



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**“EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE LA OCA (*Oxalis tuberosa sara-oca*)  
FRESCA, ENDULZADA Y DESHIDRATA EN SECADOR DE BANDEJAS”**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**BIOQUÍMICO FARMACEÚTICO**

**PRESENTADO POR:**

**ESTHER ELIZABETH CAJAMARCA RUIZ**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2010**

## **DEDICATORIA**

*Dedico el siguiente trabajo de investigación a todas las personas que forman parte de mi vida diaria a mis PADRES, quienes me inspiran con el ejemplo de su esfuerzo, trabajo y dedicación, por ellos persevero para ser mejor persona cada día, a mi HERMANA quien me guía constantemente demostrando que la única meta que no es posible alcanzar es aquella que no es fijada, además es quien apoya lo que mejor para mí y mis HERMANOS y , a los docentes que entregan sus conocimientos día a día en las aulas, personas que son excelentes profesionales pero sobre todo seres humanos únicos.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A mis Padres por haberme brindado la dicha de crecer en un hogar con momentos felices, pero también con circunstancias tristes, pues eso me ha ayudado a formarme como persona y a buscar apoyo en Dios y en la Virgen de Baños, a razonar y no preguntarme porque ocurren las cosas sino el para que de cada una ellas.*

*A la Escuela de Bioquímica y Farmacia por brindarnos docentes con calidad profesional pero sobre todo humana.*

*A los Doctores; Carlos Pilamunga y Olga Lucero, mi infinito agradecimiento por su apoyo desde las aulas, hasta el desarrollo del trabajo de investigación, su entrega, dedicación y amor por la Docencia son personas dignas de inspiración.*

*Al Ing. Hannibal Brito, por su tiempo y guía en conocimientos necesarios para el desarrollo del presente trabajo.*

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

El Tribunal de Tesis certifica que El trabajo de investigación: **“EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE LA OCA (*Oxalis tuberosa sara-oca*) FRESCA, ENDULZADA Y DESHIDRATA EN SECADOR DE BANDEJAS”**, de responsabilidad de la señorita egresada Esther Elizabeth Cajamarca Ruiz, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Dra. Yolanda Díaz <b>DECANA FAC. CIENCIAS</b>	-----	-----
Dr. Luis Guevara <b>DIRECTOR (e) ESCUELA BIOQUÍMICA Y FARMACIA</b>	-----	-----
Dr. Carlos Pilamunga <b>DIRECTOR DE TESIS</b>	-----	-----
Ing. Hannibla Brito <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	-----	-----
Dra. Olga Lucero <b>DELEGADA DE LA DECANA</b>	-----	-----
Tc. Carlos Rodriguez <b>DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN</b>	-----	-----
<b>NOTA DE TESIS</b>	-----	

Yo, Esther Elizabeth Cajamarca Ruiz, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

---

**ESTHER ELIZABETH CAJAMARCA RUIZ**

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AOAC	Association of Official Analytical Chemist
A	Área
°C	Grados Celsius
g	Gramos
h	Hora
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
INNE	Instituto Nacional de Nutrición Ecuatoriana
Kg	Kilogramo
L	Litro
ms	Masa seca
m.s.n.m	Metros sobre el nivel del mar
min	Minutos
mg	Miligramo
mL	Mililitro
mm	Milímetro
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
%	Porcentaje
pH	Potencial de Hidrógeno
p	Promedio
RTAs	Raíces y tubérculos Andinos
t	Tiempo
T	Total
$\mu$	Media muestral
UPC	Unidades propagadoras de colonias
§	Varianza

## INTRODUCCIÓN

Los cambios demográficos y sociales de la población ecuatoriana, impulsan el desarrollo de nuevas alternativas en cuanto a productos alimenticios se trata pues de buscar elevar el nivel de salud y la calidad de vida, reduciendo la crisis alimentaria por la cual atraviesan los países en vía de desarrollo.

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 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 putrefacción y, al ser un producto de insuficiente demanda el desperdicio es aún mayor, provocando el desinterés de cultivar estos tubérculos, delegándolos a la desaparición progresiva de este cultivo (30).

El origen y área de domesticación de los tubérculos se encuentran en los Andes centrales. De los cuatro tubérculos andinos (papa, oca, papalisa e isaño), sólo la papa se ha difundido a nivel mundial, llegando a ocupar el cuarto lugar en importancia después trigo, arroz y maíz. La oca (*Oxalis tuberosa*), papalisa (*Ullucus tuberosus*) e isaño (*Tropaeolum tuberosum*) básicamente se han quedado en las alturas de los Andes, cuya conservación y uso se halla relacionada a aspectos socio-culturales de los pobladores andinos. Entre estas especies de tubérculos menores; se muestran altos niveles de nutrición. Sin embargo estos poseen un valor nutricional tan bueno o mejor que el de la papa (67).

Estas especies se asocian con la altitud, se cultivan en pequeñas áreas bajo sistemas de producción tradicionales y en condiciones difíciles, pero es imprescindible para asegurar

la diversificación alimentaria y el sustento de las poblaciones que viven en mayor riesgo. Por lo tanto, las razones para promover la producción, conservación y uso de estos tubérculos se basan en fundamentos nutricionales, ecológicos y socio-económicos, que a través de los años continuamente han contribuido a la seguridad alimentaria de los pobladores andinos y son parte de su cultura y expresiones sociales (27).

Las posibilidades de fomentar el uso y consumo de las RTAs va a depender en gran medida del conocimiento que se disponga sobre sus principales componentes químicos y de las características físicas, nutricionales y funcionales que se atribuyen para orientar sus posibles usos y aplicaciones (28). A fin de darle un valor agregado a la oca (*Oxalis tuberosa*), se pretende realizar un estudio de evaluación de los componentes nutritivos de la oca fresca y endulzada; antes y después de someter al proceso de deshidratación por el método de bandejas determinando además la temperatura y tiempo óptimo para este proceso de deshidratación. La producción, consumo y utilización de las Raíces y Tubérculos Andinos (RTA) en Ecuador mantienen una tendencia decreciente. Este estudio pretende enfrentar el problema de la pérdida de estos cultivos, con el consiguiente riesgo en la seguridad alimentaria de nuestros pueblos. Como uno de los resultados esperados de este trabajo de investigación es aumentar el consumo de la oca (*Oxalis tuberosa*) a su vez incrementar la competitividad y responder a las demandas cada vez más diversificadas y a las exigencias más precisas de los consumidores al presentar un estudio nutricional y sensorial, del tubérculo fresco y endulzado antes y después de la deshidratación por el método de bandejas aportando con otra alternativa, para responder a las necesidades creadas por la evolución del modo de vida, es decir, que una vez deshidratada adquiera un valor agregado pudiendo ser empleada como ingrediente en las compotas de niños, en la lonchera escolar, además de harina, siempre buscando satisfacer la regla de las 4 S: salud, sabor, seguridad y servicio. En consecuencia, la ampliación de la base alimentaria con las RTAs exige de inversión, investigación y extensión, junto con un mejoramiento de los servicios de procesamiento, comercialización y distribución (34).

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS  
ÍNDICE DE TABLAS  
ÍNDICE DE CUADROS  
ÍNDICE DE GRÁFICOS  
ÍNDICE DE FIGURAS  
ÍNDICE DE ANEXOS  
INTRODUCCIÓN

<b>1</b>	<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>9</b>
1.1	Raíces y tubérculos Andinos.....	9
1.2	Oca ( <i>Oxalis tuberosa sara-oca</i> ).....	10
1.2.1	Origen e Historia.....	10
1.2.2	Taxonomía y morfología.....	12
1.2.3	Características botánicas.....	12
1.2.4	Adaptación de Cultivo.....	14
1.2.4.1	Requerimientos agroecológicos.....	15
1.2.4.2	Semillas.....	16
1.2.5	Variedades.....	17
1.2.6	Composición química y valor nutricional de la Oca ( <i>Oxalis tuberosa</i> ).....	18
1.2.6.1	Valor nutricional.....	19
1.2.7	Preparación y consumo.....	20
1.2.8	Transformación de la oca ( <i>Oxalis tuberosa</i> ).....	21
1.2.8.1	Endulzado de la oca ( <i>Oxalis tuberosa</i> ).....	21
1.2.8.2	Proceso de endulzado.....	21
1.2.8.3	Cambios físico-químico en la fase de endulzamiento.....	22
1.3	Vitamina.....	23
1.3.1	Funciones.....	23
1.3.2	Vitamina C.....	24
1.3.2.1	Características.....	24
1.3.2.2	Usos terapéuticos.....	25
1.4	Deshidratación.....	26
1.4.1	El secado.....	26

1.4.2	Finalidades de secado o deshidratado.....	28
1.4.3	Clasificación de la operación de secado.....	28
1.4.3.1	Tipos de secaderos.....	29
1.4.3	Curvas de secado.....	30
1.4.3.1	Curvas fundamentales de secado.....	30
1.4.3.2	Curvas de secado.....	30
1.4.3.3	Curvas de régimen secado.....	32
1.4.3.4	Proceso de secado.....	35
1.4.5	Descripción del equipo de secador de bandejas.....	37
1.4.5.1	Ventajas.....	38
1.4.7	Efecto de la deshidratación en los alimentos.....	39
1.4.7.1	Textura.....	39
1.4.7.2	Bouquet y aroma.....	40
1.4.7.3	Color.....	40
1.4.7.4	Valor nutricional.....	40
1.5	Análisis Bromatológico.....	41
1.5.1	Análisis Proximal.....	42
1.5.1.1	Determinación de humedad.....	42
1.5.1.2	Determinación de cenizas.....	43
1.5.1.3	Determinación de fibra.....	43
1.5.1.4	Determinación de proteína.....	43
1.5.1.5	Determinación de azúcares.....	44
1.5.1.6	pH.....	44
1.6	Determinación de almidón.....	44
1.7	Métodos Cromatográficos.....	45
1.8	Evaluación sensorial.....	45
1.9	Análisis microbiológico.....	46
1.9.1	Levaduras y mohos.....	46
1.10	Coliformes.....	47
1.10.1	Hábitat del grupo coliforme.....	47
1.10.2	Los coliformes como indicadores.....	47
1.10.3	Bacterias que integran el grupo.....	47

1.10.4	Coliformes e Higiene de alimentos.....	47
1.11	Pruebas estadísticas.....	48
1.11.1	Análisis de Varianzas ADEVA.....	48
1.11.2	Bases del análisis de la varianza.....	49
1.11.3	Test Tukey.....	51
<b>2.2</b>	<b>PARTE EXPERIMENTAL.....</b>	<b>52</b>
2.2.1	Lugar de investigación.....	52
2.2.2	Dispositivos.....	53
2.3	Métodos.....	54
2.3.1	Fase experimental.....	54
2.3.1.1	Análisis físico de la oca.....	54
2.3.1.2	Análisis bromatológico de la oca fresca, endulzada y deshidratada.....	54
2.3.1.3	Análisis del valor nutraceutico de la oca fresca, endulzada y deshidratada.....	66
2.3.1.4	Análisis microbiológico.....	67
2.3.1.5	Deshidratación de la oca.....	69
2.3.2	Análisis estadístico.....	70
<b>3</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>70</b>
3.1	Evaluación sensorial.....	70
3.2	Deshidratación de la oca.....	71
3.3	Contenido de Vitamina C.....	79
3.4	Análisis físico – químico de la oca fresco, endulzada y sus deshidratados....	86
3.5.1	Determinación de humedad.....	88
3.5.2	Contenido de ceniza.....	89
3.5.3	Contenido de fibra.....	90
3.5.4	Contenido de proteína.....	91
3.5.5	Determinación de Azúcares Totales, Reductores y no reductores.....	92
3.5.6	Determinación de pH.....	93
3.5.7	Determinación de Acido oxálico.....	94
3.5.8	Determinación de Almidón.....	95
3.6	Análisis microbiológico de la oca fresco y deshidratado.....	96
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>98</b>

<b>RECOMENDACIONES</b>	.....	<b>99</b>
<b>RESUMEN</b>	.....	<b>100</b>
<b>SUMARY</b>	.....	<b>101</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	.....	<b>102</b>
<b>ANEXOS</b>	.....	<b>112</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No. 1	Taxonomía y Morfología de la Oca.....	12
TABLA No. 2	Características y rendimiento de variedades de ocas en Bolivia	17
TABLA No. 3	Composición Nutricional de la Oca.....	19
TABLA No. 4	Contenido energético de la Oca.....	19
TABLA No. 5	Resultados de un ADEVA.....	49

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No. 1	Resultado de Evaluación Sensorial de oca fresca, endulzada y deshidratada.....	69
CUADRO No. 2	Resultados de tiempo (min) de proceso de deshidratación de la oca fresca a 70°C.....	72
CUADRO No. 3	Resultados de tiempo (min) de proceso de deshidratación de la oca endulzada a 70°C.....	73
CUADRO No. 4	Resultados de tiempo (min) de proceso de deshidratación de la oca fresca a 80°C.....	74
CUADRO No. 5	Resultados de tiempo (min) de proceso de deshidratación de la oca endulzada a 80°C.....	75
CUADRO No. 6	Resultados de tiempo (min) de proceso de deshidratación de la oca fresca a 90°C.....	76
CUADRO No. 7	Resultados de tiempo (min) de proceso de deshidratación de la oca endulzada a 90°C.....	77
CUADRO No. 8	Contenido de Vitamina C en muestras estudiadas.....	78
CUADRO No. 9	Análisis de adeva para ocas frescas y sus deshidratados.....	81
CUADRO No. 10	Test de tukey para el contenido de vitamina C.....	82
CUADRO No. 11	Análisis de adeva para ocas endulzadas y sus deshidratados...	83
CUADRO No. 12	Test de tukey para el contenido de vitamina C.....	84
CUADRO No. 13	Contenido nutricional expresado en muestra seca.....	85
CUADRO No. 14	Contenido promedio de hongos (mohos y levaduras), coliformes totales.....	94

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO No. 1	Curva de secado de la oca fresca a 70°C.....	72
GRÁFICO No. 2	Curva de secado de la oca endulzada a 70°C.....	73
GRÁFICO No. 3	Curva de secado de la oca fresca a 80°C.....	74
GRÁFICO No. 4	Curva de secado de la oca endulzada a 80°C.....	75
GRÁFICO No. 5	Curva de secado de la oca fresca a 90°C.....	76
GRÁFICO No. 6	Curva de secado de la oca endulzada a 90°C.....	77
GRÁFICO No. 7	Relación de contenido de Vitamina C en oca fresca y deshidratada a 70°C, 80°C y 90°C.....	79
GRÁFICO No. 8	Relación de contenido de Vitamina C en oca endulzada y deshidratada a 70°C, 80°C y 90°C.....	80
GRÁFICO No. 9	Relación de contenido de humedad en la oca fresca, endulzada y deshidratado a 80°C.....	86
GRÁFICO No. 10	Relación de contenido de ceniza en la oca fresca, endulzada y deshidratada a 80°C.....	87
GRÁFICO No. 11	Relación de contenido fibra de en la oca fresca, endulzada y deshidratado a 80°C.....	88
GRÁFICO No. 12	Relación de contenido de proteína en la oca fresca, endulzada y deshidratado a 80°C.....	89
GRÁFICO No. 13.	Relación de contenido de azúcares totales, azúcares reductores y no reductores en la oca fresca, endulzada y deshidratado a 80°C.....	90
GRÁFICO No. 14	Relación de pH en oca fresca, endulzada y deshidratada a 80°C.....	91
GRÁFICO No. 15	Relación de contenido de ácido oxálico en oca fresca, endulzada y deshidratada a 80°C.....	92
GRÁFICO No. 16	Relación de contenido de almidón en oca fresca, endulzada y deshidratada a 80°C.....	93
GRÁFICO No. 17	Contenido de hongos (mohos y levaduras) y coliformes en la oca fresca, endulzada y sus deshidratados a 80°C.....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No. 1	Estructura de Vitamina C.....	23
FIGURA No. 2	Curva de humedad en el tiempo.....	30
FIGURA No. 3	Curva de secado vs Humedad.....	31
FIGURA No. 4	Esquema general de un secador de bandejas.....	38

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA No. 1	Variedades de la Oca, ( <i>Oxalis tuberosa</i> ).....	11
FOTOGRAFÍA No. 2	Oca ( <i>Oxalis tuberosa sara-oca</i> ).....	12
FOTOGRAFÍA No. 3	Diversidad de tubérculos de oca cultivada.....	13
FOTOGRAFÍA No. 4	Oca variedad ( <i>Oxalis tuberosa sara-oca</i> ).....	17
FOTOGRAFÍA No. 5	Secador de bandejas.....	36

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO No. 1	Cromatograma del estándar de vitamina C.....	108
ANEXO No. 2	Cromatograma de la oca fresca de vitamina C.....	108
ANEXO No. 3	Cromatograma de la oca fresca-deshidratada de vitamina C...	109
ANEXO No. 4	Cromatograma de la oca endulzada de vitamina C.....	109
ANEXO No. 5	Cromatograma de la oca endulzada-deshidratada de vitamina C.....	110
ANEXO No. 6	Fotografías del proceso de deshidratación.....	110
ANEXO No. 7	Fotografías del de el análisis bromatológico.....	111
ANEXO No. 8	Fotografías de los cultivos microbiológicos.....	114

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO

#### 1.1. RAÍCES Y TUBÉRCULOS ANDINOS (RTAs)

El continente americano es uno de los centros donde se han originado y domesticado especies de plantas cultivadas como la papa, el maíz, la yuca, el camote y el fríjol que han contribuido a la alimentación del mundo, pero también se han originado varias otras especies que son poco conocidas aún pero con potencial para ser explotadas más intensamente. Entre estas especies, están los tubérculos menores: papalisa (*Ullucus tuberosus*), oca (*Oxalis tuberosa*) e isaño (*Tropaeolum tuberosum*); las raíces andinas: arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), yacón (*Smallanthus sonchifolius*), achira (*Canna edulis*), maca (*Lepidium meyenii*) y ajipa (*Pachyrhizus ahipa*); los granos: quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*C. pallidicaule*) y amaranto (*Amaranthus caudatus*); así como las leguminosas como el tarwi (*Lupinus mutabilis*) y el maní (*Arachis hypogaea*).

Los tubérculos como la papa, oca, papalisa e isaño fueron domesticados en los Andes hace miles de años y son parte desde entonces de los patrones alimenticios de los pobladores andinos (20), el ulloco, la oca y, la mashua y las raíces tales como el arracacha, yacón, mauka, achira, ahipa y, maca proporcionan alimento e ingresos económicos a los agricultores pobres de las montañas en las tierras alto andinas.

Estos cultivos poseen una extraordinaria tolerancia a las enfermedades y plagas y se adaptan a ambientes marginales. Tiene un alto rendimiento en suelos pobres y bajo condiciones climáticas adversas. Como resultado, ha evolucionado un mosaico muy complejo de agroecologías para estos cultivos.

Algunos de los nueve cultivos han sido más favorecidos que otros por lo que la intensidad de domesticación y el rango de biodiversidad en estas raíces y tubérculos varían de acuerdo con el cultivo. Todos estos cultivos pueden identificarse históricamente con la cultura indígena, y todos ellos han permanecido tradicionales y no mejorados. Estos cultivos son bastante desconocidos fuera de la región Andina (27).

Las RTAs tienen características agronómicas y bioquímicas apropiadas para la transformación y proceso necesario para expandir su utilización. Las tendencias de producción, área y rendimiento sugieren la oportunidad y la necesidad de diversificar el uso de estos cultivos mediante procesos sencillos y de bajo costo orientados a:

- Incrementar el valor de las RTAs.
- Disminuir las pérdidas poscosecha y utilizar los productos procesados fuera de la época de cosecha.
- Incrementar el ingreso de los agricultores.
- Fomentar la integración de microempresas familiares en la economía de mercado.
- Impulsar la industria nacional a través de la demanda de equipos requeridos para el procesamiento y las actividades de preservación (2) (63).

## **1.2. OCA (*Oxalis tuberosa*)**

### **1.2.1 ORIGEN E HISTORIA**

**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 8,000 años de antigüedad. Se han encontrado restos de sus tubérculos comestibles en tumbas de la costa, lejos de sus lugares de cultivo originales (49).

La oca, es un tubérculo andino, originaria de los Andes Centrales, el origen de la oca podría estar entre el sur del Perú y Bolivia. Se cultiva en pequeñas parcelas asociadas a la papa, juntamente con la mashua y el olluco por ser parte de la dieta del agricultor y su familia (54).

La oca pertenece a la familia Oxalidaceae que incluye ocho géneros. El género *Oxalis* tiene más de 800 especies. La mayor parte se encuentra en Sud América con una gran diversidad de formas y colores como se observa en la fotografía No. 1 (9)

En los Altos Andes sólo el cultivo de la papa es más importante que el de la **OCA**. Su agradable sabor y diversos colores brillantes resultan interesantes para impulsar su producción a gran escala con fines de exportación (5).



**FOTOGRAFÍA No 1. VARIEDADES DE LA OCA**

La Oca es un tubérculo comestible de almidón es al menos tan resistente como la papa y crece de una manera similar, pero no es tan sensible a plagas y enfermedades, como estas (7). El padre jesuita Giovanni Ignacio Molina fue quien hizo la primera descripción taxonómica de la "oca" en 1810. La "oca" crece entre los 3.000 y 4.000 metros sobre el nivel del mar, 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 (23).

## 1.2.2 TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA

En la tabla N°1 observamos la taxonomía y morfología de la oca (*Oxalis tuberosa*)

**TABLA 1. TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA DE LA OCA**

<b>Reino</b>	Vegetal
<b>Clase</b>	Dicotiledonea
<b>Subclase</b>	Dicotyledoneae
<b>Orden</b>	Geraniales
<b>Familia</b>	Oxalidaceae (oxalis)
<b>Género</b>	Oxalis

FUENTE: CADIMA, X., GARCÍA, W. & RAMOS (eds) 2003.

## 1.2.3 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Es una planta herbácea y posee tubérculos que miden de 5 a 15cm de largo, los cuales tienen formas muy variadas. De acuerdo a los descriptores morfológicos estándar de la oca, existiría una forma más que es la alargada, lo cual concuerda con lo observado en colecciones de germoplasma de oca en los tres países Ecuador, Perú y Bolivia. En los descriptores estándar no se mencionan características de los ojos, probablemente porque éste no es un carácter discriminante de la variabilidad de este cultivo. Sin embargo, hay que notar que los ojos varían de horizontales, poco curvos, cortos o largos, así como muy aproximados entre sí o alejados y superficiales o profundos. Las brácteas que cubren a los ojos pueden ser amplias y cortas o casi inexistentes o también amplias y estrechas, pero largas (12).

**ALTURA:** Herbácea compacta de tipo perenne y mide entre 20 y 30 cm de alto.

**TALLO:** Sus tallos suculentos tienen forma cilíndrica y su color varía entre amarillo, verde, violeta y rojizo. Los tallos aéreos son muy abundantes y brotan desde la base de la planta, en plantas jóvenes, el tallo es normalmente erecto hasta casi un metro de alto en

zonas húmedas con diámetros de 0.5-1.5 cm, en plantas adultas, los tallos tienden a doblarse hacia fuera. Son muy suculentos, varían de color desde verde amarillento, verde grisáceo pigmentado con rojo, rojo grisáceo, púrpura rojizo y púrpura grisáceo.

Las plantas pueden ser verde-amarillentas hasta casi completamente pigmentadas de antocianinas (15).

**HOJAS:** Posee hojas alternas y trifoliadas, parecidas al trébol. Su tipo de crecimiento, forma, ángulo y grosor, las hacen muy eficientes para realizar la fotosíntesis.

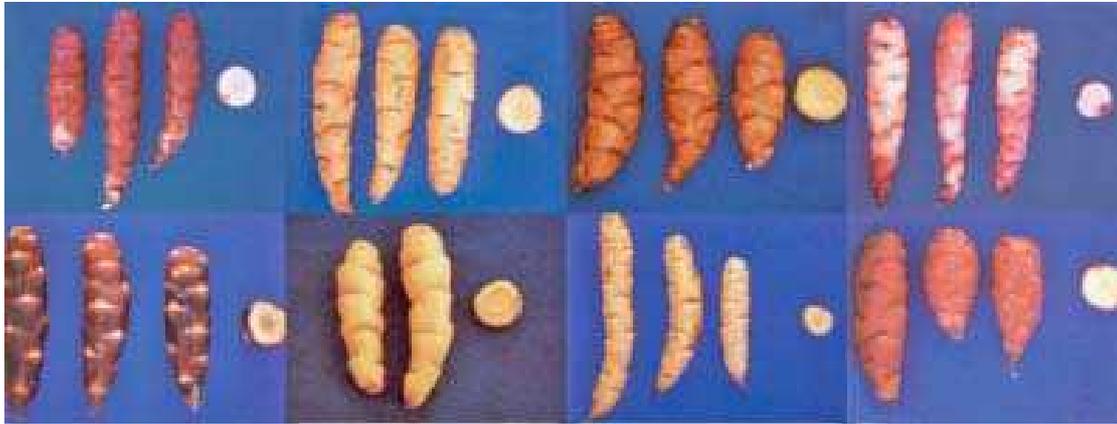
**INFLORESCENCIA:** Se forman en las axilas superiores de los tallos y presentan de 4 a 5 flores. Cada flor tiene 5 pétalos amarillos con rayas ocadas, 10 estambres y un pistilo de tamaño variable la estructura floral facilita la polinización cruzada como se observa en la fotografía No 2.



**FOTOGRAFÍA No 2. OCA (*Oxalis tuberosa sara-oca*)**

**TUBÉRCULOS:** Los tubérculos de la oca tienen forma elipsoidal, claviforme o cilíndrica, cuyo sabor puede ser dulce o amargo. Presentan numerosas yemas u "ojos" en toda su superficie, y colores muy variados como el blanco, amarillo, rosado, anaranjado, rojo (57). La oca rara vez forma fruto debido a que las flores comúnmente se desprenden poco después de la antesis (10).

