



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LAS  
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y SENSORIALES  
DE LA JÍCAMA *Smallanthus sonchifolius* Y OCA *Oxalis  
tuberosa*, DURANTE EL PROCESO DE MADURACIÓN CON  
DOS MÉTODOS ARTIFICIALES

Tesis previa a la obtención del título de Ingeniera agroindustrial

**Autora:** Ramos Arciniega Katherine Elizabeth

**Director:** Ing. Ángel Satama MsC.

Ibarra - Ecuador

2016

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

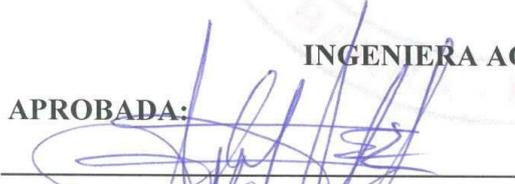
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**EFFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LAS  
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y SENSORIALES  
DE LA JÍCAMA *Smallanthus sonchifolius* Y OCA *Oxalis  
tuberosa*, DURANTE EL PROCESO DE MADURACIÓN CON  
DOS MÉTODOS ARTIFICIALES**

Tesis revisada por el Director y los Miembros del Tribunal, por lo cual se  
autoriza su presentación como requisito para obtener el Título de:

**INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

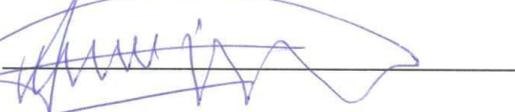
**APROBADA:**

  
Ing. Ángel Satama MSc.

**DIRECTOR**

  
Ing. Jimmy Cuarán

**ASESOR**

  
Doc. Fernando Caicedo PhD

**ASESOR**

  
Ing. Juan de la Vega

**ASESOR**

# AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Ramos Arciniega Katherine Elizabeth, con cédula de identidad número 100310755-2, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, Diciembre de 2016

**LA AUTORA:**



**Ramos Arciniega Katherine Elizabeth**

**ACEPTACIÓN:**

**ING. BETHY CHAVEZ  
JEFE DE BIBLIOTECA**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

### IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

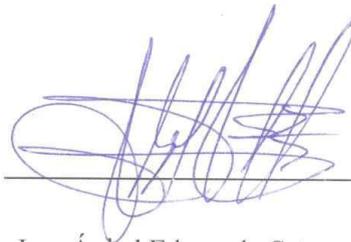
La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100310755-2
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Ramos Arciniega Katherine Elizabeth
<b>DIRECCIÓN:</b>	Calle Manuel Zambrano y pasaje N
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:katherineramosarciniega@gmail.com">katherineramosarciniega@gmail.com</a>
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	062 615 750
<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0980467725
DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	Efecto de la temperatura sobre las características físico-químicas y sensoriales de la jícama <i>smallanthus sonchifolius</i> y oca <i>oxalis tuberosa</i> , durante el proceso de maduración con dos métodos artificiales
<b>AUTOR:</b>	Ramos Arciniega Katherine Elizabeth
<b>FECHA:</b>	2016 Diciembre 01
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSTGRADO
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniera Agroindustrial
<b>ASESOR / DIRECTOR:</b>	Ing. Ángel Satama

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Srta. Katherine Ramos Arciniega

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and strokes, positioned above a horizontal line.

Ing. Ángel Edmundo Satama

DIRECTOR DE TESIS

## DECLARACIÓN

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto es original, y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, Diciembre de 2016

**LA AUTORA:**

A handwritten signature in blue ink, reading "Katherine", written over a horizontal line.

**Ramos Arciniega Katherine Elizabeth**

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

Yo, Katherine Ramos Arciniega, con cédula de identidad Nro. 100310755-2, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y SENSORIALES DE LA JÍCAMA *Smalanthus sonchifolius* Y OCA *Oxalis tuberosa*, DURANTE EL PROCESO DE MADURACIÓN CON DOS MÉTODOS ARTIFICIALES** que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERA AGROINDUSTRIAL** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, Diciembre de 2016



Katherine Ramos Arciniega

## **AGRADECIMIENTO**

En primera instancia a Dios por permitirme llegar a cumplir una meta de vida. A mis padres Vinicio, Aida, mi hermana, mi hijo Christopher y a mi esposo Marlon por ser mi fiel compañero en la realización de este proyecto, ellos son quienes me han enseñado el camino correcto por el que ahora debo transitar.

## **DEDICATORIA**

A mi familia por acompañarme en este largo recorrido por mostrarme cariño y respeto constante, por su paciencia, por ayudarme a cumplir una etapa grandiosa de mi vida.

*Katherine Ramos Arciniega*

# ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD.....	iii
IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	iv
CERTIFICACIÓN .....	v
DECLARACIÓN .....	vi
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE. ....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
DEDICATORIA .....	ix
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	x
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS .....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xx
RESUMEN.....	xxi
GLOSARIO .....	xxii
SUMARY.....	xxiii
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
1.4. HIPÓTESIS .....	4
1.4.1. HIPÓTESIS ALTERNATIVA.....	4
1.4.2. HIPÓTESIS NULA .....	4
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>5</b>
2. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. JÍCAMA .....	5
2.1.1. ORIGEN .....	6
2.1.1.1. Descripción botánica .....	7
2.1.2. VARIDADES .....	8
2.1.2.1. Morfotipo morado .....	8
2.1.2.2. Morfotipo verde oscuro .....	9
2.1.2.3. Morfotipo verde claro.....	10
2.1.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA .....	11
2.1.3.1. Fructooligosacáridos.....	12

2.1.3.2.	Bioquímica de los oligofructanos.....	13
2.1.4.	BENEFICIOS NUTRICIONALES DE LA JÍCAMA.....	13
2.1.5.	COSECHA Y POSCOSECHA DE LA JÍCAMA.....	15
2.1.5.1.	Rendimiento.....	16
2.1.6.	MADURACIÓN DE LA JÍCAMA.....	16
2.1.6.1.	Enzima polifenoloxidasas.....	17
2.1.7.	FORMAS DE CONSUMO Y CONSERVACIÓN.....	17
2.1.7.1.	Pasas de jícama.....	18
2.1.7.2.	Hojuelas de jícama.....	18
2.1.7.3.	Jarabe de jícama.....	18
2.2.	LA OCA.....	19
2.2.1.	ORIGEN.....	19
2.2.2.	DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	20
2.2.3.	VARIEDADES.....	20
2.2.3.1.	Ecotipos de la oca en la zona de San Gabriel.....	22
2.2.4.	COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	22
2.2.4.1.	Acido oxálico en la oca <i>Oxalis tuberosa</i> .....	24
2.2.5.	BENEFICIOS NUTRICIONALES DE LA OCA.....	24
2.2.6.	MADURACIÓN DE LA OCA.....	25
2.2.6.1.	Madurez comercial.....	26
2.2.6.2.	Transformación de azúcares de la oca.....	26
2.3.	CAMBIOS FÍSICO-QUÍMICOS EN LA FASE DE MADURACIÓN EN JÍCAMA Y OCA.....	27
2.3.1.	SÓLIDOS SOLUBLES.....	27
2.3.2.	POTENCIAL DE HIDRÓGENO.....	28
2.3.3.	HUMEDAD.....	28
2.3.4.	PÉRDIDA DE PESO.....	28
2.3.5.	ACIDEZ TITULABLE.....	29
2.4.	CAMBIOS EN LA CALIDAD SENSORIAL.....	30
2.4.1.	ANÁLISIS SENSORIAL.....	30
2.4.1.1.	Color.....	32
2.4.1.2.	Aroma.....	32
2.4.1.3.	Sabor.....	33
2.4.1.4.	Textura (crujencia).....	33
2.4.1.5.	Aceptación sensorial.....	34
2.4.1.6.	Evaluación visual de daños físicos.....	34
2.5.	PERFIL MONÁDICO.....	35
2.5.1.	PERFIL COMPARATIVO.....	36
2.5.2.	PERFIL SENSORIAL DESCRIPTIVO.....	36
2.5.2.1.	Uso de perfil sensorial descriptivo.....	37
2.6.	CAMBIOS EN EL VALOR NUTRICIONAL.....	37
2.6.1.	CARBOHIDRATOS.....	37
2.6.1.1.	Funciones de los carbohidratos.....	38
2.6.2.	FIBRA ALIMENTICIA.....	38
2.6.2.1.	Función de la fibra.....	39
2.6.3.	Almidón.....	39
2.6.4.	Vitamina.....	40
2.6.4.1.	Función de las vitaminas.....	40

2.7.	MADURACIÓN EN JÍCAMA Y OCA .....	41
2.7.1.	RESPIRACIÓN, MADURACIÓN Y ENVEJECIMIENTO .....	41
2.7.2.	Métodos de conservación en alimentos .....	42
Existen algunos métodos de conservación en alimentos que se pueden utilizar después de su maduración como los que citamos a continuación. ....		42
2.7.3.	MÉTODOS DE MADURACIÓN .....	43
2.7.3.1.	MÉTODO NATURAL O DESECACIÓN O SECADO SOLAR.....	43
2.7.4.	MÉTODO ARTIFICIAL ESTUFA.....	46
2.7.4.1.	Propósito de la estufa.....	47
2.7.4.2.	Principios de operación .....	48
2.7.5.	MÉTODO ARTIFICIAL O SECADO POR APLICACIÓN INFRARROJOS DE ENERGÍA RADIANTE (INFRARROJOS) .....	50
2.7.5.1.	Irradiación.....	52
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>53</b>
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	53
3.1.	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	53
3.1.1.	UBICACIÓN .....	53
3.2.	MATERIALES Y EQUIPOS .....	54
3.3.	MÉTODOS .....	55
3.3.1.	FACTORES EN ESTUDIO .....	55
3.3.2.	TRATAMIENTOS .....	56
3.3.3.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	57
3.3.4.	CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO.....	57
3.3.5.	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	57
3.3.6.	ANÁLISIS DE VARIANZA.....	57
3.3.7.	ANÁLISIS FUNCIONAL.....	58
3.3.8.	VARIABLES EVALUADAS .....	58
3.3.8.1.	Variables cuantitativas.....	58
3.3.8.2.	Variables cualitativas.....	62
3.4.	METODOLOGÍA PARA PERFIL SENSORIAL.....	63
3.4.1.	PROCEDIMIENTO .....	63
3.4.1.1.	Entrenamiento del Panel.....	63
3.4.2.	PERFIL COMPARATIVO. ....	64
3.4.2.1.	Objetivo del perfil comparativo.....	65
3.5.	METODOLOGÍA PARA ANÁLISIS DE COSTOS .....	65
3.5.1.	COSTOS FIJOS.....	65
3.6.	MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO .....	67
3.6.1.	PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE JÍCAMA .....	67
3.6.2.	PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE OCA.....	68
3.6.3.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	70
<b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>72</b>
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	72
4.1.	CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA.....	72
4.2.	ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DE JÍCAMA FRESCA Y MADURA .....	75
4.2.1.	Análisis del contenido acuoso. ....	75

4.2.2.	Análisis de sólidos totales .....	79
4.2.3.	Análisis de sólidos solubles .....	84
4.2.4.	Análisis de la variable acidez en Jícama .....	88
4.2.5.	Análisis de la variable pH en Jícama.....	92
4.2.6.	Análisis de la variable peso final en Jícama.....	96
4.3.	ANÁLISIS DE VARIABLES OCA FRESCA Y MADURA.....	100
4.3.1.	Análisis de variable contenido acuoso.....	100
4.3.2.	Análisis de la variable sólidos totales en Oca.....	104
4.3.3.	Análisis de la variable sólidos solubles en Oca.....	107
4.3.4.	Análisis de la variable acidez en Oca .....	112
4.3.5.	Análisis de la variable potencial hidrogeno en Oca .....	116
4.3.6.	Análisis de la variable peso final en Oca.....	120
4.4.	Análisis de grados Brix durante la maduración de Jícama.....	123
4.5.	Análisis de grados Brix durante la maduración de Oca .....	126
4.6.	ANÁLISIS NO PARAMÉTRICOS .....	129
4.6.1.	Evaluación sensorial de aceptabilidad.....	129
4.6.2.	Evaluación sensorial mediante el método descriptivo.....	142
4.7.	ANÁLISIS DE COSTOS .....	150
4.7.1.	Costos de la oca madurada en estufa.....	151
4.7.2.	Costos de la oca madurada en cámara infrarroja.....	152
4.7.3.	Costos de la jícama madurada en estufa .....	153
4.7.4.	Costos de la jícama madurada en cámara infrarroja.....	155
<b>CAPITULO V.....</b>		<b>156</b>
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	156
5.1.	CONCLUSIONES.....	156
5.2.	RECOMENDACIONES .....	158
<b>BIBLIOGRAFÍA VI .....</b>		<b>160</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>165</b>

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1.</b>	Jícama.....	5
<b>Fotografía 2.</b>	Raíz de jícama Otavalo .....	8
<b>Fotografía 3.</b>	Morfotipo morado .....	9
<b>Fotografía 4.</b>	Morfotipo verde oscuro.....	10
<b>Fotografía 5.</b>	Morfotipo verde claro Otavalo.....	10

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Botánica de la jícama .....	7
<b>Tabla 2.</b> Composición química de las raíces de la jícama en porcentaje de base seca.....	12
<b>Tabla 3.</b> Botánica de la oca .....	20
<b>Tabla 4.</b> Contenido nutritivo de la oca en 100 g .....	23
<b>Tabla 5.</b> Energía, minerales y vitamina en la oca (100 gramos materia húmeda)	23
<b>Tabla 6.</b> Datos climatológicos de la ciudad de Ibarra .....	53
<b>Tabla 7.</b> Resultado de la Combinación de los factores para la jícama .....	56
<b>Tabla 8.</b> Resultado de la Combinación de los factores para la oca .....	56
<b>Tabla 9.</b> Análisis de varianza (ADEVA).....	58
<b>Tabla 10</b> Composición de la materia prima en estado fresco base húmeda .....	72
<b>Tabla 11.</b> Resultado del análisis físico químico de la jícama madurada al 5 día con dos métodos artificiales. ....	73
<b>Tabla 12.</b> Resultados del análisis físico químico de la oca madurada al 5 día con dos métodos artificiales.....	74
<b>Tabla 13.</b> Cantidad del contenido acuoso en Jícama.....	75
<b>Tabla 14.</b> Análisis de la varianza – Contenido acuoso.....	76
<b>Tabla 15.</b> Prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos: Contenido acuoso.....	76
<b>Tabla 16.</b> Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).....	77
<b>Tabla 17.</b> Prueba de significación DMS para el factor B (Método).....	77
<b>Tabla 18.</b> Cantidad de sólidos totales en Jícama.....	79
<b>Tabla 19.</b> Análisis de la varianza – Sólidos totales .....	79
<b>Tabla 20.</b> Prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos: Sólidos totales .....	80
<b>Tabla 21.</b> Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).....	81
<b>Tabla 22.</b> Prueba de significación DMS para el factor B (Método).....	81

<b>Tabla 23.</b> Cantidad de sólidos solubles en Jícama madura y fresca (testigo) - °Brix .....	84
<b>Tabla 24.</b> Análisis de varianza de Sólidos solubles .....	84
<b>Tabla 25.</b> Prueba de significación (Tukey) al 5% para tratamientos: Sólidos solubles.....	84
<b>Tabla 26.</b> Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).....	85
<b>Tabla 27.</b> Prueba de significación DMS para el factor B (Método).....	86
<b>Tabla 28.</b> Cantidad de acidez en jícama madura y fresca (testigo) mg/100g.....	88
<b>Tabla 29.</b> Análisis de la varianza de Acidez .....	89
<b>Tabla 30.</b> Prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos: Acidez.....	89
<b>Tabla 31.</b> Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).....	90
<b>Tabla 32.</b> Prueba de significación DMS para el factor B (Método).....	90
<b>Tabla 33.</b> Cantidad de pH en jícama madura y fresca (testigo) .....	92
<b>Tabla 34.</b> Análisis de la varianza – pH .....	93
<b>Tabla 35.</b> Prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos: pH. ....	93
<b>Tabla 36.</b> Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).....	94
<b>Tabla 37.</b> Cantidad de peso final en jícama madura y fresca (testigo) g. ....	96
<b>Tabla 38.</b> Análisis de la varianza – peso final.....	96
<b>Tabla 39.</b> Prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos: peso final. ....	97
<b>Tabla 40.</b> Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).....	97
<b>Tabla 41.</b> Prueba de significación DMS para el factor B (Método).....	98
<b>Tabla 42.</b> Cantidad del contenido acuoso en Oca .....	100
<b>Tabla 43.</b> Análisis de la varianza – Contenido acuoso.....	100
<b>Tabla 44.</b> Prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos: Contenido acuoso.....	101
<b>Tabla 45.</b> Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).....	101
<b>Tabla 46.</b> Prueba de significación DMS para el factor B (Método).....	102
<b>Tabla 47.</b> Cantidad de sólidos totales en Oca.....	104
<b>Tabla 48.</b> Análisis de la varianza – Sólidos totales .....	104
<b>Tabla 49.</b> Prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos: Sólidos totales .....	105
<b>Tabla 50.</b> Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).....	105

