0,09605	0,000	-0,8198	-0,4402
4	1,00	-0,1033	0,09605	0,284	-0,2932	0,0865
	2,00	-0,0567	0,09605	0,556	-0,2465	0,1332
	3,00	-0,0400	0,09605	0,678	-0,2298	0,1498
	5,00	-0,1033	0,09605	0,284	-0,2932	0,0865
	6,00	-0,6700*	0,09605	0,000	-0,8598	-0,4802
5	1,00	0,0000	0,09605	1,000	-0,1898	0,1898
	2,00	0,0467	0,09605	0,628	-0,1432	0,2365
	3,00	0,0633	0,09605	0,511	-0,1265	0,2532
	4,00	0,1033	0,09605	0,284	-0,0865	0,2932
	6,00	-0,5667*	0,09605	0,000	-0,7565	-0,3768
6	1,00	0,5667*	0,09605	0,000	0,3768	0,7565
	2,00	0,6133*	0,09605	0,000	0,4235	0,8032
	3,00	0,6300*	0,09605	0,000	0,4402	0,8198
	4,00	0,6700*	0,09605	0,000	0,4802	0,8598
	5,00	0,5667*	0,09605	0,000	0,3768	0,7565

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 0,138.

\* La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05.

### Comparaciones múltiples

TEXTURA

DMS

(I)TRATAMI ENTOS	(J)TRATAMIEN TOS	Diferencia de medias (I-J)	Error tip.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2,00	-0,2733*	0,10911	0,013	-0,4890	-0,0577
	3,00	0,1900	0,10911	0,084	-0,0256	0,4056
	4,00	-0,0633	0,10911	0,563	-0,2790	0,1523
	5,00	0,0033	0,10911	0,976	-0,2123	0,2190
	6,00	-0,7000*	0,10911	0,000	-0,9156	-0,4844
2	1,00	0,2733*	0,10911	0,013	0,0577	0,4890
	3,00	0,4633*	0,10911	0,000	0,2477	0,6790
	4,00	0,2100	0,10911	0,056	-0,0056	0,4256

	5,00	0,2767*	0,10911	0,012	0,0610	0,4923
	6,00	-0,4267*	0,10911	0,000	-0,6423	-0,2110
3	1,00	-0,1900	0,10911	0,084	-0,4056	0,0256
	2,00	-0,4633*	0,10911	0,000	-0,6790	-0,2477
	4,00	-0,2533*	0,10911	0,022	-0,4690	-0,0377
	5,00	-0,1867	0,10911	0,089	-0,4023	0,0290
	6,00	-0,8900*	0,10911	0,000	-1,1056	-0,6744
4	1,00	0,0633	0,10911	0,563	-0,1523	0,2790
	2,00	-0,2100	0,10911	0,056	-0,4256	0,0056
	3,00	0,2533*	0,10911	0,022	0,0377	0,4690
	5,00	0,0667	0,10911	0,542	-0,1490	0,2823
	6,00	-0,6367*	0,10911	0,000	-0,8523	-0,4210
5	1,00	-0,0033	0,10911	0,976	-0,2190	0,2123
	2,00	-0,2767*	0,10911	0,012	-0,4923	-0,0610
	3,00	0,1867	0,10911	0,089	-0,0290	0,4023
	4,00	-0,0667	0,10911	0,542	-0,2823	0,1490
	6,00	-0,7033*	0,10911	0,000	-0,9190	-0,4877
6	1,00	0,7000*	0,10911	0,000	0,4844	0,9156
	2,00	0,4267*	0,10911	0,000	0,2110	0,6423
	3,00	0,8900*	0,10911	0,000	0,6744	1,1056
	4,00	0,6367*	0,10911	0,000	0,4210	0,8523
	5,00	0,7033*	0,10911	0,000	0,4877	0,9190

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 0,179.

\* La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05.