Un carácter discriminante importante es el color de la superficie de los tubérculos como se observa en la fotografía No 3.



**FOTOGRAFÍA No. 3: DIVERSIDAD DE TUBÉRCULOS DE OCA CULTIVADA**

En los descriptores estándar señalan hasta 12 variaciones de colores, que van del blanco al púrpura grisáceo oscuro, blanco amarillento, amarillo, naranja amarillento, rojo naranja, rojo naranja oscuro, rojo claro (rosado), rojo pálido, rojo, púrpura rojizo y púrpura grisáceo claro. Los tubérculos pueden presentar también coloraciones secundarias distribuidas ya sea en los ojos, alrededor de los ojos, sobre tuberizaciones, manchas irregularmente distribuidas o como bandas o moteaduras sobre las tuberizaciones. El uso de tan amplia gama de descriptores puede dificultar en la evaluación de la diversidad de las ocas, por lo que se ha distinguido como colores base solamente a cinco clases: blanco, amarillo, naranja, rojo y púrpura, cada uno con diferentes intensidades (9).

#### 1.2.4 ADAPTACIÓN DEL CULTIVO:

Los cultivos andinos que históricamente formaron parte de la dieta de sus poblaciones originarias, son considerados hoy como alimentos de alta calidad. En general están considerados cultivos rústicos, con resistencia a sequía, helada y salinidad. La gran diversidad genética de los cultivos andinos hace que también exista mucha diversidad de formas de procesar estos productos.

Existe una variabilidad en formas, colores y tamaños, y ocurren diferencias en calidad y cantidad de metabolitos primarios (almidones, minerales, proteínas, vitaminas, ácidos grasos, glucósidos, azúcares), y secundarios (saponinas, alcaloides, taninos, oxalatos, carotenos, antocianinas, betacianinas) (29). La oca, hierba perenne, es el segundo tubérculo más ampliamente cultivado luego de la papa. Crece desde Venezuela hasta Argentina y Chile. Debido a su gran rendimiento y sabor, la oca es usada frecuentemente en la cocina rural andina. Se desarrolla entre los 2.800 y 4.000 m.s.n.m. Se conoce por su resistencia a las heladas. Este cultivo crece de preferencia en suelos arenosos. Su rendimiento llega a las 40 toneladas por hectárea, habiéndose reportado hasta 60 toneladas (65).

El conocimiento sobre la oca es bastante más restringido y hasta confuso por el hecho de que se han perdido algunos ecotipos de ocas que antes se cultivaban (53). La oca blanca rinde mejor en la altura y presenta un mayor tiempo de conservación frente a la chaucha, esta última está mejor adaptada en las zonas bajas (2.800 -2.900 msnm), se produce y se cuece en menor tiempo. La característica más visible de la oca chaucha es su tubérculo amarillo-crema que presenta pequeñas manchas de color rosado sobre los ojos. Se dice también que esta oca endulza mejor y que es más combinable para cualquier preparación culinaria. Esta oca es, sin embargo, más delicada y requiere mayores cuidados (ejemplo: si se golpea se echa a perder y se pudre con mucha facilidad). Estos dos ecotipos tienen gran salida en el mercado local y provincial, al contrario de la oca *señorita* de color rosado con ojos blancos, cuyo cultivo se va perdiendo paulatinamente (73).

#### 1.2.4.1. REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS

**Luz Solar:** Generalmente los tipos andinos requieren de períodos diurnos menores de 12 horas para iniciar la formación del tubérculo. En la mayoría de los casos los días con luz solar más largos producen solamente el desarrollo del follaje.

**Precipitación:** El cultivo crece en lugares donde las lluvias varían de 570 a 2.150 mm, distribuidas uniformemente a través todas las etapas de crecimiento.

**Altitud:** En los Andes del Perú, Bolivia y Ecuador, desarrolla entre 2.800 a 4.000 msnm. Sin embargo, en Nueva Zelanda crece cerca al nivel del mar.

**Bajas temperaturas:** Es resistente a bajas temperaturas y prospera en climas fríos moderados, no obstante las heladas destruyen su follaje.

**Altas temperaturas:** Las temperaturas por encima de los 28° C destruyen la planta.

**Tipo de suelo:** Parece indiferente al tipo de suelo donde crece, pero se ha reportado que tolera de 6.3 a 7.8 pH (33).

#### 1.2.4.2 SEMILLAS

Al tratarse de la oca, por lo general, no se escoge semilla sino que se deja una cantidad de tubérculos en el mismo lote donde se ha sembrado, esperando a que "nazcan" o les salgan "ñaves" (ojos, brotes). Esta práctica se explica por el hecho de que las ocas amontonadas en la casa tienden a pudrirse, más aún tratándose de las ocas chauchas que son tan delicadas; igualmente se pudren si se mojan o se golpean por lo que es preferible dejarlas en la tierra (24). Si bien la práctica de dejar la semilla en la tierra es la más generalizada, algunos agricultores prefieren cosechar todo lo sembrado y escoger entre los tubérculos, los de primera clase para la venta y el consumo, los de segunda para semilla y los de tercera para alimentar a los cerdos (13).

Todos los agricultores están de acuerdo en identificar como su principal problema para la producción de los tubérculos andinos la limitada demanda que existe, principalmente para la oca. Si se lograra incrementar la demanda urbana de estos productos se considera que la producción podría responder sin mayor problema con la oferta de estos alimentos. Se reconoce, sin embargo, la necesidad de mejores conocimientos sobre calidad de semilla, fertilización y control de algunas plagas y enfermedades para hacer más eficiente la producción (21).

La pérdida de las semillas significó también una pérdida del conocimiento asociado a la producción de los tubérculos andinos, de tal modo que, aunque se recuperen en alguna medida las semillas, la forma de clasificar, de cultivar y de preparar estos productos no pudo volver a ser igual (16). Sin embargo existen agricultores que tienen un solo tipo de semilla; por lo menos durante quince años y han venido sembrando y guardándola en el mismo lugar ocasionando la degeneración y producción de tubérculos mucho más pequeños (17).

### 1.2.5 VARIEDADES.

Existen al menos 50 variedades, pero se reconocen tres formas básicas: alba, flava y roseo violáceo a negra:

- Albas: son lasocas blancas (ejemplo Pili runto o huevo 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 (16).

**TABLA 2. CARACTERÍSTICAS Y RENDIMIENTO DE VARIEDADES DE OCA EN EL ALTIPLANO DE BOLIVIA, EN DOS ZONAS: A ORILLAS DEL LAGO TITICACA Y EN LA CORDILLERA.**

<b>VARIEDAD</b>	<b>COLOR DEL TUBÉRCULO</b>	<b>FORMA DEL TUBÉRCULO</b>	<b>RENDIMIENTO t/ha</b>	<b>PERIODO DE CRECIMIENTO DÍAS</b>
Cuzco	Amarillo	Ovoide cilíndrico	Lago 47 Cordillera 27	230
K'ayra	Rosado a violáceo	Claviforme	Lago 31 Cordillera 13	230
Janko apill	Blanco	Cilíndrica	Lago 33 Cordillera 15	215
Keny	Violáceo a negro	Claviforme	Lago 26 Cordillera 9	220
Clon 191	Amarillo claro	Ovoide cilíndrico	Lago 33 Cordillera 11	220
Clon 289	Amarillo pigmentado	Ovoide cilíndrico	Lago 28 Cordillera 15	230

FUENTE. Tubérculos andinos cultivos promisorios ECUADOR. 2005. Oca: un cultivo promisorio. Exótica 10 (3), 44.

Ecuador en la ciudad de Quito en el banco de germoplasma de la Estación Experimental de Santa Catalina INIAP, se tiene las variedades de OCA más comunes cultivadas en nuestro país son las siguientes:

- Oca blanca: o yuracoca, tubérculos grandes y de buena conservación.
- Sara-oca: (sara=maíz), oca blanca con pintas rojas como se observa en la fotografía No 4, ciclo vegetativo relativamente más largo (nueve meses en las partes bajas).
- Blanca chaucha: es precoz (siete meses), tubérculos pequeños.
- Oca colorada: de color rojo.
- Colorada chaucha: oca de color rojo y más precoz.
- Oca cañareja: amarilla “como zapallo”, engrosa más.
- Oca simiateña: amarilla con pintas rojas, lechosa, no engrosa mucho (67).

#### 1.2.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DE LA OCA (*Oxalis tuberosa*).

La calidad de los nutrientes de un alimento o dieta puede evaluarse determinando su composición química. Mediante comparación con las estimaciones de las necesidades del hombre de un nutriente en particular, se aprecia en cierta medida la calidad del alimento. Las estimaciones químicas de la calidad son muy útiles y constituyen la base de las evaluaciones rutinarias, sin embargo no siempre pueden predecir adecuadamente la verdadera calidad biológica del alimento por lo que es importante considerar la respuesta biológica de una dieta o alimento en particular mediante pruebas con animales experimentales. Estas pruebas suelen ser prolongadas y complejas de realizar por lo que no se prestan al uso rutinario, de ahí que las estimaciones químicas son muy útiles en términos de definir el aporte nutricional de un alimento y para estimar las posibles deficiencias en la dieta (18).

### 1.2.6.1. VALOR NUTRICIONAL.

La oca es un tubérculo de fuente importante de vitamina C, también se utiliza deshidratada que se puede preparar en dulces y, para hacerle más nutritiva aún se le agrega leche (69). La oca, el isaño y el olluco son buenas fuentes de energía debido a su contenido de carbohidratos, como en todos los tubérculos, las cantidades de proteínas y grasas son bajas (66). En la tabla 2, describiremos la composición del contenido nutritivo en 100g de la oca fresca y endulzada, presentando una variación nutritiva.

**TABLA 3: COMPOSICIÓN DEL CONTENIDO NUTRITIVO EN 100g.**

<b>Contenido de valor nutritivo g en 100g de porción aprovechable</b>	<b>Oca fresca</b>	<b>Oca asoleada (kcaya)</b>
Humedad	82.4	66.9
Calorías	67	128
Proteínas	0.7	1.1
Extracto etéreo	0.0	0.1
Carbohidratos totales	16.1	30.8
Fibra	0.5	1.0
Cenizas	0.8	1.1

FUENTE: CUADRO DE COMPOSICION DE ALIMENTOS ECUATORIANOS

En cuanto al contenido de vitaminas y minerales se describe en la tabla 3, en comparación con la papa se destaca un mayor contenido de calcio y vitamina C en la oca.

**TABLA 3. CONTENIDO DE ENERGÍA, MINERALES Y VITAMINAS EN OCA (100 g MATERIA HÚMEDA)**

	<b>Oca</b>	<b>Oca endulzada (kaya)</b>
Energía (Kcal)	61	325
<b>MINERALES</b>		
Calcio (mg)	5	7
Fósforo (mg)	39	64
Hierro (mg)	0.9	1.3
<b>VITAMINAS</b>		
B <sub>1</sub> (mg)	0.07	0.09
Niacina (mg)	0.42	1.03
C (mg)	38.4	33

FUENTE: CADIMA, X., GARCÍA, W. & RAMOS (eds) 2003.

### 1.2.7 PREPARACIÓN Y CONSUMO

La oca se prefiere en las zonas rurales, el consumo es mayor cuanto más periférica es la zona; se consume en diversas preparaciones hasta dos veces a la semana en épocas de cosecha. La oca tiene una preparación más diversificada que el melloco, dependiendo si se utiliza al fresco o después de haberse asoleado/curado. Fresca, recién cosechada, se utiliza para sopas, cortada como las papas y, al decir de algunas personas, tiene un gusto mejor que el de la papa. También se hace puré de ocas y envueltos como el "quimbolito" (la oca se muele cruda y después se sazona con dulce y se envuelve en hojas de achira (*Canna edulis*) o mijao, cocinándose como las humitas (55).

Existe la costumbre de exponerla al sol, conocido proceso de asoleo de la oca que no tiene un número de días determinado para que sea más dulce (conversión de almidones en azúcares) (56). En ensayos de panificación se demostró la posibilidad de reemplazar un 25% de harina de trigo por harina de oca; la harina más indicada es la obtenida de kaya molida y cernida. Igualmente sabrosos son los panes, tortas y galletas preparados con 25 a 50% de papilla, que es un puré de oca fresca y sancochada (22).

Las ocas se pueden asolear de dos modos: directamente extendidas sobre el suelo al sol o colgadas sobre una soga, amarradas entre ellas. En ocasiones se escogen las ocas pequeñas para locro y comidas de sal mientras que las grandes para endulzar. Ya endulzadas por el asoleo, las ocas se comen preferentemente con dulce (miel de panela) o en coladas. La colada de oca tiene un gusto y un color muy semejante al del zapallo. En Carchi la gente expresa un especial gusto por la mezcla de ocas con leche con frecuencia, la oca, en lugar de asolearse, es dejada en el soberado para que se seque con el humo de los fogones. Después de un tiempo de someterse a este proceso, la oca pierde la cáscara con suma facilidad y adquiere un muy buen gusto, por lo que se prefiere para algunas preparaciones (38).

### **1.2.8 TRANSFORMACIÓN DE LA OCA (*Oxalis tuberosa*).**

Los tubérculos andinos no requieren de ningún procesamiento previo para su utilización, salvo la oca que debe ser asoleada, para que los almidones se transformen en azúcares, sean más dulces y tengan mejor sabor (75). Se acostumbra guardar papas, ocas y mashuas en el soberado, un lugar especialmente acondicionado dentro de la cocina de la casa. En el soberado se acomoda una especie de "camita de paja" sobre la que se disponen los tubérculos, preferentemente endulzados. La oca podría durar hasta un año de este modo. Los productos así guardados se ponen "chunos" (arrugados), pero al ponerlos en agua vuelven a tener su consistencia normal. La Oca, tiene amplias posibilidades de transformación en harinas, obtención de oxalatos, mermeladas, pudiéndose conservar por mucho tiempo mediante la deshidratación y secado al sol, el cual se denomina "Kcaya" que es de color oscuro y en el caso de deshidratación, lavado y secado a la sombra "Umakcaya", adquiriendo un color blanco y claro (25).

#### **1.2.8.1. Endulzado de la oca (*Oxalis tuberosa*)**

La oca, debe ser endulzada, exponiendo los tubérculos al sol durante 12 días, para disminuir el ácido oxálico y mejorar el sabor. Del producto endulzado, se eliminan las puntas y secciones de corteza deteriorada; posteriormente se cortan en trozos de 3 cm de largo por 1 cm de ancho. Estas dimensiones corresponden a formas cuadradas de 1,5 cm x 1,5 cm y 1 cm de espesor (35).

#### **1.2.8.2. Proceso de endulzado**

Existen tres técnicas de endulzamiento:

- La tradicional, que consiste en dejar en el techo de una casa durante tres o cuatro semanas.
- Utilización de un secador solar de madera cubierto con cuatro paneles de vidrio transparente, con dos puertas laterales regulables y dos ventanas laterales de malla.
- Utilización de silo verdeador de papa (37).

En esta fase, evalúan los siguientes parámetros:

Pérdidas de peso (%), materia seca (%), acidez titulable (mg/100 g de ácido oxálico), azúcares totales (%), almidón total (%), análisis sensorial y evaluación visual de daños físicos.

### **1.2.8.3. Cambios físico-químicos en la fase de endulzamiento**

**Pérdida de peso:** El porcentaje de pérdida de peso se incrementa en función del tiempo transcurrido en la exposición al sol.

**Materia seca:** El tubérculo experimenta una pérdida de humedad en forma intermedia, en dependencia de la naturaleza del tubérculo y el tipo de tratamiento para el endulzado.

**Acidez titulable:** La concentración de acidez guarda relación con el grado de madurez del tubérculo.

**Azúcares totales:** Los contenidos de azúcares totales se incrementan a medida que transcurre el tiempo de exposición de los tubérculos al sol, debido a la eliminación de agua y la transformación del almidón en azúcares (37).

**Almidón total:** Guarda estrecha relación con la variación en el contenido de humedad y las reacciones bioquímicas que tienen lugar en el interior del tubérculo.

**Evaluación visual de daños físicos:** La descripción visual de daños ocasionados por causas fisiológicas, físicas, y otros cambios de tipo bioquímico (respiración y transpiración) (24). Los tubérculos endulzados toman una apariencia arrugada, de cáscara dura y oscura, perdiendo la apariencia y calidad final. (32)

## 1.3 VITAMINA

Las **vitaminas** (del latín *vita* (vida) + el griego *αμμονιακός*, *ammoniakós* "producto libio, amoníaco", con el sufijo latino *ina* "sustancia") son compuestos heterogéneos imprescindibles para la vida, la gran mayoría de las vitaminas esenciales no pueden ser sintetizadas (elaboradas) por el organismo, por lo que éste no puede obtenerlos más que a través de la ingesta equilibrada de vitaminas contenida en los alimentos naturales.

Las vitaminas son nutrientes que junto a otros elementos nutricionales actúan como catalizadoras de todos los procesos fisiológicos (directa e indirectamente) (76). Los diarios de las vitaminas no son muy altos, se necesitan tan solo dosis de mg o ug contenidas en grandes cantidades de alimentos naturales.

### 1.3.1. Funciones

Las vitaminas son moléculas orgánicas cuya ausencia provoca enfermedades llamadas avitaminosis, como el escorbuto. Puesto que el organismo no es capaz de sintetizarlas debe adquirirlas junto con los alimentos. Una dieta en la que falte alguna de ellas provocará trastornos metabólicos, enfermedades, e incluso la muerte.

- Las vitaminas son coenzimas.
- Las vitaminas también actúan como sustancias antioxidantes, que previenen distintos tipos de cáncer. Así por ejemplo la vitamina E, parece que tomada en los alimentos que la contienen, previene del cáncer de próstata (76).

### 1.3.2. Vitamina C.

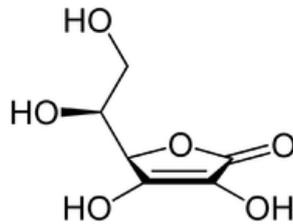


FIGURA 1. VITAMINA C

Es un nutriente esencial para los humanos y un pequeño número de otras especies (43). La presencia de esta vitamina es requerida para un cierto número de reacciones metabólicas en todos los animales y plantas y es creada internamente por casi todos los organismos, siendo los humanos una notable excepción. Su deficiencia causa escorbuto en humanos de ahí el nombre de *ascórbico* que se le da al ácido. Es también ampliamente usado como aditivo alimentario (41). Los usos y requerimientos diarios de esta vitamina son origen de un debate. Las personas que consumen dietas ricas en ácido ascórbico de fuentes naturales, como frutas y vegetales son más saludables, tienen menor mortalidad y menor número de enfermedades crónicas. Sin embargo, un reciente análisis de 68 experimentos confiables en los que se utilizó la suplementación con vitamina C, y que involucra 232.606 individuos, concluyeron que el consumo adicional de ascorbato a través de suplementos puede no resultar beneficioso como se pensaba (43).

#### 1.3.2.1. Características

La vitamina C es soluble en agua, por lo que suele eliminarse en el agua de cocción. Se oxida con facilidad en solución, en especial cuando se expone al calor. La oxidación puede acelerarse por la presencia de hierro, cobre o pH alcalino (42). El ácido ascórbico puede ser sintetizado a partir de glucosa y galactosa por las plantas y muchos mamíferos, pero no por el hombre. Se absorbe en intestino en un 90%. Las dietas ricas en zinc o pectina pueden disminuir la absorción, en tanto que ésta puede aumentar por sustancias en extracto cítrico natural. Si la ingesta de vitamina C es muy alta (por ejemplo suplementos de 12 g), la absorción es sólo del 16%. Las cantidades ingeridas mayores del nivel de saturación de los tejidos se eliminan por orina. (42)

### **1.3.2.2. Usos terapéuticos**

Desde su descubrimiento, la Vitamina C ha sido considerada por algunos como la “panacea universal”. Otros defensores de la vitamina C consideran que dada de la manera correcta, con la técnica apropiada, en frecuentes dosis suficientes, en altas dosis con ciertos agentes adicionales y por un largo periodo de tiempo puede prevenir e incluso curar un amplio rango de enfermedades comunes o letales, como el resfriado común y enfermedad cardíaca. Probablemente el hecho más controversial es el rol putativo del ascorbato en el manejo del SIDA, permanece sin ser resuelto, a más de 16 años de estudios publicados en los Procedimientos de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, demostrando que dosis no tóxicas de ascorbato suprimen la replicación del HIV en Vitro (44).

En modelos animales intoxicados con plomo, la vitamina C ha demostrado “efectos protectores” sobre las anormalidades musculares y nerviosas inducidas por la intoxicación con plomo. En fumadores, los niveles sanguíneos de plomo disminuyen un 81% en promedio, cuando son suplementados con 1000 mg de vitamina C, mientras que 200 mg son inefectivos, sugiriendo que la vitamina C en suplementos puede ser una económica y conveniente ventaja para reducir niveles de plomo en sangre. La vitamina C ha limitado su popularidad como tratamiento para los síntomas generados por el Autismo. Un estudio en 1993, de 18 niños con Autismo encontró la disminución de algunos síntomas posterior al tratamiento con vitamina C.

Ensayos clínicos pequeños han encontrado que la vitamina C podría mejorar la cuenta, motilidad y morfología del espermatozoides en hombres infértiles (44). Así como mejorar las funciones inmunes relacionadas a la prevención y tratamiento de enfermedades asociadas a la edad.

El Ácido Dehidroascorbico, la principal forma de la vitamina C oxidada en el cuerpo, ha demostrado reducir los déficit neurológicos y mortalidad seguidas a accidentes cerebrovasculares, debido a su habilidad para cruzar la barrera hematoencefálica, mientras que la vitamina C o el L-ascorbato no logra atravesar esta barrera.

En Enero del 2007, la FDA (Food and Drug Administration) aprobó un ensayo de toxicidad fase I para determinar dosis seguras de vitamina C intravenosa, como posible tratamiento para el cáncer en quienes se han agotado otros tratamientos y opciones convencionales.

En febrero de 2007, un estudio no controlado de 39 pacientes con cáncer terminal, mostró que sobre cuestionarios subjetivos, los pacientes reportaron una mejoría en salud, síntomas del cáncer y funciones diarias después de la administración de altas dosis de vitamina C intravenosa (6). Los autores concluyeron que “aunque existe aun la controversia en relación a los efectos anticancerosos de la vitamina C, el uso de la misma es considerado una terapia segura y efectiva para mejorar la calidad de vida de pacientes con cáncer terminal.

En Agosto del 2008, un artículo publicado en Proceedings of the National Academy of Sciences por Mark Levine y colaboradores del Instituto Nacional de Diabetes y enfermedades del Riñón, encontraron que la inyección directa de altas dosis de vitamina C reduce el peso y crecimiento del tumor en 50% en modelos de ratones con cáncer de ovario, cerebro y pancreático (6).

## **1.4 DESHIDRATACIÓN**

### **1.4.1 El secado**

Copiando un proceso normal de la naturaleza, por miles de años el hombre ha utilizado el secado como medio de conservar sus alimentos. Hoy, ha mejorando ciertas características de cómo se opera, se utilizan varios procesos como métodos de conservación de alimentos mediante secado y es el sistema más ampliamente usado. Vale la pena anotar que evaporación y desecación son términos que probablemente denoten la misma acción. El significado del término deshidratación se considera como secado artificial en la industria alimenticia. El término secado usualmente infiere la eliminación de agua en pequeñas gotas, de un sólido. En el proceso de secado la mayor atención se presenta al producto solido. En la mayor parte de las cosas, el secado implica la eliminación de agua

a temperaturas menores de su punto de ebullición. En el secado de agua se elimina normalmente por circulación de aire u otros gases sobre el material a secar con el objeto de que transporte el vapor de agua, aunque en algunos procesos de secado no se utilizan gases transportadores (4), (39).

El secado o deshidratado 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 (36).

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 (68).

El secado o deshidratación consiste en la extracción del agua contenida en los alimentos por medios físicos hasta que el nivel de agua sea adecuada para su conservación por largos periodos. El nivel de agua deseado lo determina el tipo de producto final que buscamos, por ejemplo, el secado de granos y cereales se realiza hasta obtener alrededor de 12% de agua en el producto que es parecido a la humedad del aire normal, en el caso de las frutas secas, los niveles son más bajos (8-10%), en el caso de nueces y semillas los niveles son de 3-5% (71)

### **1.4.2 Finalidades del secado o deshidratación.**

El secado 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.

La teoría de secado comprende dos aspectos esenciales: las relaciones estáticas y las cinéticas o de velocidad de operación física (8).

### **1.4.3. Clasificación de la operación de secado.**

De modo general se pueden clasificar las operaciones de secado en continuas y discontinuas. En las operaciones continuas pasan continuamente a través del equipo tanto la sustancia a secar como el gas. La operación discontinua en la práctica se refiere generalmente a un proceso semi - continuo, en el que se expone una cierta cantidad de sustancia a secar a una corriente de aire caliente que fluye continuamente en la que se evapora la humedad.

Los equipos utilizados para secar se pueden clasificar también de acuerdo a cualquiera de estas categorías:

- I. Métodos de operación: Continuos ó Discontinuos.
- II. Métodos de propiciar el calor necesario para la evaporación de la humedad: En secaderos directos e indirectos

III. Naturaleza de la sustancia a secar: Puede ser la sustancia un sólido rígido como la madera, un material flexible como el papel o la tela, un sólido granular tal como la masa de cristales, una pasta espesa o delgada o una solución. Es probable que la forma física de la sustancia y los distintos métodos de manipulación empleados, ejerzan la influencia más grande en el tipo de secadero a utilizar (58).