<b>Tabla 51.</b> Prueba de significación DMS para el factor B (Método).....	105
<b>Tabla 52.</b> Cantidad de sólidos solubles en Oca madura y fresca (testigo) .....	107
<b>Tabla 53.</b> Análisis de la varianza – Sólidos solubles .....	108
<b>Tabla 54.</b> Prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos: Sólidos solubles .....	108
<b>Tabla 55.</b> Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).....	109
<b>Tabla 56.</b> Prueba de significación DMS para el factor B (Método).....	109
<b>Tabla 57.</b> Cantidad de acidez en oca madura y fresca (testigo) mg/100g.....	112
<b>Tabla 58.</b> Análisis de la varianza - Acidez.....	112
<b>Tabla 59.</b> Prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos: Acidez.....	113
<b>Tabla 60.</b> Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).....	113
<b>Tabla 61.</b> Prueba de significación DMS para el factor B (Método).....	114
<b>Tabla 62.</b> Cantidad de pH en oca madura y fresca (testigo) .....	116
<b>Tabla 63.</b> Análisis de la varianza – pH .....	116
<b>Tabla 64.</b> Prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos: pH. ....	117
<b>Tabla 65.</b> Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).....	117
<b>Tabla 66.</b> Prueba de significación DMS para el factor B (Método).....	118
<b>Tabla 67.</b> Cantidad de peso final en oca madura y fresca (testigo) g.....	120
<b>Tabla 68.</b> Análisis de la varianza – peso final.....	120
<b>Tabla 69.</b> Prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos: peso final. ..	121
<b>Tabla 70.</b> Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).....	121
<b>Tabla 71.</b> Prueba de significación DMS para el factor B (Método).....	121
<b>Tabla 72.</b> Datos de maduración de la jícama a 30°C. ....	123
<b>Tabla 73.</b> Datos de maduración de la jícama a 35°C. ....	124
<b>Tabla 74.</b> Datos de maduración de la jícama a 40°C. ....	125
<b>Tabla 75.</b> Datos de maduración de la oca a 30°C. ....	126
<b>Tabla 76.</b> Datos de maduración de la oca a 35°C. ....	127
<b>Tabla 77.</b> Datos de maduración de la oca a 40°C. ....	128
<b>Tabla 78.</b> Análisis de FRIEDMAN para las variables de la evaluación sensorial en Jícama.....	130
<b>Tabla 79.</b> Análisis de FRIEDMAN para las variables de la evaluación sensorial en Oca .....	136

<b>Tabla 80.</b> Escala de evaluación sensorial según el método descriptivo .....	142
---	-----

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Perfil monádico vs perfil comparativo (Cerón , 2012) .....	64
<b>Gráfico 2.</b> Diagrama de bloque proceso de maduración de la jícama.....	67
<b>Gráfico 3.</b> Diagrama de bloque proceso de maduración de la oca.....	68
<b>Gráfico 4.</b> Diagrama ingenieril de procesos: jícama y oca .....	69
<b>Gráfico 5.</b> Efecto de la interacción de contenido acuoso entre los factores.....	78
<b>Gráfico 6.</b> Comportamiento del contenido acuoso en el producto madurado y el testigo. ....	78
<b>Gráfico 7.</b> Efecto de la interacción de sólidos totales entre los factores. ....	82
<b>Gráfico 8.</b> Comportamiento de sólidos totales por efecto de la temperatura y método de maduración .....	82
<b>Gráfico 9.</b> Interacción del contenido de sólidos solubles vs factores. ....	86
<b>Gráfico 10.</b> Comportamiento de sólidos solubles en el producto madurado y el testigo .....	87
<b>Gráfico 11.</b> Efecto de la interacción de acidez entre los factores. ....	91
<b>Gráfico 12.</b> Comportamiento de las medias de acidez por efecto de la temperatura y método de maduración .....	91
<b>Gráfico 13.</b> Comportamiento de las medias de pH por efecto de la temperatura y método de maduración .....	94
<b>Gráfico 14.</b> Comportamiento de las medias de peso final por efecto de la temperatura y método de maduración .....	98
<b>Gráfico 15.</b> Efecto de la interacción de contenido acuoso entre los factores.....	102
<b>Gráfico 16.</b> Comportamiento del contenido acuoso en el producto madurado y el testigo .....	103
<b>Gráfico 17.</b> Efecto de la interacción de sólidos totales entre los factores.....	106
<b>Gráfico 18.</b> Comportamiento de las medias de sólidos totales en el producto madurado y el testigo .....	106

<b>Gráfico 19.</b> Interacción del contenido de sólidos solubles vs factores.....	110
<b>Gráfico 20.</b> Comportamiento de las medias de sólidos solubles en el producto madurado y el testigo.....	110
<b>Gráfico 21.</b> Efecto de la interacción de acidez entre los factores. ....	114
<b>Gráfico 22.</b> Comportamiento de las medias de acidez por efecto de la temperatura y método de maduración .....	115
<b>Gráfico 23.</b> Efecto de la interacción de pH entre los factores.....	118
<b>Gráfico 24.</b> Comportamiento de las medias de pH por efecto de la temperatura y método de maduración .....	119
<b>Gráfico 25.</b> Comportamiento de las medias de peso final por efecto de la temperatura y método de maduración .....	122
<b>Gráfico 26.</b> Concentración de sólidos solubles en jícama a 30°C.....	123
<b>Gráfico 27.</b> Concentración de sólidos solubles en oca a 35°C.....	124
<b>Gráfico 28.</b> Concentración de sólidos solubles en jícama a 40°C.....	125
<b>Gráfico 29.</b> Concentración de sólidos solubles en oca a 30°C.....	127
<b>Gráfico 30.</b> Concentración de sólidos solubles en oca a 35°C.....	128
<b>Gráfico 31.</b> Concentración de sólidos solubles en oca a 40°C.....	129
<b>Gráfico 32.</b> Comportamiento de las medias del análisis de Friedman en jícama-Color.....	132
<b>Gráfico 33.</b> Comportamiento de las medias del análisis de Friedman en Jícama-Aroma.....	133
<b>Gráfico 34.</b> Comportamiento de las medias del análisis de Friedman en Jícama-Sabor .....	134
<b>Gráfico 35.</b> Comportamiento de las medias del análisis de Friedman en Jícama-Textura .....	135
<b>Gráfico 36.</b> Comportamiento de las medias del análisis de Friedman en Oca -Color.....	138
<b>Gráfico 37.</b> Comportamiento de las medias del análisis de Friedman en Oca-Aroma.....	139
<b>Gráfico 38.</b> Comportamiento de las medias del análisis de Friedman en Oca -Sabor .....	140

<b>Gráfico 39</b> Comportamiento de las medias del análisis de Friedman en Oca – Textura .....	141
<b>Gráfico 40.</b> Comportamiento del análisis descriptivo T1 jícama madurada a 30°C utilizando cámara infrarroja. ....	142
<b>Gráfico 41.</b> Comportamiento del análisis descriptivo T2 jícama madurada a 30°C utilizando estufa. ....	143
<b>Gráfico 42.</b> Comportamiento del análisis descriptivo T3 jícama madurada a 35°C utilizando cámara infrarroja. ....	143
<b>Gráfico 43.</b> Comportamiento del análisis descriptivo T4 jícama madurada a 35°C utilizando estufa. ....	144
<b>Gráfico 44.</b> Comportamiento del análisis descriptivo T5 jícama madurada a 40°C utilizando cámara infrarroja. ....	145
<b>Gráfico 45.</b> Comportamiento del análisis descriptivo T6 jícama madurada a 40°C utilizando estufa. ....	146
<b>Gráfico 46.</b> Comportamiento del análisis descriptivo T1 Oca madurada a 30°C utilizando una cámara infrarroja. ....	146
<b>Gráfico 47.</b> Comportamiento del análisis descriptivo T2 Oca madurada a 30°C utilizando una estufa .....	147
<b>Gráfico 48.</b> Comportamiento del análisis descriptivo T3 Oca madurada a 35°C utilizando una cámara infrarroja. ....	148
<b>Gráfico 49.</b> Comportamiento del análisis descriptivo T4 Oca madurada a 35°C utilizando una estufa .....	149
<b>Gráfico 50.</b> Comportamiento del análisis descriptivo T5 Oca madurada a 40°C utilizando una cámara infrarroja .....	149
<b>Gráfico 51.</b> Comportamiento del análisis descriptivo T6 Oca madurada a 40°C utilizando una estufa .....	150

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Ficha de evaluación sensorial método descriptivo para jícama.....	165
Anexo 2 Ficha de evaluación sensorial método descriptivo para oca.....	167
Anexo 3 Ficha de evaluación sensorial de aceptabilidad para jícama y oca.....	168
Anexo 4 Caracterización de la materia prima Jícama y Oca .....	169
Anexo 5 Análisis físico químicos de la jícama madurada a 30 °C.....	170
Anexo 6 Análisis físico químicos de la jícama madurada a 35°C.....	171
Anexo 7 Análisis físico químicos de la jícama madurada 40 °C.....	172
Anexo 8 Análisis físico químicos de la oca madurada a 30°C.....	173
Anexo 9 Análisis físico químicos de la oca madurada a 35°C.....	174
Anexo 10 Análisis físico químicos de la oca madurada a 40 °C.....	175
Anexo 11 Análisis físico químicos de los mejores tratamientos de jícama madurada.....	176
Anexo 12 Análisis físico químicos de los mejores tratamientos de oca madurada .....	177
Anexo 13 Análisis microbiológicos de los mejores tratamientos (superficie de la jícama y oca) .....	178
Anexo 14 Fotografías.....	179

## RESUMEN

### **Efecto de temperatura sobre características físico-químicas y sensoriales de jícama *smallanthus sonchifolius* y oca *oxalis tuberosa*, durante su maduración artificial**

En el presente trabajo de investigación se estudio el efecto de la temperatura en las características físico-químicas y sensoriales de la Oca *oxalis tuberosa* y Jícama *smallanthus sonchifolius* durante su maduración, determinando la combinación óptima de temperatura y método, que permita desarrollar una maduración que no altere sus características. Se trabajó con tubérculos frescos oca (blanca chaucha) y jícama (morfotipo morado), aplicando tres niveles de temperatura (30, 35, 40 °C) y dos métodos artificiales de secado cámara infrarroja y estufa. Al finalizar el ensayo se evaluaron los mejores tratamientos a través de análisis físico-químico y sensorial para seleccionar el mejor, mediante la comparación con las ocas y jícamas maduras naturalmente por radiación solar (muestra testigo), siendo el mejor tratamiento las ocas y jícamas maduras a 35°C en cámara infrarroja por 5 días; para llegar a estos resultados se aplicó las pruebas de significación Tukey para tratamientos y DMS para los factores, en las diferentes variables que se evaluó; este resultado fue respaldado mediante análisis sensorial; se evaluó atributos como: color, aroma, sabor, textura, aceptabilidad y test de comparación con el testigo para definir los atributos más significativos.

También se evaluó daños físicos en ocas y jícamas maduras para cada tratamiento. Se observó que los daños físicos causados por calor y humedad son mayores a temperaturas altas de maduración (40°C) no suscitado con las ocas y jícamas sometidas a 35°C.

## **GLOSARIO**

**Atributo Sensorial:** Son términos objetivos asociados a una definición caracterizando una dimensión sensorial del producto.

**Panel:** Grupo de personas entrenadas y seleccionadas por sus habilidades para realizar pruebas sensoriales.

**Referencia Sensorial:** Es una muestra o testigo.

## SUMMARY

Temperature effect on physico-chemical and sensory characteristics of jicama and oxalis tuberosa goose during artificial ripening

The effect of temperature on the physical-chemical and sensorial characteristics of Oca oxalis tuberosa and Jícama smallanthus sonchifolius during maturation was determined by determining the optimum combination of temperature and method, allowing the development of a maturation that does not Alter its characteristics. Fresh tubers (caucha) and jicama (purple morphotype) were used, applying three temperature levels (30, 35, 40 °C) and two artificial methods of drying infrared chamber and stove. At the end of the trial, the best treatments were evaluated through physical-chemical and sensory analysis to select the best, by comparison with the geese and jícamas matured naturally by solar radiation (control sample), being the best treatment the matured geese and jams At 35 ° C in an infrared camera for 5 days; To reach these results we applied the Tukey significance tests for treatments and DMS for the factors, in the different variables that were evaluated; This result was supported by sensory analysis; Attributes such as: color, aroma, flavor, texture, acceptability and comparison test with the control were evaluated to define the most significant attributes.

Physical damages were also evaluated in geese and matured chicks for each treatment. It was observed that the physical damages caused by heat and humidity are higher at high temperatures of maturation (40°C) not raised with hollows and jícamas subjected to 35°C.



# **CAPÍTULO I**

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. PROBLEMA**

Los países andinos tienen potencial de producción y diversidad de rubros agrícolas no tradicionales como: oca, jícama, mashua, melloco, entre otros, donde las raíces y tubérculos constituyen parte importante de este grupo. Las referidas especies no han alcanzado un alto índice de aceptabilidad como tiene la papa por ejemplo, pues han sido menos estudiadas y valorizadas en el campo agronómico.

El incipiente desarrollo tecnológico en estos rubros agrícolas ha generado poco interés en el pequeño productor, debido a que estos no han sido significativos económicamente, considerados en algunos casos como pérdida; cuando se producen en mayor cantidad el precio baja.

El agricultor desconoce técnicas de conservación, por tanto estas materias primas lo almacenan en condiciones inadecuadas, produciéndose cambios en sus características físico-químicas y sensoriales que afectan la calidad del tubérculo y raíces tuberosas al no producirse la comercialización inmediata.

Al no priorizar la propuesta de investigación planteada no se dará alternativas al pequeño productor y estos rubros continuarán con su limitado consumo. La producción disminuirá y, el productor no se verá incentivado por actores involucrados en el mejoramiento económico de las familias que tienen pocos ingresos y con potencialidad para generar estos recursos ancestrales con bondades nutricionales y medicinales que desconocen las generaciones actuales.

La propuesta es generar tecnologías agroindustriales que permitan desarrollar alternativas que considere ofertar desde una perspectiva tecnológica que llegue a un mercado altamente exigente y demandante de variedades de productos que incidan en la salud de los consumidores, es así que se ha seleccionado la jícama y la oca producidos en el corredor Cayambe Coca para investigar y generar conocimiento mediante la evaluación de temperaturas aplicadas en un proceso de maduración con métodos artificiales.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

La investigación tiene como finalidad evaluar el comportamiento de las características físico químicas y sensoriales de los productos andinos jícama y oca sometidos a un proceso de maduración artificial y natural. Se aplica los métodos utilizando cámara infrarroja y estufa controlando diferentes temperaturas de aplicación y en el método natural se utiliza la exposición solar.

La presente investigación se enmarca dentro de las acciones que involucran la participación directa de los agricultores en las actividades de producción primaria, valor agregado y comercialización de jícama y oca, lo que permitirá que los beneficios económicos y sociales lleguen directamente al pequeño productor rural acarreamos como consecuencia un incremento en la demanda de los cultivos en estudio; esto incidiría favorablemente en el mercado consumidor ya que se aprovecha las bondades de los recursos vegetales como alimento de alto valor

nutritivo, de bajo costo y de excelente rentabilidad futura de importancia socio económica para el productor

El propósito es responder a la necesidad de industrialización y generación de nuevos productos; mediante el impulso del cultivo de la jícama raíz tuberosa y la oca tubérculo andino que son consumidos por los campesinos en las zonas rurales; para así evitar que estos se pierdan en el Ecuador mediante la adopción de técnicas adecuadas de maduración por parte de los agricultores proyectándose a la exportación debido a su valor nutricional y a su uso posterior.

La investigación sobre la aplicación de dos métodos de maduración para endulzamiento de la jícama y oca, genera un aporte para los consumidores con el fin de brindar raíces tuberosas y tubérculos dulces y agradables para el consumo y de esta manera las personas puedan industrializarla posteriormente de su endulzamiento, ya que tiene amplia posibilidad de transformación como: harinas, pasas, hojuelas, jarabe, mermeladas, jugos funcionales, licores, utilización en gastronomía.

Al aplicar un método de maduración podemos llegar a tener los siguientes efectos:

- Cambios en la calidad organoléptica y sensorial (aceptabilidad, color, sabor, aroma y textura (crujencia).
- Cambios en el valor nutricional (cenizas, fibra bruta, azúcares totales, azúcares reductores libres, carbohidratos totales, almidón, sólidos totales).
- Cambios en las propiedades físicas y químicas (grados Brix, contenido acuoso, peso, pH, acidez titulable)

Estos cambios se generan debido a la aplicación de calor en las raíces tuberosas y tubérculos; siendo un factor el método al cual se tiene expuesta a la jícama y la oca. El aspecto físico tiende a variar debido a los cambios químicos que se producen por el calor.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Estudiar el efecto de la temperatura sobre las características físico-químicas y sensoriales de la jícama *Smallanthus sonchifolius* y oca *Oxalis tuberosa*, durante el proceso de maduración con dos métodos artificiales.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar mediante análisis físico-químicos la materia prima (jícama *Smallanthus sonchifolius* y oca *Oxalis tuberosa*) objeto de estudio.
- Evaluar dos métodos de maduración de la jícama *Smallanthus sonchifolius* y oca *Oxalis tuberosa* mediante el control de temperaturas.
- Evaluar las características físico-químicas y sensoriales de los tubérculos maduros con los dos métodos artificiales y el testigo.
- Definir el mejor método de maduración para conservar las características físico-químicas y sensoriales de la jícama y oca.

### **1.4. HIPÓTESIS**

#### **1.4.1. HIPÓTESIS ALTERNATIVA**

**Hi:** El efecto de la temperatura influye en las características físico-químicas y sensoriales de la jícama *Smallanthus sonchifolius* y oca *Oxalis tuberosa*.

#### **1.4.2. HIPÓTESIS NULA**

**Ho:** El efecto de la temperatura NO influye en las características físico-químicas y sensoriales de la jícama *Smallanthus sonchifolius* y oca *Oxalis tuberosa*.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. JÍCAMA

Es una raíz tuberosa comestible de sabor dulce y almidonado mediante el proceso de exposición solar existe un incremento del contenido de fructosa (azúcares). La raíz es muy recomendada para los diabéticos, su principal ventaja es su contenido de Inulina, fibra dietética que ayuda al organismo a metabolizar la glucosa.

Su sabor dulce, resulta excelente para los diabéticos, porque el tipo de azúcar que contiene no es asimilado por el organismo humano.