**ANEXO N° 05****DETERMINACIÓN DE HUMEDAD (Ref. NTP N° 205.002.1979)**

Consiste en secar la muestra en la estufa a una temperatura de 100 – 105 °C hasta un peso constante, el secado tiene una duración de 3 – 4 horas.

**Procedimiento:**

- ✓ Regula la temperatura de la estufa (100 °C – 105 °C.)
- ✓ Pesar el crisol y anotar el peso.
- ✓ Pesar 1 – 10 g de muestra directamente en el crisol de porcelana previamente tarado (anotar el peso del crisol y la muestra), repartir uniformemente en su base.
- ✓ Colocar el crisol en la estufa a 103 °C por un lapso de 3 - 4 horas.
- ✓ Saque el crisol de la estufa y colocar en el desecador, para enfriar a temperatura ambiente.
- ✓ Pesar el crisol con todo el contenido.

**Cálculo:**

$$\%H = \frac{P_2 - P_3}{P_2 - P_1} \times 100$$

**Donde:**

- %H = Porcentaje de humedad
- P<sub>1</sub> = Peso del crisol (g)
- P<sub>2</sub> = Peso del crisol + muestra (g)
- P<sub>3</sub> = Peso del crisol + muestra incinerada (g)

## ANEXO N° 06

### DETERMINACIÓN DE GRASA (Ref. NTP N° 205.006.1980)

También llamado determinación de lípidos crudos, grasa neutra o extracto etéreo; en este método, las grasas de la muestra son extraídas con éter de petróleo, en un equipo Soxhlet de extracción intermitente; posteriormente se evalúa como porcentaje del peso después de evaporar el solvente. Se debe tomar en cuenta que los valores obtenidos en esta determinación dependen en gran medida del método utilizado, por lo que para obtener resultados reproducibles, es importante seguir cuidadosamente el procedimiento indicado.

#### Procedimiento:

- ✓ Preparar los matraces de extracción con anticipación, ponerlos a peso constante y pesarlos en balanza analítica.
- ✓ Pesar en un trozo de papel filtro a peso constante de 3 a 5 g de la muestra seca y molida, enrollar el papel con la muestra y colocarlo en un dedal. Colocar los dedales en la unidad de extracción.
- ✓ Agregar a cada matraz 150 mL de éter de petróleo, y conectarlos al extractor.
- ✓ Llevar a ebullición y ajustar el calentamiento de tal manera que se obtengan alrededor de 10 reflujos por hora. Permitir la extracción de las grasas durante 8 horas como mínimo.
- ✓ Pasado el tiempo de extracción, tras el último reflujo, retirar el dedal con la muestra de la unidad de extracción (llevarlo a la campana de extracción).
- ✓ Evaporar el éter del matraz por destilación.
- ✓ Completar la evaporación colocando el matraz en la estufa durante media hora para eliminar completamente el éter.
- ✓ Enfriar los matraces en un desecador y pesarlos.

#### Cálculo:

$$\text{Extracto etéreo} = \frac{\text{Matraz con grasa (g)} - \text{Peso de matraz (g)}}{\text{Peso de muestra (g)}} \times 100$$

## ANEXO N° 07

### DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA (MÉTODO DE LA AOAC, 1990)

Sometiendo a un calentamiento y digestión una muestra problema con ácido sulfúrico concentrado, los hidratos de carbono y las grasas se destruyen hasta formar CO<sub>2</sub> y agua, la proteína se descompone con la formación de amoníaco, el cual interviene en la reacción con el ácido sulfúrico y forma el sulfato de amonio este sulfato en medio ácido es resistente y su destrucción con desprendimiento de amoniaco sucede solamente en medio básico; luego de la formación de la sal de amonio actúa una base fuerte al 50% y se desprende el nitrógeno en forma de amoníaco, este amoníaco es retenido en una solución de ácido bórico al 2,5% y titulado con HCl al 0,1 N.