#### **1.4.3.1. Tipos de secaderos.**

De acuerdo a la clasificación de la operación de secado encontramos los siguientes tipos de equipos:

##### **Secaderos de calentamiento directo.**

###### a) Equipos discontinuos

- Secaderos de bandejas con corriente de aire.
- Secaderos de cama fluidizada.
- Secaderos con circulación a través del lecho sólido.

###### b) Equipos continuos

- Secaderos de túnel.
- Secaderos de tipo turbina.
- Secaderos rotatorios.

##### **Secaderos de calentamiento indirecto:**

###### a) Equipos discontinuos.

- Secaderos de bandejas a vacío.
- Secaderos de bandejas a presión atmosférica.
- Secaderos por congelación.

###### b) Equipos continuos.

- Secaderos de tambor.
- Secaderos con circulación a través del lecho (60).

### **1.4.3. CURVAS DE SECADO**

#### **1.4.3.1. Curvas fundamentales de secado.**

La cinética de secado de un material no es más que la dependencia de la humedad del material y de la intensidad de evaporación con el tiempo o variables relacionadas con este, como la propia humedad o las dimensiones del equipo.

A partir de las curvas de cinética de secado ( $x$  vs  $t$ ,  $dx/dt$  vs  $x$ ) como se observa en la figura No 2, que deben ser obtenidas a nivel de laboratorio, puede tenerse una idea del tiempo de secado, del consumo de energía, del mecanismo de migración de humedad, de las condiciones predominantes en la transferencia de calor y masa y de la influencia que tienen en la velocidad de secado las variables del proceso tales como: temperatura, humedad de entrada, velocidad del aire, etc (58). Por todo esto es que determinar las curvas de secado constituye uno de los objetivos fundamentales de este trabajo.

#### **1.4.3.2. Curvas de secado.**

El secado de un material se puede verificar haciendo uso de gráficos de perfiles de secado vs Tiempo de secado hallado experimentalmente como se observa en la Figura No.2. La velocidad del secado de una muestra se puede determinar haciendo uso de las siguientes metodologías (60).

- a) Por medio de una curva de contenido de humedad y tiempo de secado.
- b) Haciendo una curva de Velocidad (sacada por la diferencia del contenido de humedad de dos medidas dividido por el periodo de tiempo entre las éstas) vs contenido de humedad (60).

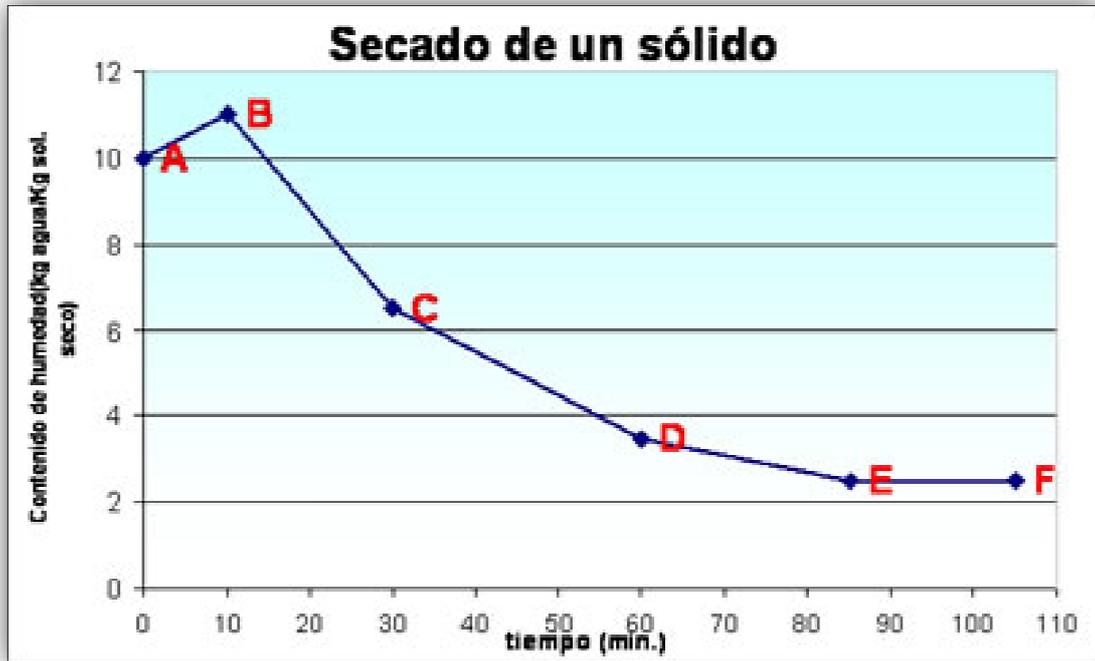


FIGURA No. 2. PERFIL DE SECADO DE UN SÓLIDO

- **Período de inducción inicial:**

Cuando un sólido se coloca en una estufa de secado, comienza a absorber calor e incrementa su temperatura hasta la fijada para el secado. A medida que la temperatura aumenta, la humedad se evapora y se empieza a enfriar el sólido. Posteriormente la velocidad de enfriamiento y calentamiento se igualan y la temperatura se estabiliza (58).

- **Período de velocidad constante:**

En el punto B la temperatura se estabilizará y permanecerá constante siempre y cuando haya una capa de humedad remanente en la superficie del sólido. Entre los puntos B y C la humedad de evaporación de la superficie se reemplaza por el agua de difusión del interior del sólido a una velocidad igual a la de evaporación, aquí la velocidad de secado/unidad de superficie es constante (58).

- **Período de decaimiento de velocidad:**

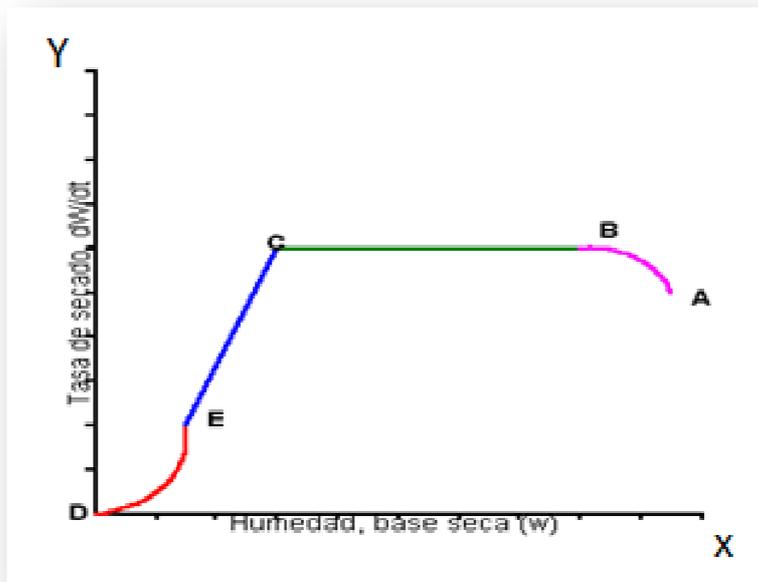
En el punto C, el agua de la superficie no se reemplazará más para mantener la capa. Pequeñas manchas empiezan a parecer y la velocidad del secado comienza a decaer. A esto se le llama contenido de humedad crítica (58).

- **Contenido de humedad crítica:**

En el punto D conocido como segundo punto crítico, es el punto donde finaliza el periodo de velocidad constante. Aquí, el agua de superficie del sólido está totalmente evaporada y la velocidad de secado dependerá de la difusión de humedad a la superficie del sólido. Por lo anterior, este punto depende de la porosidad y del tamaño de partícula del sólido que se está secando. Entre los puntos D y E la velocidad de secado cae rápidamente y el periodo se denomina segundo periodo de disminución de velocidad. En el punto E la velocidad del secado es cero y comienza la humedad de equilibrio poniéndose el sólido en equilibrio con su ambiente externo (la temperatura y % de humedad es constante) (58).

**1.4.3.3. Curvas de régimen de secado.**

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 observa en la figura No 3, aunque teóricamente existen o se pueden apreciar tres etapas del proceso o períodos de secado.



**FIGURA No. 3. CURVA DE SECADO VS HUMEDAD.**

**Etapa A-B:** Es una etapa de calentamiento (o enfriamiento) inicial del sólido normalmente de poca duración en la cual la evaporación no es significativa por su intensidad ni por su cantidad. En esta etapa el sólido se calienta desde la temperatura ambiente hasta que se alcance el equilibrio entre el enfriamiento por evaporación y la absorción de calor de los gases. Este equilibrio se alcanza a la temperatura de bulbo húmedo del gas.

**Etapa B-C:** Es el llamado primer período de secado o período de velocidad de secado constante; donde se evapora la humedad libre o no ligada del material y predominan las condiciones externas. En este período el sólido tiene un comportamiento no higroscópico. La velocidad de secado se mantiene constante si el gas tiene un estado estacionario y en general depende solo de las propiedades y velocidad del mismo. Si durante el proceso, el gas se enfría, la velocidad de secado decrece pero sigue en esta zona dependiendo de factores externos al sólido. Durante este período la temperatura del sólido se mantiene igual a la de bulbo húmedo del gas, ya que se mantiene el equilibrio alcanzado al final de la etapa de calentamiento.

**Etapa C-E:** Es el segundo período de secado o período de velocidad de secado decreciente; donde se evapora la humedad ligada del material y predominan las condiciones internas o las características internas y externas simultáneamente. En estas condiciones el sólido tiene un comportamiento higroscópico. Durante el período, la temperatura del material sobrepasa la de bulbo húmedo debido a que el descenso de la velocidad de secado rompe el equilibrio térmico que mantiene estable la temperatura y una parte considerable del calor se emplea en un calentamiento del sólido. Ahora la humedad deberá ser extraída del interior del material con el consiguiente incremento de la resistencia a la evaporación.

Este período de velocidad decreciente puede dividirse en dos partes, con diferentes comportamientos de la velocidad de secado, la cual decrece cada vez más al disminuir la humedad del sólido. Esto implica dos modelos de secado diferente en dicha zona. Un parámetro muy importante a determinar en los materiales a secar es la humedad a la cual se cambia del primero al segundo período, llamada humedad crítica. Esta depende del

tipo del material y de la relación de secado en el primer período. La forma de la curva de secado en el segundo período varía en dependencia de las características del material a secar. Existen curvas típicas de cuerpos capilar-porosos con grandes superficies específicas y de pequeñas superficies específicas así como de cuerpos coloidales.

Se reportan algunos trabajos donde se han realizado estudios de curvas de secado específicamente de bagazo. Guerra (1971) lo realizó a baja temperatura y no detectó valor alguno de humedad crítica, partiendo de una humedad del 50 %. Grobart (1973) determinó un valor constante de humedad crítica de 44.66 % para un rango de temperatura del aire entre 45 °C y 70 °C. Martínez (1988) obtiene una gran cantidad de cinéticas de secado para bagazo en cama fija donde se aprecia la humedad crítica alrededor del 30 % aunque no da directamente correlaciones para determinarla y trabaja solamente hasta una temperatura del agente secante de 90 °C (58).

Una de las tareas primarias en el estudio del secado de un sólido, es la identificación del modelo cinético que más adecuadamente se ajuste a los datos experimentales de secado. La adecuación de un modelo de secado consiste en la estimación de sus parámetros según algún criterio de comportamiento que tome en cuenta la magnitud de la humedad media del sólido y la magnitud de la humedad calculada por el modelo propuesto (74). Novoa y Haber (1995), realizaron un estudio de la cinética de secado del cacao donde con el proceso de secado lograron una disminución de la humedad del grano hasta un nivel tal que garantiza la conservación en las debidas condiciones hasta su industrialización.

El método utilizado para el procesamiento de los datos experimentales y ajustar los modelos matemáticos de las curvas de secado, se basó en una ecuación cinética que permite describir todo el proceso de secado incluyendo ambos períodos, donde todos los parámetros de la ecuación se pueden determinar fácilmente a partir de la curva de secado y las condiciones límites.

#### 1.4.3.4. Proceso de secado

### MECANISMOS Y CINÉTICA DE SECADO. TRANSFERENCIA DE MASA Y CALOR.

Un elemento fundamental en el proceso de secado es el estudio de la intensidad de la transferencia de masa en el mismo. Para esto es necesario conocer los elementos más útiles de la transferencia de calor y masa que funcionen en los secaderos de contacto directo. Según Madariaga (1995), esta depende de una serie de factores que van desde condiciones internas a externas.

- **Las condiciones externas:** Están definidas por la resistencia a la transferencia de calor y de masa de la capa límite del gas, y en el caso que predominen, el secado no dependerá de las características del sólido sino de las condiciones del gas, y estará controlado por la transferencia de masa y calor entre el gas y la superficie del sólido, empleándose en la evaporación todo el calor que se recibe del gas, la cual se comporta como una superficie libre de agua.
- **Las condiciones internas:** Están definidas, por la transferencia de calor y de masa a través del sólido. En el caso que predominen, es decir, que la resistencia a la transferencia de masa a través del material sea muy superior a la de la capa límite del gas, la difusión interna controlará el proceso y lo más importante será las propiedades del sólido (19).

Independientemente del mecanismo de transmisión de calor el cual puede ser por conducción, convección, radiación o una combinación de cualquiera de estos, el calor tiene que pasar primero a la superficie exterior y desde esta al interior del sólido. Excepto el secado por electricidad de alta frecuencia, que genera el calor intercambiante, esto conduce a la circulación de calor desde el interior hasta la superficie exterior. También se ha reportado otro tipo de secado llamado secado por sublimación (58).

En el secado por convección el calor necesario para la evaporación del líquido se transmite por un agente gaseoso o un vapor que pasa por encima del sólido o lo atraviesa. En el secado por conducción el producto que debe secarse se encuentra en recipientes calentado o se desplaza por encima de estos. El calor también se difunde en el sólido a través de la conductividad del propio sólido (46).

En el secado por radiación el calor se transmite por las superficies radiantes próximas.

En el secado dieléctrico la energía es generada en el interior del propio material mediante un campo electromagnético de alta frecuencia en la zona de microondas. También se reporta en la literatura el secado por sublimación, denominando así al secado en estado de congelación al vacío profundo. Según el método de transmisión del calor este procedimiento es análogo al secado por conducción pero debido a sus peculiaridades el secado por sublimación se destaca como un grupo especial (48).

### **MOVIMIENTO DE LA HUMEDAD DENTRO DEL SÓLIDO.**

Cuando se produce la evaporación superficial, debe haber un movimiento de humedad desde las profundidades del sólido hacia la superficie. A continuación se explicarán brevemente algunas de las teorías que se adelantaron para explicar el movimiento de la humedad y la relación de ésta con las curvas de régimen.

- **Difusión líquida:** Se puede producir la difusión de la humedad líquida debido a los gradientes de concentración entre las profundidades del sólido, donde la concentración es alta y la superficie donde ésta es baja.
- **Movimiento capilar:** La humedad no límite en sólidos granulares y porosos tales como arcillas, pigmentos de pinturas y otros semejantes, se traslada a través de capilares e intersticios de los sólidos mediante un mecanismo que implica tensión superficial. Los capilares se extienden desde pequeños receptáculos de humedad dentro del sólido hasta la superficie de secado. A medida que se lleva a cabo el secado, al principio la humedad se traslada por capilaridad hacia la superficie con suficiente rapidez, siendo constante el régimen de secado.

- Difusión de vapor: Especialmente si se suministra calor a una superficie de un sólido mientras en otra el secado continúa, se puede evaporar la humedad debajo de la superficie, difundiéndola hacia afuera como vapor. También se puede evaporar debajo de la superficie, las partículas de humedad existentes en sólidos granulares en forma aislada de la porción mayor de humedad que fluye a través de los capilares.
- Presión: Durante el secado debido a la concentración de las capas externas de un sólido, se puede compeler la humedad hacia la superficie. Usualmente solo podemos conjeturar sobre los mecanismos apropiados para cada sólido en particular, debiendo apoyarnos en el trabajo más o menos empírico de los regímenes experimentales de secado (74).

#### **1.4.5 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO DE SECADOR DE BANDEJAS:**



**FOTOGRAFÍA No. 5. SECADOR DE BANDEJAS**

Cuando la consistencia de la materia prima o del producto seco es tal que puede manejarse en bandejas, se utiliza en tipo cualquiera de secador de compartimientos. Aquí se incluyen substancias mojadas o plásticas y masas granulares tales como materiales cristalinos, pastas y precipitados. Cuando el material está sobre las bandejas es fácil manejar tanto en la carga como en la descarga sin pérdidas y, por tanto, se manejan por este método productos valiosos o pequeñas cantidades (8).

El aparato de secador de bandejas, o secador de anaqueles como se observa en la fotografía No 5, consiste en un gabinete, de tamaño suficientemente grande para alojar los materiales a secar, en el cual se hace correr suficiente cantidad de aire caliente y seco. En general, el aire es calentado por vapor, pero no saturado, de modo que pueda arrastrar suficiente agua para un secado eficiente (26). En este caso, cuando se calienta el aire con vapor, debe tomarse en cuenta varios aspectos, si nos situamos en la carta psicrométrica, el aire a utilizar, debe poseer una temperatura de bulbo húmedo alta, una entalpía alta, pero una humedad relativa baja. Puesto, que la operación de secado, como cualquier operación de transferencia, depende del tiempo de contacto interfacial (el cual no varía notablemente en este tipo de secador debido a la variación de la velocidad del aire), el área de contacto interfacial (que para nuestro caso requerimos que sean sólidos en terrones, o granos, para aumentar esta relación), el gradiente de temperatura y de humedad y la resistencia. En general, en este tipo de secadores, las variables que pueden fijarse o variarse son los gradientes, he allí la importancia que el aire no entre frío ni húmedo, puesto que esto minimiza el gradiente y elimina la eficiencia del secador (59) (62).

#### **1.4.5.1 Ventajas:**

- Cada lote del material se seca separadamente.
- Se pueden tratar lotes de tamaños entre 10 a 250 kg.
- Para el secado de materiales no necesita de aditamentos especiales.

Estos equipos tienen dos variaciones, una de secado directo en el cual el aire caliente es forzado a circular por las bandejas y la otra de secado indirecto, donde se utiliza el aire caliente proveniente de una fuente de calor radiante dentro de la cámara de secado y una fuente de vacío o un gas circulante para que elimine la humedad del secador como se aprecia en la figura N°4. (52)

Las bandejas pueden ser de fondo liso o enrejado. En estas últimas, el material se debe colocar sobre un papel, tela o fibra sintética especial donde la circulación del aire caliente fluye sobre el material desde arriba hasta abajo. El material de soporte debe facilitar la

limpieza y prevenir la contaminación del producto. En el secador la temperatura y el flujo deben ser muy uniformes. En general la velocidad de flujo recomendada para 100 kg del material es de 200 pies/min. (51).

Los granulados obtenidos en este secador son más densos, duros e irregulares que los obtenidos en lecho fluidizado, ya que éstos tienden a ser más porosos, menos densos y más esféricos. La fuente energética de estos secadores puede ser de: vapor, electricidad, o hidrocarburos como carbón, petróleo, aceite y gas. Estos dos últimos calientan mucho más y son de bajo costo de funcionamiento, pero tienen el inconveniente de contaminar el producto y producir explosiones. Los secadores que funcionan con vapor son más baratos que los eléctricos y se aconsejan para equipos grandes. (6)

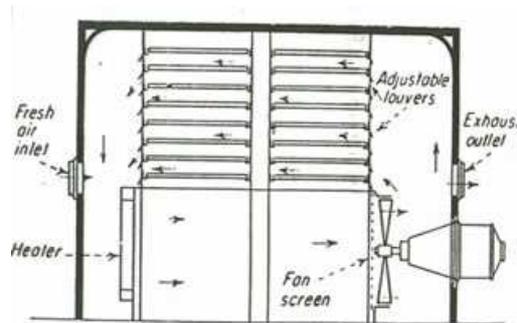


FIGURA No. 4. ESQUEMA GENERAL DE UN SECADOR DE BANDEJAS.

## 1.4.7 EFECTO DE LA DESHIDRATACIÓN EN LOS ALIMENTOS

### 1.4.7.1. Textura:

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

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

#### **1.4.7.2. Bouquet y Aroma:**

El calor no solo provoca el paso del agua a vapor durante la deshidratación, sino también la pérdida de algunos componentes volátiles del alimento. La intensidad con la que esta pérdida se produce depende de las temperaturas y de las concentraciones de sólidos en el alimento, así como en la presión de vapor de las sustancias volátiles y su solubilidad en el vapor de agua (64). Un adecuado control de las condiciones de deshidratación en las primeras fases del proceso, permite reducir al mínimo estas pérdidas.

#### **1.4.7.3. Color:**

La deshidratación cambia las características de la superficie de los alimentos y por tanto su color y reflectancia. Los cambios químicos experimentados por los pigmentos derivados, el caroteno y la clorofila, están producidos por el calor y la oxidación que tienen lugar durante la deshidratación. Por lo general, cuanto más de largo es el proceso de deshidratación y más elevada la temperatura, mayores son las pérdidas de estos pigmentos (64). Por lo general, cuanto más largo es el proceso de deshidratación y más elevada la temperatura, mayores son las pérdidas en estos pigmentos. Por otra parte, la oxidación y la actividad enzimática residual favorecen el desarrollo del empardamiento durante su almacenamiento.

#### **1.4.7.4. Valor Nutritivo:**

Las pérdidas de valor nutritivo que se producen durante la preparación de frutas y verduras son generalmente mayores que las que ocasiona el propio proceso de deshidratación. Así, por ejemplo, Escher y Neukom (1970) observaron que las pérdidas de vitamina C durante la preparación de escamas de manzana eran del 8% durante el corte en rodajas, del 62% durante el escaldado, del 10% durante su reducción a puré y del 5% durante la deshidratación por un sistema de rodillos. La solubilidad de las vitaminas en agua depende de la vitamina en cuestión. A medida que el proceso de deshidratación avanza algunas (por ejemplo: la riboflavina) alcanzan su sobresaturación y precipitan. Las pérdidas por tanto, son pequeñas. Otras, (por ejemplo: el ácido ascórbico) se

mantienen disueltas hasta que el contenido en agua del alimento es muy bajo y reaccionan con los solutos a mayor velocidad a medida que el proceso progresa. La vitamina C es también sensible al calor y la oxidación. Por ello tiempos de deshidratación deben ser cortos, las temperaturas bajas durante el almacenamiento, el contenido en agua y, la concentración de oxígeno deben también mantenerse bajos (70).

## **1.5 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO**

Entendemos por Análisis Básico (proximal), la determinación conjunta de un grupo de sustancias estrechamente emparentadas. Comprende la determinación del contenido de agua, proteína, grasa (extracto etéreo), cenizas y fibra; las sustancias extractibles no nitrogenadas (ELN), para subrayar que se trata de grupos de sustancias más o menos próximas y no de compuestos individuales, los analistas suelen usar el término bruta y/o cruda detrás de proteína, grasa o fibra. (31.) Como todas las determinaciones son empíricas es preciso indicar y seguir con precisión las condiciones del analista. Los resultados obtenidos en las determinaciones de cenizas y contenido de agua están muy influidos por la temperatura y el tiempo de calentamiento. Cualquier error cometidos en las determinaciones de los cinco componentes citados aumenta la cifra de las sustancias extractibles no nitrogenadas. (31)

### **OBJETIVOS:**

- Determinar la composición química con fines de investigación.
- Establecer las características físicas y químicas para control de calidad.
- Investigar y determinara adulteraciones.
- Investigar adulteraciones y el grado de las mismas.
- Establecer contaminaciones.

### **IMPORTANCIA.**

Garantizar la producción, industrialización y comercialización de los alimentos inocuos, íntegros y óptimos para proteger la salud y la economía de los consumidores (11).

## **1.5.1 ANÁLISIS PROXIMAL**

### **1.5.1.1. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD**

El contenido de humedad de los alimentos es de gran importancia por muchas razones científicas, técnicas y económicas (Comité de Normas alimentarias, 1979), pero su determinación precisa es muy difícil. El agua se encuentra en los alimentos esencialmente en dos formas, como agua enlazada y como agua disponible o libre; el agua enlazada incluye moléculas de agua unidas en forma química, o a través de puentes de hidrógeno a grupos iónicos o polares, mientras que el agua libre es la que no está físicamente unida a la matriz del alimento y se puede congelar o perder con facilidad por evaporación o secado. Puesto que la mayoría de los alimentos son mezclas heterogéneas de sustancias, contienen proporciones variables de ambas formas. En la mayoría de las industrias alimentarias, la humedad se suele determinar a diario. Los niveles máximos se señalan frecuentemente en las especificaciones comerciales. (31)

Existen para esto varias razones, principalmente las siguientes:

- El agua si está presente por encima de ciertos valores, facilita el desarrollo de microorganismos.
- El agua es el adulterante por excelencia para ciertos alimentos como leche, quesos, mantequilla, etc.
- Los materiales pulverulentos se aglomeran en presencia de agua. Por ejemplo la sal, azúcar.
- La cantidad de agua puede afectar la textura. Ejemplo carnes curadas.
- La determinación del contenido de agua representa una vía sencilla para el control de la concentración en las distintas etapas de la fabricación de alimentos (31) (3).