**Fotografía 1.** Jícama

### 2.1.1. ORIGEN

La jícama *Smallanthus sonchifolius* es una planta perteneciente a la familia de las asteráceas, domesticada en los Andes desde la época preincaica. A diferencia de la mayor parte de raíces y tubérculos que almacenan almidón, la jícama contiene una cantidad importante de fructooligosacáridos (FOS). Estos fructooligosacáridos (FOS) son azúcares lentamente metabolizados en el tracto digestivo y aportan pocas calorías al organismo. Esta característica le hace interesante para ser utilizado por diabéticos ya que no elevan el nivel de glucosa en la sangre (Cadena, 2011).

Diferentes estudios han asociado las siguientes propiedades a un consumo elevado de fructooligosacáridos (FOS): reduce el nivel de triglicéridos y colesterol, mejora la asimilación del calcio, fortalece la respuesta del sistema inmunológico, previene el estreñimiento, reduce el riesgo de cáncer de colon y restaura la flora intestinal.

Dentro de las propiedades y beneficios que se obtiene de la jícama se manifiesta: baja la presión sanguínea, previene y controla la hiperglicemia, controla el peso corporal, disminuye el apetito, promueve el buen funcionamiento intestinal, restaura la actividad renal, previene el cáncer de colon, previene y combate la osteoporosis (Cadena, 2011).

Experiencias locales, manifiestan que el cultivo de jícama se siembra en pequeñas cantidades por pocos agricultores quienes aprovechan la raíz reservante en su dieta alimenticia o para comercializar localmente. Se siembra en sistemas tradicionales de huertas familiares, o en pequeñas parcelas (Álvarez, Sanchez, & Uchuari, 2012).

### 2.1.1.1. Descripción botánica

**Tabla 1. Botánica de la jícama**

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Orden:</b>	Asterales
<b>Familia:</b>	Asteraceae
<b>Género:</b>	Smallanthus
<b>Especie:</b>	sonchifolius
<b>Nombre científico:</b>	<i>Smallanthus sonchifolius</i> Rob
<b>Nombre común:</b>	jícama, yacón, jiquima, jiquimilla

Fuente: (Córdova & Galecio, 2006)

La planta es herbácea perenne y puede alcanzar de 1,5 a 2,5 m de altura. Los tallos son cilíndricos, pilosos y vigorosos, con varias ramas y huecos en la madurez. Las hojas, por su posición, son opuestas y tienen forma triangular de base trunca o cordada, hasta la floración se producen de 13 a 16 pares de hojas, una vez que se ha producido la floración solo se producen hojas pequeñas.

Siendo su sistema radicular compuesto de dos tipos de raíces: fibrosas y reservantes. Las raíces fibrosas son delgadas y sus funciones son la fijación de la planta al suelo y la absorción de agua y nutrientes. Las raíces reservantes son gruesas, de forma oval o fusiformes, tienen una fina cáscara adherida a la pulpa. Esta presenta colores blancos, cremas y anaranjados (Córdova & Galecio, 2006).

El tejido interno de las raíces es muy blando, debido a que almacena una gran cantidad de agua. La planta de jícama produce entre 5 y 25 raíces, que pueden alcanzar 25 cm de altura y 10 cm de diámetro, con un peso que varía de 50 a 1000 g cada una, y un rendimiento que fluctúa de 28 a 100 toneladas por hectárea (Córdova & Galecio, 2006).



**Fotografía 2. Raíz de jícama Otavalo**

## **2.1.2. VAREIDADES**

Se han identificado 3 morfotipos de jícama bien diferenciados en Ecuador, en los cuales la variabilidad de color de los tallos y de las hojas, son los caracteres más relevantes para la separación de los distintos grupos, así, se tienen los siguientes grupos o morfotipos con sus características (Barrera, Tapia , & Monteros, 2004).

### **2.1.2.1. Morfotipo morado**

En una planta semirrecta, posee una altura que supera los 20 cm de largo siendo esta la más alta del grupo, de entrenudos más largos, de tallos gruesos y purpuras, posee hojas y peciolos más largos, con abundantes ramificaciones en todo el contorno de la planta.

Sus flores son de color amarillo anaranjado y se propagan en cantidades moderadas, posee 5 pétalos con 5 estigmas, sus raíces están formadas por una pulpa de color amarilla, esta planta semirrecta posee un alto contenido de materia seca y carbohidratos.

Esta planta tiene un alto rendimiento con una producción de 1.5 kg por planta, y a la vez presenta el mayor número de raíces útiles por planta. Este grupo se cultiva en la mayoría de provincias (Velasteguí, 1998).



**Fotografía 3. Morfotipo morado**

#### **2.1.2.2. Morfotipo verde oscuro**

La planta es pequeña, con pocas ramificaciones, pero abundante floración, presenta tallos delgados y hojas pequeñas, es el grupo más precoz en florecer, por la coloración de la pulpa de la raíz se divide en dos subgrupos, el primero presenta una pulpa de color blanco y el segundo muestra una pulpa color amarillo. Este morfotipo es cultivado en la provincia de Bolívar, principalmente (Velasteguí, 1998).



**Fotografía 4. Morfotipo verde oscuro**

### **2.1.2.3. Morfotipo verde claro**

La planta es mediana, con tallos gruesos y de color verde claro, posee hojas anchas, es el más tardío de todos los morfotipos en florecer y sus flores son de color amarillo, sus raíces son de color blanco, voluminosas y tienen el menor porcentaje de materia seca y carbohidratos. Este grupo se cultiva principalmente en Loja y Azuay (Velasquí, 1998).



**Fotografía 5. Morfo tipo verde claro Otavalo**

### 2.1.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA

A diferencia de otras raíces comestibles el 85% al 90% del peso fresco de este tubérculo es agua. Los carbohidratos representan el 90% del peso seco de la raíces recién cosechadas de los cuales entre el 50 % al 70% son fructooligosacáridos (FOS), el resto de los carbohidratos lo conforman la sacarosa fructuosa y glucosa (Suquilanda, 2010).

Las partes utilizables de la jícama son sus raíces tuberosas, de las cuales análisis bromatológicos determinan un 90 % de agua y, en 100 g de materia seca, un 5 % de proteína, 3 % de fibra, 4 % de ceniza y 85 % de carbohidratos (Zardini, 1991).

Un aspecto interesante de este cultivo es que, a diferencia de otras raíces y tubérculos que almacenan carbohidratos en forma de almidón (polímero de glucosa), esta especie lo hace en forma de inulina (polímero de fructuosa)(Barrera, Tapia , & Monteros, 2004).

Los contenidos de fructuosa en las raíces son muy altos en esta especie y por ello, podría ser considerada como una fuente azucarera en zonas andinas. Otro de los potenciales usos de la especie es el forrajero; se puede alimentar al ganado con los tallos y las hojas, que contienen entre 11 % y 17 % de proteína (Nieto, 1988).

Las raíces de jícama son comestibles en estado fresco o procesado industrialmente. En estado fresco, la jícama, generalmente, se comercializa como un tubérculo por su sabor agradable y dulce, mientras que industrialmente se pretende incursionar en la fabricación de jugos dietéticos, chips secos, encurtidos de jícama y jarabe con alto contenido de fructooligosacáridos (David, 2010).

A diferencia de la mayoría de tubérculos comestibles, los mismos que presentan un alto contenido de almidón, es decir; la jícama almacena sus carbohidratos en

forma de fructooligosacáridos (FOS) y azúcares comunes (fructosa, glucosa y sacarosa), y no en forma de almidón (UNALM, 2007)

**Tabla 2. Composición química de las raíces de la jícama en porcentaje de base seca**

<b>Parámetro</b>	<b>%</b>
FOS	40,00- 70,00
Sacarosa	5,00 - 5,00
Fructosa	5,00 - 15,00
Glucosa	3,00- 5,00
Proteínas	2,42- 4,30
Lípidos	0,14- 0,43
Minerales	2,50- 3,73
Fibra	1,53- 2,64

Fuente:(David, 2010)

### **2.1.3.1. Fructooligosacáridos**

La jícama es una de las raíces reservantes comestibles con mayor contenido de agua, entre el 85 y 90% del peso fresco de las raíces es agua. Las cuales el 50 y 70% son fructooligosacáridos (FOS). El resto de carbohidratos lo conforman la sacarosa, fructosa y glucosa. Los diferentes azúcares varían significativamente por diferentes factores como época de siembra y cosecha, tiempo y temperatura en poscosecha.

Los fructooligosacáridos (FOS) pertenecen a una clase particular de azúcares conocidos con el nombre de fructanos. A diferencia de los tubérculos de la jícama, que contienen fructooligosacáridos como ingrediente principal, la composición química de las hojas es poco conocida. Se sabe que contienen sesquiterpenos, lactonas, flavonoides y un grupo de sustancias aun no identificadas, el té de jícama administradas a ratas diabéticas en forma crónica durante 30 días, redujo los niveles de glucosa en la sangre” (Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003) .

Durante el almacenamiento poscosecha y la exposición de las raíces de la jícama al sol, se generan procesos bioenzimáticos de transformación de los fructooligosacáridos en azúcares simples o comunes (fructosa, glucosa y sacarosa), por acción de la enzima fructanohidrolasa, que determina una disminución de hasta 39% (David, 2010) y (Manrique, 2003).

#### **2.1.3.2. Bioquímica de los oligofructanos.**

Biosíntesis y degradación de la sacarosa es el precursor de los fructanos sintetizados en las plantas durante la biosíntesis. La sacarosa se almacena en su forma natural en la planta hasta que las concentraciones son altas, siendo entonces que se inicia la biosíntesis de los fructanos que suelen acumularse en las hojas y vacuolas. La síntesis y acumulación de los oligofructanos se cree es extracloroplástico y ocurre en las vacuolas (Polanco, 2011).

Un rango óptimo de temperatura que va de 45°C a 55°C y un ámbito de pH que varía desde 5.3 a la neutralidad. Aunque las enzimas relacionadas con la degradación de los fructanos se encuentran ampliamente distribuidas en plantas y organismos, sus mecanismos de acción permanecen aún sin ser identificados plenamente.

Al ser consumidos, los fructanos no son hidrolizados en el tracto digestivo dada la ausencia tanto de exoinulasa como exolevanasa sufriendo posteriormente por ello fermentación en el colon. Químicamente los fructanos pueden hidrolizarse por calentamiento en una disolución de ácido oxálico (Polanco, 2011).

#### **2.1.4. BENEFICIOS NUTRICIONALES DE LA JÍCAMA**

La jícama ha sido sometida a un sin número de investigaciones en los últimos tiempos obteniendo grandes beneficios tanto en lo medicinal como en la

gastronómico, en el Ecuador se comercializa en estado fresco sin embargo en algunas provincias lo tienen a la venta en estado procesados.

“La jícama es considerada como un endulzante sano y natural, la planta posee un tipo de azúcar muy especial que reacciona en nuestro organismo originando calorías inferiores a la de la sacarosa excelente para las personas que tienen problemas de diabetes y colesterol. Aportando un efecto positivo sobre el sistema de metabolismo de los lípidos ya que en este conducto se fermentan de forma inmediata y total por acción de las bifidobacterias esto ayuda a bajar los niveles de colesterol. Triglicéridos, fosfolípidos” (David, 2010).

Este a su vez nutre selectivamente a los gérmenes benéficos que forman parte de la flora intestinal, pues este a diferencia de los otros azúcares, es absorbido por el intestino delgado en forma de glucosa, la jícama está comprendida de un 46% de fructanos los cuales representa a los azúcares no calóricos o llamados también fructooligosacáridos (David, 2010).

Además, presenta una estructura fundamental de fructuosa unidas entre sí por enlaces glicosídicos, esta unión ayuda a la resistencia de los fructooligosacáridos (FOS) en hidrólisis, en el intestino humano y estomago pasando al colon sin ser degradados, pero si fermentados en el colon por la microflora misma que se encuentra en la última parte del intestino grueso , lo que conlleva al desarrollo de las funciones colónicas que se basa en el aumento fecal produciendo una mejor digestión, por esta razón en la antigüedad se utilizaba mucho para solucionar problemas de estreñimiento (David, 2010).

“Los investigadores han destacado que la inulina y los fructooligosacáridos son significativos para la prevención y disminución de riesgo en algunas enfermedades, como la constipación, debido al volumen fecal y a la movilidad intestinal, inhibición de disenterías, reducción de riesgos de osteoporosis, debido a su incremento de calcio en el organismo, disminución de riesgos en casos de

arteriosclerosis cardiovascular y reducción de riesgos de cáncer al colon (Campaña, 2013).

“Los tubérculos un importante aporte para la medicina ya que actúa como un rehidratante natural por su alto contenido en minerales 3.73% y azúcares 22%, y un bajo contenido en calorías, están compuestos de fructooligosacáridos, que son azúcares los mismos que no son metabolizados por el organismo humano, siendo ideal para la personas que padecen problemas de diabetes ya que al consumir estos azúcares no elevan el índice glicémico (David, 2010).

A la vez que los fructanos al igual que la fibra estimulan a la acción de microorganismos benéficos a nivel de la microfila del colon, lo cual el consumo diario de la jícama evitaría el cáncer de colon, la gastritis, favorece al metabolismo sistemático de los lípidos, restaura la actividad renal, disminuye los fosfolípidos y los triglicéridos en el suero sanguíneo, proporcionando un buen funcionamiento intestinal, úlceras duodenales y problemas de presión arterial” (David, 2010).

#### **2.1.5. COSECHA Y POSCOSECHA DE LA JÍCAMA**

Las raíces alcanzan la madurez entre los 6 a 7 meses en sitios con altitudes medias y de aproximadamente un año en sitios de gran altitud. Los indicadores para saber bien que ha llegado la época de la cosecha es el amarillamiento de las hojas y el cese de la floración (Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003).

Las raíces deben desenterrarse cuidadosamente porque son muy quebradizas. Esta labor se hace manualmente o por lo que es recomendable utilizar la herramienta adecuada y tener los cuidados necesarios para evitar una contaminación microbiológica (Maldonado, 2008).

Removiendo la mayor cantidad de tierra posible alrededor de la planta, para que al momento de remover la corona con las raíces, se haga el menor esfuerzo posible.

Después los tubérculos se retiran de la corona, evitando producir el mínimo de heridas sobre toda en la zona de unión (Polanco, 2011).

Si se planifica la utilización de las hojas para infusiones, se ensayan otras alternativas de cosecha. En este caso se extraen las hojas una vez que han madurado, lo cual se identifica con el cambio de coloración de verde a un marrón claro, y posteriormente se extrae la raíz (Manrique, 2003).

Para el aprovechamiento de los (FOS fructooligosacáridos), reducir la tasa de deterioro y la pérdida de humedad y evitar la pudrición de la raíz, el almacenamiento poscosecha de la jícama se debe realizar a temperaturas de refrigeración y una humedad relativa entre el 60 y 70 % (David, 2010).

#### **2.1.5.1. Rendimiento**

El carácter muy interesante en jícama es su alta productividad, algunos reportes disponibles indican variación desde 10 a 100 toneladas por H

#### **2.1.6. MADURACIÓN DE LA JÍCAMA**

Los tubérculos cosechados inmaduros normalmente tienen una dormancia más larga que los tubérculos que han completado su madurez (Lagua, 2013).

La maduración está ligada a complejos procesos de transformación de sus componentes. Los azúcares sufren importantes modificaciones, que influyen en los cambios que sufre el tubérculo durante el almacenamiento, transporte y comercialización, que también, en cierta medida afectan a su valor nutritivo.

Fenómenos especialmente destacados que se producen durante la maduración son la respiración, el endulzamiento, el ablandamiento y los cambios en el aroma, la coloración y el valor nutritivo (Espinoza, Vaca, Abad, & Crismman, 1996).

Además, existe una transformación de otras sustancias en azúcares mediante el proceso de exposición al sol, y existe un incremento de fructuosa del 2,4 % al 21 % (Barrera, Tapia , & Monteros, 2004).

Se deben almacenar sobre estibas, siendo muy cuidadosos para evitar dañarlas. Para su consumo, las raíces son expuestas a la luz del sol por unos pocos días, para incrementar su dulzor por la pérdida de agua (alrededor del 40% de su peso fresco) y porque una parte importante de los FOS se convierten en azúcares simples (Polanco, 2011)

#### **2.1.6.1. Enzima polifenoloxidasas**

La polifenoloxidasa son enzimas localizadas en la fracción soluble de las células o bien fuertemente unida a membranas sub celulares. En realidad la mayoría de las polifenoloxidasas vegetales se encuentran unidas a las membranas, principalmente membranas tilacoidales del cloroplasto. Estos polímeros son los responsables del oscurecimiento de tejidos vegetales cuando se dañan físicamente (Hernández, 2009).

La determinación del peso molecular y la estructura cuaternaria de la enzima polifenoloxidasa en plantas superiores resulta problemática debido a la existencia de múltiples formas que son resultados de fenómenos de asociación disociación, inter conversión e incluso transformación de formas enzimáticas a otras durante la maduración o bien modificaciones sufridas durante los procesos de extracción (Hernández, 2009).

#### **2.1.7. FORMAS DE CONSUMO Y CONSERVACIÓN**

Tradicionalmente la jícama se consumía de forma fresca o cruda. Para ello las raíces se lavan, se pelan y se consumen directamente o mezclado con otras frutas.

El consumo como jugo es también popular, agregándoles unas gotas de limón o de naranja con el fin de controlar el rápido pardeamiento.

Otra forma es como puré, el cual su preparación es muy sencilla. Las raíces se sancochan y se pelan, luego se aplastan, no hay necesidad de agregar más ingredientes y el sabor es parecido al puré de manzanas. En los últimos años se han desarrollado varios productos procesados (Polanco, 2011).

#### **2.1.7.1. Pasas de jícama**

Las pasas de jícama se obtienen deshidratando las raíces al medio ambiente por unos siete días, después se pelan, se dejan sobre una bandeja, hasta que tengan una humedad del 14 al 16%, momento en el cual se considera que están listas para ser envasadas (Polanco, 2011).