#### Procedimiento:

- ✓ Pesar exactamente alrededor de 40 mg de muestra e introducirla en el balón de digestión Kjeldhal.
- ✓ Anadir: 1,5 g de Sulfato de Potasio o Sulfato de Sodio, 40 mg de HgO y 3 mL de Ácido Sulfúrico concentrado procurando no manchar las paredes del mismo.
- ✓ Colocar el balón en el digestor y calentar hasta obtener un líquido transparente
- ✓ Enfriar el balón y a su contenido, adicionar 4 mL de agua destilada para disolver el contenido que al enfriarse se solidifica.
- ✓ Verter lo anterior en el balón de destilación del equipo, adicionando otros 4 mL de agua destilada para enjuagar el balón.
- ✓ Cerrar la llave y añadir 8 mL de Hidróxido de Sodio al 40% y 2 mL de Tiosulfato de Sodio al 5% dejando pasar lentamente al balón de destilación.
- ✓ Recibir el destilado en un vaso conteniendo 6 mL de Ácido Bórico 4%, al que se le añade una o dos gotas de indicador mixto rojo de metilo y Bromocresol (400 mg de rojo de metilo más 250 mg de verde de Bromocresol, disuelto en 250 mL de Etanol al 95%)
- ✓ El tubo de salida del destilador debe estar sumergido en el vaso que contiene los reactivos.
- ✓ Destilar hasta obtener unos 15 mL de destilado.
- ✓ Titular el destilado con HCl N/10
- ✓ La determinación debe hacerse por duplicado

**Cálculos:**

$$\%P = (1,40)(F) \left[ \frac{V_1 \times N_1}{m} \right]$$

**Donde:**

- %P = Contenido de proteína en porcentaje de masa
- F = Factor para transformar el % N<sub>2</sub> en proteína, que es específico para cada alimento
- V<sub>1</sub> = Volumen de HCl N/10 empleado para titular la muestra en mL
- N<sub>1</sub> = Normalidad del HCl
- m = Muestra (g)

**Proteína en Base Seca:**

$$\%PBS = \frac{100 \times \%PB}{\%MS}$$

**Donde:**

- %PBS = Porcentaje de Proteína en Base Seca.
- %PB = Porcentaje de Proteína Bruta
- %MS = Porcentaje de Materia Seca

## ANEXO N° 08

### DETERMINACIÓN DE LA FIBRA TOTAL (Ref. NTP N° 205.004.1979)

Se basa en la sucesiva separación de la ceniza, proteína, grasa y sustancia extraída libre de nitrógeno; la separación de estas sustancias se logra mediante el tratamiento con una solución débil de ácido sulfúrico y álcalis, agua caliente y acetona. El ácido sulfúrico hidroliza a los carbohidratos insolubles (almidón y parte de hemicelulosa), los álcalis transforman en estado soluble a las sustancias albuminosas, separan la grasa, disuelven parte de la hemicelulosa y lignina, el éter o acetona extraen las resinas, colorantes, residuos de grasa y eliminan el agua. Después de todo este tratamiento el residuo que queda es la fibra bruta.

#### Procedimiento:

- ✓ Se pesa 1 g de la muestra problema por adición en un papel aluminio y se registra este peso. ( $W_1$ )
- ✓ Se coloca la muestra en el vaso y se pesa el papel con el sobrante y se anota este peso. ( $W_2$ ). A cada vaso con la muestra se coloca 200 mL de  $HSO_4$  al 7% mas 2 mL de alcohol n-amílico; estos vasos colocamos en las hornillas del digestor levantando lentamente haciendo coincidir los vasos con los bulbos refrigerantes.
- ✓ Se deja por el tiempo de 25 minutos regulando la  $T^\circ$  de la perilla en 7, también controlando que el reflujo de agua) entre funcionando adecuadamente (etapa de digestión ácida).
- ✓ A los 25 minutos se baja la temperatura de la posición 7 a 2,5 y se añade 20 mL de NaOH al 22% manejando los vasos con sumo cuidado y se deja por unos 30 minutos exactos. Los tiempos se toman desde que empieza la ebullición.
- ✓ Una vez terminada la digestión alcalina se arma el equipo de bomba de vacío, preparando además los crisoles de Gooch con su respectiva lana de vidrio para proceder a la filtración, colocar los crisoles en la bomba, filtrando de esta manera el contenido de los vasos realizando su lavado con agua destilada caliente.
- ✓ En las paredes del vaso se raspa con el policía los residuos que están adheridos para enjuagar posteriormente. El lavado se realiza con 200 mL de agua, se debe tratar con cuidado la filtración para evitar que se derrame por las paredes del crisol.