### **1.5.1.2 DETERMINACIÓN DE CENIZAS.**

El concepto de residuo de incineración o cenizas se refiere al residuo que queda tras la combustión (incineración) completa de los componentes orgánicos de un alimento en condiciones determinadas. Una vez que se eliminan otras impurezas posibles y partículas de carbono procedentes de una combustión incompleta, este residuo se corresponde con el contenido de minerales del alimento. (31)

La determinación de cenizas es importante porque:

- Nos da el porcentaje de minerales presentes en el alimento.
- Permite establecer la calidad comercial o tipo de harina.
- Da a conocer adulteraciones en alimentos, en donde se ha adicionado sal, talco, yeso, cal, carbonatos alcalinos, etc, como conservadores, material de carga, auxiliares ilegales de la coagulación de la leche para quesos, neutralizantes de la leche que empieza a acidificarse, respectivamente.
- Establece el grado de limpieza de materias primas vegetales (exceso de arena, arcilla).
- Sirve para caracterizar y evaluar la calidad de alimentos. (31)

### **1.5.1.3 DETERMINACIÓN DE FIBRA**

La fibra cruda o bruta representa la parte fibrosa e indigerible de los alimentos vegetales, químicamente está constituida por compuestos poliméricos fibrosos carbohidratados (celulosa, hemicelulosa, pectinas, gomas, mucílagos) y no carbohidratados (lignina, polímero del fenilpropano). El organismo humano carece de sistemas enzimáticos que degraden estos polímeros y por ello aparecen inalterados en el intestino grueso (colon) y ejercen una acción reguladora del peristaltismo y facilitan la evacuación de las heces fecales. (31)

El AOAC define a la fibra cruda como “la porción que se pierde tras la incineración del residuo seco obtenido después de digestión ácida-alcalina de la muestra seca y desengrasada en condiciones específicas”. La fibra contribuye a la textura rígida, dura y a la sensación de fibrosidad de los alimentos vegetales. (3)

#### **1.5.1.4 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA**

Hasta hace poco, el contenido total de proteínas en los alimentos se determinaba a partir del contenido de nitrógeno orgánico determinado por el método Kjeldahl. En la actualidad, existen varios métodos alternativos físicos y químicos, algunos de los cuales han sido automatizados o semiautomatizados. El método Kjeldahl, sigue siendo la técnica más confiable para la determinación de nitrógeno orgánico (31).

#### **1.5.1.5 pH**

La acidez medida por el valor de pH, junto con la humedad son, probablemente, las determinaciones que se hacen con más frecuencia. El pH es un buen indicador del estado general del producto ya que tiene influencia en múltiples procesos de alteración y estabilidad de los alimentos, así como en la proliferación de microorganismos. 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 (31).

#### **1.6 DETERMINACIÓN DE ALMIDÓN**

El almidón es la sustancia de reserva alimenticia predominante en las plantas, y proporciona el 70-80% de las calorías consumidas por los humanos de todo el mundo. Tanto el almidón como los productos de la hidrólisis del almidón constituyen la mayor parte de los carbohidratos digestibles de la dieta habitual. El almidón está compuesto fundamentalmente por glucosa. Químicamente es una mezcla de dos polisacáridos muy similares, la amilosa y la amilopectina; contienen regiones cristalinas y no cristalinas en capas alternadas. La disposición radial y ordenada de las moléculas de almidón en un gránulo resulta evidente al observar la cruz de polarización (cruz blanca sobre un fondo negro) en un microscopio de polarización cuando se colocan los polarizadores a 90° entre sí. El centro de la cruz corresponde con el hilum, el centro de crecimiento de gránulo (39).

## 1.7 MÉTODOS CROMATOGRÁFICOS

La cromatografía es un método de separación con alta resolución. Es un método físico de separación, donde los componentes se distribuyen en dos fases: una fase estacionaria y una fase móvil, que se va moviendo y transporta a los componentes a distintas velocidades por el lecho estacionario. Los procesos de retención se deben a continuas adsorciones y desorciones de los componentes de la muestra a lo largo de la fase estacionario (38).

Hay varios tipos de cromatografía. Los más importantes son:

- Cromatografía en columna: que puede ser líquida o de gases.
- Cromatografía líquida (HPLC).
- Cromatografía de gases.
- Cromatografía en papel.
- Cromatografía en capa fina. (38).

## 1.8 EVALUACIÓN SENSORIAL

El Análisis Sensorial o Evaluación Sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos. Es una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos que se perciben por los sentidos de la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto, por lo tanto, *la Evaluación Sensorial* no se puede realizar mediante aparatos de medida, el “instrumento” utilizado son personas. La palabra sensorial se deriva del latín **sensus**, que quiere decir **sentido** (68).

El análisis sensorial es un auxiliar de suma importancia para el control y mejora de la calidad de los alimentos ya que a diferencia del análisis físico-químico o microbiológico, que solo dan una información parcial acerca de alguna de sus propiedades, permite hacerse una idea global del producto de forma rápida, informando llegando el caso, de un aspecto de importancia capital: su grado de aceptación o rechazo (68).

## **1.9 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

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 período de conservación.

Y si bien el desarrollo microbiano desenfrenado y sus productos metabólicos indeseables ocasionan problemas al dañar los alimentos, los microorganismos también se usan benéficamente para producir alimentos y bebidas de alto valor gastronómico (6).

### **1.9.1 Levaduras y mohos**

Las levaduras y los mohos crecen mas lentamente que las bacterias en los alimentos no ácidos que conservan humedad y por ello pocas veces determinan problemas en tales alimentos. Sin embargo, en los alimentos ácidos y en los de baja actividad de agua, crecen con mayor rapidez que las bacterias, determinando por ello importantes pérdidas por la alteración de frutas frescas y jugos, vegetales, quesos, productos cerealícolas, alimentos salazonados y encurtidos, así como en los alimentos congelados y en los deshidratados, cuyo almacenamiento se realiza en condiciones inadecuadas. Además, existe el peligro de producción de micotoxinas por parte de los mohos (6). Las levaduras crecen más rápidamente que los mohos, pero con frecuencia junto a ellos. Mientras que los mohos son casi siempre aerobios estrictos, las levaduras generalmente crecen tanto en presencia como en ausencia de oxígeno, aunque con mayor rapidez y hasta poblaciones más elevadas en presencia de este gas (6). En los alimentos frescos y en los congelados, pueden encontrarse números reducidos de esporas y células vegetativas de levaduras, pero su presencia en estos alimentos es de escaso significado (6).

## **1.10 COLIFORMES**

La denominación genérica coliformes designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.

### **1.10.1 Hábitat del grupo coliforme**

Las bacterias de este género se encuentran principalmente en el intestino de los humanos y de los animales de sangre caliente, es decir, homeotermos, pero también ampliamente distribuidas en la naturaleza, especialmente en suelos, semillas y vegetales.

### **1.10.2 Los coliformes como indicadores**

Tradicionalmente se los ha considerado como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua destinada al consumo humano en razón de que, en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal. Por tanto, su ausencia indica que el agua es bacteriológicamente segura.

### **1.10.3 Coliformes e Higiene de alimentos**

En la higiene de alimentos los coliformes no se consideran indicadores de contaminación fecal sino solamente indicadores de calidad. Los coliformes totales se usan para evaluar la calidad de la leche pasteurizada, leche en polvo, helados, pastas frescas, fórmulas para lactantes, fideos y cereales para el desayuno.

Los coliformes fecales se usan para evaluar los mariscos frescos. Por último, la *E. coli* se usa como indicador en quesos frescos, quesillos, cereales, masas con relleno, alimentos infantiles, cecinas cocidas y verduras frescas. (45)

## 1.11 PRUEBAS ESTADÍSTICAS

### 1.11.1 Análisis de varianzas “adeva”

En estadística, análisis de varianza (ADEVA ó ANOVA, según terminología inglesa) es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados. El análisis de varianza sirve para comparar si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente distintos a los valores de otro o más conjuntos de datos (50), es decir, el análisis de la varianza (o Anova: Analysis of variance) es un método para comparar dos o más medias, que es necesario porque cuando se quiere comparar más de dos medias es incorrecto utilizar repetidamente el contraste basado en la t de Student. por dos motivos:

- En primer lugar, y como se realizarían simultánea e independientemente varios contrastes de hipótesis, la probabilidad de encontrar alguno significativo por azar aumentaría. En cada contraste se rechaza la  $H_0$  si la t supera el nivel crítico, para lo que, en la hipótesis nula, hay una probabilidad. Si se realizan m contrastes independientes, la probabilidad de que, en la  $\alpha$  hipótesis nula, ningún estadístico supere el valor  $\alpha$  crítico es  $(1 - \alpha)^m$ , por lo tanto, la probabilidad de que alguno  $\alpha$  supere es  $1 - (1 - \alpha)^m$ , que para valores m. Una primera solución,  $\alpha$  próximos a 0 es aproximadamente igual a  $\alpha$  de denominada método de Bonferroni, consiste en bajar el valor  $\alpha/m$ , aunque resulta un método muy conservador.  $\alpha$ , usando en su lugar  $\alpha$  de. (40)
- Por otro lado, en cada comparación la hipótesis nula es que las dos muestras provienen de la misma población, por lo tanto, cuando se hayan realizado todas las comparaciones, la hipótesis nula es que todas las muestras provienen de la misma población y, sin embargo, para cada comparación, la estimación de la varianza necesaria para el contraste es distinta, pues se ha hecho en base a muestras distintas.

El método que resuelve ambos problemas es el anova, aunque es algo más que esto: es un método que permite comparar varias medias en diversas situaciones; muy ligado, por tanto, al diseño de experimentos y, de alguna manera, es la base del análisis multivariante. (40)

### 1.11.2 Bases del análisis de la varianza

Supónganse  $k$  muestras aleatorias independientes, de tamaño  $n$ , extraídas de una única población normal. A partir de ellas existen dos maneras independientes  $\sigma$  de estimar la varianza de la población.

- Una llamada varianza dentro de los grupos (ya que sólo contribuye a ella la varianza dentro de las muestras), o varianza de error, o cuadrados medios del error, y habitualmente representada por MSE (Mean Square Error) o MSW (Mean Square Within) que se calcula como la media de las  $k$  varianzas muestrales (cada  $\sigma$  varianza muestral es un estimador centrado de cuadrados y la media de  $k$  estimadores centrados es también un estimador centrado y más eficiente que todos ellos). MSE es un cociente: al numerador se le llama suma de cuadrados del error y se representa por SSE y al denominador grados de libertad por ser los términos independientes de la suma de cuadrados (50).
- Otra llamada varianza entre grupos (sólo contribuye a ella la varianza entre las distintas muestras), o varianza de los tratamientos, o cuadrados medios de los tratamientos y representada por MSA o MSB (Mean Square Between). Se calcula a partir de la varianza de las medias muestrales y es también un cociente; al numerador se le llama suma de cuadrados de los tratamientos (se le representa por SSA) y al denominador  $(k-1)$  grados de libertad.

MSA y MSE, estiman la varianza poblacional en la hipótesis de que las  $k$  muestras provengan de la misma población. La distribución muestral del cociente de dos estimaciones independientes de la varianza de una población normal es una  $F$  con los grados de libertad correspondientes al numerador y denominador respectivamente, por lo tanto se puede contrastar dicha hipótesis usando esa distribución.

Si en base a este contraste se rechaza la hipótesis de que MSE y MSA estimen la misma varianza, se puede rechazar la hipótesis de que las k medias provengan de una misma población (50). Aceptando que las muestras provengan de poblaciones con la misma varianza, este rechazo implica que las medias poblacionales son distintas, de modo que con un único contraste se contrasta la igualdad de k medias.

Existe una tercera manera de estimar la varianza de la población, aunque no es independiente de las anteriores. Si se consideran las kn observaciones como una única muestra, su varianza muestral también es un estimador centrado de  $s^2$ : Se suele representar por MST, se le denomina varianza total o cuadrados medios totales, es también un cociente y al numerador se le llama suma de cuadrados total y se representa por SST, y el denominador (kn - 1) grados de libertad. (50)

**TABLA Nº4. RESULTADOS DE UN ANOVA SE SUELEN REPRESENTAR:**

Fuente de variación	G.L.	SS	MS	F
Entre grupos	k-1	SSA	SSA/(k-1)	MSA/MSE
Tratamientos				
Dentro	(n-1)k	SSE	SSE/k(n-1)	
Error				
Total	kn-1	SST		

FUENTE: ANALISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR: EL PROCEDIMIENTO ANOVA DE UN FACTOR  
[http://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis\\_de\\_la\\_varianza](http://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_de_la_varianza)

Y el cociente F se usa para realizar el contraste de la hipótesis de medias iguales. La región crítica para dicho contraste es  $F > F_{(k-1, (n-1)k)\alpha}$

Algunas propiedades

Es fácil ver en la tabla anterior que

$$GL_{\text{error}} + GL_{\text{trata}} = (n - 1)k + k - 1 = nk - k + k - 1 = nk - 1 = GL_{\text{total}}$$

No es tan inmediato, pero las sumas de cuadrados cumplen la misma propiedad, llamada identidad o propiedad aditiva de la suma de cuadrados:

$$SST = SSA + SSE$$

El análisis de la varianza se puede realizar con tamaños muestrales iguales o distintos, sin embargo es recomendable iguales tamaños por dos motivos:

La F es insensible a pequeñas variaciones en la asunción de igual varianza, si el tamaño es igual. Igual tamaño minimiza la probabilidad de error tipo II. (50)

### **1.11.3. TEST TUKEY**

Se debe utilizar el Test de Tukey:

- Cuando el tamaño de las muestras seleccionadas para cada grupo son iguales.
- Cuando el interés fundamental es comparar promedios entre dos grupos y son múltiples las comparaciones que estamos haciendo. Por lo tanto este test es el más utilizado, y al parecer, el más recomendado por los estadísticos (72).

Se utilizan los resultados de forma global y según grupo individualizado. El nivel de significación de las diferencias entre grupos se determina con el Análisis de Variancia y test de Tukey Post Hoc.

## **CAPÍTULO II**

### **2. PARTE EXPERIMENTAL**

#### **2.1 LUGAR DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se llevó a cabo en:

- Laboratorio de Bioquímica y Alimentos de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.
- Laboratorio de Química Industrial de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH
- Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH
- Laboratorio de Química Instrumental de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH
- Laboratorio del Centro de Servicios Técnicos y Transferencia de Tecnología Ambiental. CESTTA – ESPOCH.

#### **2.2 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS**

##### **2.2.1 MATERIAL VEGETAL**

Ocas (*Oxalis tuberosa sara-oca*) a utilizarse proveniente de la Comunidad de Guabo perteneciente a la Parroquia de San Juan, Provincia de Chimborazo, que es propia de esta zona, debido a que no se dispone de una fuente de información acerca de las variedades cultivadas en Ecuador.

## 2.2.2 DISPOSITIVOS

Equipos	Materiales	Reactivos	Medios de cultivo	Materiales de oficina
-HPLC (Chimadzu) -Balanza de precisión (Scientech) -Estufa (Memmet) -Cámara fotográfica (SONY) -Computadora (VAIO) -Equipo de Kjeldhal -Equipo Soxhlet -Mufla (Memmet) -Refrigeradora (Indurama) -pHmetro (Hanna) -Selladora (PFS) -Desecador de bandejas -Bomba de vacío (Ruchi)	-Balón de destilación 500mL -Balones aforados de 250 y 500mL -Balones Kjeldahl -Baño María -Bureta de 50mL -Guantes estériles -Mascarillas -Parafilm -Cajas petri 140X15mm -Cápsulas de porcelana -Crisol -Desecador -Embudo -Erlenmeyer 250mL -Espátula -Fundas plásticas de 10 x 15 plg -Gradilla -Mechero -Pinza de bureta -Pinza de cápsula -Papel filtro -Refrigerantes -Reverbero eléctrico -Papel aluminio -Tubos de ensayo -Varilla -Vasos de precipitación de 100, 250 y 500mL	-Ácido fosfórico -Ácido clorhídrico -Ácido sulfúrico -Agua destilada -Azul de metileno -Desinfectante (hipoclorito de sodio) -Etanol -Éter etílico -Hidróxido de sodio -Solución de Fehling A y B -Solución de Carrez I y II -Hexano	-Agar Saboraud -Agar eosina	-Calculadora -Carpetas -Cinta adhesiva -Cuaderno -Empastado -Tinta de impresión -Lápiz

## **2.3 MÉTODOS**

### **2.3.1 FASE EXPERIMENTAL**

#### **2.3.1.1 Análisis físico de la oca:**

- **Determinaciones Físicas**
- **pH NTE INEN 389:** Potenciometría
- **Color:** escala de intensidad de color
- **Sabor:** Organoléptica
- **Textura:** Organoléptica

#### **2.3.1.2 Análisis bromatológico de la oca fresca, endulzada y deshidratadas:**

##### **DETERMINACIÓN DE pH NTE INEN 389.**

- 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 10g la muestra preparada, añadir 100mL 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.

## **DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD INICIAL.** (Técnica NTE INEN 382)

### **Principio.**

Consiste en secar la muestra en la estufa a una temperatura de  $100\pm 3^{\circ}\text{C}$  hasta peso constante, el secado tiene una duración de 2 – 3 horas.

### **Procedimiento:**

- Pesar 1 – 10 gramos de muestra (previamente realizado el desmuestre) en un vidrio reloj, papel filtro o papel aluminio; o directamente en un crisol de porcelana previamente tarado, repartir uniformemente en su base.
- Colocar en la estufa a  $103^{\circ}\text{C}$  por un lapso de 2 – 3 horas.
- Saque el crisol de la estufa y colóquela en el desecador, para enfriar a temperatura ambiente.
- La determinación debe realizarse por duplicado.

### **Cálculos.**

Porcentaje de Humedad Inicial:

$$SS(\%) = \left[ \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \right] \times 100$$

Donde:

SS (%) = Sustancia seca en porcentaje en masa

m = masa de la capsula en gramos

$m_1$  = masa de la capsula de la muestra en gramos

$m_2$  = masa de la capsula con la muestra después del calentamiento en gramos.

## **DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD HIGROSCÓPICA.**

### **Principio**

Las muestras desecadas a 70 °C de temperatura, aun contienen cierta cantidad de agua llamada humedad higroscópica; la humedad higroscópica químicamente está enlazada con sustancias de la muestra y depende de la composición e higroscópica de la misma. Se determina la humedad higroscópica de las muestras en la estufa a 105°C por un tiempo de 12 horas.

$$\text{Humedad (\%)} = 100 - \% \text{ SS}$$

## **DETERMINACIÓN DE CENIZAS (Técnica NTE INEN 401)**

### **Principio**

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°C ± 25°C., con esto la sustancia orgánica se combustiona y se forma el CO<sub>2</sub>, 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°C ± 25°C; transferirle al desecador para enfriamiento y pesarla con aproximación al 0.1mg.
- Pesar en la cápsula, 10g de muestra con aproximación al 0.1mg y colocar sobre la fuente calórica a 150°C ± 25°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°C ± 25°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  $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$  por un tiempo de 4 horas como mínimo, hasta obtener cenizas blancas. Después de este tiempo se saca al desecador por 30 minutos.
- Pesar la cápsula con su contenido, con aproximación al 0.1mg.

### **Cálculos**

Porcentaje de Ceniza:

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

Donde:

%C = Porcentaje de ceniza

m = peso de la cápsula vacía en gramos

m<sub>1</sub> = peso de la cápsula con la muestra antes de la incineración en gramos

m<sub>2</sub> = peso de la cápsula con las cenizas después de la incineración en gramos.

## **DETERMINACIÓN DE FIBRA (Técnica AOAC 7050)**

### **Principio**

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 gramo 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 200mL de  $H_2SO_4$  al 7% mas 2mL 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 temperatura de la perilla en 7, también controlando que el reflujo de agua se encuentre funcionando adecuadamente (etapa de digestión ácida).
- A los 25 minutos se baja la temperatura de la posición 7 a 2.5 y se añade 20mL 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 policia los residuos que están adheridos para enjuagar posteriormente.
- El lavado se realiza con 200mL 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.

### **Cálculos:**

Porcentaje de Fibra:

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

Donde:

F = fibra

W 1 = peso del papel solo

W2 = peso del papel más muestra húmeda

W3 = peso del crisol más muestra seca

W 4 = peso del crisol más cenizas

**Fibra bruta en base seca:**

$$\%F.B.S = \frac{100 \times \%FB}{\%M.S}$$

Donde:

%F.B.S = % Fibra en Base Seca.

%FB= % Fibra Bruta

%M.S= % Materia Seca.

**DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA (Técnica AOAC 2049)**

**Principio**

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 40mg de muestra e introducirla en el balón de digestión Kjeldhal.
- Anadir: 1.5g de Sulfato de Potasio o Sulfato de Sodio; 40mg de HgO y 3mL de Acido Sulfurico concentrado procurando no manchar las paredes del mismo.
- Colocar el balón en el digestor y calentar hasta obtener un liquido transparente
- Enfriar el balón y su contenido, adicionar 4mL de agua destilada para disolver el contenido que al enfriarse se solidifica.
- Verter lo anterior en el balón de destilación del equipo, adicionando otros 4mL de agua destilada para enjuagar el balón.

- Cerrar la llave y anadir 8mL de Hidroxido de Sodio al 40% y 2mL de Tiosulfato de Sodio al 5% dejando pasar lentamente al balón de destilación.
- Recibir el destilado en un vaso conteniendo 6mL de Acido Borico 4%, al que se le anade una o dos gotas de indicador mixto rojo de metilo y Bromocresol(400mg de rojo de metilo mas 250mg 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 15mL de destilado.
- Titular el destilado con HCl N/10
- La determinación debe hacerse por duplicado

### **Cálculos:**

Porcentaje de Proteína:

$$\%P = (1.40)(F)\{(V_1N_1)/m\}$$

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

Proteína en Base Seca:

$$\%P. B. S. = \frac{100x\%PB}{\%M. S.}$$

Donde:

%P.B.S = % Proteína en Base Seca.

%FB = % Proteína Bruta

%M.S = %Materia Seca.

## **DETERMINACIÓN DE AZÚCARES (Método de FEHLING)**

### **Principio**

Los azúcares que tienen en su estructura grupos aldehídicos o cetónicos libres reaccionan como agentes reductores libres y se llaman azúcares reductores. Estos incluyen a todos los monosacáridos y los disacáridos como la maltosa, lactosa y celobiosa. Los disacáridos como la sacarosa y la rafinosa, así como otros oligosacáridos están formados por azúcares simples unidos a través de grupos aldehídicos o cetónicos y por tanto son carbohidratos no reductores (hasta que son hidrolizados en los azúcares reductores que los forman). Estas propiedades se usan para cuantificar azúcares por la medición de la reducción del Cu (I) al Cu (II). El licor de Fehling consiste en tartrato cúprico alcalino y se convierte en óxido cuproso insoluble al calentarse a ebullición con una solución de azúcar reductor.

### **Azúcares Totales**

#### **Procedimiento:**

- Se pesa 5g de muestra previamente homogenizada.
- Colocar en un balón de 250mL y añadir 100mL de agua destilada para arrastrar cuantitativamente la muestra.
- Adicionar 5mL de HCl concentrado.
- Calentar a reflujo por 20 minutos.
- Neutralizar con NaOH al 50% hasta pH7.
- Aforar a 250mL con agua destilada.
- Filtrar y colocar el filtrado en una bureta de 50mL.
- En un erlenmeyer de 250mL colocar 5mL de la solución de fehling A y 5mL de la solución de fehling B, mezclar y añadir 40mL de agua destilada, núcleos de ebullición 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 0,5mL la solución problema desde la bureta, sin dejar de hervir.

- Al primer minuto y cincuenta y cinco segundos de ebullición adicionar 3 gotas de la solución indicadora de azul de metileno y continuar la titulación a ritmo de 0,1mL por segundo hasta color rojo brillante.
- Repetir la titulación adicionando de una sola vez el volumen gastado inicialmente en la titulación anterior menos 0.5mL.
- Titular a ritmo de 0.05mL cada 10 segundos.
- El punto final debe alcanzar en un período de ebullición de 2 a 3 minutos.

### **Cálculos:**

Porcentaje de Azúcares Totales:

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

Donde:

% AT = % Azúcares Totales

A = Aforo de la muestra

a = Título de Fehling

W = Peso de la muestra en gramos

V = Volumen gastado en la titulación

### **Azúcares Reductores:**

### **Procedimiento:**

- Se pesa 5g de muestra previamente homogenizada.
- Colocar en un balón de 500mL, adicionar 15mL de Carrez I y 15mL de Carrez II, agitando después de cada adición.
- Aforar a 500mL con agua destilada y filtrar por filtro de pliegues.
- El filtrado colocar en una bureta de 50mL.
- En un erlenmeyer de 250mL colocar 5mL de la solución de fehling A y 5mL de la solución de fehling B, mezclar y añadir 40mL de agua destilada, núcleos de ebullición 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 0,5mL la solución problema desde la bureta, sin dejar de hervir.
- Al 1 minuto y 55 segundos de ebullición adicionar 3 gotas de la solución indicadora de azul de metileno y continuar la titulación a ritmo de 0,1mL por segundo hasta color rojo brillante.
- Repetir la titulación adicionando de una sola vez el volumen gastado inicialmente en la titulación anterior menos 0.5mL.
- Titular a ritmo de 0.05mL cada 10 segundos.
- El punto final debe alcanzar en un período de ebullición de 2 a 3 minutos.

### **Cálculos:**

Porcentaje de Azúcares Reductores:

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

Donde:

% AR = % Azúcares Reductores

A = Aforo de la muestra

a = Título de Fehling

W = Peso de la muestra en gramos

V = Volumen gastado en la titulación

### **Azúcares no Reductores:**

Se saca por cálculo previa determinación experimental de los azúcares reductores y totales con la siguiente fórmula.

$$\% ANR = \%AT - \%AR$$

**DETERMINACIÓN DE ALMIDÓN.** Método adaptado a la Facultad de ciencias de la ESPOCH en base a:

- Metodología de análisis, F. distefano et al determinación de almidón p13-14
- Análisis moderno de los alimentos F.Hard, H. Fisher
- Método 15.2 almidón, método de la hidrólisis ácida p 404- 406

**Principio.**

El almidón es la sustancia de reserva alimenticia predominante en las plantas, y proporciona el 70-80% de las calorías consumidas por los humanos de todo el mundo. Tanto el almidón como los productos de la hidrólisis del almidón constituyen la mayor parte de los carbohidratos digeribles de la dieta habitual. El almidón está compuesto fundamentalmente por glucosa. Químicamente es una mezcla de dos polisacáridos muy similares, la amilosa y la amilopectina; contienen regiones cristalinas y no cristalinas en capas alternadas. Puesto que la cristalinidad es producida por el ordenamiento de las cadenas de amilopectina, los gránulos de almidón céreo, tienen parecido grado de cristalinidad que los almidones normales. La disposición radial y ordenada de las moléculas de almidón en un gránulo resulta evidente al observar la cruz de polarización (cruz blanca sobre un fondo negro) en un microscopio de polarización cuando se colocan los polarizadores a 90° entre sí. El centro de la cruz corresponde con el hilum, el centro de crecimiento de gránulo.