#### **2.1.7.2. Hojuelas de jícama**

Estas son rodajas de jícama, secadas en un horno a temperatura controlada. El procedimiento consiste en cortar rodajas, aproximadamente de 0,5 cm. y extenderlas sobre una bandeja, las cuales se introducen dentro de un horno que esté a una temperatura de 60 a 70 °C por unas 24 horas. Para evitar el pardeado, se recomienda sumergir las rodajas recién cortadas de una solución de jugo de limón ó algún tipo de antioxidante. Cuando las hojuelas salen de horno, tienen una textura semi crocante, que se pierde rápidamente, si no se empacan de inmediato (Polanco, 2011).

#### **2.1.7.3. Jarabe de jícama**

Es un concentrado dulce que hace las veces de edulcorante, pero sin provocar los efectos negativos del azúcar. Sus características físicas y organolépticas son parecidas a la miel de abejas, de maple o de caña de azúcar y puede ser empleado

para propósitos parecidos, pero con la ventaja de servir a los consumidores preocupados por su ingesta calórica y mejorar la calidad de su alimentación.

Inclusive puede ser consumido por diabéticos en dosis controladas, ya que los FOS no elevan el nivel de glucosa en la sangre. Pruebas sensoriales y estudios preliminares de mercado han demostrado que el jarabe de jícama tiene un gran potencial en el mercado internacional (Manrique, 2003).

También agricultores venden productos de jícama, como las hojas secas para tisana, jarabe y tubérculos de una manera muy artesanal, en una tienda de productos orgánicos en la ciudad de Pereira, una compañía de procesamiento de productos naturales ubicada en la ciudad de Chinchiná, Caldas, ha mostrado un gran interés por procesar de 36 manera industrial productos de jícama, debido a la gran demanda que existe en el mercado nacional (Polanco, 2011).

## **2.2. LA OCA**

Es un tubérculo perteneciente a una planta conocida botánicamente como “Oxalis tuberosa” perteneciente a la familia “Oxalidaceae” y recibe diferentes nombres comunes, según la zona en que se cultive:

- Oca o papa oca, en Bolivia, Perú, Chile y Ecuador.
- Quiba o cuiba, en Venezuela.
- Huasisai o ibia, en Colombia.
- Para extranjera o papa roja, en México.

### **2.2.1. ORIGEN**

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.

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 (Cajamarca, 2010).

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 Sur América con una gran diversidad de formas y colores.

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 (Barrera, Tapia , & Monteros, 2004).

### 2.2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

**Tabla 3. Botánica de la oca**

División:	Vegetal
Clase:	Dicotiledónea
Orden:	Geraniales
Familia:	Oxalidaceae Oxalis
Género:	Oxalis
Nombre binomial:	<b><i>Oxalis tuberosa</i></b>

Fuente:(Cajamarca, 2010)

### 2.2.3. VARIETADES

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

- Albas: Se refiere a las ocas blancos o hialinos (el primer ecotipo descrito procedió de Chile).
- Flavas: La ocas de amarillo claro, pigmentadas posiblemente flavones de color amarillo intenso y las anaranjadas con corateno.
- Rosea Violáceo: Son pigmentadas con antocianinas y de colores rosa claro, violeta muy oscuro , hasta negro



**Fotografía 1. Variedades de oca(Cajamarca, 2010)**

En 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 yarucoca, tubérculos grandes y de buena conservación.
- Sara-oca: (sara=maíz), oca blanca con pintas rojas, 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 el zapallo”, engrosa más.
- Oca simiateña: amarilla con pintas rojas, lechosa, no engrosa mucho (Arboleda, 2013).

### 2.2.3.1. Ecotipos de la oca en la zona de San Gabriel



Fotografía 2. Oca chaucha

En el caso de la zona de San Gabriel se recoge las siguientes ocas:

- Blancas
- Ocas Chauchas
- Señoritas

En esta zona entre las ocas que más prefiere consumir es la chaucha ya que se endulza mejor y es más combinable para cualquier preparación culinaria, para chaucha requiere de mayor cuidado (Arboleda, 2013).

### 2.2.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA

La calidad de los nutrientes de un alimento o dieta puede evaluarse determinando su composición química como en la tabla 4. 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 (Cadima & García, 2003).

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.

**Tabla 4. Contenido nutritivo de la oca en 100 g**

<b>Contenido de valor nutritivo g en 100 g de porción aprovechable</b>	<b>Oca fresca (g)</b>	<b>Oca soleada(g)</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 composición de alimentos ecuatorianos

El contenido de vitamina y minerales se describe en la tabla 5.

**Tabla 5. Energía, minerales y vitamina en la oca (100 gramos materia húmeda)**

<b>ELEMENTOS</b>	<b>OCA FRESCA</b>	<b>OCA ENDULZADA OKCAYA</b>
Energía (K cal)	61	325
<b>MINERALES</b>		
Calcio (mg)	5	7
Fosforo ( mg)	39	64
Hierro ( mg)	0.9	1.3
<b>VITAMINAS</b>		
B1 (mg)	0.07	0.09
Niacina (mg)	0.42	10.3
C (mg)	38.4	33

Fuente:(Cadima & García, 2003)

#### **2.2.4.1. Acido oxálico en la oca *Oxalis tuberosa***

La acidez de la oca se debe a la presencia de concentraciones bastante altas de ácido oxálico, sobre todo en la cáscara del tubérculo. Los métodos tradicionales de preparación de los pueblos andinos estaban encaminados a reducirla, siendo posible cocerla en varias aguas para eliminar progresivamente el ácido.

La exposición del tubérculo al sol durante un período de hasta una semana es útil también para eliminarlo, ayudando además a la producción de azúcares. Las variedades modernas, sin embargo, han logrado reducir la concentración (Tapia, 1979).

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

En la cáscara de la Oca se encuentra presente el ácido oxálico que es propio de todas las plantas del género *Oxalis*. Este ácido provoca que la oca tome un sabor agrio llegando hasta obtener porcentajes de 3.3 gramos hasta 3.7 gramos. La cantidad de ácido oxálico reduce si la oca es sometida a los rayos del sol (soleado) disminuyendo hasta un 75% de la cantidad inicial llegando hasta un 0.9 a 1.4% de 100 gramos de porción comestible (Cusiche, 2009).

#### **2.2.5. BENEFICIOS NUTRICIONALES DE LA OCA**

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 (Cajamarca, 2010).

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

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. 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 (Cajamarca, 2010).

#### **2.2.6. MADURACIÓN DE LA OCA**

La maduración está ligada a complejos procesos de transformación de sus componentes. Los azúcares sufren importantes modificaciones, que influyen en los cambios del tubérculo durante el almacenamiento, transporte y comercialización, que también, en cierta medida afectan a su valor nutritivo. Fenómenos especialmente destacados que se producen durante la maduración son la respiración, el endulzamiento, el ablandamiento y los cambios en el aroma, la coloración y el valor nutritivo (Palate, 2013).

Las ocas se pueden asolear de dos modos: directamente extendidas sobre el suelo al sol o colgadas sobre una soga, amarradas entre dos de ellas. Los carbohidratos de la oca, al ser expuestos al sol se transforman en azúcares.

El incremento del contenido de azúcares con el tiempo de soleado, permitirá un menor consumo de azúcar corriente (sacarosa) en la formulación del producto. (Espinoza, Vaca, Abad, & Crismman, 1996). Los carbohidratos generalmente son ricos en azúcar y fáciles para digerir (Palate, 2013).

#### **2.2.6.1. Madurez comercial**

Los tubérculos después de cosechados deberán exponerse a luz difusa (bajo sombra), para lograr verdearlos o lo que es lo mismo estimular la formación de clorofila y solanina debajo de la piel, que favorecen la brotación múltiple con brotes gruesos, de color verde oscuro y muy vigorosos lo cual garantiza una germinación más rápida de plantas fuertes y sanas (Lagua, 2013).

#### **2.2.6.2. Transformación de azúcares de la oca**

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

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

### **2.3. CAMBIOS FÍSICO-QUÍMICOS EN LA FASE DE MADURACIÓN EN JÍCAMA Y OCA.**

Consisten principalmente en el deterioro de la textura variación en el contenido de sólidos solubles y ácidos, así como oscurecimiento enzimático. En las frutas y hortalizas el oscurecimiento se debe a la acción de la enzima polifenoloxidasas; la firmeza o textura de los productos vegetales está determinado por la turgencia del tejido asociada al contenido de agua así como a la actividad de distintas enzimas que inducen cambios en los componentes de la pared celular, se manifiesta como ablandamiento del tejido vegetal.

En cuanto al contenido de sólidos solubles y ácidos en los frutos y vegetales frescos, éste se determina durante el desarrollo en la planta. Sin embargo, el incremento en azúcares simples y la disminución de ácidos orgánicos en el tejido vegetal involucra reacciones enzimáticas favorecidas por el daño físico, estos cambios afectan la relación dulce/ácido que determina el sabor del producto y su aceptación por parte de los consumidores, los cambios en estas características se presentan en los primeros días de maduración y almacenamiento (Hernández, 2009).

#### **2.3.1. SÓLIDOS SOLUBLES**

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

Con respecto a los cambios físico químicos durante su maduración, el contenido de sacarosa es muy bajo en los primeros días, pero luego aumenta al quinto día mostrando un descenso en el noveno día. En el caso de la glucosa y fructosa, al

transcurrir los días se observa un incremento hasta el final de la maduración de la raíz tuberosa y tubérculos.

Los contenidos de azúcares totales se incrementan a medida que transcurre el tiempo de exposición de los tubérculos al sol, debido a la concentración de sólido solubles causado por la pérdida de agua y la transformación de almidón en azúcar (Lucero, 2005).

### **2.3.2. POTENCIAL DE HIDRÓGENO**

La variación del pH con el tiempo presenta mínimas diferencias. Estudios realizados en tubérculos envasados y tratados térmicamente demuestran que el valor de pH no varía significativamente al transcurrir el tiempo (Espinoza, Vaca, Abad, & Crismman, 1996).

### **2.3.3. HUMEDAD**

Los productos perecederos son especialmente susceptibles al ataque de patógenos cuando se encuentran mojados. En consecuencia los tubérculos deben ser cosechados, manipulados y almacenados cuando no poseen agua libre en su superficie. Los tratamientos térmicos con aire caliente resultan de especial interés para estudiar los efectos fisiológicos sobre el tubérculo (Cusiche, 2009).

### **2.3.4. PÉRDIDA DE PESO**

Los tubérculos son órganos vivos y su pérdida de peso está relacionado con los procesos fisiológicos de respiración natural del tubérculo y la pérdida de agua por transpiración desde orificios naturales como lenticelas y tejido dañado, disminuyendo así significativamente el peso del tubérculo y causa la pérdida de turgencia alterando la apariencia y elasticidad del tejido

Los tubérculos pequeños presentan una pérdida de peso más acelerada, porque la superficie total expuesta por unidad de peso es significativamente mayor. Este efecto de los tubérculos pequeños con relación al de los más grandes es independiente del ambiente de almacenamiento (Peña, 2007).

- La jícama presenta una mínima tasa de transpiración, produciendo pérdidas de agua que implica arrugamiento (aspecto envejecido), disminución del peso comercial, afectando a la apariencia, textura y jugosidad del alimento.
- El porcentaje de pérdida de peso se incrementa en función al tiempo transcurrido en el proceso de maduración.
- En la mayoría de los tubérculos existen pérdidas del 3 – 5 % del peso inicial en forma de agua transpirada que son suficientes para promover un aspecto arrugado, perdiendo su apariencia externa inicial. En concreto, la pérdida de agua es el resultado del gradiente de vapor producido entre una atmósfera interna saturada con los espacios intermoleculares del tubérculo y la atmósfera externa (Palate, 2013)

Las mayores migraciones de vapor de agua se producen a nivel de la superficie del tubérculo y de daños existentes de este. En este proceso de desorción influye tanto factores internos como externos. Dentro de los internos se incluye anatomía y morfología del tubérculo, relación superficie- volumen, daños en superficie, grado de madurez. Dentro de los factores externos encontramos la temperatura, la humedad relativa, el movimiento del aire y la presión atmosférica (Palate, 2013).

### **2.3.5. ACIDEZ TITULABLE**

La acidez titulable no es una medida de acidez total definida como suma de ácidos presentes libres y combinados como cationes, sino una medida de cambios de concentración de ácidos orgánicos del tubérculo.

El ácido oxálico es el que predomina en la oca, razón por la que los resultados de acidez titulable se expresa en cantidad de ácido oxálico, siendo que la disminución de la misma podría relacionarse con la mejor conservación del tubérculo cuando este se encuentra en su estado óptimo de maduración, por existir una correlación entre el estado de madurez del tubérculo y el aumento de sólidos y la disminución del ácido oxálico (Ulrich, 1970).

La acidez titulable necesaria a realizar para conocer la evolución del grado de madurez en las ocas, parámetro resultante de la relación entre la cantidad de ácido oxálico presente respecto a los sólidos solubles presente en la materia prima. Los ácidos orgánicos son importantes desde el punto de vista de la calidad organoléptica. Por otra parte puede regular el pH y con ello afectar la coloración del tubérculo. La acidez se incrementa hasta el estado verde o fresco en el caso de la oca y luego se observa un descenso en la medida que progresa el proceso de maduración (Ulrich, 1970).

La reducción de acidez titulable luego de la aplicación de tratamientos térmicos ha sido verificada en diferentes frutos como por ejemplo: manzana, naranja y tomate (Sagpya, 1998).

## **2.4. CAMBIOS EN LA CALIDAD SENSORIAL**

### **2.4.1. ANÁLISIS SENSORIAL**

La determinación de los atributos sensoriales individuales de un producto es importante, dado que la combinación de éstos determina su calidad sensorial general. Registraron que una buena apariencia no implica la ausencia de sabores u olores desagradables, esto se ha observado en el caso de duraznos y nectarinas que mantienen la calidad visual pero un sabor muy pobre cuando se procesan inmaduros, al igual que en el caso de melón (Hernández, 2009).

Los cambios en el aroma y sabor de frutas hortalizas y tubérculos constituyen el tercer motivo en importancia en la aceptación por parte del consumidor luego del color y la textura.

No obstante, pocos estudios se han llevado a cabo en cuanto a la calidad sensorial que en general presentan los frutos y vegetales frescos cortados en los atributos de mayor importancia que pueden limitar en un momento dado la aceptación. Asimismo, entre los resultados publicados al respecto existen grandes variaciones debido a la variabilidad propia de la materia prima y al efecto diferencial que los tratamientos y el empaque tienen sobre los atributos sensoriales (Hernández, 2009).

Una apreciación visual aceptable no necesariamente implica que un producto posea una calidad que satisfaga la cualidad de un sabor agradable. La calidad visual excelente y la aceptación por parte de los consumidores se dan a menudo en frutas inmaduras.

La calidad del sabor y aroma son también atributos importantes para los consumidores, con lo que dichos atributos deberán también examinarse de forma minuciosa para determinar la vida útil y la calidad de frutas. En contraposición, la calidad de vegetales y frutas intactas (frescas) es a menudo determinada casi exclusivamente basándose en su apariencia e ignorando su calidad en cuanto a sabor y textura (Hernández, 2009).

El análisis sensorial de los alimentos es un instrumento eficaz para el control de calidad y aceptabilidad de un alimento, ya que cuando ese alimento se quiere comercializar, debe cumplir los requisitos mínimos de higiene, inocuidad y calidad del producto, para que éste sea aceptado por el consumidor, más aun cuando debe ser protegido por un nombre comercial los requisitos son mayores, ya que debe poseer las características que justifican su reputación como producto comercial (Pustaña , 2012).

#### **2.4.1.1. Color**

Es la percepción de la luz de una cierta longitud de onda reflejada por un objeto, además el color de un objeto tiene tres características: tono, intensidad y brillo (Anzaldúa, 1994).

Entre las modificaciones indeseables del color sufridas en frutas, el pardeamiento es una de las alteraciones más frecuentes, los cambios que se producen como consecuencia del pardeamiento perjudican la calidad de los frutos, tanto desde el punto de vista organoléptico como el nutricional.

El color y su uniformidad son dos de las principales características que determinan la calidad de un fruto u hortaliza y se utiliza frecuentemente como un índice de frescura, palatabilidad y valor nutricional del producto ya que se relaciona con la intensidad del sabor y la dulzura, siendo el más importante en la aceptabilidad del producto (Hernández, 2009).

La evaluación sensorial del color se realiza a través del sentido de la vista, se perciben las propiedades sensoriales externas de los productos alimenticios como lo es principalmente el color, y otros como la apariencia, la forma, la superficie, el tamaño, el brillo y la uniformidad.

Además el sentido de la vista percibe los colores los cuales se relacionan por lo general con varios sabores, esto se debe a la experiencia que tenga cada individuo (Hernandez, 2005).

#### **2.4.1.2. Aroma**

El aroma es la percepción, por medio de la nariz, de sustancias volátiles liberados por los objetos (Anzaldúa, 1994).

Los atributos que se perciben con el sentido del olfato son el olor y el aroma, el olor tiene que ver con el producido por los alimentos por la volatilización de sustancias que llegan hasta la nariz y el aroma consiste en la percepción de sustancias aromáticas de un alimento después de colocarlo en la boca.

Las sensaciones percibidas pueden ser agradables o desagradables de acuerdo a las experiencias del individuo (Hernandez, 2005).

#### **2.4.1.3. Sabor**

Este atributo de los alimentos es muy complejo, ya que hace referencia a la combinación de tres propiedades: olor, aroma y gusto, y por lo tanto, su medición y apreciación son más complejas que las de cada propiedad por separado (Anzaldua, 1994).

Cuando se realizan pruebas de evaluación del sabor, no solo es importante que la lengua del juez este en buenas condiciones, sino también que no tenga problemas con su nariz y garganta (Hernandez, 2005).

#### **2.4.1.4. Textura (crujencia)**

Se realizó la descripción de las características que tiene el producto después de la exposición a la radiación. Depende de la percepción de las personas.

Durante la maduración de la fruta uno de los cambios más notables es el ablandamiento, que está relacionado con las alteraciones bioquímicas de la pared celular, de la lámina media y a niveles de la membrana.