- ✓ Luego se coloca los crisoles en una caja petri y sobre la sustancia retenida en la lana de vidrio se añade acetona hasta cubrir el contenido en el crisol para eliminar agua, pigmentos y materia orgánica. Posteriormente se pasa los crisoles con toda la caja petri a la estufa por el lapso de 8 horas para secar a una temperatura de 105 °C.
- ✓ Se saca al desecador y se realiza el primer peso registrando en primera instancia. (W3).
- ✓ Una vez pesados son llevados hasta la mufla a una temperatura de 600 °C por un tiempo de 4 horas como mínimo una vez que la mufla ha alcanzado la temperatura indicada.
- ✓ Terminado este tiempo los crisoles son sacados de la mufla al desecador por un tiempo de 30 minutos para finalmente realizar el segundo peso del crisol más las cenizas. (W4)
- ✓ Finalmente por diferencia de pesos se realiza el cálculo de la fibra bruta.

**Cálculo:**

$$\%FT = \frac{W_3 - W_4}{W_2 - W_1} \times 100$$

**Donde:**

- FT = Fibra total
- W<sub>1</sub> = Peso del papel solo
- W<sub>2</sub> = Peso del papel más muestra húmeda
- W<sub>3</sub> = Peso del crisol más muestra seca
- W<sub>4</sub> = Peso del crisol más cenizas

## ANEXO N° 09

### DETERMINACIÓN DE CENIZAS (Ref. NTP N° 205.003.1980)

Se lleva a cabo por medio de incineración seca y consiste en quemar la sustancia orgánica de la muestra problema en la mufla a una temperatura de  $550\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , con esto la sustancia orgánica se combustiona y se forma el  $\text{CO}_2$ , agua y la sustancia inorgánica (sales minerales) se queda en forma de residuos, la incineración se lleva a cabo hasta obtener una ceniza color gris o gris claro.

#### Procedimiento:

- ✓ Colocar la cápsula en la mufla y calentarla durante  $550\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; transferirle al desecador para enfriamiento y pesarla con aproximación al 0,1 mg.
- ✓ Pesar en la cápsula, 10 g de muestra con aproximación al 0,1 mg y colocar sobre la fuente calórica a  $150\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$  para evaporación.
- ✓ Adicionar gotas de aceite de oliva y continuar el calentamiento hasta que cese el borboteo.
- ✓ Colocar la capsula con su contenido en la mufla a  $550\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , hasta obtener cenizas blancas las cuales deben humedecerse con gotas de agua destilada.
- ✓ Evaporar sobre la fuente calórica y proceder a calcinar nuevamente en la mufla a  $550\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$  por un tiempo de 4 horas como mínimo, hasta obtener cenizas blancas. Después de este tiempo se saca al desecador por 30 minutos.

#### Cálculo:

$$\%C = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \times 100$$

#### Donde:

%C = Porcentaje de ceniza

m = Peso de la cápsula vacía (g).

$m_1$  = Peso de la cápsula con la muestra antes de la incineración (g).

$m_2$  = Peso de la cápsula con las cenizas después de la incineración (g).

## ANEXO N° 10

### DETERMINACIÓN DE AZÚCAR TOTALES (MÉTODO DE FEHLING)

Los azúcares que tienen en su estructura grupos aldehídicos o cetónicos libres reaccionan como agentes reductores libres y se llaman azúcares reductores. (Método de FEHLING).