**Procedimiento:**

- Pesar 10g de muestra y colocar en un matraz erlenmeyer de 250 mL con 40 mL de agua destilada.
- Agitar fuertemente, dejar en reposo para que se sedimente el almidón.
- Decantar el líquido en otro erlenmeyer y repetir esto por dos veces más hasta que el líquido no de Rx más para azúcares.
- Arrastre el residuo a un matraz de 250 mL con ayuda de un frasco lavador.

- Anadir 5 mL de HCl concentrado (densidad 1.125 diluir 680 mL de HCl a un litro) e hidrólícele, conectando el matraz a un refrigerante d reflujo y caliéntele a ebullición por 30 min.
- Enfríese y neutralice con NaOH 10% y finalmente con Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (aprox. 0.5 N, 26.5 g Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> disuelta en agua y afore un litro.) controlando el pH con papel indicador o potenciómetro.
- Transfiérase la disolución neutralizada a un balón volumétrico de 100 mL, mézclese el contenido y afore.
- Filtre el hidrolizado a través de papel filtro, descártese los 10 primeros mL del filtrado y el resto coloque en la bureta.
- En un erlenmeyer añadir 5 mL solución de Fheling A más 5 mL de solución de Fheling B más núcleos de ebullición y 40 mL de agua destilada.
- Hiérvase el contenido y en este momento haga caer desde la bureta el filtrado del hidrolizado.

**Cálculos:**

$$\% \text{ Almidón} = \% \text{ Glucosa} * 0.9$$

### **2.3.1.3 ANÁLISIS DEL VALOR NUTRACÉUTICO DE LA OCA FRESCA Y DESHIDRATADA:**

#### **DETERMINACIÓN DE VITAMINA C.**

Para este ensayo se utilizó el método de: Cromatografía líquida de alta resolución.

#### **Principio.**

Consiste en una cromatografía de partición en fase reversa, fase móvil polar con la detección en el campo ultravioleta a una longitud de onda de 254nm.

#### **Condiciones para el análisis:**

Columna: C18

Longitud: 25cm

Flujo: 1mL/min

Detector: UV/Visible

Fase Móvil: 25-75 (Metanol- Agua)

#### **Preparación del estándar de Vitamina C:**

- Pesar exactamente 0.005mg de Ácido ascórbico estándar.
- Aforar a 100 mL con ácido fosfórico 0.05M grado HPLC (Solución estándar de Vitamina C).
- Tomar 1 mL de la solución y aforar a 10 mL con ácido fosfórico 0.05M grado HPLC.
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana.
- Colocar en vial de vidrio para su inyección.

### **Extracción del principio activo de la oca fresca:**

- Pesar aproximadamente 2 g de la muestra.
- Aforar a 25 mL con ácido fosfórico 0.05M grado HPLC.
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana.
- Colocar en vial de vidrio para su inyección.

### **Extracción del principio activo del deshidratado**

- Pesar aproximadamente 1 g de la muestra.
- Aforar a 25 mL con ácido fosfórico 0.05M grado HPLC.
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana.
- Colocar en vial de vidrio para su inyección.

### **Cuantificación de Vitamina C**

$$\text{Concentración de vitamina C } \left( \frac{\mu\text{g}}{\text{g}} \right) = \frac{A.M \times C.E \times F.D}{A.E}$$

Donde:

A.M = Área de la Muestra

A.E = Área del Estándar

C.E = Concentración del Estándar

F.D = Factor de Dilución

#### **2.3.1.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA OCA FRESCA Y DESHIDRATADA:**

##### **DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE MICROORGANISMOS MOHOS Y LEVADURAS.**

##### **MÉTODO DE RECuento: SIEMBRA POR EXTENSIÓN EN SUPERFICIE.**

- Añadir a cada placa 20 mL de Agar Saboraud modificado fundido y enfriado a 45 – 50 °C al que se le ha adicionado previamente el volumen necesario de la solución stock de cloranfenicol para obtener una concentración final de 40 ppm.
- Solución stock de cloranfenicol: disuelva 1 gramo de antibiótico en 100mL de agua destilada estéril, filtre a través de una membrana de 0.45µm. Almacene en la oscuridad a 4 – 8 °C, deseche luego de un mes.
- Seque las superficies de las placas en la estufa a 50°C durante 30 minutos, sin tapa y con la superficie del agar hacia abajo.
- Preparar las muestras del alimento según lo indicado para la preparación y dilución de los homogeneizados.
- Marcar 2 placas por dilución, tomar las correspondientes a las más altas y sembrar en cada una 1 mL de la disolución del respectivo tubo. Repetir esta operación con cada dilución hasta llegar a la más concentrada, usar siempre la misma pipeta, pero homogeneizando 3 veces la dilución antes de sembrar cada placa. Sembrar mínimo 3 diluciones.
- Extender las alícuotas de 1 mL sobre la superficie del medio, tan pronto como sea posible. Dejar secar las superficies de las placas 15 minutos.
- Sellar las placas con parafilm, incubarlas en posición normal a 20 – 24 °C durante 3 – 5 días. O a temperatura ambiente durante 5 – 7 días. No mueva las placas.

##### **Cálculos:**

$$C= n \times f$$

Donde:

C= unidades propagadoras de Colonias de hongos por g ó mL, de producto.

n= Numero de colonias contadas en la placa

10= factor para convertir el inóculo a 1mL

f= factor de dilución.

### **2.3.1.5 DESHIDRATACIÓN DE LA OCA**

- Determinar la temperatura de secado
- Determinar el tiempo de secado

### **2.3.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Test ADEVA (ANOVA) y TUKEY, para muestras dependientes para el análisis de Vitamina C en oca fresca, endulzada y deshidratada correspondiente a tres temperaturas de 70°C, 80°C y 90°C.

Realización de gráficos estadísticos, a partir de los datos obtenidos del contenido de vitamina C en análisis de HPLC de las muestras de ocas frescas, endulzadas y sus respectivos deshidratados a las tres temperaturas para el proceso de deshidratación. Además para los análisis proximal, complementario y microbiológico de las muestras de ocas frescas, endulzadas y sus deshidratados a la temperatura elegida de 80°C.

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 EVALUACIÓN SENSORIAL

Para la evaluación sensorial se utilizó los órganos de los sentidos como son: vista, olfato, gusto, para medir las reacciones que produce la oca con los mismos, permitiendo un control del producto inicial y final. Como se ve en el cuadro N° 1 Los parámetros tanto para la oca fresca, oca endulzada como para la oca fresca deshidratada y oca endulzada deshidratada, son iguales a la percepción de los sentidos.

**CUADRO N°1. RESULTADO DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE OCA FRESCA, ENDULZADA Y DESHIDRATADAS**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>OCA FRESCA</b>	<b>DESHIDRATADA A 80°C</b>
Color	Amarilla con rojo	Blanco pálido
Olor	Inodoro	Inodoro
Sabor	Amargo	Insípida
<b>PARÁMETROS</b>	<b>OCA FRESCA-ENDULZADA</b>	<b>DESHIDRATADA A 80°C</b>
Color	Amarilla oscuro	Blanco pálido
Olor	Inodoro	Dulce
Sabor	Dulce	Dulce

### 3.2 DESHIDRATACIÓN DE LA OCA

En el proceso de deshidratación se empleó un secador de bandejas de capacidad de 3 Kg por cada bandeja.

- **SELECCIÓN:** Se eligen las ocas frescas y endulzadas en mejor estado.
- **CORTADO:** Se realizan cortes transversales con ayuda de un rallador.
- **PREPARACIÓN:** Se colocan uniformemente las ocas cortadas en papel aluminio y se someten a las tres temperaturas establecidas para el tratamiento (70, 80, 90) °C.
- **TRATAMIENTO:** Debe ser controlado el peso en intervalos de tiempo de 10 minutos, hasta un peso constante.

Se realizaron cálculos específicos para las tres temperaturas de secado (70, 80 y 90) °C como son:

Cálculo de la humedad del sólido

$$X_i = \frac{W_s - W_f}{W_f}$$

Donde:

$X_i$  = Humedad del sólido

$W_s$  = Peso del sólido

$W_f$  = Peso final del sólido

Cálculo del área expuesta al secado

$$A = a \times h$$

Donde:

$A$  = Área de secado

$a$  = Ancho de la bandeja = 0,375m

$h$  = Largo de la bandeja = 0,48m

**CUADRO N°2 RESULTADOS DE TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA OCA FRESCA DESHIDRATADA A 70°C.**

Para el efecto se empezó con la temperatura de 70°C evidenciándose que a un tiempo de 4 horas y 30 min, el peso de la oca es constante, tal como se observa en el Cuadro No. 2 y Gráfico No.1.

**Peso de la bandeja (g):** 1019,7

Cálculos:

**$M_s = \text{Bandeja (g)} - \text{peso de la bandeja (g)}$**

$$M_s = 1171,8g - 1019,7g$$

$$M_s = 152,1 g$$

$$X_i = \frac{W_s - W_f}{W_f}$$

$$X_i = \frac{1171,8g - 1051,5g}{1051,5g}$$

$$X_i = 0,11$$

Donde:

Tiempo (min)= tiempo de secado en minutos

Bandeja (g) = peso de la bandeja mas la muestra en gramos

$M_s$  (g) = masa seca en gramos

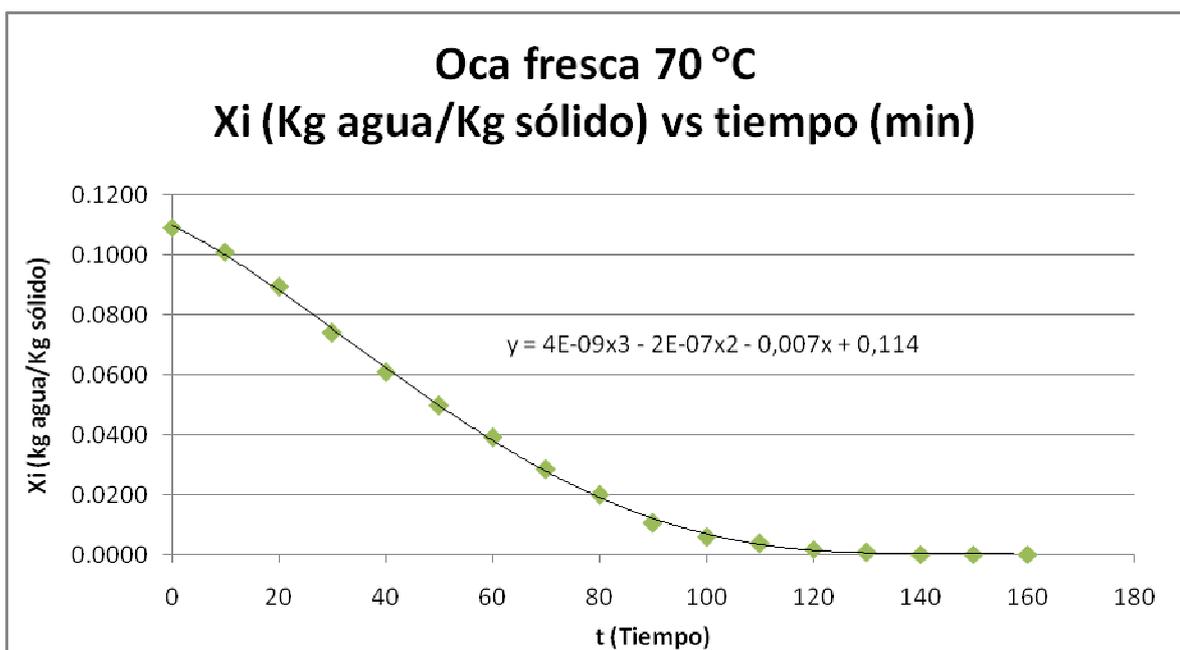
$X_i$  = humedad del sólido ( $\text{Kg}_{\text{agua}}/\text{Kg}_{\text{sólido}}$ )

$W_s$  = peso inicial del sólido

$W_f$ = peso final del sólido

Tiempo (min)	Bandeja (g)	Ms	Xi
0	1171,8	152,1	0,114
10	1164,2	144,5	0,107
20	1157,3	137,6	0,101
30	1151,2	131,5	0,095
40	1144,4	124,7	0,088
50	1137,2	117,5	0,082
60	1131,4	111,7	0,076
70	1124,6	104,9	0,070
80	1119,2	99,5	0,064
90	1113,1	93,4	0,059
100	1105,2	85,5	0,051
110	1098,1	78,4	0,044
120	1092,5	72,8	0,039
130	1086,1	66,4	0,033
140	1080,7	61	0,028
150	1076,7	57	0,024
160	1071,9	52,2	0,019
170	1067	47,3	0,015
180	1063,4	43,7	0,011
190	1060,4	40,7	0,008
200	1057,6	37,9	0,006
210	1055,9	36,2	0,004
220	1054,1	34,4	0,002
230	1053	33,3	0,001
240	1052,6	32,9	0,001
250	1051,5	31,8	0,000
260	1051,5	31,8	0,000

GRÁFICO N°1 CURVA DE SECADO DE LA OCA FRESCA A 70°C.



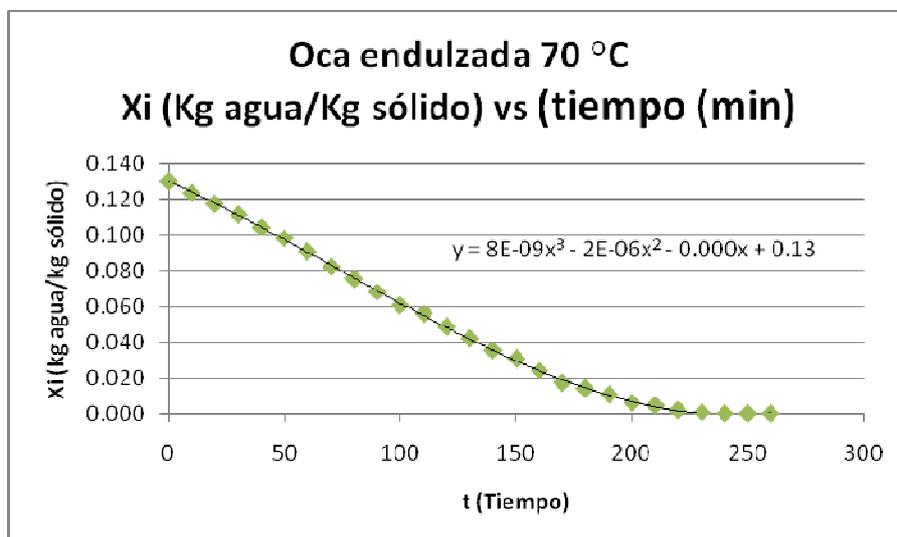
**CUADRO N°3 CUADRO DE RESULTADOS DE TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA OCA ENDULZADA 70°C.**

Para la temperatura de 70°C en la Oca endulzada como se observa en el cuadro No.3, grafico No. 2 se da a conocer que el tiempo de secado es de 4 horas 20 min.

**Peso de la bandeja (g): 1024,5**

Tiempo (min)	Bandeja (g)	Ms	Xi
0	1226,3	201,8	0,130
10	1219,5	195	0,124
20	1212,9	188,4	0,118
30	1206,2	181,7	0,111
40	1198,5	174	0,104
50	1192,1	167,6	0,098
60	1183,8	159,3	0,091
70	1174,8	150,3	0,082
80	1167,1	142,6	0,075
90	1159,4	134,9	0,068
100	1151,1	126,6	0,061
110	1145,9	121,4	0,056
120	1138,2	113,7	0,049
130	1130,9	106,4	0,042
140	1124,1	99,6	0,036
150	1118,5	94	0,031
160	1111,7	87,2	0,024
170	1104,2	79,7	0,017
180	1100,5	76	0,014
190	1096,9	72,4	0,011
200	1092,1	67,6	0,006
210	1090,8	66,3	0,005
220	1087,3	62,8	0,002
230	1086,1	61,6	0,001
240	1085,3	60,8	0,000
250	1085,3	60,8	0,000

**GRÁFICO N°2 CURVA DE SECADO DE LA OCA ENDULZADA A 70°C.**



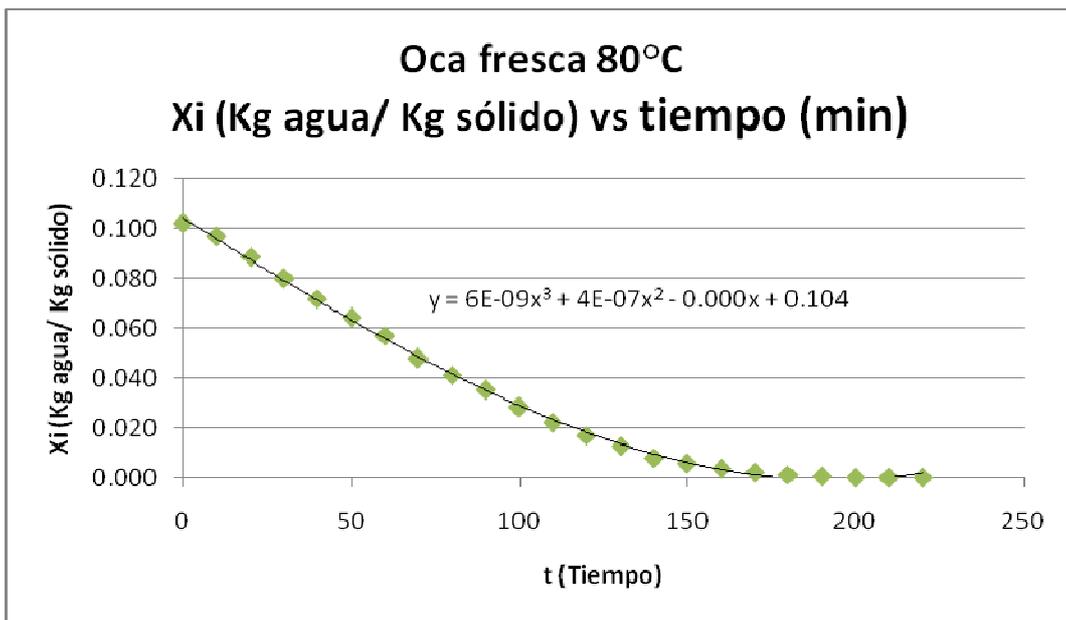
**CUADRO N°4 CUADRO DE RESULTADOS DE TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA OCA FRESCA A 80°C.**

A la temperatura de 80°C como se observa en el Cuadro No.4, gráfico No. 3 se da a conocer que el tiempo de secado para la oca endulzada es de 3 horas con 40 minutos.

**Peso de la bandeja (g): 1018,7**

Tiempo (min)	Bandeja (g)	Ms	Xi
0	1160,5	141,8	0,102
10	1155,2	136,5	0,097
20	1146,5	127,8	0,089
30	1137,4	118,7	0,080
40	1128,8	110,1	0,072
50	1120,8	102,1	0,064
60	1113,4	94,7	0,057
70	1103,8	85,1	0,048
80	1096,7	78	0,041
90	1090,3	71,6	0,035
100	1083,3	64,6	0,029
110	1076,7	58	0,022
120	1071,4	52,7	0,017
130	1067	48,3	0,013
140	1061,8	43,1	0,008
150	1059,5	40,8	0,006
160	1057,3	38,6	0,004
170	1055,6	36,9	0,002
180	1054,8	36,1	0,002
190	1053,9	35,2	0,001
200	1053,2	34,5	0,000
210	1053,2	34,5	0,000

**GRÁFICO N°3 CURVA DE SECADO DE LA OCA FRESCA A 80°C.**



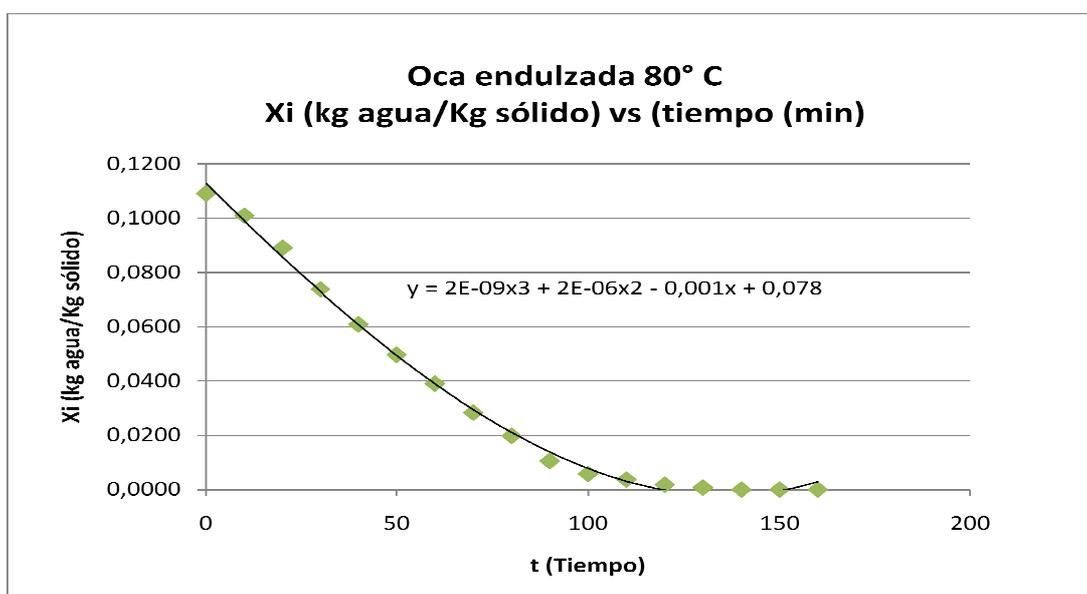
**CUADRO No.5 RESULTADOS DE TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA OCA ENDULZADA A 80°C.**

Para la temperatura de 80°C en la Oca endulzada como se observa en el cuadro No. 5, gráfico No. 4 se da a conocer que el tiempo de secado es de 3 horas 10 min.

**Peso de la bandeja (g): 1019,6**

Tiempo (min)	Bandeja (g)	Ms	Xi
0	1157,8	138,2	0,0764
10	1151,1	131,5	0,0702
20	1142	122,4	0,0617
30	1135,9	116,3	0,0561
40	1127,5	107,9	0,0483
50	1119,9	100,3	0,0412
60	1110,9	91,3	0,0328
70	1104,5	84,9	0,0269
80	1097,1	77,5	0,0200
90	1092,9	73,3	0,0161
100	1089,2	69,6	0,0126
110	1085,7	66,1	0,0094
120	1081,5	61,9	0,0055
130	1080,9	61,3	0,0049
140	1078,6	59	0,0028
150	1077,4	57,8	0,0017
160	1076,1	56,5	0,0005
170	1075,6	56	0,0000
180	1075,6	56	0,0000

**GRÁFICO N°4 CURVA DE SECADO DE LA OCA ENDULZADA A 80°C.**



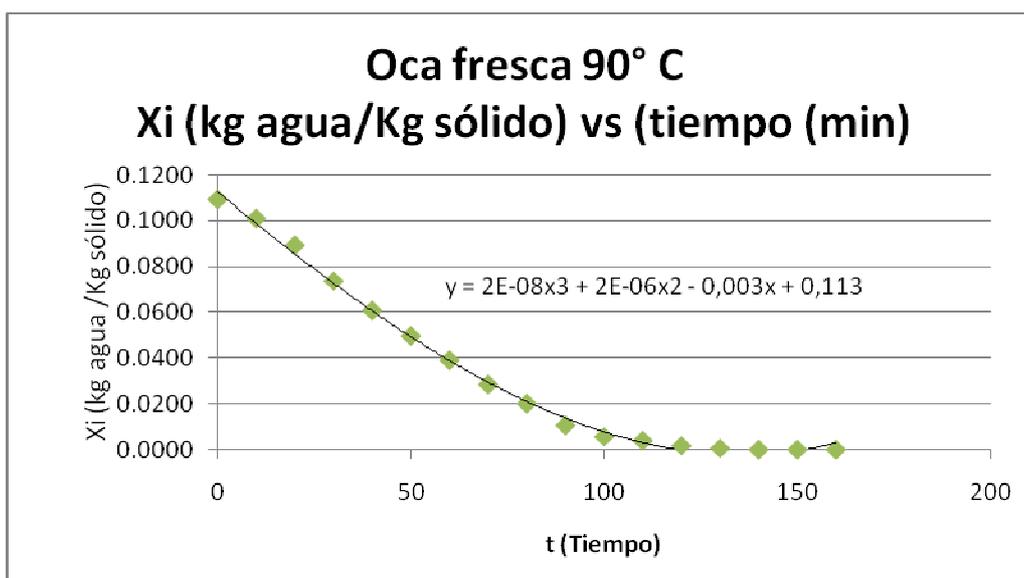
**CUADRO No 6 RESULTADOS DE TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA OCA FRESCA 90°C.**

Para la temperatura de 90°C en la Oca fresca como se observa en el cuadro No. 6, gráfico No. 5 se da a conocer que el tiempo de secado es de 2 horas 40 min.