A pesar de que dicha manifestación se ha atribuido a enzimas tales como poligalacturonasas y Pectinmetilesterasas, el mecanismo preciso todavía es incierto (Hernández, 2009).

#### **2.4.1.5. Aceptación sensorial**

La aceptación por parte del consumidor está ligada frecuentemente a su apariencia, al sabor innato y a la textura de éstas. El contenido de azúcares en tubérculos y raíces tuberosa esta generalmente correlacionado positivamente con el sabor.

Existe abundante variabilidad en la literatura con respecto al grado de aceptabilidad de frutas basándose en evaluaciones sensoriales, y esta variabilidad puede atribuirse a menudo a diseños experimentales diversos, al tipo de análisis sensorial o a los prejuicios culturales (Hernández, 2009).

Es difícil establecer los límites de la calidad global de frutas durante su vida útil, en cuanto a su sabor y aroma, debido a la gran variabilidad del producto inicial. Los diferentes tratamientos a los que se somete la fruta durante su acondicionamiento y envasado, son en gran medida, responsables de los cambios sufridos en el sabor de frutas.

Durante la maduración de la fruta uno de los cambios más notables es el ablandamiento, que está relacionado con las alteraciones bioquímicas de la pared celular, de la lámina media y a niveles de la membrana. A pesar de que dicha manifestación se ha atribuido a enzimas tales como poligalacturonasas y Pectinmetilesterasas, el mecanismo preciso todavía es incierto (Hernández, 2009)

#### **2.4.1.6. Evaluación visual de daños físicos**

Es la descripción visual de daños ocasionados por causas fisiológicas, físicas, mecánicas y otros cambios de tipo bioquímico (respiración y transpiración) los productores se preocupan que sus productos tengan una buena apariencia y pocos defectos visuales. El factor apariencia es el atributo de calidad más importante.

Muchos defectos también pueden influir en la calidad de la apariencia de los tubérculos, entre los que tenemos: defectos morfológicos como la brotación y germinación. Los defectos físicos incluyen la deshidratación y el marchitamiento; daños mecánicos tales como perforaciones, cortes, rajaduras y deterioro de la piel (Palate, 2013).

Además el producto puede ser rechazado si la impresión visual que nos produce no coincide con el estándar al que estamos acostumbrados. La cualidad del color acusa especialmente este fenómeno de rechazo (Hernández, 2009).

## **2.5. PERFIL MONÁDICO**

- El objetivo es medir la intensidad de cada atributo sensorial del producto.
- Los productos son evaluados secuencialmente, uno a la vez para todos los atributos: aceptabilidad, color, sabor, aroma y textura (crujencia). Cuando se aplique la descripción y recomienda tener una descripción detallada del producto y la escala numérica por atributo por atributo (Cerón , 2012).
- Todos los atributos son evaluados una muestra después de otra.
- Disponer de un cuestionario donde se debe colocar los atributos claves y evaluar según el orden en la escala por atributo, desde la aceptabilidad, color, sabor, aroma y textura (crujencia).
- El diseño de la hoja de evaluación sensorial define el orden en que las muestras son presentadas, misma que se estableció códigos numéricos para los tratamientos en la matriz de evaluación de los atributos (Cerón , 2012).

### **Inocuidad Alimentaria:**

El Especialista, técnico o tesista que va a dirigir la Evaluación Sensorial debe cumplir con las Buenas Prácticas de Manipulación de Alimentos para garantizar que los panelistas ingieran alimentos sanos y seguros asimismo debe garantizar que las muestras procesadas no afectarán adversamente la salud de los mismos (Cerón , 2012).

### **2.5.1. PERFIL COMPARATIVO**

- Se toma como testigo al producto que será la base de comparación para los demás productos; en la escala de -5 a +5, este producto tendrá calificación 0 (testigo o referencia), de tal modo que la intensidad de los atributos de los demás productos pueden estar sobre la muestra referencia, o bien, por debajo.
  - El objetivo es medir la diferencia relativa entre un par de productos para los atributos claves sabor dulce y textura en esta investigación.
  - Uno de los productos debe ser seleccionado como referencia (testigo).
  - Para cada atributo del producto, los panelistas califican con un puntaje en la escala evaluativa tomando en cuenta la diferencia de intensidad entre ambos productos testigo vs tratamientos usando la escala (-5) (+5) (Cerón , 2012).
- Realizar la degustación con 12 panelistas.
- Uso de una lista básica de descriptores de los atributos.
- Los productos se degustaron utilizando códigos numéricos presentados (a ciega)
- Estandarización en la preparación de las muestras.
- Presentación de resultados de la evaluación sensorial usando un gráfico de barras con la media y las diferencias significativas por descriptor (atributos) mirar desde el grafico 40.

### **2.5.2. PERFIL SENSORIAL DESCRIPTIVO**

El perfil sensorial descriptivo de un producto refleja la intensidad de los atributos clave del mismo.

### **2.5.2.1. Uso de perfil sensorial descriptivo**

El perfil sensorial descriptivo de un producto refleja la intensidad de los atributos clave del mismo, permitiendo que el juez los evalúe y determine si un producto está dentro o fuera del testigo

Los atributos claves deben definirse entre el mejor tratamiento del diseño experimental.

Para cada perfil debe emplearse el siguiente número de jueces:

- 12 degustadores entrenados.
- Debe emplearse el formato establecido para perfil sensorial descriptivo.
- Los datos deben consolidarse en el registro para perfilamientos sensoriales descriptivos y obtener las gráficas respectivas (Cerón , 2012).

## **2.6. CAMBIOS EN EL VALOR NUTRICIONAL**

La pérdida nutricional del producto es importante para determinar la vida útil de frutos, vegetales, tubérculos y raíces tuberosas frescos debido al concepto de ser frescos y saludables, que se tiene de estos productos.

La pérdida de nutrimentos, principalmente ácidos orgánicos, vitamina C y carotenos, es consecuencia del procesado y se debe a que la estabilidad de estos componentes es afectada por un gran número de factores entre los que sobresalen la temperatura, la luz y el oxígeno (Hernández, 2009).

### **2.6.1. CARBOHIDRATOS**

“Llamados también glúcidos o sacáridos son biomoléculas compuesta de oxígeno, hidrogeno y carbono, que son la forma biológica primaria de almacenamiento y consumo de energía (Mazón & Tapia, 1996).

Los carbohidratos son compuestos que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno en las proporciones 6:12:6. Durante el metabolismo se queman para producir energía, y liberan dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O).

Los carbohidratos en la dieta humana están sobre todo en forma de almidones y diversos azúcares. Los carbohidratos se pueden dividir en tres grupos:

- Monosacáridos, ejemplo, glucosa, fructosa, galactosa;
- Disacáridos, ejemplo, sacarosa (azúcar de mesa), lactosa, maltosa;
- Polisacáridos, ejemplo, almidón, glicógeno (almidón animal), celulosa.

#### **2.6.1.1. Funciones de los carbohidratos**

El consumo de carbohidratos aporta energía a las células.

Es la responsable de mantener la actividad muscular la presión arterial, la temperatura, mantener en actividad a las neuronas y el buen funcionamiento del aparato digestivo" (Mazón & Tapia, 1996).

#### **2.6.2. FIBRA ALIMENTICIA**

Está formada por compuestos químicos llamados polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias alógenas, cumple funciones básicas debido a que la fibra no puede ser hidrolizada por el intestino pero experimenta una fermentación parcial en el intestino grueso, por la flora bacteriana descomponiendo diversos compuestos químicos: gases,(hidrogeno, dióxido de carbono y metano) y ácidos grasos como (acetato, propionato y butirato) ejerciendo una función importante en el organismo estimulando la perístasis intestinal.

### **2.6.2.1. Función de la fibra**

“ La función más importante de la fibra es aliviar y prevenir el estreñimiento ya que aumenta el volumen de las heces al crear residuos sólidos y absorbe agua, lo que provoca que las heces sean más voluminosas y menos consistentes, acelerando la evacuación de la misma evitando así posibles problemas como es el cáncer colorrectal. Previene la diverticulosis, enfermedad que se encuentra en las paredes del colon provocando la dificultad de expulsión de las heces.

La fibra ayuda a tratar problemas de obesidad, ya que las dietas ricas en fibra poseen menos calorías y por su volumen produce sensación de saciedad. La ingesta de fibra proporciona menos absorción de colesterol lo que ayuda a mantener los niveles adecuados de la misma” (Campaña, 2013).

### **2.6.3. Almidón**

El almidón se encuentra en tubérculos, lugares donde la planta almacena energía. Alimentos como el maíz tierno y las patatas tienen en torno al 15% de almidón, los cereales pueden llegar a tener el 70%. El almidón se encuentra formando granos esféricos que pueden verse al microscopio y se pueden diferenciar por su apariencia entre unas y otras especies pueden verse al microscopio y se pueden diferenciar por su apariencia entre unas y otras especies. El almidón está compuesto por dos polímeros distintos, ambos de glucosa, la amilosa y la amilopectina (Soto, 2000).

El almidón presenta en su conjunto una estructura cristalina. Bajo luz polarizada presenta el esquema típico de "Cruz de Malta". De esta estructura cristalina es responsable la amilopectina debido a que en ella se forman Puentes de hidrógeno entre las ramificaciones dando lugar a una estructura muy estable que se puede

considerar como cristalina. Se puede decir que la amilopectina es la parte insoluble mientras que la amilosa es la parte soluble.

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

#### **2.6.4. 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 (Cajamarca, 2010).

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

##### **2.6.4.1. Función de las vitaminas**

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 (Cajamarca, 2010).

## **2.7. MADURACIÓN EN JÍCAMA Y OCA**

Los tubérculos son normalmente almacenados después de la cosecha, ya sea por un corto periodo de tiempo, cuando se utilizan para consumo en fresco o por periodos largos cuando se requiere manejarlos como tubérculos semilla. También es importante considerar que en algunas oportunidades, se almacenan tubérculos para regular la oferta del producto y así disminuir los riesgos por sobreproducción y bajos precios. De cualquier manera, una vez desprendido el tubérculo de la planta madre, se debe considerar un evento de características fisiológicas y bioquímicas denominado madurez (Hernández, 2009).

La madurez desde el punto de vista del desarrollo vegetal, comprende procesos hormonales, enzimáticos, anatómicos y biofísicos, que en conjunto, van a determinar la calidad del producto utilizado, la brotación de las yemas y las características de la nueva generación de plantas, cuando se requiere dejar el tubérculo como semilla.

Durante la maduración de la fruta uno de los cambios más notables es el ablandamiento, que está relacionado con las alteraciones bioquímicas de la pared celular, de la lámina media y a niveles de la membrana (Hernández, 2009).

### **2.7.1. RESPIRACIÓN, MADURACIÓN Y ENVEJECIMIENTO**

**Etapas de la maduración:** asimismo, la maduración es un proceso que comprende varias etapas.

**Madurez fisiológica:** es la etapa de desarrollo en la que el fruto alcanza su plenitud de crecimiento, es decir, que las semillas tienen la capacidad de reproducirse

**Madurez de consumo:** es el periodo de vida en el cual el fruto fisiológicamente madurado, evoluciona hasta adquirir la máxima calidad comestible y estética posteriormente se inicia el envejecimiento (Chiesa, 2013).

### 2.7.2. Métodos de conservación en alimentos

Existen algunos métodos de conservación en alimentos que se pueden utilizar después de su maduración como los que citamos a continuación.

- Utilización de altas temperaturas y otros métodos de conservación.
- Estrés térmico agudo y crónico.
- Tipos de tratamientos térmicos.
- Efectos sobre el metabolismo y la calidad de las frutas.
- Métodos combinados. Radiación UV, C radiación Gamma
- Aplicación de productos inicuos alternativos o fungicidas: sales de bicarbonato y óxido nitroso
- La base genética como factor de impacto para la conservación de las frutas.
- Transgénicos con modificaciones en la síntesis de etileno, en la firmeza o color: situación actual y perspectivas
- Puntos de control para la conservación de la calidad de las frutas con destino al mercado interno y a mercados de ultramar.
- Refrigeración. Cámaras frigoríficas. Métodos de pre enfriado de frutas.
- Refrigeración pasiva, refrigeración por aire forzado, hidro enfriamiento.
- Curvas de enfriamiento, características de cada sistema, niveles de eficiencia.

- Niveles de tolerancia de las diferentes especies. Refrigeración durante el transporte.
- Atmosferas controladas y modificadas con elevados niveles de CO<sub>2</sub> y bajos niveles de O<sub>2</sub>. Efecto de las variaciones de la atmósfera normal sobre el metabolismo de las frutas. Principales usos de atmósferas controladas: manzana, pera, banana, kiwi, ‘berries’, frutos secos, etc.
- Control de insectos y hongos. Películas plásticas.
- Utilización de coberturas y barreras alternativas: revestimiento con lípidos, azúcares y otros aditivos.
- Agentes inhibidores de la síntesis o de la acción del etileno a nivel comercial.
- Inhibición de la biosíntesis de etileno con amino etoxivinilglicina (AVG) y ácido amino oxiacético (AOA).
- Agentes oxidantes o secuestradores del etileno. Remoción del etileno mediante el uso de KMnO<sub>4</sub>, lámparas de luz ultravioleta, carbón activado, oxidantes catalíticos, almacenaje hipobárico (Chiesa, 2013).

### **2.7.3. MÉTODOS DE MADURACIÓN**

#### **2.7.3.1. MÉTODO NATURAL O DESECACIÓN O SECADO SOLAR**

El secado al sol se utiliza para describir el proceso donde toda o parte de la energía necesaria para el secado de alimentos es suministrada por la radiación directa del sol el termino secado solar se usa para describir el proceso donde se utiliza colectores solares para calentar el aire, que entonces proporciona el calor del alimento por convección. Durante siglos, frutas, hortalizas, tubérculos y carne se han secado por exposición directa al sol los trozos de frutas y hortalizas se extendían sobre la tierra en hojas o esteras mientras que la carne era colgada en estantes. Mientras se secaban de esta forma los alimentos estaban expuestos a los caprichos del tiempo y a la contaminación por insectos, pájaros y animales (Brennan, 2008).

El tiempo de secado era muy largo y el deterioro del alimento podría ocurrir antes de que se alcanzara el contenido en humedad para su estabilización. Para reducir este problema se cubría el alimento con un cristal o material de plástico o un material plástico transparente. En este recinto se pueden conseguir temperaturas más altas comparadas con aquellas que se alcanzaban con exposición directa al sol.

La mayor parte de la radiación incidente procedente del sol pasa a través de estos materiales transparentes. Sin embargo la mayor parte de la radiación de las superficies calientes dentro del recinto sería de longitudes de ondas más largas y entonces fácilmente no pasara hacia afuera por la cubierta transparente. Esto se conoce como efecto invernadero y puede provocar un recorte en el tiempo de secado comparado con el que se llegaría en alimentos descubiertos expuestos a la luz solar (Brennan, 2008).

La forma más simple de un secadero al sol cubierto sería colocando un toldo de plástico transparente sobre el alimento, que se extiende sobre un estante perforado elevado por encima de la tierra. El aire templado se mueve por convección natural a través de la capa de alimento contribuyendo al secado (Brennan, 2008).

Este método es natural y recomendado para los tubérculos, este método utilizado desde la antigüedad para conservar a la jícama y oca, consiste en colocar el producto al aire libre para que reciba directamente los rayos del sol, provocando que se evapore el agua existente en los tubérculos, logrando un secado natural y a la vez este método permite mantener los nutrientes y obtener la concentración de un endulzado natural, este proceso se lleva a cabo durante siete días aproximadamente para obtener los resultados deseados (Echeverriaza, 2008).

Existe una evidente transformación de otras sustancias en azúcares mediante el proceso de exposición al sol, existiendo un incremento de fructuosa del 2.4% al 21%. Las raíces endulzadas al sol no contienen almidón y se pueden utilizar como materia prima azucarera. (Nieto, 1988)

### **2.7.3.1.1. Exposición solar al aire libre**

En el Ecuador tradicionalmente se secan algunos alimentos, tales como: tubérculos carne vacuna, granos de maíz, maní y poroto, almidón de mandioca, plantas medicinales, sin ningún equipamiento especial. Se colocan sobre una manta, lona o tablas de madera o se cuelgan por un hilo al aire libre, en el Sol o en la sombra -según el producto aprovechando el calor ambiental (Echeverriaza, 2008).



**Fotografía 8. Secador solar directo tipo carpa**

Es un modelo sencillo, compacto, liviano, plegable y transportable para secar cualquier tipo de alimento en pequeñas cantidades. Está hecho de una estructura de madera en forma de una carpa triangular, cubierta en gran parte por una lámina de plástico transparente, resistente a los rayos ultravioletas (polietileno larga duración).

Las aberturas de ventilación están ubicadas abajo, por uno de los lados longitudinales y arriba por el otro, los dos cubiertos de malla mosquitero para evitar el ingreso de insectos. A 20 cm del suelo aproximadamente se encuentra la bandeja de secado removible, consistiendo en un tejido por ejemplo de hilo de nylon. Sobre éste se coloca una gasa o una malla fina sobre la cual se colocarán los productos a secar (Echeverriaza, 2008).

#### 2.7.4. MÉTODO ARTIFICIAL ESTUFA



**Fotografía 3. Estufa**

La estufa de secado es un equipo que se utiliza para secar y esterilizar recipientes de vidrio y metal en el laboratorio. Se identifica también con el nombre Horno de secado. Los fabricantes han desarrollado básicamente dos tipos de estufa: las que operan mediante convección natural y las que operan mediante convección forzada. Las estufas operan, por lo general, entre la temperatura ambiente y los 350 °C. Se conocen también con el nombre de Poupinel o pupinel.

En el caso de diversas especies, y cuando el clima no permite el secado al aire, es decir, en los climas frescos y húmedos, puede ser necesario secar los tubérculos en estufas calentadas. También se da esta necesidad en algunas especies refractarias, que no responden al secado al sol ni siquiera en climas secos (FAO, 1991).