#### Procedimiento:

- ✓ Se pesa 5 g de muestra previamente homogenizada y colocar en un balón de 500 mL, adicionar 15 mL de Carrez I y 15 mL de Carrez II, agitando después de cada adición.
- ✓ Aforar a 500 mL con agua destilada y filtrar por filtro de pliegues, el filtrado colocar en una bureta de 50 mL.
- ✓ En un erlenmeyer de 250 mL colocar 5 mL de la solución de fehling A y 5 mL de la solución de fehling B, mezclar y añadir 40 mL de agua destilada, y colocar en una fuente calorífica y calentar hasta ebullición; en este momento y controlando el tiempo con un cronómetro empezar añadir lentamente cada 2 segundos y en pequeñas cantidades de 0,5 mL la solución problema desde la bureta, sin dejar de hervir.
- ✓ A los 2 minutos de ebullición adicionar 3 gotas de la solución indicadora de azul de metileno y continuar la titulación a ritmo de 0,1 mL por segundo hasta color rojo brillante.
- ✓ Repetir la titulación adicionando de una sola vez el volumen gastado inicialmente en la titulación anterior menos 0,5 mL; titular a ritmo de 0,05 mL cada 10 segundos.
- ✓ El punto final debe alcanzar en un período de ebullición de 2 a 3 minutos.

#### Cálculo:

$$\%AR = \frac{A \times a}{W \times V} \times 100$$

#### Donde:

%AR = Porcentaje de Azúcares Reductores

A = Aforo de la muestra

a = Título de Fehling

W = Peso de la muestra en gramos

V = Volumen gastado en la titulación

## ANEXO N° 11

### DETERMINACIÓN DEL pH (MÉTODO DE OFATYSA - 1997)

Se puede determinar colorimétricamente mediante los indicadores adecuados, pero para su mayor exactitud, se ha de recurrir a métodos eléctricos mediante el uso de pH-metros (INDECOPI 1997).

#### **Procedimiento:**

- ✓ Si la muestra corresponde a productos densos o heterogéneos, homogeneizarla con ayuda de una pequeña cantidad de agua (recientemente hervida y enfriada) con agitación.
- ✓ Colocar en el vaso de precipitación aproximadamente 10 g la muestra preparada, añadir 100 mL de agua destilada (recientemente hervida y enfriada) y agitarla suavemente.
- ✓ Si existen partículas en suspensión, dejar en reposos el recipiente para que el líquido se decante.
- ✓ Determinar el pH introduciendo los electrodos del potenciómetro, en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que estos no toquen las paredes del recipiente, ni las partículas sólidas.

## ANEXO N° 12

### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO UFC (MÉTODO DE LA AOAC - 2000)

El conocimiento de la microbiología es la base para el manejo adecuado de los productos alimenticios. Así pues, el estudio del número y tipo de microorganismos presentes en un alimento permite:

- ✓ Conocer la fuente de contaminación del producto en examen. Evaluar las condiciones higiénicas de trabajo en las que se procesan o preparan los alimentos.
- ✓ Detectar la posible presencia de flora patógena que causa problemas de salud en el consumidor.
- ✓ Establecer en qué momento se producen fenómenos de alteración en los distintos alimentos, con el propósito de delimitar su periodo de conservación.

#### Procedimientos:

- ✓ Preparar las muestras del alimento según lo indicado para la preparación y dilución de los homogeneizados.
- ✓ Añadir a cada placa 20 mL de Agar Saboraud modificado fundido y enfriado a 45 – 50 °C
- ✓ Se toma 1 mL de muestra y agregarlo sobre una placa que contiene agar Saboraud.
- ✓ Usado asa bacteriológica, previamente esterilizada, esparcir la muestra por toda la placa.
- ✓ Sellar las placas con papel graff.
- ✓ Incubarlas en posición normal a 37 °C por 24 a 48 horas.