**Peso de la bandeja (g): 1020,5**

Tiempo (min)	Bandeja (g)	Ms	Xi
0	1174	153,5	0,109
10	1165,4	144,9	0,101
20	1152,9	132,4	0,089
30	1136,7	116,2	0,074
40	1122,9	102,4	0,061
50	1111,1	90,6	0,050
60	1099,8	79,3	0,039
70	1088,5	68	0,028
80	1079,5	59	0,020
90	1069,6	49,1	0,010
100	1064,6	44,1	0,006
110	1062,4	41,9	0,004
120	1060,4	39,9	0,002
130	1059,3	38,8	0,001
140	1058,5	38	0,000
150	1058,5	38	0,000

**GRÁFICO N°5 CURVA DE SECADO DE LA OCA FRESCA A 90°C.**



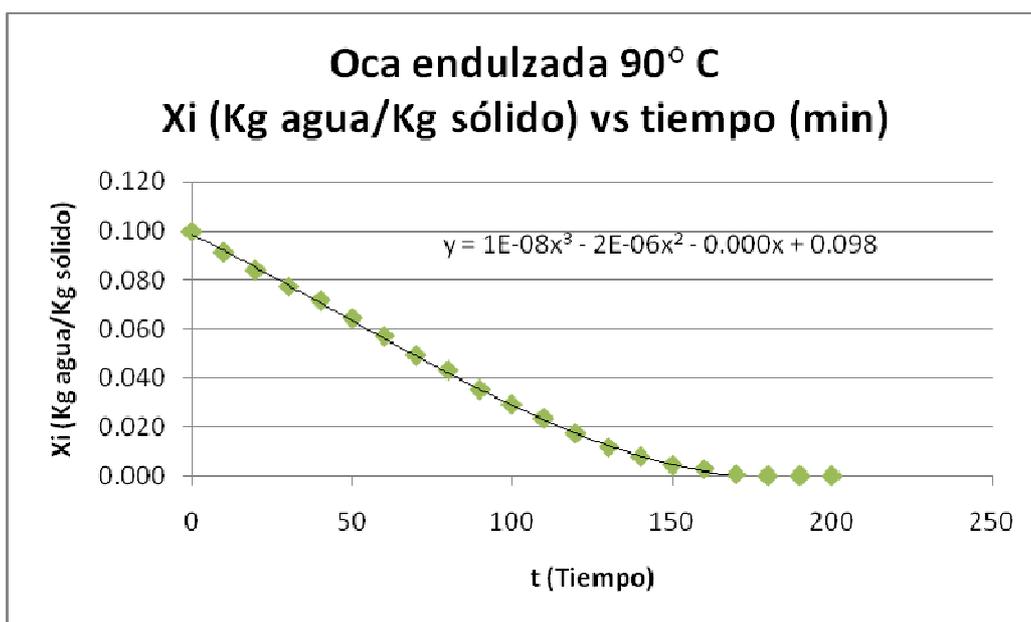
**CUADRO No.7 RESULTADOS DE TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA OCA ENDULZADA A 90°C**

Para la temperatura de 90°C como se observa en el cuadro No. 7, gráfico No. 6, se da a conocer que el tiempo de secado para la Oca endulzada es de 2 horas 20 min.

**Peso de la bandeja (g): 1023,5**

Tiempo (min)	Bandeja (g)	Ms	Xi
0	1159,8	136,3	0,100
10	1150,9	127,4	0,091
20	1143	119,5	0,084
30	1136,2	112,7	0,077
40	1129,9	106,4	0,072
50	1122,3	98,8	0,064
60	1114,8	91,3	0,057
70	1106,3	82,8	0,049
80	1100,3	76,8	0,043
90	1091,7	68,2	0,035
100	1085,4	61,9	0,029
110	1079,4	55,9	0,024
120	1073,2	49,7	0,018
130	1067,3	43,8	0,012
140	1062,8	39,3	0,008
150	1059,3	35,8	0,005
160	1057,8	34,3	0,003
170	1055,6	32,1	0,001
180	1054,5	31	0,000
190	1054,5	31	0,000

**GRÁFICO N°6 CURVA DE SECADO DE LA OCA ENDULZADA A 90°C.**



Es notorio que las muestras de Ocas frescas y Ocas endulzadas sometidas a deshidratación a las tres temperaturas 70°C, 80°C, y 90°C, existe diferencia entre ellas en lo que corresponde al tiempo de secado, pues experimentalmente se puede determinar que a menor temperatura existe mayor tiempo de secado en la oca fresca a 70°C es de 4:30 min y para la oca endulzada es de 4:20 min, mientras que en la temperatura de 80°C, en la oca fresca es de 3:40min y para la oca endulzada es de 3:10min y para la temperatura final de 90°C en la oca fresca toma un tiempo de 2:40min y para la oca endulzada es de 2:20min. 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.

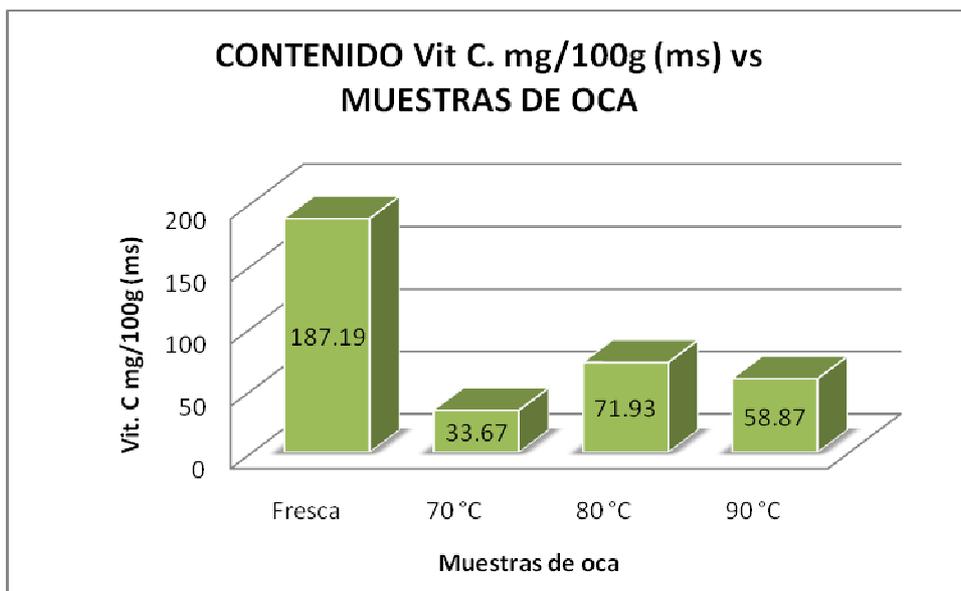
### 3.4. CONTENIDO DE VITAMINA C.

**CUADRO 8. CONTENIDO DE VITAMINA C EN MUESTRAS ESTUDIADAS**

<b>OCA</b>	<b>Tiempo de deshidratación (min)</b>	<b>VITAMINA C (mg/100g) Base seca</b>	<b>Perdidas de vitamina C (%)</b>
<b>FRESCA</b>		187.19	
Deshidratado a 70°C	270	33.67	82.01
Deshidratado a 80°C	220	71.93	61.57
Deshidratado a 90°C	160	58.87	68.55
<b>ENDULZADA</b>		65.34	
Deshidratado a 70°C	260	25.69	60.69
Deshidratado a 80°C	190	41.95	35.79
Deshidratado a 90°C	140	36.63	43.93

- **Oca Fresca.**

Obtenida la oca deshidratada, se procedió a realizar el análisis de contenido de vitamina C en muestras deshidratadas a 70, 80 y 90°C. Reportándose los datos en base seca. Determinándose que el contenido de vitamina C de la oca fresca en base seca es de 187.19 mg/100g, siendo este valor el comparativo con las muestras deshidratadas a diferentes temperaturas; mientras que a una temperatura de 70°C el contenido de vitamina C es de 33.67 mg/100g, a una temperatura de 80°C el valor es de 71.93 mg/100g, mientras que ha 90°C el contenido de vitamina C es de 58.87 mg/100g tal como se observa en el Cuadro No.8, Gráfico No.9; es decir que a la temperatura de 80°C la vitamina C, se conservan de mejor manera.



**GRÁFICO No. 7 RELACIÓN DE CONTENIDO DE VITAMINA C EN OCA FRESCA Y DESHIDRATADAS A 70°C, 80°C Y 90°C**

- **Oca endulzada.**

Obtenida la oca endulzada deshidratada, se procedió a realizar el análisis de contenido de vitamina C en muestras deshidratadas a 70, 80 y 90°C. Reportándose los datos en base seca. Determinándose que el contenido de vitamina C de la oca endulzada en base seca es de 65.34 mg/100g, siendo este valor el comparativo con las muestras deshidratadas a diferentes temperaturas; mientras que a una temperatura de 70°C el contenido de vitamina C es de 25.69 mg/100g, a una temperatura de 80°C el valor es de 41.95 mg/100g, mientras que ha 90°C el contenido de vitamina C es de 36.63 mg/100g tal como se observa en el Cuadro No.8 y Gráfico No.10; es decir que a la temperatura de 80°C la vitamina C, se conservan de mejor manera.

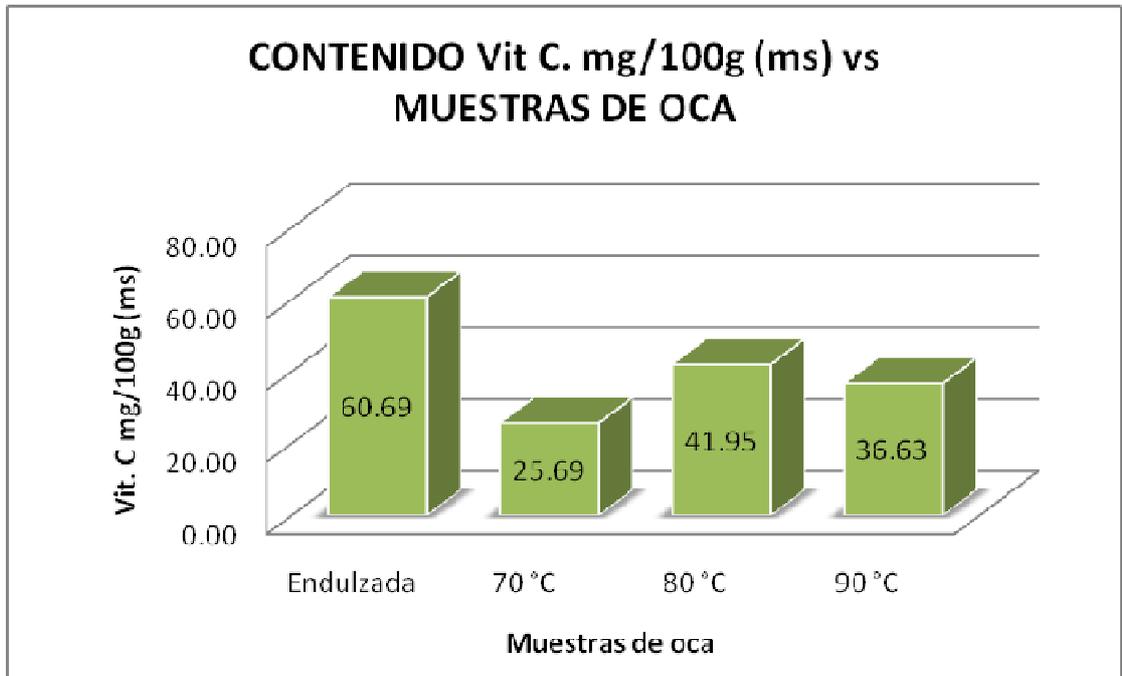


GRÁFICO 8. RELACIÓN DE CONTENIDO DE VITAMINA C EN OCA ENDULZADA Y DESHIDRATADAS A 70°C, 80°C Y 90°C

**TEST DE ADEVA PARA LA CONCENTRACIÓN DE VITAMINA C EN LA OCA (*Oxalis tuberosa sara-oca*) FRESCA DESHIDRATADA A TRES TEMPERATURAS FRENTE A UNA MUESTRA DE OCA FRESCA.**

Para determinar la temperatura óptima en donde exista una menor pérdida de vitamina C se utilizó el Análisis de Varianza y el Análisis de Tukey con los cuales se determinó que es la temperatura de 80°C existe menor pérdida de vitamina C.

**CUADRO No 9 ADEVA PARA EL CONTENIDO DE VITAMINA C EN LAS OCAS FRESCA DESHIDRATADAS FRENTE A UNA MUESTRA DE OCA FRESCA.**

<b>ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR</b>				
<b>RESUMEN</b>				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
M Fresca	4	748.7445477	187.1861369	4.91030662
70° C	4	134.6960834	33.67402085	0.025127855
80° C	4	287.7340025	71.93350063	0.221237674
90° C	4	235.482905	58.87072625	128.5094078

<b>ANÁLISIS DE VARIANZA</b>							
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>PC</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>	
Entre grupos	55583.28241	3	18527.7608	554.4491412	3.94799E-13	3.490294821	
Dentro de los grupos	400.9982397	12	33.41651998				
Total	55984.28065	15					

Donde:

SC = suma de cuadrados

gl = grados de libertad

PC = promedio de cuadrados

P = probabilidad

Con los resultados de ADEVA podemos comprobar que existe una diferencia significativa en el contenido de Vitamina C entre la muestra de Oca fresca con las muestras de ocas deshidratadas a las tres temperaturas diferentes, de acuerdo al valor de Fisher calculado experimentalmente 554.4491412 es mayor al valor crítico para el mismo.

**CUADRO No 10. TEST DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE VITAMINA C EN LAS OCAS FRESCAS DESHIDRATADAS FRENTE A UNA MUESTRA DE OCA FRESCA.**

**Vitamina C**

HSD de Tukey

TEMPERATURA FRESCAS	N	Subconjunto para alfa = .05			
		1	2	3	4
70.00	4	33.6741			
90.00	4		58.8707		
80.00	4			71.9335	
.00 *	4				187.1862
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4.000.

\*Oca fresca

De acuerdo con los resultados de Tukey podemos ratificar lo antes mencionado que existe una diferencia significativa en el contenido de Vitamina C entre la Oca fresca y las muestras de Oca frescas deshidratadas a las tres temperaturas correspondientes, debido a que cada muestra forma un subconjunto diferente es decir ninguna se superpone, pero por existir un contenido mayor de Vitamina C en la muestra elegida será la muestra número 3 correspondiente al de la Oca deshidratada a la temperatura de 80° C.

**TEST DE ADEVA PARA LA CONCENTRACION DE VITAMINA C EN LA OCA (*Oxalis tuberosa sara-oca*) ENDULZADA DESHIDRATADA A TRES TEMPERATURAS FRENTE A UNA MUESTRA DE OCA ENDULZADA.**

Para determinar la temperatura óptima en donde exista una menor perdida de vitamina C se utilizó el Análisis de Varianza y el Análisis de Tukey con los cuales se determinó que es la temperatura de 80°C existe menor perdida de vitamina C.

**CUADRO No 11. ADEVA PARA EL CONTENIDO DE VITAMINA C EN LAS OCAS ENDULZADAS DESHIDRATADAS FRENTE A UNA MUESTRA DE OCA FRESCA.**

<b>ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR</b>				
<b>RESUMEN</b>				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Endulzada	4	261.349619	65.33740475	0.586373629
Endulzada 70	4	102.7477418	25.68693546	0.338311527
Endulzada 80	4	167.8191074	41.95477685	0.17058607
Endulzada 90	4	146.5326781	36.63316951	2.154807017

<b>ANÁLISIS DE VARIANZA</b>						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>PC</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	3355.622332	3	1118.540777	1376.63243	1.73224E-15	3.490294821
Dentro de los grupos	9.750234731	12	0.812519561			
Total	3365.372567	15				

Donde:

SC = suma de cuadrados

gl = grados de libertad

PC = promedio de cuadrados

P = probabilidad

Con los resultados de ADEVA se comprueba la existencia de una diferencia significativa en el contenido de Vitamina C entre la muestra de Oca endulzada con las muestras de ocas deshidratadas a las tres temperaturas diferentes, de acuerdo al valor de Fisher calculado experimentalmente 1376.63243 es mayor al valor crítico para el mismo

**CUADRO No 12. TEST DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE VITAMINA C EN LAS OCAS ENDULZADAS DESHIDRATADAS FRENTE A UNA MUESTRA DE OCA FRESCA.**

**Vitamina C**

HSD de Tukey

TEMPERATURA ENDULZADA	N	Subconjunto para alfa = .05			
		1	2	3	4
70.00	4	25.6870			
90.00	4		36.6332		
80.00	4			41.9548	
.00*	4				65.3374
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4.000.

\*Oca endulzada

Con los resultados de Tukey podemos ratificar lo antes mencionado que existe una diferencia significativa en el contenido de Vitamina C entre la Oca endulzada y las muestras de Ocas endulzadas deshidratadas a las tres temperaturas correspondientes, debido a que cada muestra forma un subconjunto diferente es decir ninguna se superpone, pero existe un contenido mayor de Vitamina C en la muestra numero 3 correspondiente al de la Oca deshidratada a la temperatura de 80 °C, por lo cual esta será la temperatura optima para realizar los análisis físico-químico correspondientes.

### 3.5 ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DE LA OCA FRESCA Y DESHIDRATADA A LA TEMPERATURA ÓPTIMA (80 °C).

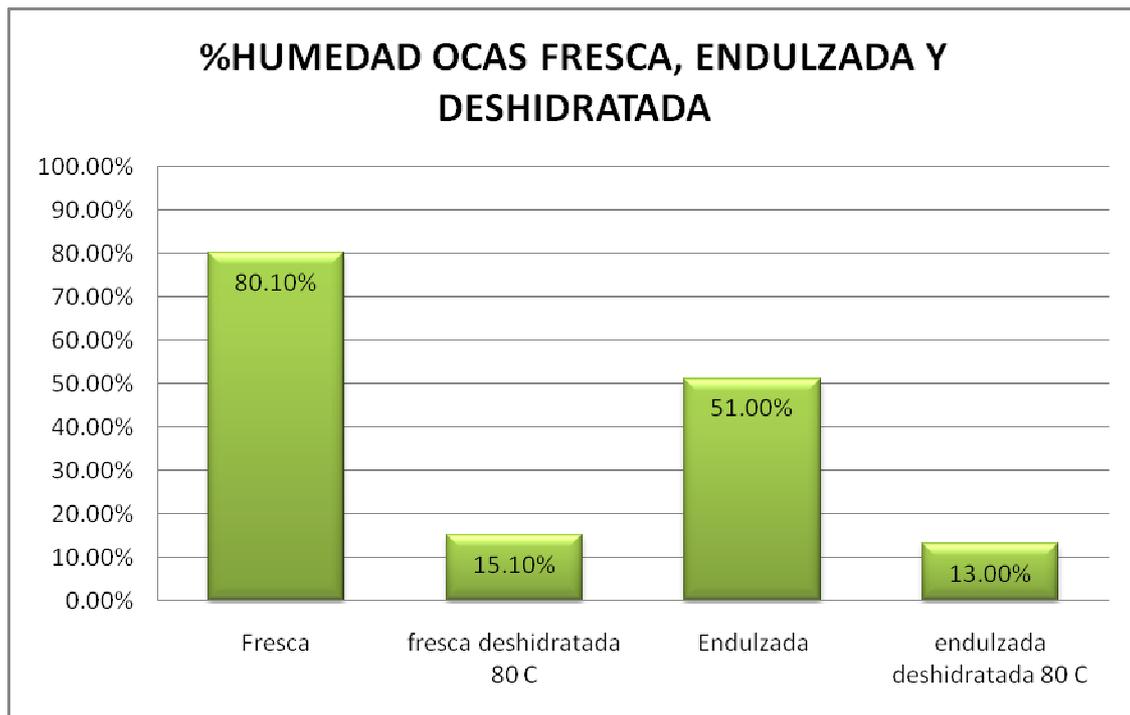
Todas las determinaciones tanto físicas como químicas se realizaron por duplicado tanto en la oca fresca como en la oca deshidratada a 80° C; cuyos valores se encuentran expresados en base seca.

**CUADRO No.13 CONTENIDO NUTRICIONAL EXPRESADO EN MUESTRA SECA.**

PARÁMETROS	OCA FRESCA	DESHIDRATADO 80° C	OCA ENDULZADA	DESHIDRATADO 80° C
HUMEDAD (%)	80,1	15,1	51,0	13,0
CENIZA (%)	3,9	7,3	4,3	8,1
AZÚCARES TOTALES (%)	14,1	59,1	36,4	61,8
AZÚCARES REDUCTORES (%)	4,7	21,9	21,1	34,6
AZÚCARES NO REDUCTORES (%)	9,4	37,2	15,6	27,2
FIBRA (%)	0,8	6,8	3,0	7,3
PROTEÍNA (%)	1,1	8,6	5,3	9,8
pH	4,54	6,30	5,70	6,0
ALMIDÓN (%)	10,6	23,7	7,2	17,4
ACIDO OXÁLICO mg/100g	135	31,4	72	54,4
ACIDO ASCÓRBICO mg/100g	187,19	71,93	65,34	41,96

### 3.5.1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Como se evalúa en el Gráfico No. 9, se determinó para la oca fresca un promedio de humedad de 80.1% y en la oca deshidratada de 15.1%, en la oca endulzada se determinó un 51% de humedad mientras que su deshidratado presento un 13%, la pérdida en la humedad se debió a que en el proceso de deshidratación el agua contenida en el alimento fue eliminada en forma de vapor mientras se aplica calor, se observa además que existe mayor pérdida de humedad en la oca fresca en comparación con la oca endulzada debido al proceso de endulzamiento el cual consiste mediante en la eliminación de agua de la muestra por acción del calor cuando se exponen los tubérculos al sol; el valor obtenido de humedad nos indica que existe más tiempo de vida útil pues tendrá una conservación óptima gracias a su bajo contenido de humedad.

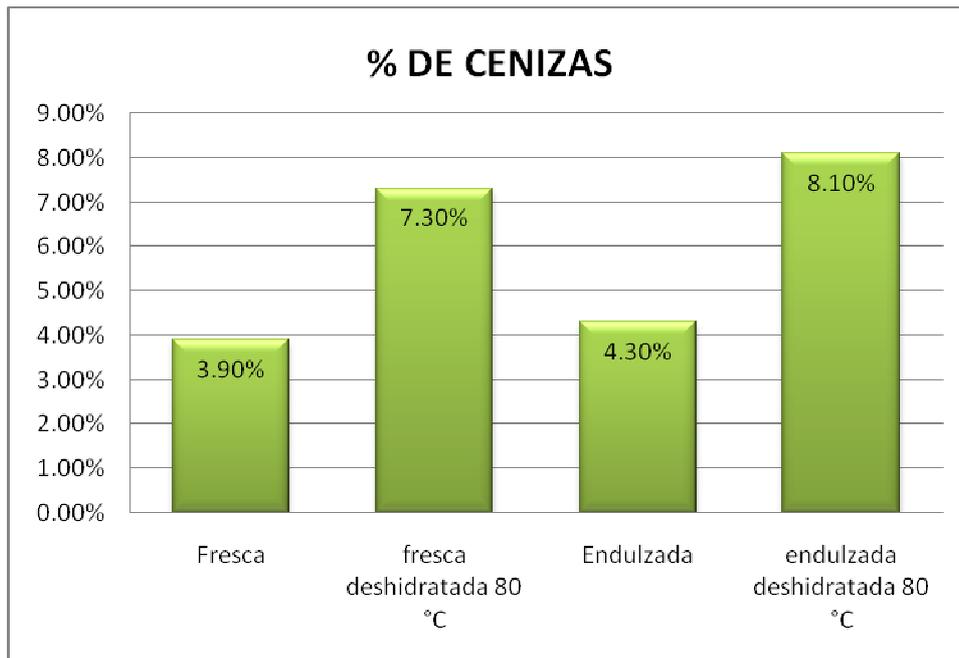


**GRÁFICO No. 9. RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD EXPRESADO EN MUESTRA SECA EN LA OCA FRESCA, ENDULZADA Y SUS RESPECTIVOS DESHIDRATADOS A 80°C.**

### 3.5.2 DETERMINACIÓN DE CENIZA

De acuerdo a los datos obtenidos en el análisis de laboratorio para la determinación de cenizas, se aprecia en el Gráfico No. 10 que el porcentaje de cenizas es menor en la oca fresca (3.9%) que en la oca endulzada (4.3%) mientras que en los deshidratados el % de cenizas son mayores tanto para la fresca (7.3%) como para la endulzada (8.1%) deshidratadas.

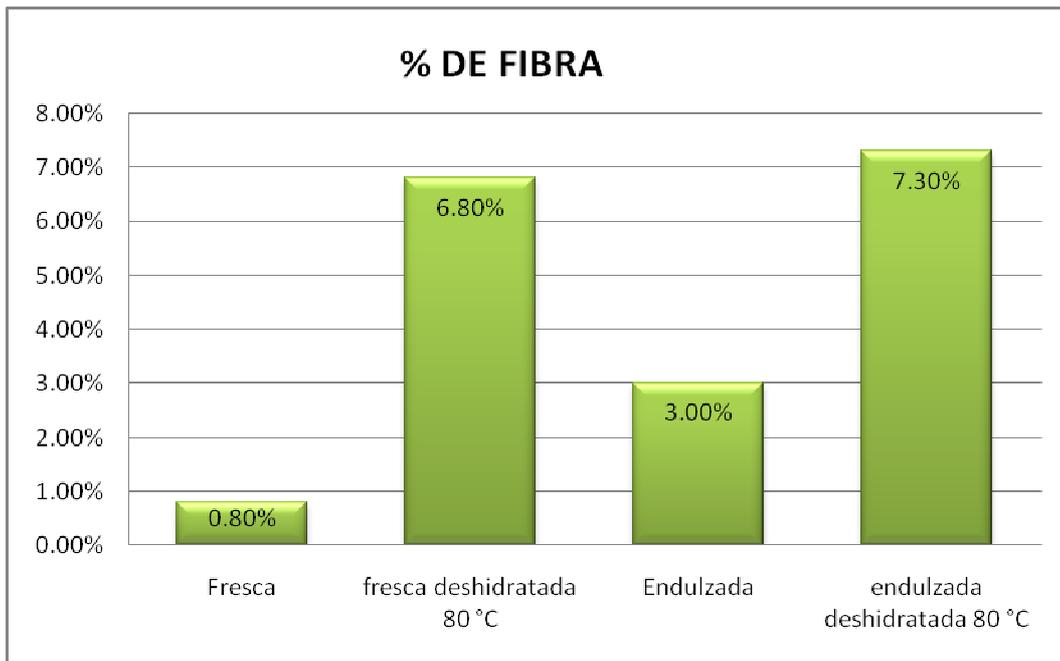
Este aumento en el deshidratado se debe a que la muestra de la Oca en el proceso de deshidratación perdió un porcentaje de agua, permitiendo que los elementos minerales se encuentren en mayor concentración, siendo un indicativo para determinar que el valor nutritivo en la Oca fresca y en la Oca endulzada deshidratadas a 80 °C se incremento.