El principal inconveniente que presenta el secado de las jícamas y ocas por métodos naturales es que no se puede controlar la humedad y la temperatura del aire. Un incremento de la humedad del aire puede hacer que los conos se vuelvan a cerrar. El calentamiento artificial, en cambio, permite controlar la humedad y

temperatura del aire, acortar mucho el período de tratamiento y, con un proceso continuo, organizar el trabajo de una manera más eficaz (FAO, 1991).

El calentamiento artificial exige una costosa inversión en un equipo y unas instalaciones que no se utilizan durante todo el año. Esto hace que su costo sea excepcionalmente elevado.

Por consiguiente, antes de instalar grandes estufas permanentes es preciso valorar con cuidado el costo de capital de la instalación en relación con las cantidades de semilla que se van a procesar anualmente.

Debe utilizarse en la mayor medida posible el procedimiento de secado al aire. A veces está indicada una combinación de los dos métodos; puede instalarse una pequeña estufa que complemente el secado al aire de algunas especies mediante un breve período final en la estufa, o para procesar en ella las especies o partidas de conos que presenten resistencia al secado al aire como método único (Brennan, 2008).

#### **2.7.4.1. Propósito de la estufa**

La estufa de secado se emplea para esterilizar o secar el material de vidrio y metal utilizado en los exámenes o pruebas, que realiza el laboratorio y que proviene de la sección de lavado, donde se envía luego de ser usado en algún procedimiento.

La esterilización que se efectúa en la estufa se denomina de calor seco y se realiza a 180 °C durante 2 horas; la cristalería, al ser calentada por aire a alta temperatura, absorbe la humedad y elimina la posibilidad de que se mantenga cualquier actividad biológica debido a las elevadas temperaturas y a los tiempos utilizados (Brennan, 2008).

#### 2.7.4.2. Principios de operación

Las estufas de secado constan, por lo general, de dos cámaras: una interna y una externa. La cámara interna se fabrica en aluminio o en material inoxidable, con muy buenas propiedades para transmitir el calor; dispone de un conjunto de estantes o anaqueles fabricados en alambre de acero inoxidable, para que el aire circule libremente, allí se colocan los elementos que requieren ser secados mediante calor seco. Se encuentra aislada de la cámara externa por un material aislante que mantiene internamente las condiciones de alta temperatura y retarda la transferencia de calor al exterior.

La cámara externa está fabricada en lámina de acero, recubierta con una película protectora de pintura electrostática. El calor interno es generado mediante conjuntos de resistencias eléctricas, que transfieren la energía térmica a la cámara interna. Dichas resistencias se ubican en la parte inferior de la estufa. El calor dentro de la cámara interna se transfiere y distribuye mediante convección natural o convección forzada (estufa con ventiladores internos) (FAO, 1991).

La potencia (energía por unidad de tiempo) disipada por una resistencia eléctrica puede ser calculada mediante la siguiente ecuación:

$$P = I^2 R \quad (1)$$

Dónde:

I = intensidad de la corriente eléctrica medida en amperios [A]

R = resistencia eléctrica medida en ohmios [ $\Omega$ ]

Dado que la energía no se crea ni se destruye, sino que se transforma, es posible calcular la energía térmica equivalente de los elementos resistivos. Para el caso de un alambre resistivo, la cantidad de calor [q] que disipa puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$I^2 R = q \pi r^0 \quad (2)$$

2L

Dónde:

R = resistencia del alambre resistivo

I = intensidad de la corriente eléctrica

r0 = radio exterior del alambre

La resistencia [R] puede ser calculada con la siguiente ecuación:

Dónde:

$\rho$  = resistividad del material de la resistencia

L = longitud del alambre de la resistencia

A = área de alambre de la resistencia

La estufa tiene una puerta metálica que también dispone de su aislamiento térmico y está dotada de una manija fabricada igualmente en material aislante, para evitar que el calor del interior llegue a ser una amenaza para las manos del operador. La puerta está instalada sobre la parte frontal del cuerpo de la estufa, mediante un conjunto de bisagras que permiten su apertura logrando ángulos hasta de 180°(Brennan, 2008).

El principio del secado en estufa es la aplicación de una corriente regulada de aire caliente y seco, de manera que todos los tubérculos se sequen de manera uniforme y en el menor tiempo posible, sin riesgos de recalentamiento o “endurecimiento superficial”. En las estufas más modernas, la temperatura de la corriente de aire se va elevando poco a poco a medida que avanza el proceso de secado; se produce una circulación de aire de tiro forzado, y las semillas se retiran de la fuente de calor en cuanto se sueltan de los conos (FAO, 2016).

Las estufas para conos tienen tamaños muy variables, desde pequeños armarios hasta grandes construcciones, pero tiene en común una fuente de calor, un sistema para controlar el movimiento del aire calentado, por tiro forzado o convección, y algún tipo de bandeja, estante u otro sistema para exponer los conos al aire que circula por su interior. Los controles de las estufas pueden ser sencillos y

manuales o complejos y automatizados. Algunas estufas poseen controles de la humedad de gran precisión (Brennan, 2008).

En muchos programas de estufas, durante las dos o tres primeras horas de la operación se aplica una temperatura considerablemente inferior a la temperatura de secado efectiva.

Con ello se impide la combinación de una temperatura y una humedad elevadas, que es la causa más frecuente de reducción de la viabilidad de la semilla durante el secado.

No hay peligro de que esto ocurra, en todos los conos, cuando la temperatura es de alrededor de 30°C y se eleva después a 60°C cuando el contenido de humedad de los conos es inferior al 10 por ciento.

Algunas estufas modernas disponen de control de la humedad, pero en muchas especies aún está por determinarse el programa de secado óptimo (FAO, 1991).

#### **2.7.5. MÉTODO ARTIFICIAL O SECADO POR APLICACIÓN INFRARROJOS DE ENERGÍA RADIANTE (INFRARROJOS)**

Esta radiación produce una cierta vibración en los enlaces intra-molecular y extra-molecular de las moléculas que forman parte de los alimentos, lo que supone fricción molecular y elevación de la temperatura.

La capacidad de penetración de la radiación infrarroja es baja, por lo tanto el calentamiento es superficial, y luego el resto del alimento es calentado por conducción desde las superficies exteriores calientes. Los equipos de calentamiento por infrarrojo suelen ser de funcionamiento continuo.



**Fotografía 4. Cámara infrarroja**

Cuando una radiación térmica incide directamente sobre un cuerpo, puede ser absorbida y convertirse en calor, o reflejada por la superficie del cuerpo, o transmitida a través del material. La energía que es absorbida y puede proporcionar calor es la que se utiliza en el secado. Generalmente, en materiales sólidos toda la energía radiante es absorbida en una capa muy delgada bajo la superficie. De este modo radiante es el más apropiado para secar láminas o capas delgadas de material o revestimientos (Brennan, 2008).

Sus aplicaciones incluyen textiles, papel, pinturas y esmaltes en el caso de los alimentos, existen unas relaciones muy complejas entre las propiedades físicas, térmicas y ópticas. Esta a su vez influye en el grado que la energía radiante es absorbida por los alimentos.

Los componentes de los alimentos como las proteínas, grasas y carbohidratos tienen sus propios modelos de absorción. Además el agua en forma líquida, vapor o sólida tienen sus propios modelos de absorción característicos que influyen en la cantidad de la energía radiante absorbida. Es muy difícil lograr un calentamiento uniforme de los alimentos por energía radiante además es difícil el control de la velocidad del calentamiento (Brennan, 2008).

En la industria alimentaria no se utiliza el infrarrojo para eliminar el agua a grandes cantidades de alimentos húmedos. Se usa para eliminar la humedad superficial de cristales de azúcar o sal y pequeñas cantidades de agua de partículas con baja humedad como pan rallado y especias. Los calentadores de barra de onda larga se usan para materiales más resistentes al calor el calentamiento radiante se utiliza en los secadores al vacío y los liofilizadores, en general en combinación con calor transferido por conducción por estantes calientes (FAO, 2016).

#### **2.7.5.1. Irradiación**

La aplicación de irradiaciones (radiación ionizante) a frutas y a hortalizas se emplea para la desinfestación de insectos y control de enfermedades, así como para retardar la maduración, el crecimiento y la germinación, como en el caso de los tubérculos. La irradiación ha sido propuesta como método para la obtención de frutas y hortalizas mínimamente procesada. Varios autores han encontrado que además del control microbiológico, la irradiación reduce significativamente la tasa de respiración y la producción de etileno en zanahorias y en hojas de lechuga (Hernández, 2009).

Sin embargo, estudios realizados en trozos de manzana indicaron que los resultados obtenidos durante la irradiación se ven afectados por el grado de madurez. Además durante el tratamiento se incrementó la tasa de respiración de las frutas.

Por otra parte, Mayer y Harel en 1991 aseguran que el pardeamiento enzimático puede ser estimulado por los tratamientos de irradiación, ya que éstos pueden alterar la permeabilidad de los compartimentos celulares y de esta manera favorecer el contacto entre la polifenoloxidasas y sus sustratos (Hernández, 2009).

## CAPÍTULO III

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Las pruebas preliminares y el desarrollo experimental se realizaron en las instalaciones del laboratorio de las Unidades Edu-productivas de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales.

##### 3.1.1. UBICACIÓN

Los análisis físico químicos del producto se realizaron en el Laboratorio de análisis físico químicos de la Universidad Técnica del Norte.

Tabla 6. Datos climatológicos de la ciudad de Ibarra

<b>Características Generales</b>	<b>Datos Meteorológicos</b>
Cantón	Ibarra
Provincia	Imbabura
Parroquia	San Francisco
Altitud	2.226,26 m.s.n.m.
Latitud	00° 19' 47'' N
Longitud	78° 07'56'' O
Humedad Relativa Promedio	72%
Precipitación	52,5 mm.
Temperatura media	17,7 °C
Presión media	781,6 hPa

**Fuente:** INAMHI.- Estación meteorológica Yuyucocha de la Universidad Técnica del Norte (2014).

## **3.2. MATERIALES Y EQUIPOS**

### **MATERIA PRIMA**

- Jícama (morfotipo morado)
- Oca (oca chaucha, tubérculo blanco.)

### **INSUMOS**

- Fenoftaleina
- Hidróxido de sodio
- Hipoclorito de sodio
- Agua destilada
- Agua potable

### **EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

- 1 balanza analítica
- 1 balanza infrarroja
- 1 termómetro
- 1 refractómetro
- 1 pH metro
- 1 estufa
- 1 cámara infrarroja
- 1 cámara solar
- 4 bandejas plásticas
- 1 matraz
- 1 empacadora al vacío
- 4 agitadores
- 1 procesador de alimentos
- 6 vasos de precipitación de 500 ml
- 1 Pipeta de 10 ml

- 10 bandejas
- Polietileno de alta densidad
- Papel aluminio

### **3.3. MÉTODOS**

#### **3.3.1. FACTORES EN ESTUDIO**

Se utilizó dos factores en estudio para la investigación:

MÉTODO I. Jícama (morfotipo morado)

##### **Factor A: TEMPERATURAS**

A1: 30 °C

A2: 35 °C

A3: 40 °C

##### **Factor B: MÉTODOS DE MADURACIÓN**

B1: Método de maduración artificial utilizando cámara infrarroja

B2: Método de maduración artificial utilizando estufa

##### **Testigo**

Método de maduración natural utilizando exposición directa al sol

MÉTODO II. Oca (Chaucha tubérculo oca blanca)

##### **Factor A: TEMPERATURAS**

A1: 30 °C

A2: 35 °C

A3: 40 °C

## Factor B: MÉTODOS DE MADURACION

B1: Método de maduración artificial utilizando cámara infrarroja

B2: Método de maduración artificial utilizando estufa

### Testigo

Método de maduración natural utilizando exposición directa al sol

Niveles establecidos mediante pruebas preliminares

### 3.3.2. TRATAMIENTOS

Para determinar los cambios físico- químicos de la jícama *Smallanthus sonchifolius* y oca *Oxalis tuberosa* causada por los métodos de maduración, se procedió según el método experimental.

**Tabla 7. Resultado de la Combinación de los factores para la jícama**

# TRATAMIENTOS	IDENTIFICACIÓN TRATAMIENTO	DETALLE
1	A1B1	30 °C + Cámara infrarroja
2	A1B2	30 °C + Estufa
3	A2B1	35 °C + Cámara infrarroja
4	A2B2	35 °C + Estufa
5	A3B1	40 °C + Cámara infrarroja
6	A3B2	40 °C + Estufa
7	TESTIGO	Exposición solar directa al sol

**Tabla 8. Resultado de la Combinación de los factores para la oca**

# TRATAMIENTOS	IDENTIFICACIÓN TRATAMIENTO	DETALLE
1	A1B1	30 °C + Cámara infrarroja
2	A1B2	30 °C + Estufa

3	A2B1	35 °C + Cámara infrarroja
4	A2B2	35 °C + Estufa
5	A3B1	40 °C + Cámara infrarroja
6	A3B2	40 °C + Estufa
7	TESTIGO	Exposición solar directa al sol

---

### **3.3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con tres repeticiones y 6 tratamientos y un testigo, en un arreglo factorial  $A \times B + 1$ , el Factor A (temperatura) factor B (métodos de maduración).

Para realizar dichos cálculos se utilizó el programa de Excel para obtener una mayor precisión.

### **3.3.4. CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO**

- Tratamientos 7
- Repeticiones 3
- Unidades Experimentales 21

### **3.3.5. UNIDAD EXPERIMENTAL**

Para cada unidad experimental se utilizó, 820 g de jícama y 100 g de oca. En toda la investigación se trabajó con 5,74kgde jícama y 0,7 kg de oca en estado fresco.

### **3.3.6. ANÁLISIS DE VARIANZA**

El esquema del análisis de varianza es:

**Tabla 9. Análisis de varianza (ADEVA)**

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>G.L</b>
Total	20
Tratamientos	6
Factor A	2
Factor B	1
Factor A x B	2
Testigo vs otros	1
ERROR EXPERIMENTAL	14

Coefficiente de Variación %

### **3.3.7. ANÁLISIS FUNCIONAL**

En caso de encontrar diferencia significativa se realizó las siguientes pruebas:

Túkey al 5%	Tratamiento
Prueba de DMS (Diferencia mínima significativa)	Factores
FRIEDMAN	para aceptabilidad.

### **3.3.8. VARIABLES EVALUADAS**

#### **3.3.8.1. Variables cuantitativas**

Se realizó el análisis en la materia prima inicial para observar los cambios al final del proceso:

En el proceso se evaluó lo siguiente:

- Sólidos solubles <sup>0</sup>Brix
- Peso

- Potencial de hidrógeno
- Acidez titulable
- Sólidos totales
- Contenido acuoso

En el producto final se evaluó en los 3 mejores tratamientos

- sólidos solubles <sup>0</sup>Brix
- Potencial de hidrógeno
- Contenido acuoso
- Azúcares totales
- Azúcares reductores
- Carbohidratos totales
- Vitamina C
- Fibra total
- Almidón
- Acidez titulable
- Sólidos totales

#### **3.3.8.1.1. Descripción de las variables cuantitativas**

Las variables cuantitativas se evaluaron a través de instrumentos y cálculos matemáticos. A continuación se describen cada una de las variables a evaluarse:

##### **Determinación de sólidos solubles <sup>0</sup>Brix:**

Se determinó mediante la medición con el refractómetro para saber la cantidad de sólidos solubles presentes, se realizará la lectura el mismo día y a la misma hora.

NTE-INEN 380:1988 - Refractometría

### **Determinación de peso:**

La pérdida de peso es señal de que el vegetal ha perdido contenido de sólidos solubles y humedad. Se determinará mediante el seguimiento al peso del vegetal final e inicial al final del experimento, usando una balanza de precisión (1mg).

Se expresará como porcentaje de pérdida y se calculará según la ecuación siguiente:

$$\%PP = (Pi - P) * 100 \quad (3)$$

Donde,

*%PP*: porcentaje de pérdida de peso.

*Pi*: peso inicial del vegetal.

*P*: peso final.

### **Determinación de pH**

Se determinó el pH de las muestras con un pH – metro marca HANDY LAB 1, a una temperatura ambiental aproximada de 18 °C.

Norma INEN 389:1988 - AOAC 981.12

### **Determinación contenido acuoso y sólidos totales**

Se determinó mediante la utilización de la balanza infrarroja para detectar el contenido acoso.

Los sólidos totales se determinaron por diferencia de pesos del contenido acuoso  
AOAC 925.10

### **Determinación de acidez como ácido oxálico**

Se determinó según AOAC 954.07

## **Cálculo**

La acidez titulable se determina mediante la ecuación siguiente:

$$A = (V1 \cdot N1 \cdot M) / V2 \quad (4)$$

Siendo:

A = mg de ácido por 100 g de producto.

V1 = cm<sup>3</sup> de NaOH usados para la titulación de la alícuota.

N1 = normalidad de la solución de NaOH.

M = peso molecular del ácido considerado como referencia.

V2 = volumen de la alícuota tomada para el análisis en 4.

## **Determinación de Azúcares totales-reductores**

Se efectuó por análisis en laboratorio, aplicando la Norma respectiva. AOAC 932.14C

## **Determinación de carbohidratos totales**

Se realizó por medición en laboratorio y cálculo.

## **Cenizas**

Se determinó según AOAC 923.03

## **Determinación de fibra bruta AOAC 932.14C**

La determinación de fibra se la realizó siguiendo la norma ISO 5498 (1981) - Determinación de fibra bruta - Separación de B.S. por filtración a través de un filtro de papel - Método general. El rendimiento será medido por % de fibra.

## **Determinación de vitamina C**

Para evaluar la estabilidad de la vitamina C se determinó la cantidad de ácido ascórbico que permanece después del almacenamiento. La metodología a usarse

se la realizara según AOAC 967.21 (1968(2010)). El tamaño fue medido por mg de vitamina C.

### **Determinación de almidón**

Se evaluó según AOAC 932.14C.