#### Cálculo:

$$ufc = n \times f$$

#### Donde:

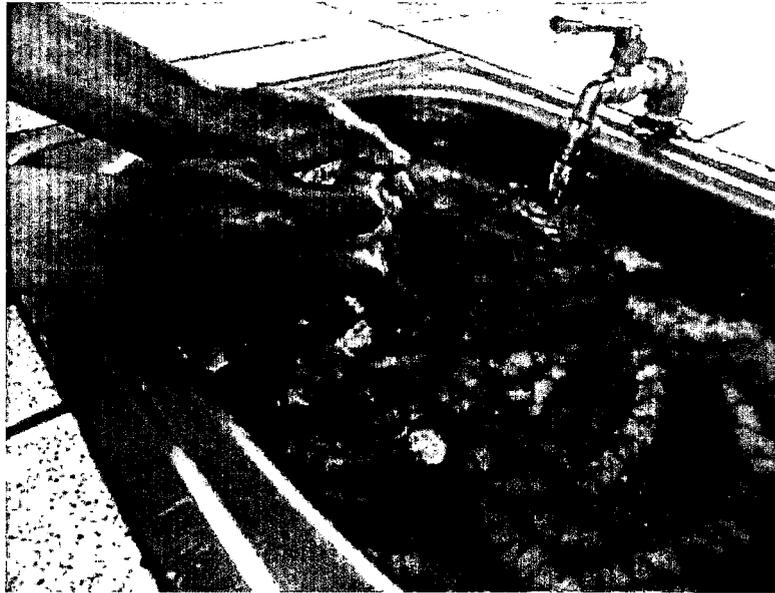
Ufc = Unidades formadoras de colonias por g ó mL de producto.