**GRÁFICO 10. RELACIÓN DE CONTENIDO DE CENIZA EXPRESADO EN MUESTRA SECA EN LA OCA FRESCA, ENDULZADA Y SUS RESPECTIVOS DESHIDRATADOS A 80°C**

### 3.5.3 DETERMINACIÓN DE FIBRA

En el análisis de laboratorio para la determinación de fibra, se observa en el Gráfico No.11, que el % de fibra contenida en la muestra de oca fresca (0.80%) es menor con respecto al contenido de fibra en la oca endulzada (3.0%) y, los deshidratados a la temperatura de 80°C, de la oca fresca deshidratada (6.80%) y, la oca endulzada deshidratada (7.30%), esta diferencia se debe a que en el proceso de endulzado y el proceso de deshidratación, el almidón se gelatiniza y la celulosa se cristalinice ocasionando que la textura sea más rígida y dura, el mayor contenido de fibra en estos productos nos lleva a que creer que podrían usarse en la dieta alimenticia no únicamente como alimentos nutritivos si no también como alimentos dietéticos.

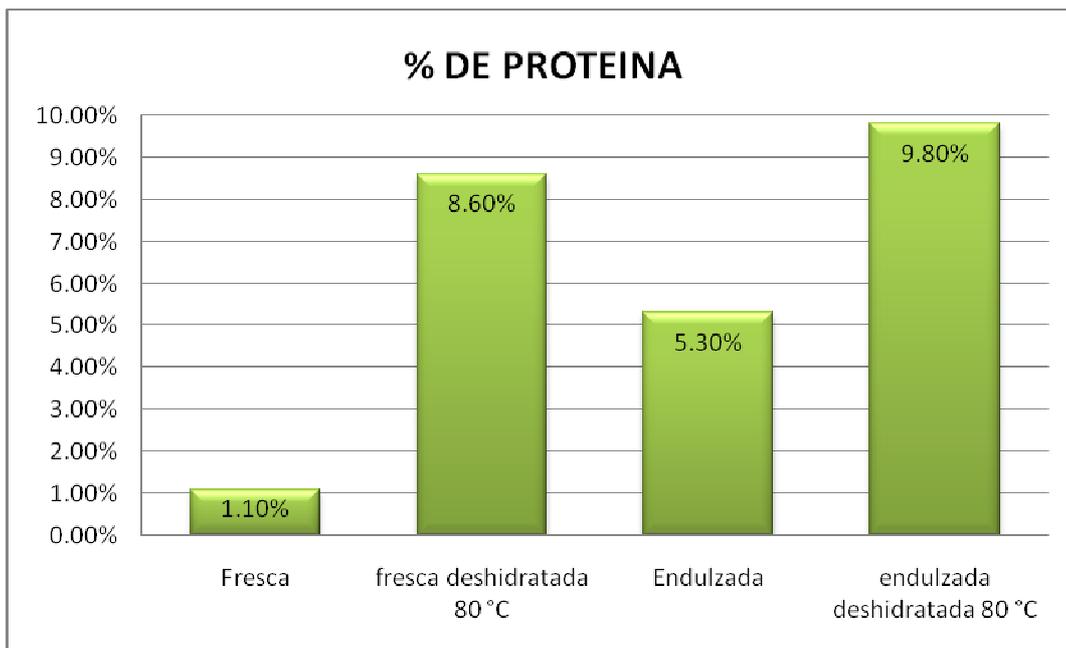


**GRÁFICO 11. RELACIÓN DE CONTENIDO DE FIBRA EXPRESADO EN MUESTRA SECA EN OCA FRESCA, ENDULZADA Y SUS RESPECTIVOS DESHIDRATOS A 80°C**

### 3.5.4 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA

Como se observa en el Gráfico No.12 la proteína en la oca fresca (1.10%) es menor en relación con el contenido de proteína de la oca endulzada (5.30%), mientras que en las muestras deshidratadas tanto de la fresca (8.60%) como de la endulzada (9.8%) deshidratadas a 80°C, son mayores en relación con las muestra en frescas, esto se debe a que a medida que progresa la deshidratación el agua disminuye y los solutos se concentran.

Demostrando que la deshidratación no afecta el valor biológico y la digestibilidad de las proteínas contenidas en las muestras de oca fresca y oca endulzada.



**GRÁFICO No. 12 RELACIÓN DE CONTENIDO DE PROTEÍNA EXPRESADO EN MUESTRA SECA EN OCA FRESCA, ENDULZADA Y SUS RESPECTIVOS DESHIDRATADOS A 80°C.**

### 3.5.5 DETERMINACIÓN DE AZÚCARES TOTALES

De los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio se puede apreciar en el gráfico N° 13, que el porcentaje de azúcares totales en la Oca fresca (14.10%), es menor al del % de azúcares totales reportados en la Oca endulzada (36.40%), es decir se incrementó a medida que transcurrió el tiempo de exposición de los tubérculos al sol, debido a la eliminación de agua y la transformación del almidón en azúcares, mientras que los azúcares totales reportados en la Oca fresca deshidratada (59.10%) y en la Oca endulzada deshidratada (61.80%) son mayores en referencia de las muestras frescas, debido a que los azúcares son solubles en agua y mientras progresa la desecación estos son arrastrados hacia el exterior del alimento donde se concentran y terminan por cristalizar.

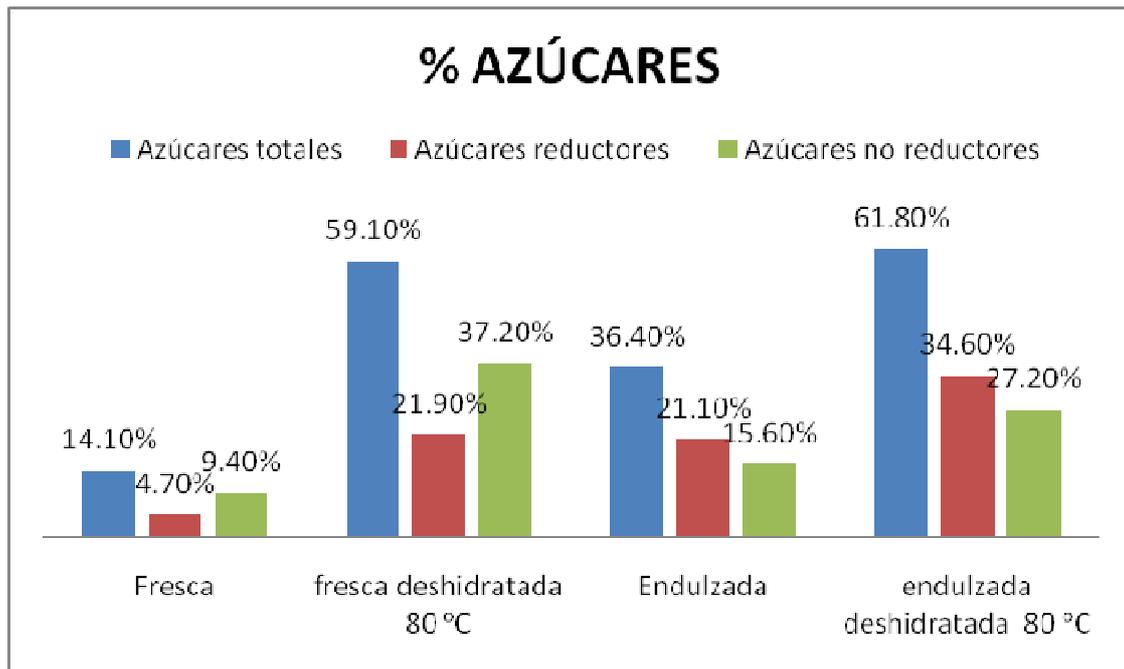
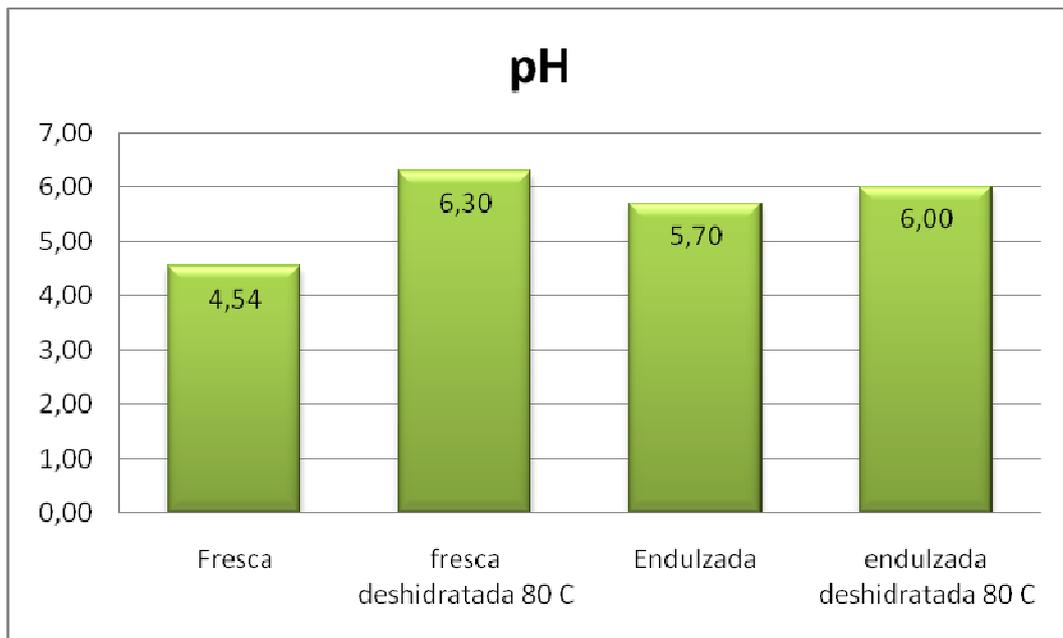


GRÁFICO No. 13 RELACIÓN DE CONTENIDO DE AZÚCARES TOTALES, AZÚCARES REDUCTORES Y NO REDUCTORES EXPRESADOS EN MUESTRA SECA EN OCA FRESCA, ENDULZADA Y SUS RESPECTIVOS DESHIDRATADOS A 80°C.

### 3.5.5 DETERMINACIÓN DE pH.

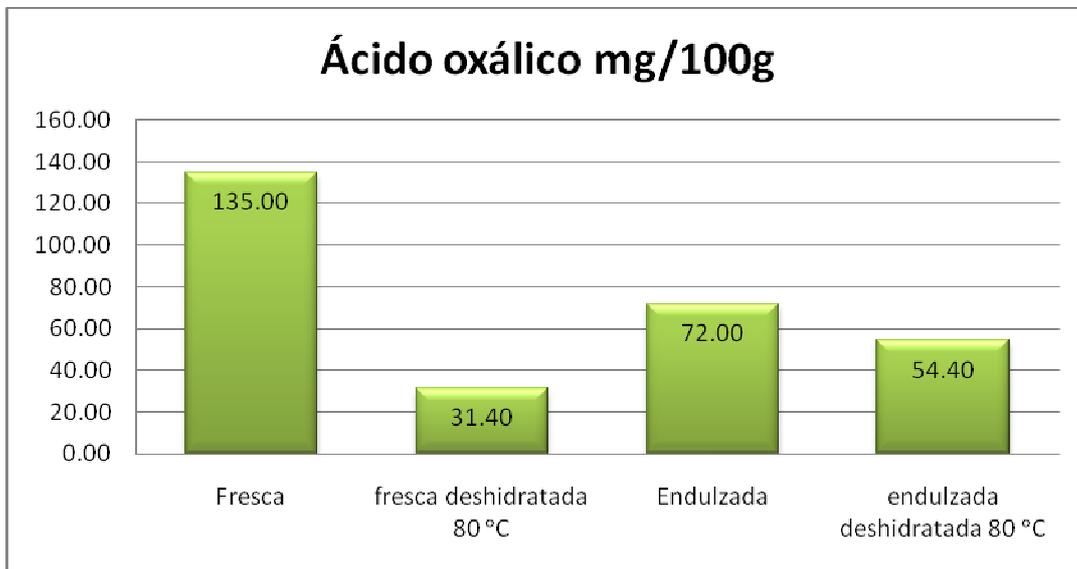
De acuerdo al análisis de laboratorio se puede apreciar en el gráfico N° 14, que el pH en la Oca fresca (4.54) es más bajo en comparación con la oca endulzada (5.70) indicando que es menos propensa al desarrollo y ataque de m.o no deseables mientras que en los deshidratados el pH en la oca fresca deshidratada (6.30), y en Oca endulzada deshidratada es de (6.0) son ligeramente ácidos y más propensos al desarrollo de y ataque de m.o no deseables, además de afectar directamente al porcentaje de pérdida de vitamina C, en el proceso de deshidratación, según estos valores de pH se puede determinar que el porcentaje menor de pérdida de la vitamina C, será en la Oca endulzada y su deshidratada.



**GRÁFICO No. 14. RELACIÓN DE pH ENTRE LA OCA FRESCA; ENDULZADA CON SUS RESPECTIVOS DESHIDRATADOS A 80°C.**

### 3.5.5 DETERMINACIÓN DE ÁCIDO OXÁLICO.

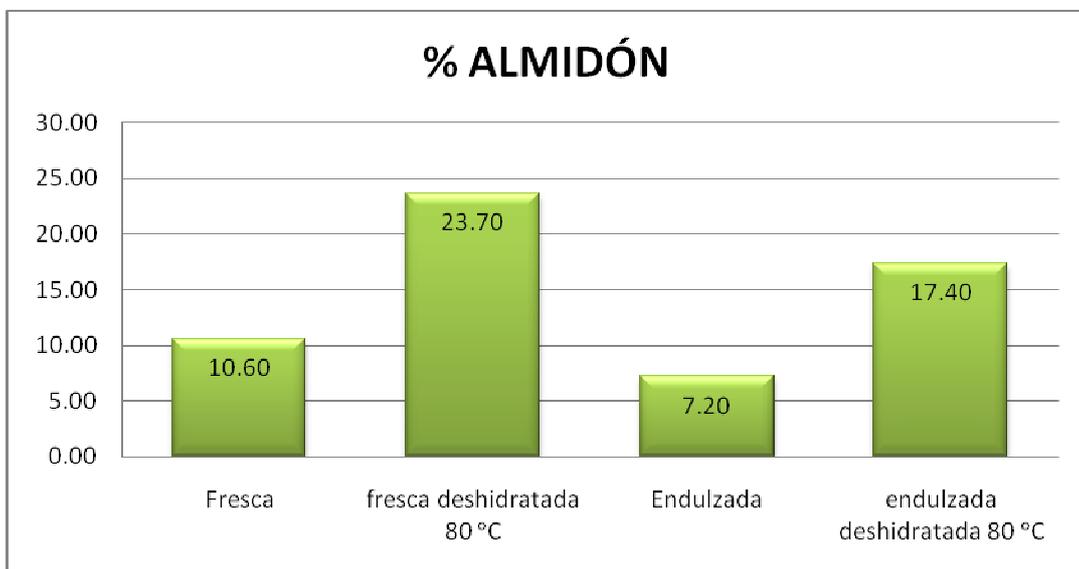
De acuerdo al análisis de laboratorio se puede apreciar en el gráfico N° 15, que el Ácido oxálico en la Oca fresca (135mg/100g) es la más alta, mientras que en la oca endulzada disminuye reportando 72mg/100g esto guarda estrecha relación con el grado de madures del tubérculo, mientras que en las ocas deshidratadas el contenido de mg/100g de ácido oxálico es mucho menor esto se produce que a medida que el agua se elimina las reacciones de oxidación se aceleran.



**GRÁFICO No. 15. RELACIÓN DE CONTENIDO DE ÁCIDO OXÁLICO EXPRESADOS EN MUESTRA SECA EN OCA FRESCA, ENDULZADA Y SUS RESPECTIVOS DESHIDRATADOS A 80°C.**

### 3.5.5 DETERMINACIÓN DE ALMIDÓN.

De acuerdo al análisis de laboratorio se puede apreciar en el gráfico N° 16, que El Almidón en la Oca fresca (10.60%) es mayor en comparación a la muestra de oca endulzada (7.20%), esto se debe a que el almidón contenido inicialmente se convierte en glucosa debido a la hidrólisis ocasionada por la exposición al sol, mientras que el contenido de almidón en las muestras deshidratadas de la Oca fresca deshidratada es (23.70%) y en la Oca endulzada deshidratada (17.40%) son mayores para las muestras frescas.



**GRÁFICO NO. 16. RELACIÓN DE CONTENIDO DE ALMIDON EXPRESADOS EN MUESTRA SECA EN OCA FRESCA, ENDULZADA Y SUS RESPECTIVOS DESHIDRATADOS A 80°C.**

### 3.5.6 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA OCA FRESCA, ENDULZADA Y SUS DESHIDRATADOS A 80 °C.

El análisis microbiológico se realizó por duplicado tanto en la OCA fresca, endulzada como en sus deshidratados a 80°C, que reportaron el menor porcentaje de pérdida de vitamina C, para la determinación de hongos (mohos y levaduras), y de coliformes totales realizándose por diluciones de  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$

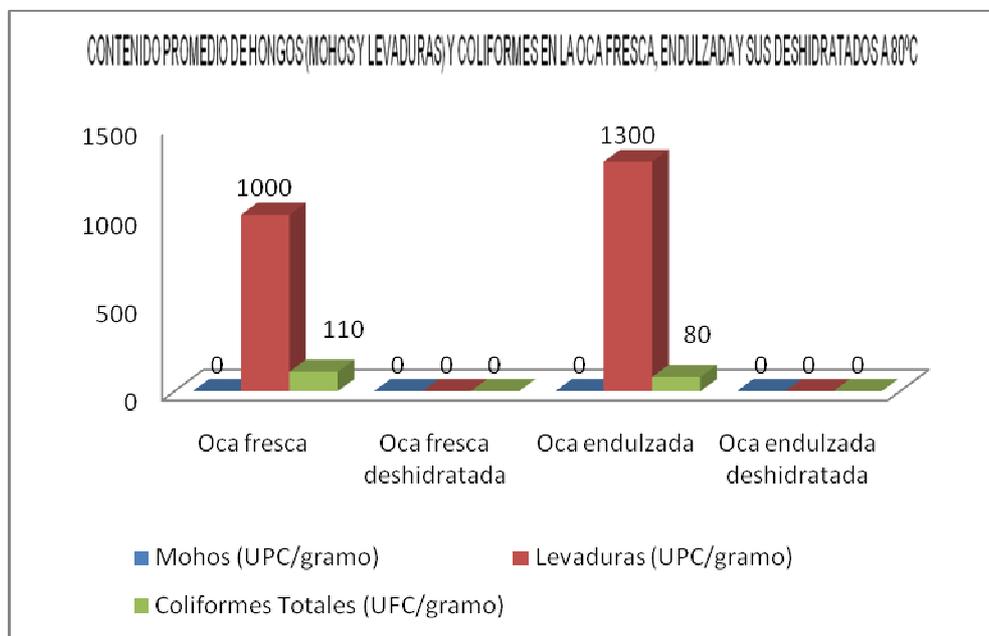
**CUADRO No 14. CONTENIDO PROMEDIO DE HONGOS (MOHOS Y LEVADURAS) Y COLIFORMES TOTALES EN LAS MUESTRAS ESTUDIADAS DE OCA FRESCA, ENDULZADA Y SUS DESHIDRATADOS A 80°C.**

HONGOS	OCA FRESCA	OCA FRESCA DESHIDRATADA	OCA ENDULZADA	OCA ENDULZADA DESHIDRATADA
Mohos (UPC/gramo)	-	-	-	-
Levaduras (UPC/gramo)	1000	-	1300	-
Coliformes	110	0,00	80	0,00
Totales				
UCF/gramo				

Las medidas de cultivo en micología son diferentes de los medios bacteriológicos en ciertos aspectos, debido a los diferentes mecanismos del crecimiento.

El pH óptimo de la mayoría de los hongos es mucho más bajo que el de las bacterias, como se observa en el gráfico No 17.

De igual manera los hongos tienen mayor facilidad para crecer en medios con sales orgánicas con la adición de carbohidratos como fuente de energía, si bien algunos hongos necesitan vitaminas del grupo B u otros factores de crecimiento que pueden satisfacer mediante la adición de extracto de levadura al 0,1%. Casi todos los mohos, y especialmente los saprofitos son aerobios obligados.



**GRÁFICO No. 17 CONTENIDO DE HONGOS (MOHOS Y LEVADURAS) Y COLIFORMES EN LA OCA FRESCA, ENDULZADA Y SUS DESHIDRATADOS A 80°C.**

## CAPÍTULO IV

### 4. CONCLUSIONES

1. En el proceso de deshidratación para las ocas endulzadas en relación de las ocas frescas el tiempo es menor esto se debe, a que las ocas endulzadas fueron sometidas a un proceso previo de endulzamiento en el cual, pierden humedad producto de la exposición de los tubérculos al sol por acción del calor, teniendo menor cantidad de agua en los tubérculos para extraer.
2. En el transcurso del endulzamiento las ocas sufrieron un cambio en su apariencia física, la textura adquirió un color amarillo oscuro, los extremos se oscurecieron y los tubérculos se volvieron arrugados en cuanto a su sabor es dulce y muy agradable.
3. El contenido de vitamina C, del producto endulzado 65,34mg/100g es inferior al de la oca fresca 187,19 mg/100g, debido al proceso de endulzamiento.
4. Los contenidos de vitamina C disminuyen en las tres temperaturas de deshidratación respecto al producto fresco y endulzado, presentándose el menor porcentaje de pérdida a 80°C.
5. El porcentaje de pérdida en la oca fresca deshidratada es de 61,57%, cuyo tiempo de deshidratación es de 220 minutos, mientras que para la oca endulzada deshidratada es de 35,79%, a 190 minutos.
6. Del análisis complementario el contenido de ácido oxálico, para las ocas endulzadas (72mg/100g), es menor en comparación para las ocas frescas (135mg/100g), esta disminución afecta directamente para el mejoramiento del sabor y puede ser usada en varias recetas.
7. El crecimiento microbiano, que existe en los productos deshidratados frescos y endulzados es nulo debido a que en el proceso de deshidratación el agua es extraída y, los microorganismos requieren de ella para su desarrollo.

## CAPÍTULO V

### 5. RECOMENDACIONES

1. 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.
2. En la realización de las curvas de deshidratación se recomienda, utilizar para la ecuación polinomial a partir del orden 3 en adelante, en adelante debido a que los datos obtenidos se aproximan más a la curva de deshidratación.
3. Para la determinación de almidones se procedió a utilizar una técnica experimental adaptado a nuestro laboratorio, por ello se recomienda utilizar un método de apoyo en este caso se utilizo el método gravimétrico para su determinación.
4. Se recomienda realizar más parámetros en los análisis para caracterizar más a fondo el valor nutritivo del tubérculo y sus posibles aplicaciones nutricionales e industriales.

## CAPITULO VI

### 6. RESUMEN

Se realizó la evaluación nutricional de las ocas (*Oxalis tuberosa sara-oca*) frescas, endulzadas y deshidratadas, teniendo como indicador de eficiencia del proceso de deshidratación a la vitamina C, buscando aportar conocimientos sobre la deshidratación de la oca, pretendiéndose incrementar la demanda de este tubérculo andino como alternativa alimenticia con un valor nutricional.

Se trabajó con muestras de ocas provenientes de San Juan. Prov. Chimborazo, estas fueron sometidas a proceso de deshidratación en un deshidratador de bandejas, a tres temperaturas 70, 80 y 90°C y, para determinar el contenido del indicador de eficiencia se utilizó el equipo de HPLC, que es la cromatografía líquida de alta resolución. Posteriormente se realizó el tratamiento estadístico y, curvas de deshidratación obteniéndose tiempo y temperatura para cada muestra, el análisis de variancia y test de Tukey, para comparar los promedios de contenido de vitamina C a las diferentes temperaturas. Determinando que la temperatura óptima de mejor conservación de vitamina C en las muestras es a 80°C. A esta temperatura en la muestra fresca; el tiempo de deshidratación fue 190min y, su deshidratado contiene 71.93mg/100g de vit. C, en la muestra endulzada; fue de 150min y, su deshidratado contiene 41.95mg/100g.

Determinándose que a temperatura y tiempos de exposición menores, el contenido de vitamina C es afectado en menor proporción, logrando que los productos obtenidos del proceso sean considerados como una alternativa alimenticia en la dieta diaria por la conservación del valor nutricional.

## SUMMARY

The nutritional evaluation of the fresh, sweetened and dehydrated oca (*Oxalis tuberosa sara-oca*) was carried out having as an indicator of the dehydration process efficiency vitamin C trying to look for a knowledge on the oca dehydration, with the purpose of increasing the demand of this Andean tuber as an alimentary alternative with a nutritional value.