#### **3.3.8.2. Variables cualitativas**

##### **3.3.8.2.1. Descripción de variables cualitativas**

En éstas variables se estudiaron las características organolépticas del producto final, dentro de éstas tenemos color, aroma, sabor y textura, las mismas que se evaluarán a través de los sentidos sensoriales de los panelistas; de esta manera se conoce la aceptación o rechazo del producto.

### **Aceptabilidad**

Los datos registrados se los manejó a través de las pruebas no paramétricas de FRIEDMAN, basada en la siguiente ecuación:

$$X^2 = \frac{12}{b.t(t+1)} \Sigma R^2 - 3b(t + 1) \quad (5)$$

Dónde:

b= Número de panelistas

t= Tratamientos

R= Rangos

Las pruebas de aceptabilidad se emplean para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores. Para determinar la aceptabilidad de

un producto se pueden usar escalas categorizadas, pruebas de ordenamiento y pruebas de comparación pareada. La aceptabilidad de un producto generalmente indica el uso real del producto (compra y consumo), (B.M. Watts, 1992).

Los datos obtenidos serán procesados a través de las pruebas paramétricas de Friedman.

### **3.4. METODOLOGÍA PARA PERFIL SENSORIAL**

Proporcionar los lineamientos acerca de cómo realizar una evaluación para el levantamiento de un perfil sensorial y cómo analizar los datos recogidos correctamente.

#### **3.4.1. PROCEDIMIENTO**

##### **Consideraciones generales:**

Para describir y cuantificar algunos atributos (apariencia, aroma, gusto/sabor, textura y aceptabilidad).

##### **3.4.1.1. Entrenamiento del Panel**

Es recomendado usar entre 8 a 12 panelistas.

- 1.- Discutir las definiciones y el protocolo de degustación hasta que estén claros para todos.
- 2.- Proveer referencias para ilustrar los atributos y sus niveles máximos y mínimos.
- 3.- Dar retroalimentación del desempeño.

4.- Entrenamiento en el Perfil Descriptivo involucra mucha práctica (conocer los productos, aprender a reconocer y evaluar los atributos, practicar con las escalas, panelistas deben ser consistentes) (Cerón , 2012).

## **PRINCIPIOS BÁSICOS:**

### **Enseñar**

- Entender la prueba.
- Proveer de ejemplo y mostrar referencias.

### **Practicar**

- Realizar varias sesiones (3-5 semanas, 2-3 reuniones/semana).

### **Test**

- Chequear que las habilidades han sido adquiridas.
- Definir los límites para terminar con el entrenamiento.

## **ENTRENAMIENTO EN LOS ATRIBUTOS:**

- Definir la metodología hasta que el panelista este claro.
- Proveer referencias escalas máximas y mínimas para cada atributo clave.
- Dar retroalimentación del desempeño.

### **3.4.2. PERFIL COMPARATIVO.**

**Gráfico 1. Perfil monádico vs perfil comparativo (Cerón , 2012)**



### **3.4.2.1. Objetivo del perfil comparativo**

El objetivo es medir la diferencia entre el producto madurado y el testigo para los atributos sensoriales.

- Uno de los productos debe ser seleccionado como referencia.
- Para cada atributo sensorial del producto: aceptabilidad, color, sabor, aroma y textura (crujencia), los panelistas dan un puntaje en la diferencia en la intensidad entre ambos productos usando la escala (-5) / (5).
- Realizar la degustación con 12 panelistas (recomendado).
- Uso de una lista básica de descriptores.
- Los productos son presentados a ciega.
- Estandarización en la preparación de las muestras.
- Presentación de resultados usando un gráfico de barras (Cerón , 2012).

## **3.5. METODOLOGÍA PARA ANÁLISIS DE COSTOS**

### **3.5.1. COSTOS FIJOS**

Los costos fijos comprende: depreciación lineal, seguro, albergue y recuperación del capital; las características de los costos fijos no se alteran en función al volumen de producción.

Depreciación lineal: desde el punto de vista contable de acuerdo al sistema ecuatoriano es el único método de depreciación de activos que se calcula con la siguiente ecuación: (FAO, 2016)

$$DL=V.C - V.R/ V.U \quad (6)$$

Dónde:

DL Depreciación lineal

V.C valor de compra

V. R valor regional

V. U vida útil

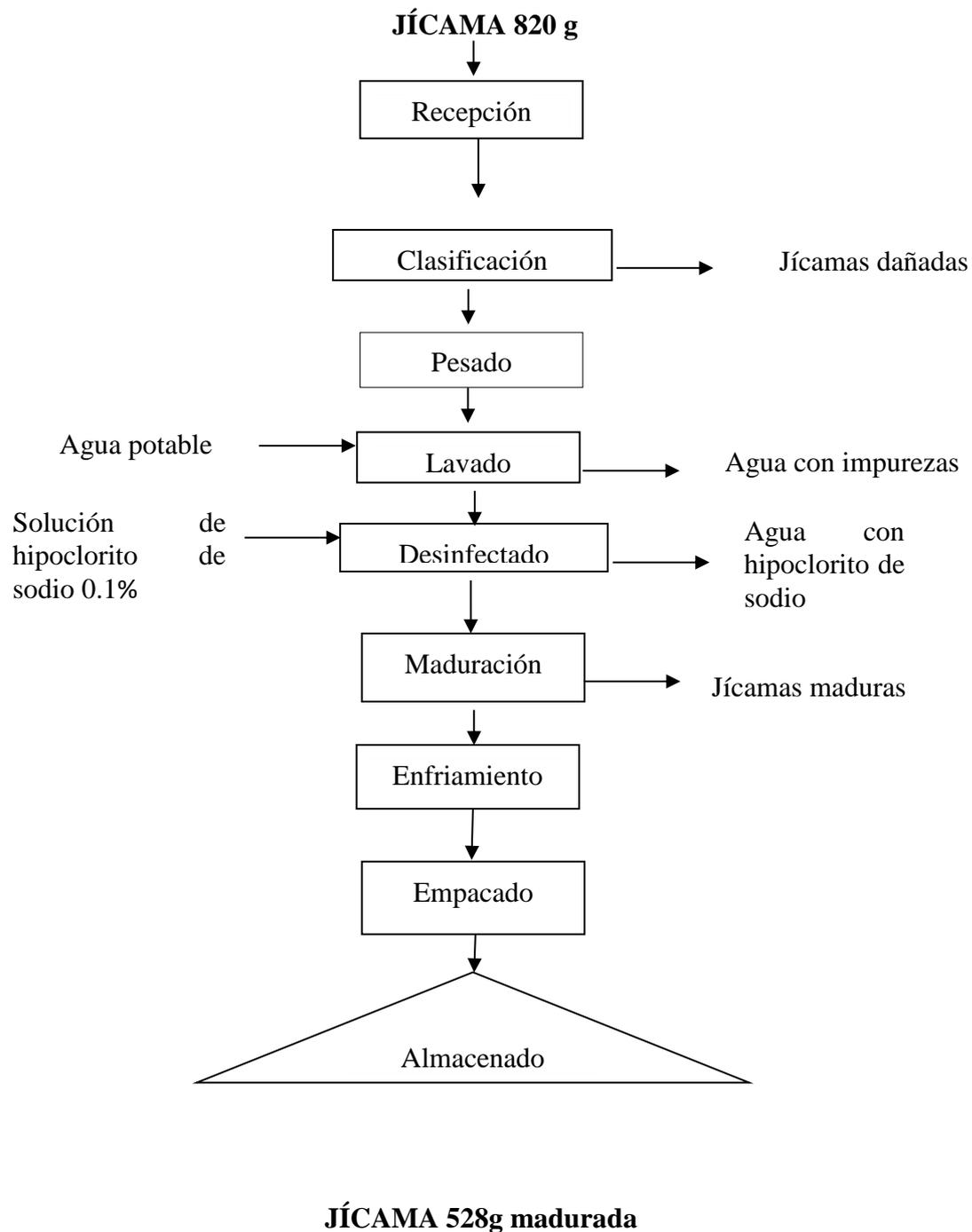
(Teniendo en cuenta que en equipos se considera el 3% del valor de compra)

Los cálculos se realizaron en el programa Excel para mayor precisión.

### 3.6. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

#### 3.6.1. PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE JÍCAMA

Gráfico 2. Diagrama de bloque proceso de maduración de la jícama



### 3.6.2. PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE OCA

Gráfico 3. Diagrama de bloque proceso de maduración de la oca.

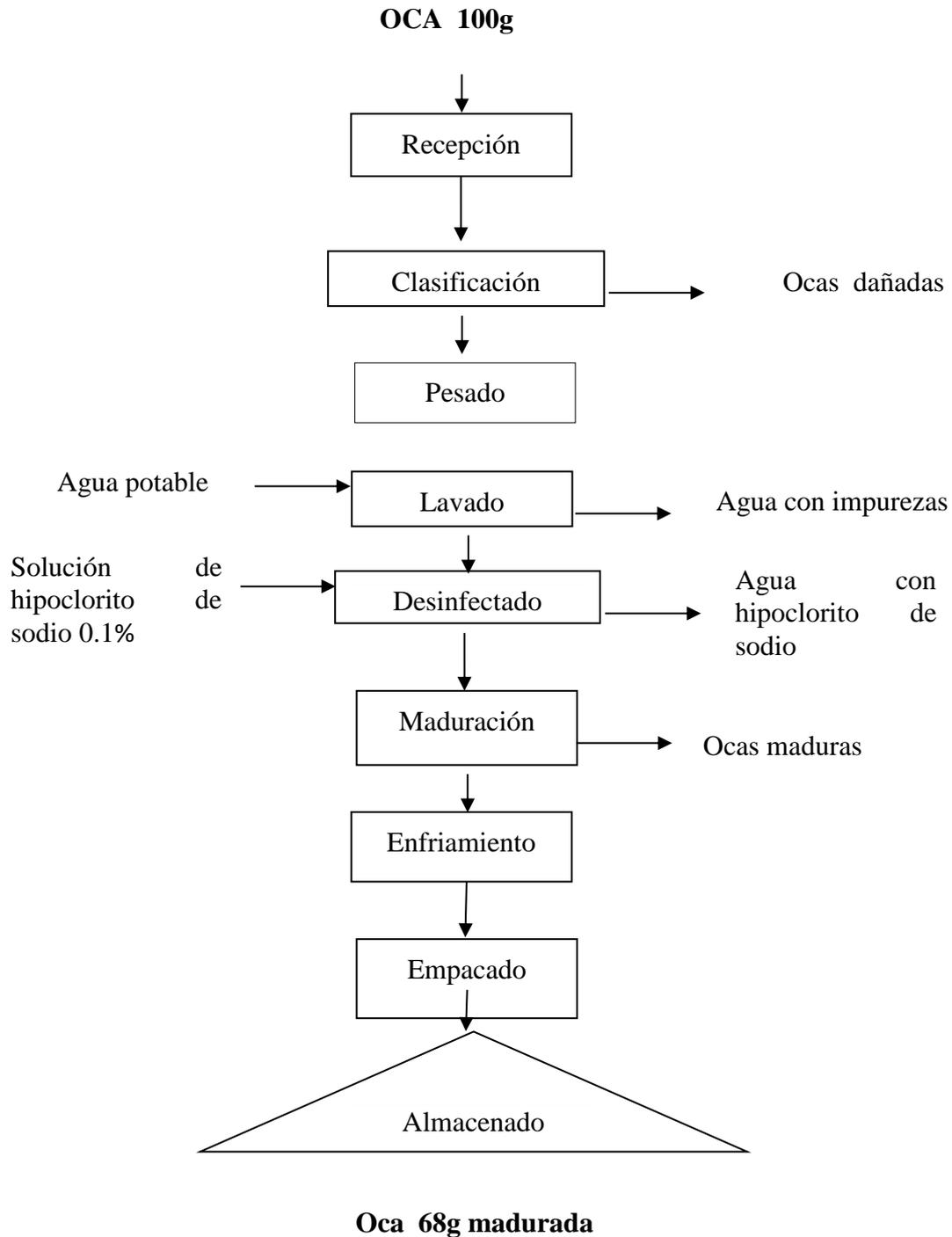
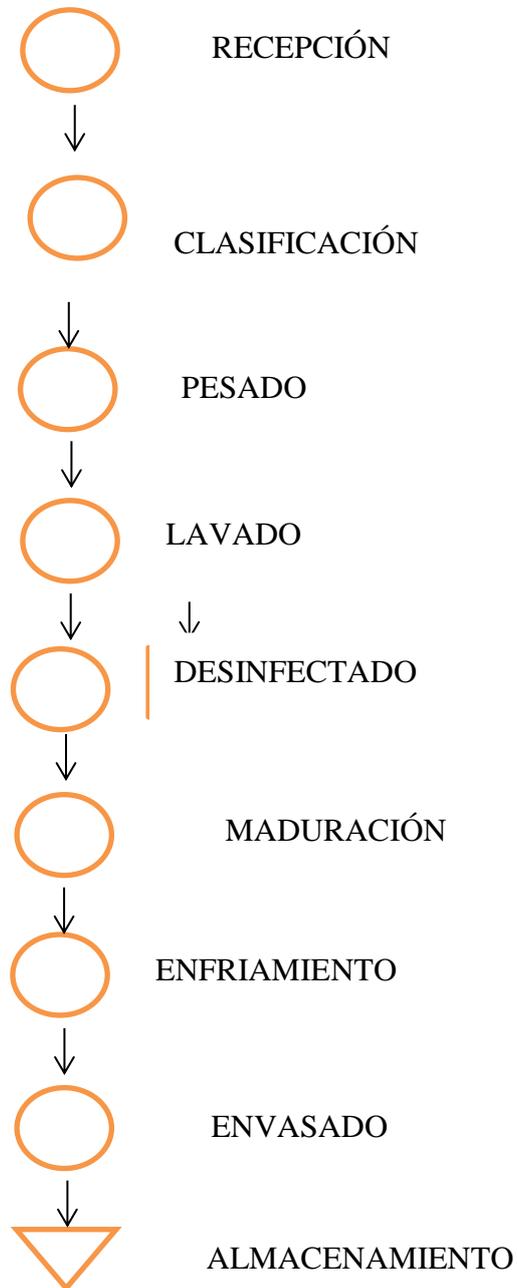


Gráfico 4. Diagrama ingenieril de procesos: jícama y oca

Jícama - Oca



### 3.6.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

**Recepción.-** Es la parte inicial del proceso en la cual se recibió la materia prima fresca de buena calidad, directamente de productor.

**Clasificación.-** Se separó las jícamas y ocas con defectos mecánicos, manchas o que se encuentren en mal estado y puedan contaminar al resto, se separó conforme al tamaño y calidad de las materias primas.

**Pesado.-** Se realizó en una balanza digital con el fin de registrar la cantidad de materia prima a utilizar en el proceso.

**Lavado.-** Se efectuó con el fin de eliminar las impurezas que se encuentren en la materia prima, se realizó a chorro directo con agua potable.

**Desinfección.-** La desinfección se realizó sumergiendo la materia prima, en una solución de hipoclorito de sodio al 0,1% N por 15 minutos, luego se procedió a enjuagar para eliminar el residuo del desinfectante.

Luego se tomó una muestra de la materia prima para realizar los análisis físico-químicos y conocer su composición inicial y al finalizar el proceso en el producto final.

Previo al proceso de maduración se determinó sólidos solubles (Brix), pH, humedad, sólidos totales, acidez y peso con el propósito de conocer las propiedades físicas y químicas para realizar la comparación entre los dos productos, además se etiquetó con el fin de identificar cada unidad experimental.

**Proceso de maduración.-** Este proceso se realizó a temperaturas de 30, 35 y 40 °C con dos métodos de maduración artificiales (cámara infrarroja - estufa). La evaluación físico-química en jícama y oca madurada comprende:

- Humedad, utilizando la balanza infrarroja.
- Sólidos solubles (° Brix), utilizando un refractómetro
- pH
- Peso del tubérculo
- Sólidos totales
- Acidez (% de ácido oxálico), por titulación del sobrenadante valorado con hidróxido de sodio 0.239 N

**Enfriamiento.-** Una vez que los tubérculos y raíces fueron madurados, se los dejó enfriar a temperatura ambiente, esto se hace con el propósito de no dañar al producto.

**Envasado.-** Se empacó al vacío en fundas polipropileno de alta densidad para su posterior almacenamiento. Este tipo de envases actualmente se utiliza para la comercialización en los supermercados.

**Almacenamiento.-** El almacenamiento de las diferentes unidades experimentales (producto final) se realizó a temperatura ambiente.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Previo al estudio del “Efecto de la temperatura sobre las características físico-químicas y sensoriales de la jícama *smallanthus sonchifolius* y oca *oxalis tuberosa*, durante el proceso de maduración con dos métodos artificiales”, se efectuó la caracterización mediante análisis físico-químicos de la materia prima (jícama *Smallanthus sonchifolius* y oca *Oxalis tuberosa*) objeto de estudio empleada en la investigación.

Tabla 10 Composición de la materia prima en estado fresco base húmeda .

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado		Método de ensayo
		Jícama	Oca	
Agua	g/100 g	85,00	79,62	AOAC 925.10
Cenizas	g/100 g	0,31	0,86	AOAC 923.03
Fibra bruta	g/100 g	0,43	0,58	AOAC 932.14C
pH	-----	6,25	4,39	AOAC 981.12
Sólidos Solubles (°Brix)	g/100 g	11,75	5,50	Refractometría
Azúcares Red. Libres	g/100 g	1,28	3,48	AOAC 932.14C
Azúcares Totales	g/100 g	1,60	2,40	AOAC 932.14C
Almidón	g/100 g	0,1	10,52	AOAC 932.14C
Ácido Ascórbico	mg/100 g	10,40	35,41	AOAC 967.21
Acidez como ácido oxálico	mg/100 g	60,18	90,74	AOAC 954.07
Carbohidratos	g/100 g	13,88	19,00	cálculo

Fuente: investigación propia

Según, (Enríquez & Guerrero, 2010) entre el 83% y 90% del peso de las raíces tuberosas de jícama es agua. Entérminos generales los carbohidratos representan alrededor de 90% del peso secode las raíces recién cosechadas, de las cuales entre el 50% y 70% sonfructooligosacáridos (FOS), el resto de carbohidratos lo conforman la sacarosa,fructosa y glucosa.