n = Numero de colonias contadas en la placa

10 = Factor para convertir el inóculo a 1 mL

f = Factor de dilución

**ANEXO N° 13**  
**IMÁGENES DEL PROCESO**



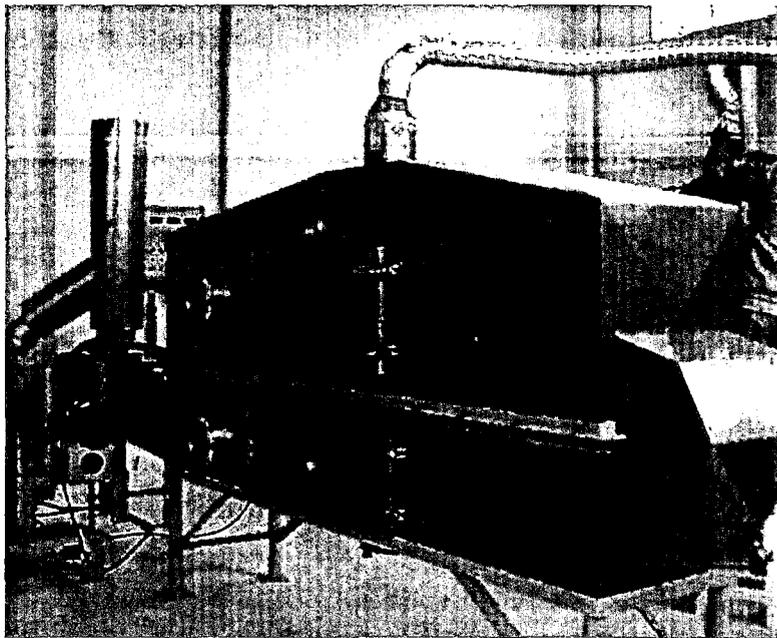
**Imagen N° 01: Lavado de Oca**



**Imagen N° 02: Soleado de la Oca**



**Imagen N° 03: Tratamiento de la Oca**



**Imagen N° 04: Deshidratación de la Oca**



**Imagen N° 05: Oca deshidratada**



**Imagen N° 06: Muestras de harina de Oca**



Imagen N° 07: Evaluación sensorial

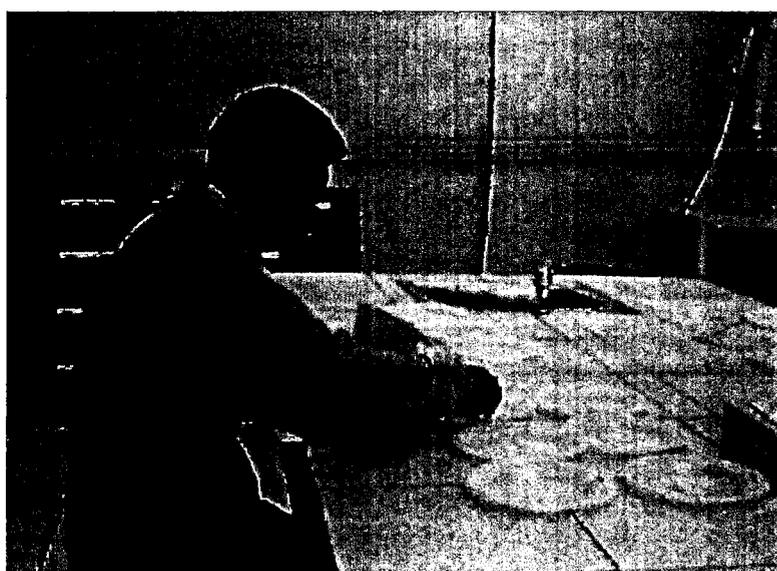


Imagen N° 08: Evaluación sensorial



# CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA: INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981

Http://www.uncp.edu.pe

## INFORME DE ENSAYO N° 0320/2013 - LCC - FAIIA - UNCP

SOLICITANTE : FRANKLIN ORE ARECHE  
DIRECCIÓN : ACOBAMBA - HUANCAVELICA.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : OCA FRESCA  
MARCA : S/M  
ENVASE : BOLSA DE POLIETILENO  
TAMAÑO DE MUESTRA : 1 UNIDAD  
FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA : 08/11/13  
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 15/11/13  
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0320-2013

### RESULTADOS:

#### 1. ANALISIS FISICOQUIMICO :

ANÁLISIS	RESULTADO
Humedad (%)	81.92
Grasa (%)	0.09
Proteína (%)	1.43
Fibra (%)	1.23
Ceniza (%)	2.01

#### MÉTODOS DE ENSAYO:

1. HUMEDAD : REF. NTP N° 205.002:1979
2. GRASA : REF. NTP N° 205.006:1600
3. PROTEINA : AOAC. 1980
4. CENIZA : REF. NTP N° 205.004:1979

LOS RESULTADOS SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA, CONSERVACIÓN, ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO.  
LOS ANALISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

#### ADVERTENCIA:

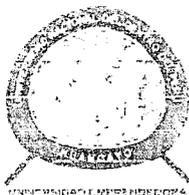
EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE SOLO A LA MUESTRA. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA LEY PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DETERMINACIÓN DE ESTE PRODUCTO SE MANTENDRÁ POR 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 15 DE NOVIEMBRE DEL 2013.



*Ing. Yesenia M. Ugarte Meléndez*  
Jefe de la División Microbiológica  
LCC - FAIIA - UNCP

Página 1/1



# CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981  
Http://www.uncp.edu.pe

## INFORME DE ENSAYO N° 0366/2013 - LCC – FAIA - UNCP

SOLICITANTE : FRANKLIN ORE ARECHE  
DIRECCIÓN : ACOBAMBA - HUANCAMELICA.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : HARINA DE OCA  
MARCA : S/M  
ENVASE : BOLSA DE POLIETILENO  
TAMAÑO DE MUESTRA : 1 UNIDAD  
FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA : 13/12/13  
FECHA DE TERMINO DE ENSAYO : 20/12/13  
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0365-2013

### RESULTADOS:

#### 1. ANALISIS FISICOQUIMICO :

ANÁLISIS	RESULTADO
pH	5.90

METODOS DE ENSAYO:  
1. pH : OFATYSA 1990

LOS RESULTADOS SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA, CONSERVACIÓN, ASI COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO  
LOS ANALISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECIFICA POR EL INTERESADO.