The oca samples were from San Juan, Chimborazo Province. These were subjected to a dehydration process in a tray dehydrator at the temperatures of 70, 80 and 90°C and to determine the content of the efficiency indicator the HPLC equipment was used which is the high-resolution liquid chromatography. Later, the statistical treatment and the dehydration curves were carried out with time and temperature for each sample. The variance analysis and Tukey test were carried out to compare the averages of vitamin C content at different temperatures. It was determined that the optimum temperature for a better vitamin C conservation in samples is 80°C. At this temperature in the fresh sample the dehydration time was 190 min and it is dehydrate contains 71.93 mg/ 100g vitamin C. In the sweetened sample it was 150 min and it is dehydrate contains 41.95 mg /100g.

It was determined that at lower temperature and exposition times , the vitamin C content is affected in a minor proportion , with the result that the products of the process are considered to be an alimentary alternative in the daily diet because of the nutritional value conservation.

## CAPITULO VII

### 7. BIBLIOGRAFÍA

1. **AGUILA, M y ROMERO, C.** 2000. Deshidratación Osmótica de Tomate de Árbol (*cyphomandra betacea*). Journal. Food Science. Estados Unidos 48: pp. 202-205.
2. **ALVARADO, J.** 1996. Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos: Ambato-Ecuador: pp.420-453.
3. **AOAC.** 1970. Association of Official Analytical Chemist: Official Methods of Analysis: Washington, D.C.
4. **BADGER W.** 1964: Introducción a la Ingeniería Química: Madrid: Castillo. pp. 67-89.
5. **BARRERA, & col.** 2004. Caracterización de las Raíces y los Tubérculos Andinos en la Ecoregión Andina del Ecuador: Quito: Norma: pp. 3-30.
6. **BERISTAIN.** 1990. Mass Transfer During Osmotic Dehydration Of Pineapple Rings: International Journal Food Science Technologic: Estados Unidos: pp. 76-82.
7. **BRITO, B y ESPÍN, S.** 1999. Variabilidad en la Composición Química de Raíces y Tubérculos Andinos del Ecuador. Andinos: Avances de la Investigación: Lima: Centro Internacional de la Papa. Pp. 13-23.
8. **BRITO, H.** Operaciones Unitarias III. Texto Básico: Apuntes de clase: 16-20 pp.
9. **CADIMA, X, GARCÍA, W. (eds)** 2003. Conservación y Producción de la

Papalisa (*Ullucus tuberosus*) Documento de trabajo N0.23 Fundación PROINPA. Programa Colaborativo de Manejo, Conservación y Uso de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos (PBRTAs). Proyecto Papa Andina, Cochabamba. 84pp.

10. **CAICEDO, C.** 1990 Estudio y Promoción de las Tuberosas Andinas dentro del Agroecosistema Andino en Ecuador: Quito: INIAP. 11-23pp.
11. **CAIZA, K;** 2007. “Determinación del Potencial Nutritivo y Nutracéutico de Ají (*Capsicum chimense*) Deshidratado”. Tesis Bioquímico Farmacéutico. Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia.
12. **CÁRDENAS, M.** 1989. Manual de Plantas Económicas de Bolivia. 2ªed: Los Amigos del Libro, La Paz- Bolivia: 333pp.
13. **CARMONA, M.J., G.** 1996. Caracterización Físico Química de Seis Materiales de Oca Producidas en la ciudad de Manizales. Puno: Aldes: 55-60pp.
14. **CASTILLO, A y col.** 2000. Determinación Preliminar de la Temperatura Obtenida para la Deshidratación de Pimiento y Tomate en Condiciones de laboratorio. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste (U.N.N.E.). Argentina
15. **COLLAZOS, C.** 1975. La Composición de los Alimentos Peruanos. 5ª ed, Lima, Perú. 33pp.
16. **CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL [CCI].** 1999. Oca: Un Cultivo Promisorio: Exótica: Colombia: 13-17pp.
17. **CORTES, H.** 1981. 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.
18. **ESPÍN S, VILLACRÉS E, y BRITO B.** 2004, en Raíces y Tubérculos Andinos:

Alternativas para la Conservación y Uso Sostenible en el Ecuador: INIAP-CIP, Quito: pp. 91-116.

19. **EUGENIO, G y RIVERA R.** 1996. Desarrollo de Tecnología en el Secado de Oca (*Oxalis tuberosa*) para usarla como Conservas Alimenticias. Tesis Ingeniero en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos: Editorial UTA. Ambato, Ecuador. 179pp
20. **FAIRLIE, T. MORALES, M. HOLLE.** 1999. Raíces y Tubérculos Andinos. Centro Internacional de la Papa: Lima-Perú: 11pp.
21. **FAO.** 1990. Guía para el Manejo de Plagas en Cultivos Andinos Subexplotados. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.).
22. **FLORES, R.** 1972. Aplicación de la Oca en Repostería. Tesis del Instituto Superior de Educación Familiar: Cusco-Perú
23. **FRANCO, G.** 1996. Agronomía del cultivo de la oca: Lima: pp. 1- 18.
24. **GALVIS, J.** 1995. La Oca. Manejo Poscosecha de Oca. Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena) y Universidad Nacional de Colombia-Bogotá: 45 p.
25. **GARCÍA, M.C.** 2001. La Agroindustria de la Oca. Alternativas Viabes para los Fruticultores: 1° ed: Cuzco: pp.15-17.
26. **GÓMEZ, J y LEÓN, D.** 2004 Diseño y Construcción de un Secador de Bandejas para Germen de Trigo. Tesis. Ing. Químico. Riobamba Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Ingeniería Química: pp 25-50
27. **HERMANN, M,** 1992. Raíces y Tubérculos Andinos: Centro Internacional de la Papa: Lima-Perú.
28. **INIAP,** Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (2006). Hojas divulgativas de los Cultivos Nativos del Perú. Segunda Edición. Lima, Perú
29. **JACOBSEN, M. MUJICA, A y ORTIZ, R.** 2003 La Importancia de los Cultivos Andinos. Revista. Venezolana, N°.13: pp.14-24. Abril.
30. **LEÓN, J.** 1964. Plantas Alimenticias Andinas: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas-Zona Andina. Lima-Perú. Boletín Técnico pp. 5-34

31. **LUCERO, O.** 2005, Técnicas de Laboratorio de Bromatología y Análisis de Alimentos: Apuntes de clases: Xerox: Riobamba-Ecuador.pp.74
32. **ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, FAO.** 1989. Manual para el Mejoramiento del Manejo Poscosecha de Frutas y Hortalizas. Serie: Tecnología poscosecha: FAO: Santiago de Chile: pp. 12-168
33. **POTENCIAL AGROINDUSTRIAL Y USOS PROMISORIOS DE LOS CULTIVOS ANDINOS;** Ángel Mujica Sánchez, Sven-Eriç Jacobsen pp:19
34. **RASTOGI, N.K.; RAGHAVARAO, K.S.M.S.** 2002. Recent developments in osmotic dehydration: methods to enhance mass transfer. Food Sciences. And Technology: N°13: 2°ed: pp. 48-59.
35. **ROBERFROID MB.** 1996. Functional Effects Of Food Components And The Gastrointestinal System: Chicory Fructooligosaccharides. Pp. 54.
36. **ROMERO, C.** 2000. Deshidratación Osmótica de Tomate de Árbol (cyphomandra betacea). Journal. Food Sciences: Estados Unidos: pp 48.
37. **SOTO, L;** 2000: “Selección y Optimización de un Método de Secado para Aumentar la Concentración de Azúcares en Oca (Oxalis Tuberosa” Tesis Doctor en Química. Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Ciencias Químicas.
38. **TORREGGIANI D.** 1995. Technological Aspects of Osmoticdehydration in Foods, in fo Odpreservation by Moisture Control. Pp. 200 - 205
39. **TORRES, A.** 2001. Ciencia Tecnología Alimentos: 2° ed: pp.21-26.
40. **TRIPLA, M.** 2000. Estadística Elemental. 7° Ed: Pearson- Education: Mexico Pp. 573 – 583

## **BIBLIOGRAFÍA – INTERNET**

### **41. ÁCIDO ASCÓRBICO**

<http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/vitamins/ascorbico.html>  
20090304

### **42. ÁCIDO ASCÓRBICO**

[http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido\\_asc%C3%B3rbico](http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_asc%C3%B3rbico)  
20090107

### **43. ÁCIDO ASCÓRBICO**

[http://srv2.vanguardia.com.mx/hub.cfm/FuseAction.Detalle/Nota.572058/  
SecID.38/index.sal](http://srv2.vanguardia.com.mx/hub.cfm/FuseAction.Detalle/Nota.572058/SecID.38/index.sal)  
20090415

### **44. ACIDO L-DEHIDROASCORBICO**

[http://srv2.vanguardia.com.mx/hub.cfm/FuseAction.Detalle/Nota.572058/  
SecID.38/index.sal](http://srv2.vanguardia.com.mx/hub.cfm/FuseAction.Detalle/Nota.572058/SecID.38/index.sal)  
20060302

### **45. ALIMENTACIÓN SANA CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS**

<http://www.alimentacion-sana.com.ar/Informaciones/conservacion.htm>  
20080112

### **46. ALIMENTOS DESHIDRATADOS**

[http://www.pncta.com.mx/pages/pncta\\_investigaciones\\_03g.asp?page=03  
e13](http://www.pncta.com.mx/pages/pncta_investigaciones_03g.asp?page=03e13)  
20071228

### **47. ALIMENTOS DESHIDRATADOS**

[http://www.saludalia.com/Saludalia/web\\_saludalia/vivir\\_sano/doc/nutricio  
n/doc/proceso\\_conservacion.htm](http://www.saludalia.com/Saludalia/web_saludalia/vivir_sano/doc/nutricion/doc/proceso_conservacion.htm)  
20081112

### **48. ALIMENTOS DESHIDRATADOS**

<http://www.directoalpaladar.com/2005/09/28-alimentos-deshidratados>  
20050928

**49. ALTERNATIVAS AGROINDUSTRIALES CON RAÍCES Y TUBÉRCULOS ANDINOS ELENA VILLACRÉS, BEATRIZ BRITO, SUSANA ESPÍN**

[http://www.cipotato.org/artc/series/04\\_Ecuador/RTAs\\_Ecuador\\_05.pdf](http://www.cipotato.org/artc/series/04_Ecuador/RTAs_Ecuador_05.pdf)  
20061030

**50. ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR: EL PROCEDIMIENTO ANOVA DE UN FACTOR**

[http://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis\\_de\\_la\\_varianza](http://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_de_la_varianza)  
20090823

**51. BENEFICIOS DE ALIMENTOS DESHIDRATADOS**

[www.alimentatec.com](http://www.alimentatec.com)  
20071201

**52. BENEFICIOS DE LA DESHIDRATACIÓN DE LOS ALIMENTOS**

[http://www.pncta.com.mx/pages/pncta\\_investigaciones\\_03h.asp03e17](http://www.pncta.com.mx/pages/pncta_investigaciones_03h.asp03e17)  
20071201

**53. BIODIVERSIDAD ANDINA PROPORCIONA GRAN CANTIDAD DE ALIMENTOS FUNCIONALES (CD LIMA)**

[http://www.cdlima.org.pe/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1097&Itemid=203](http://www.cdlima.org.pe/index.php?option=com_content&task=view&id=1097&Itemid=203)  
20080813

**54. CARACTERIZACIÓN Y DETERMINACIÓN DE ECOTIPOS DE OCA (OXALIS TUBEROSA),**

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=Sript=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=Sript=sci_arttext)  
200706

**55. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA OCA**

[www.ima.gob.pa/downloads/Ficha%20de%20La%20Oca.pdf](http://www.ima.gob.pa/downloads/Ficha%20de%20La%20Oca.pdf)  
20071218

**56. CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS**

<http://www.alimentacion-sana.com.ar/Informaciones/novedades/conservacion%202.htm>  
20071227

**57. CULTIVOS ANDINOS SUB EXPLOTADOS Y SU APOORTE A LA ALIMENTACIÓN. PRIMERA EDICIÓN FAO.**

[http://www.cdlima.org.pe/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1097&Itemid=203](http://www.cdlima.org.pe/index.php?option=com_content&task=view&id=1097&Itemid=203)  
20051218

**58. DESHIDRATACIÓN**

<http://www.conasi.biz/content/pdfs/articulos/deshidratar.pdf>  
20080108

**59. DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS**

<http://www.alimentosnet.com.ar/trabajos/Itza/deshidratacion.doc>  
20071208

**60. DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS**

Sergio Fustero Carreras" [sergio@fustero.net](mailto:sergio@fustero.net)  
20080601

**61. DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS**

[www.alimentosnet.com.ar/trabaos/deshidratacion.doc](http://www.alimentosnet.com.ar/trabaos/deshidratacion.doc)  
20080302

**62. DESHIDRATRACIÓN DE LOS ALIMENTOS**

<http://www.ual.es/~jlguil/Tec%20Aliment%20Origen.htm>  
20071119

**63. FORTALECIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN DE**

SEMILLA DE PAPA (FORTIPAPA) ([www.fpapa.org.ec](http://www.fpapa.org.ec))  
20090716

**64. FRUTAS DESHIDRATADAS**

<http://html.rincondelvago.com/generalidades-de-las-frutas-deshidratadas.html>  
20081228

**65. GUÍA PARA RAÍCES Y TUBÉRCULOS**

<http://www.cipotato.org/library/pdfdocs/RTA54680.pdf>  
20070923

**66. INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - ISIS.**

[http://www.cipotato.org/artc/RTAs\\_Ecuador\\_05.pdf](http://www.cipotato.org/artc/RTAs_Ecuador_05.pdf)

20060613

**67. LÍNEA DE CULTIVOS ANDINOS**

Fuente: Ministerio de Agricultura

[http://sisbib.unmsm.edu.pe/Bibvirtual/Tesis/Basic/Pomar\\_V\\_G/pomar\\_Indice.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/Bibvirtual/Tesis/Basic/Pomar_V_G/pomar_Indice.htm)

20041206

**68. NOTICIAS DE ACTUALIDAD**

[http://www.universia.com.ar/portada/actualidad/noticia\\_actualidad.jsp](http://www.universia.com.ar/portada/actualidad/noticia_actualidad.jsp)

20080325

**69. OCA**

<http://cafemassimiliano.blogia.com/temas/la-oca.php>

2008/12/03

**70. PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR**

<http://www.monografias.com/trabajos15/cana-azucar/cana-azucar.shtml>

20090523

**71. PROCESO DE SECADO**

<http://www.monografias.com/trabajos15/operacion-secado/operacion-secado.shtml>

20080326

**72. PRUEBA POST HOC DE TUKEY**

[http://www.proz.com/kudoz/english\\_to\\_spanish/medical\\_general/3453845-post\\_hoc\\_tukey\\_test.html#7812994](http://www.proz.com/kudoz/english_to_spanish/medical_general/3453845-post_hoc_tukey_test.html#7812994)

20090105

**73. RAICES Y TUBERCULOS ANDINOS CULTIVOS MARGINADOS EN EL ECUADOR SITUACIÓN ACTUAL Y LIMITACIONES PARA LA PRODUCCIÓN**

<http://www.cipotato.org/library/pdfdocs/RTA54680.pdf> Autores: Patricio

Espinosa, Rocío Vaca, Jorge Abad, Charles Crissman

20070219

**74. SECADO DE SÓLIDOS**

<http://www.Secadodersólidos-Wikipedia.oeg.pe/laenciclopediaLibre.mht>  
20080415

**75. TAPIA C. INIAP-ECUADOR**

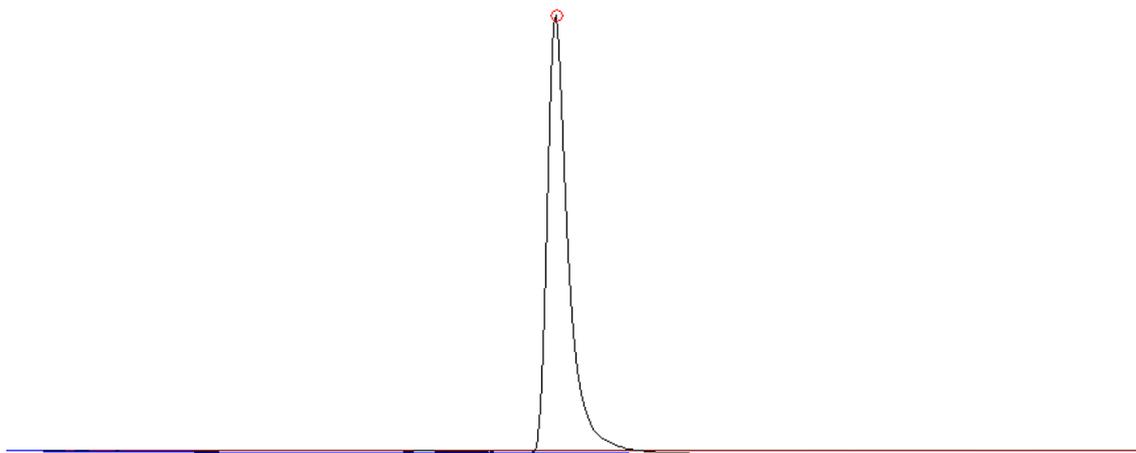
Conservación de la biodiversidad de tubérculos andinos en chacras de  
agricultores de las huaconas, Chimborazo-ecuador.  
<http://www.cipotato.org/library/pdfdocs/RTA54680.pdf3>  
20040715

**76. VITAMINA**

[http://srv2.vanguardia.com.mx/hub.cfm/FuseAction.Detalle/Nota.572058/  
SecID.38/index.sa](http://srv2.vanguardia.com.mx/hub.cfm/FuseAction.Detalle/Nota.572058/SecID.38/index.sa)  
20090811

## ANEXOS

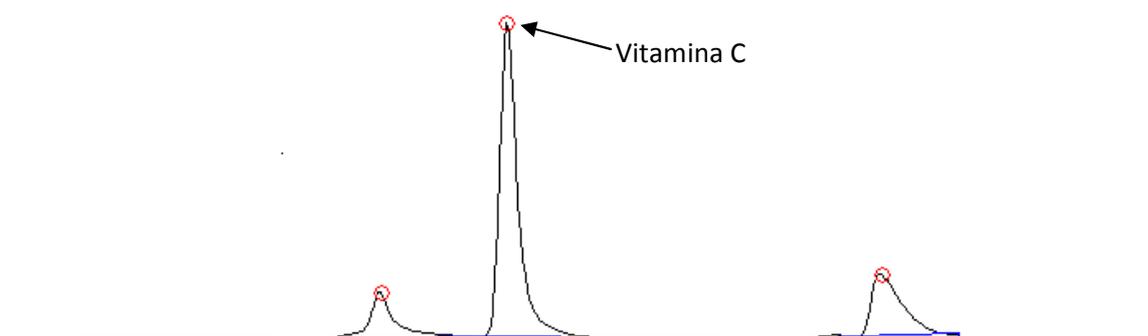
### ANEXO N°1 Cromatograma del estándar de Vitamina C



**Eje x: Tiempo de retención: 3.71min**

**Eje y: Área: 142.7020**

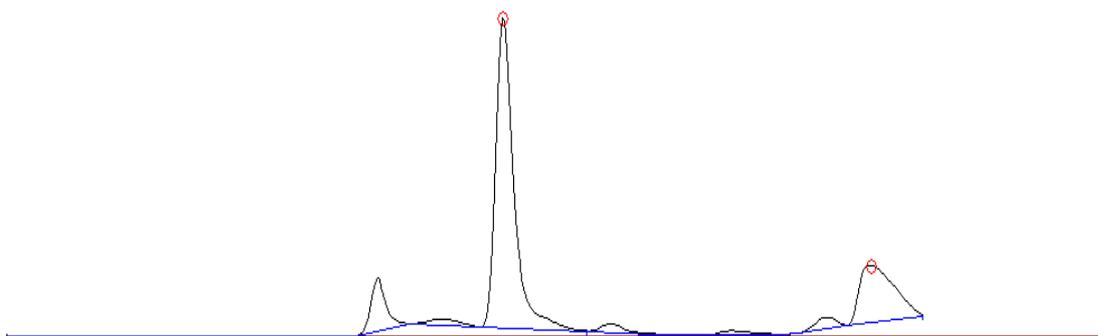
### ANEXO N°2 Cromatograma de la Oca Fresca de Vitamina C



**Eje x: Tiempo de retención: 3.68min**

**Eje y: Área: 1034.1065**

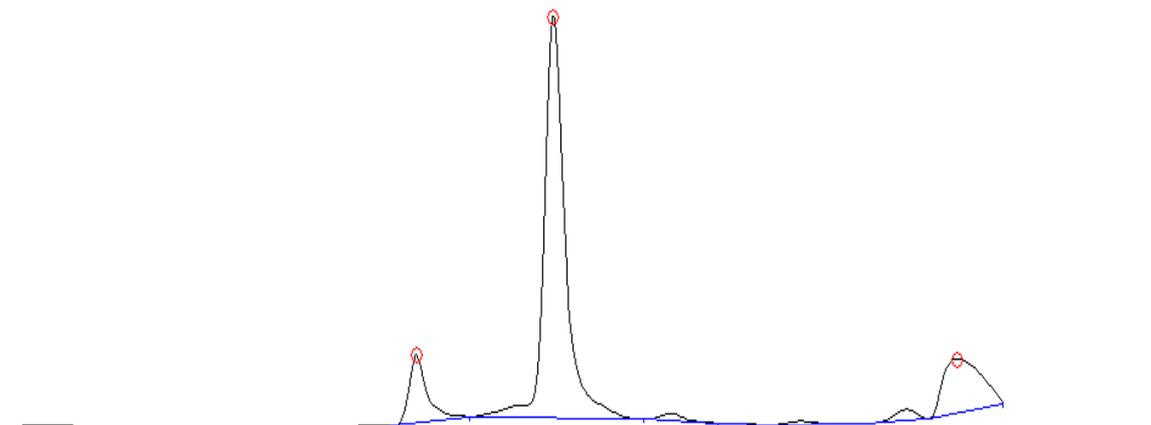
**ANEXO N°3 Cromatograma de la Oca Fresca deshidratada de Vitamina C**



**Eje x: Tiempo de retención: 3.68min**

**Eje y: Área: 893.3043**

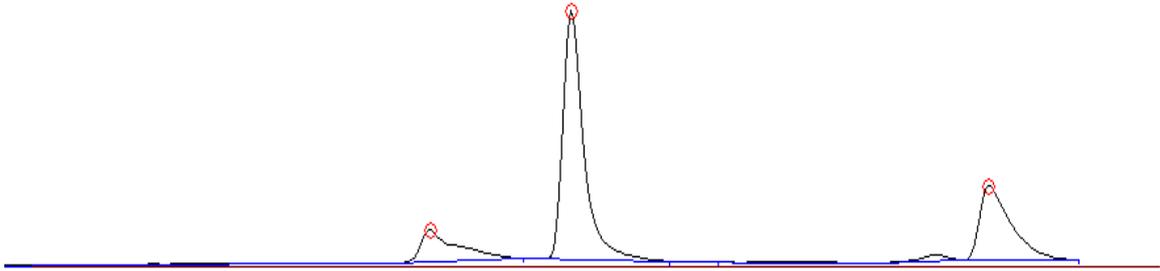
**ANEXO N°4 Cromatograma de la Oca endulzada de Vitamina C**



**Eje x: Tiempo de retención: 3.80min**

**Eje y: Área: 891.4355**

## ANEXO N°5 Cromatograma de la Oca endulzada deshidratada de Vitamina C



Eje x: Tiempo de retención: 3.68min

Eje y: Área: 518.2060

## ANEXO N°6 FOTOGRAFÍAS

- DESHIDRATACIÓN DE LAS OCAS FRESCAS Y OCAS ENDULZADAS



- **OCAS DESHIDRATADAS**



ANEXO N°7 FOTOGRAFIAS

- **ANALISIS PROXIMAL**  
**DETERMINACIÓN DE HUMEDAD**



- **Determinación De Cenizas**



- **Determinación de Azúcares Totales**



- **Determinación de Azúcares Reductores**



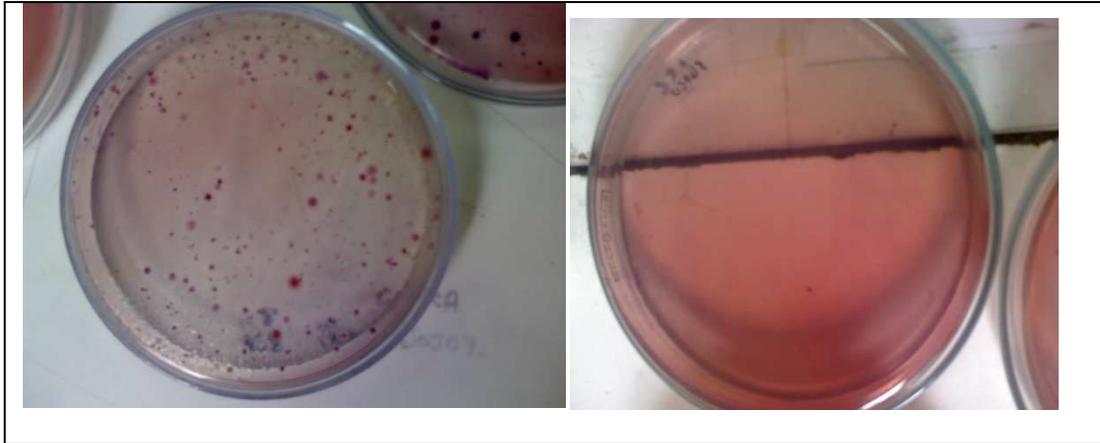
- **Determinación de pH**



- **Determinación De Almidones**



- **Análisis microbiológico. Mohos y Levaduras Oca fresca y su deshidratado**



- **Análisis microbiológico. Mohos y Levaduras Oca endulzada y su deshidratado**