#### ADVERTENCIA:

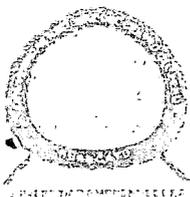
EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DIAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE SOLO A LA MUESTRA. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DETERMINACIÓN DE ESTE PRODUCTO SE MANTENDRÁ POR 90 DIAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 20 DE DICIEMBRE DEL 2013.



*Artica Mallqui*  
GERENTE DE CALIDAD  
LCC - FAIA - UNCP

Página 1/1



# CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA: INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981  
<http://www.uncp.edu.pe>

## INFORME DE ENSAYO N° 0365/2013 - LCC - FAIA - UNCP

SOLICITANTE : FRANKLIN ORE ARECHE  
DIRECCIÓN : ACOBAMBA - HUANCVELICA.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : HARINA DE OCA  
MARGA : S/M  
ENVASE : BOLSA DE POLIETILENO  
TAMAÑO DE MUESTRA : 1 UNIDAD  
FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA : 13/12/13  
FECHA DE TERMINO DE ENSAYO : 20/12/13  
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0365-2013

### RESULTADOS:

#### 1. ANALISIS FISICOQUIMICO :

ANÁLISIS	RESULTADO
Humedad (%)	13.32
Grasa (%)	0.96
Proteína (%)	3.74
Fibra (%)	2.96
Ceniza (%)	3.39
Carbohidratos	75.63

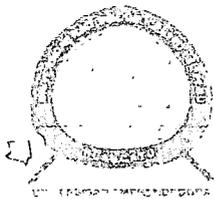
MÉTODOS DE ENSAYO:  
1. HUMEDAD : REF. NTP N° 205.002:1979  
2. GRASA : REF. NTP N° 205.006:1980  
3. PROTEÍNA : AOAC, 1990  
4. CENIZA : REF. NTP N° 205.004:1979  
5. FIBRA : REF. NTP N° 205.003:1980  
6. CARBOHIDRATOS : POR DIFERENCIA

LOS RESULTADOS SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA, CONSERVACIÓN, ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO.  
LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA:  
EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE SOLO A LA MUESTRA. LA CORRECCIÓN O EMENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DETERMINACIÓN DE ESTE PRODUCTO SE MANTENDRÁ POR 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 20 DE DICIEMBRE DEL 2013.





# CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA: INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981  
Http://www.uncp.edu.pe

## INFORME DE ENSAYO N° 0368/2013 - LCC - FAIA - UNCP

SOLICITANTE : FRANKLIN ORE ARECHE  
DIRECCIÓN : ACOBAMBA - HUANCAMELICA.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : HARINA DE OCA  
MARCA : S/M  
ENVASE : BOLSA DE POLIETILENO  
TAMAÑO DE MUESTRA : 1 UNIDAD  
FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA : 13/12/13  
FECHA DE TERMINO DE ENSAYO : 20/12/13  
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0365-2013

### RESULTADOS:

#### 1. ANALISIS MICROBIOLÓGICO :

ANÁLISIS	RESULTADO
Numeracion nde coliformes (UFC/g)	Menor de 10

MÉTODOS DE ENSAYO:  
1. COLIFORMES : AOAC.2000

LOS RESULTADOS SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA, CONSERVACIÓN, ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO  
LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

#### ADVERTENCIA:

EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DIAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE SOLO A LA MUESTRA. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DIRIMENCIA DE ESTE PRODUCTO SE MANTENDRÁ POR 90 DIAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 20 DE DICIEMBRE DEL 2013.



MSc. Luz Arica Mallqui  
GERENTE DE CALIDAD  
LCC - FAIA - UNCP