**Tabla 11.Resultado del análisis físico químico de la jícama madurada al 5 día con dos métodos artificiales.**

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado jícama				Método de ensayo
		T1 C.I 30°C	T2 E. 30°C	T3 C.I 35°C	T4 E. 35°C	
<b>Contenido acuoso</b>	g/100 g	<b>73,80</b>	<b>72,30</b>	<b>66,04</b>	<b>60,04</b>	AOAC 925.10
<b>Cenizas</b>	g/100 g	<b>0,31</b>	<b>0,32</b>	<b>0,34</b>	<b>0,39</b>	AOAC 923.03
<b>Fibra bruta</b>	g/100 g	<b>0,43</b>	<b>0,45</b>	<b>0,47</b>	<b>0,54</b>	AOAC 932.14C
<b>pH</b>	-----	<b>6,25</b>	<b>6,28</b>	<b>6,36</b>	<b>6,41</b>	AOAC 981.12
<b>Sólidos Solubles (°Brix)</b>	g/100 g	<b>19,05</b>	<b>19,95</b>	<b>32,58</b>	<b>32,07</b>	Refractometría
<b>Azúcares Red. Libres</b>	g/100 g	<b>1,29</b>	<b>1,33</b>	<b>1,40</b>	<b>1,62</b>	AOAC 932.14C
<b>Azúcares Totales</b>	g/100 g	<b>1,75</b>	<b>1,80</b>	<b>1,90</b>	<b>2,19</b>	AOAC 932.14C
<b>Almidón</b>	g/100 g	<b>0,10</b>	<b>0,10</b>	<b>0,10</b>	<b>0,10</b>	AOAC 932.14C
<b>Ácido Ascórbico</b>	mg/100 g	<b>10,25</b>	<b>10,54</b>	<b>11,10</b>	<b>12,80</b>	AOAC 967.21
<b>Acidez como ác.oxálico</b>	mg/100 g	<b>65,48</b>	<b>93,16</b>	<b>69,11</b>	<b>97,85</b>	AOAC 954.07
<b>Carbohidratos</b>	g/100 g	<b>21,33</b>	<b>22,30</b>	<b>35,05</b>	<b>34,90</b>	cálculo

Fuente: investigación propia

Las raíces, tubérculos, bulbos y otros vegetales llamados de tierra son muy importantes, aunque su valor alimenticio disminuye a causa de su alto contenido de humedad, el follaje contiene poco alimento almacenado y son muy percederas por su contenido de agua, se les consume como fuente de vitaminas, minerales y fibra (LCQ. & Burciaga Dávila, 2001)

En la jícama los datos obtenidos de esta investigación se observó la tendencia a incrementar el contenido de minerales totales (ceniza) 0,31 g/100g – 0,34 g/100g,

fibra bruta 0,43 g/100g – 0,47 g/100g, ph 6,25 – 6,36, sólidos solubles 19,05°Brix 32,58°Brix, azúcares reductores 1,29 g/100g – 1,40 g/100g, azúcares totales 1,75 g/100g – 1,90g/100g, ácido ascórbico 10,25 mg/100g – 11,10 mg/100g y ácido oxálico 65,48 – 69,11 mg/100g; conforme incrementa la temperatura de maduración de la raíz tuberosa en base húmeda a diferencia del contenido acuoso 73,80 g/100g – 66,04 g/100g y el almidón 0,10g/100g mantiene su valor.

La pérdida de contenido acuoso, es consecuencia del proceso de maduración y se debe a que la estabilidad de los componentes citados en la en el párrafo anterior son afectados por un gran número de factores entre los que sobresalen la temperatura y la a luz.

**Tabla12.Resultados del análisis físico químico de la oca madurada al 5 día con dos métodos artificiales.**

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado Oca				Método de ensayo
		T1 C.I 30°C	T2 E. 30°C	T3 C.I 35°C	T4 E. 35°C	
Contenido acuoso	g/100 g	77,28	60,00	76,27	65,14	AOAC 925.10
Cenizas	g/100 g	0,89	0,90	0,88	1,02	AOAC 923.03
Fibra bruta	g/100 g	0,60	0,61	0,65	0,69	AOAC 932.14C
pH	-----	4,66	4,79	4,82	5,68	AOAC 981.12
Sólidos Solubles (°Brix)	g/100 g	8,90	9,10	12,76	11,23	Refractometría
Azúcares Red. Libres	g/100 g	3,59	3,63	3,57	4,12	AOAC 932.14C
Azúcares Totales	g/100 g	2,47	2,51	2,46	2,84	AOAC 932.14C
Almidón	g/100 g	10,84	10,98	10,79	12,45	AOAC 932.14C
Ácido Ascórbico	mg/100 g	36,48	36,97	36,33	41,89	AOAC 967.21
Acidez como ác. oxálico	mg/100 g	81,54	91,61	45,98	47,44	AOAC 954.07
Carbohidratos	g/100 g	22,81	23,20	26,66	27,21	cálculo

Fuente: investigación propia

En la oca los datos obtenidos en esta investigación se observó la tendencia a incrementar el contenido de ceniza 0,89 g/100g – 1,02 g/100g, fibra bruta 0,60 g/100g – 0,69 g/100g, ph 4,66 – 5,68, sólidos solubles 8,9 °Brix - 11,23 °Brix, azúcares reductores 3,59 g/100g – 4,12 g/100g, azúcares totales 2,47 g/100g –

2,84 g/100g, almidón 10,84 g/100g – 12,45 g/100g, almidón 10,84 g/100g – 12,45 g/100g, ácido ascórbico 36,48 mg/100g – 41,89 mg/100g y ácido oxálico 81,54 47,44 mg/100g; conforme incrementa la temperatura de maduración de la raíz tuberosa en base húmeda a diferencia del contenido acuoso 77,28 g/100g – 65,14.

Conforme se incrementa el tiempo de maduración de la oca el pH, sólidos solubles, acidez titulable, azúcares totales, almidón existiendo una relación directamente proporcional; el contenido de ácido ascórbico se mantienen mínimamente variable, el ácido oxálico disminuye.

## 4.2. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DE JÍCAMA FRESCA Y MADURA

### 4.2.1. Análisis del contenido acuoso.

Tabla13.Cantidad del contenido acuoso en Jícama

N°	Trat.	REPETICIONES			ΣTrat	Media
		I	II	III		
T1	A1B1	73,81	73,71	73,88	221,40	73,80
T2	A1B2	72,33	72,30	72,27	216,90	72,30
T3	A2B1	66,12	66,07	65,93	198,12	66,04
T4	A2B2	60,10	59,99	60,12	180,21	60,07
T5	A3B1	30,72	30,69	30,60	92,01	30,67
T6	A3B2	20,47	20,39	20,37	61,23	20,41
T7	Testigo	74,98	74,95	74,91	224,84	74,95
	ΣRep	398,53	398,10	398,08	1194,71	56,89

**Tabla14. Análisis de la varianza – Contenido acuoso**

<b>F de V</b>	<b>Gl.</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>.05</b>	<b>.01</b>
<b>Total</b>	20	8884,78				
<b>Tratamientos</b>	6	8884,72	1480,79	337272,43**	3,00	4,82
<b>Factor A</b>	2	7528,95	3764,48	857418,46**	3,89	6,93
<b>Factor B</b>	1	157,18	157,18	35799,41**	4,75	9,33
<b>Inter. AxB</b>	2	57,56	28,78	6555,25**	3,89	6,93
<b>T vs. Resto</b>	1	1141,03	1141,03	259887,72**	4,75	9,33
<b>E. Exp</b>	14	0,06	0,00			

CV= 0,12 %

\*\* : Altamente significativo

NS: No significativo

Realizado el análisis de varianza se detectó alta significación estadística para tratamientos; **factor A** (Temperaturas), **factor B** (Método de maduración) e interacción AxB.

Por lo tanto se efectuó pruebas de significación, Tukey al 5% para tratamientos y DMS para los factores, así mismo se realizó la interacción AxB; ya que éstos factores presentan alta significación estadística.

**Tabla15. Prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos: Contenido acuoso**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MEDIA</b>	<b>RANGO</b>
T7 Testigo	74,95	A
T1 A1B1	73,80	B
T2 A1B2	72,30	C
T3 A2B1	66,04	D
T4 A2B2	60,07	E
T5 A3B1	30,67	F
<b>T6 A3B2</b>	<b>20,41</b>	<b>G</b>

En la tabla 15 existen diferentes rangos, en el rango “g” se establece el mejor tratamiento, siendo el método la **estufa a 40°C T6** el tratamiento con menor cantidad de agua.

Deduciéndose que el contenido acuoso final en el producto madurado varía a diferentes temperaturas y métodos de maduración de la jícama. El agua es un constituyente principal en la mayoría de los productos alimenticios

(Palate, 2013) Con la aplicación de la maduración artificial en secador de bandejas el contenido de humedad en la oca es 66,70%, disminuye a la temperatura de 35°C por 6 días.

**Tabla16. Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).**

FACTOR A	T °C	MEDIA	RANGO
A1	30	73,05	A
A2	35	63,06	B
<b>A3</b>	<b>40</b>	<b>25,54</b>	<b>c</b>

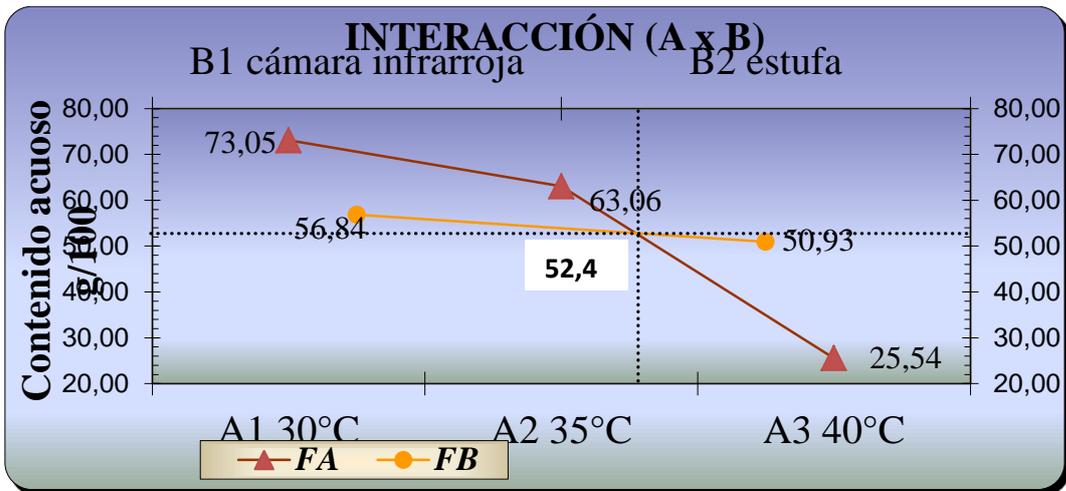
En la prueba de significación DMS, se observa que el factor **A3** (40°C) presenta la menor media y le corresponde el rango “c”, sin embargo el factor A2 es el más aceptable en la degustación por mantener buena apariencia y características físico químicas.

**Tabla17. Prueba de significación DMS para el factor B (Método).**

FACTOR B	MÉTODO	MEDIA	RANGO
B1	C. Infrarroja	56,84	A
<b>B2</b>	<b>Estufa</b>	<b>50,93</b>	<b>b</b>

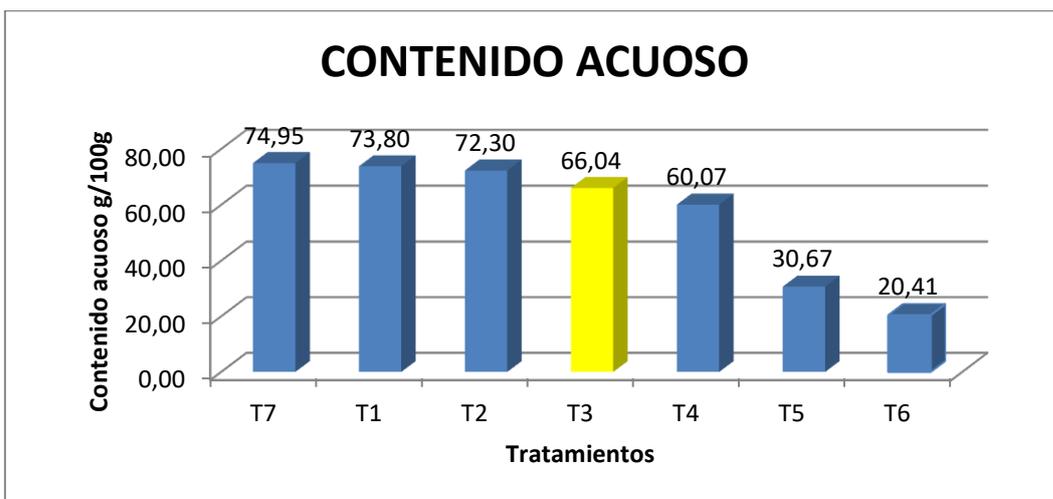
En la prueba de significación DMS, se observa que el método de maduración por la estufa (**B2**) es más aceptable, por cuanto presenta mayor pérdida de contenido acuoso, su dulzor incrementa y el aspecto físico se deteriora.

**Gráfico 5. Efecto de la interacción de contenido acuoso entre los factores**



En el gráfico 5 se aprecia que el punto de interacción entre la temperatura (factor A) y método de maduración (factor B) para la variable contenido acuoso del producto terminado es de 52,40%; es decir, este valor interactúa directamente entre el factor A2 (35°C) y factor B2 (Estufa) ya que a mayor temperatura menor contenido de humedad en el producto final es decir que existe mayor pérdida de humedad por el método de la estufa.

**Gráfico 6. Comportamiento del contenido acuoso en el producto madurado y el testigo.**



El gráfico 6 muestra que la estufa **T6** y cámara infrarroja **T5** a 40°C, pierde mayor cantidad de agua en el producto final, esto permite deducir que la raíz tuberosa experimenta una considerable pérdida de humedad y daños visuales en la raíz tuberosa por lo que se rechaza estos tratamientos.

El contenido de humedad es variable en los tubérculos de diferente tamaño sometidos al proceso de maduración; sin embargo (Soto, 2000) menciona que hay dependencia de la naturaleza del tubérculo y el método de tratamiento para el endulzado.

El mejor tratamiento de maduración resulto en **cámara infrarroja a 35°C (T3)** partiendo con un valor de 85,00 g/100g de contenido acuoso de la raíz tuberosa en estado fresco que disminuyo a un valor de 66,04 g/100g con buena apariencia visual, en comparación con el método de la estufa se alcanzó 60,07 % que difiere en el contenido de solidos solubles frente a la realiza por el método infrarrojo.

Haciendo comparación Según (Palate, 2013) permite establecer que a 35°C en 6 días de maduración se logra retener un buen porcentaje de humedad de 66,70 % y buena maduración en la oca.

#### 4.2.2. Análisis de solidos totales

**Tabla 18. Cantidad de sólidos totales en Jícama**

N°	Trat.	REPETICIONES			ΣTrat	Media
		I	II	III		
T1	A1B1	26,25	26,22	26,15	78,62	26,2
T2	A1B2	27,69	27,67	27,73	83,09	27,7
T3	A2B1	33,88	33,93	34,07	101,88	33,96
T4	A2B2	39,90	40,01	39,88	119,79	39,93
T5	A3B1	69,37	69,28	69,35	208,00	79,59
T6	A3B2	79,61	79,51	79,65	238,77	69,33
T7	Testigo	25,01	25,06	25,03	75,10	25,03
ΣRep		301,71	301,68	301,86	905,25	43,11

**Tabla 19. Análisis de la varianza – Sólidos totales**

<b>F de V</b>	<b>Gl.</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>.05</b>	<b>.01</b>
<b>Total</b>	20	8887,10				
<b>Tratamientos</b>	6	8887,04	1481,17	395230,65**	3,00	4,82
<b>Factor A</b>	2	7529,13	3764,57	1004522,35**	3,89	6,93
<b>Factor B</b>	1	156,94	156,94	41877,29**	4,75	9,33
<b>Inter. AxB</b>	2	57,65	28,83	7691,57**	3,89	6,93
<b>T vs. Resto</b>	1	1143,32	1143,32	305078,79**	4,75	9,33
<b>E. Exp</b>	14	0,05	0,00			

CV= 0,14 %

\*\* : Altamente significativo

NS: No significativo

Realizado el análisis de varianza se detectó alta significación estadística para tratamientos; temperatura (**factor A**), Método (**factor B**) e interacción **AxB**.

Por lo tanto se efectuó pruebas de significación, Tukey al 5% para tratamientos y DMS para los factores, así como se realizó la interacción AxB; ya que éstos presentan alta significación estadística.

**Tabla 20. Prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos: Sólidos totales**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MEDIA(g/100g)</b>	<b>RANGO</b>
<b>T6</b>	<b>A3B2</b>	<b>79,59</b>
T5	A3B1	69,33
T4	A2B2	39,93
T3	A2B1	33,96
T2	A1B2	27,70
T1	A1B1	26,21
T7	Testigo	25,03

Como se puede observar en la tabla 20 existen diferentes rangos, en el rango “a” se establece el mejor tratamiento, siendo **cámara infrarroja a 40°C (T6)** el mejor tratamiento que contiene la mayor media en sólidos 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, la oligofructosa se desdobra en azúcares simples (Lucero, 2005).

Por tanto, al aumentar la temperatura de maduración se incrementa los sólidos totales. En la jícama, este incremento llega a un punto máximo y luego tiende a bajar.

**Tabla 21. Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).**

FACTOR A	T °C	MEDIA(g/100g)	RANGO
<b>A3</b>	<b>40</b>	<b>74,46</b>	<b>a</b>
A2	35	36,95	b
A1	30	26,95	c

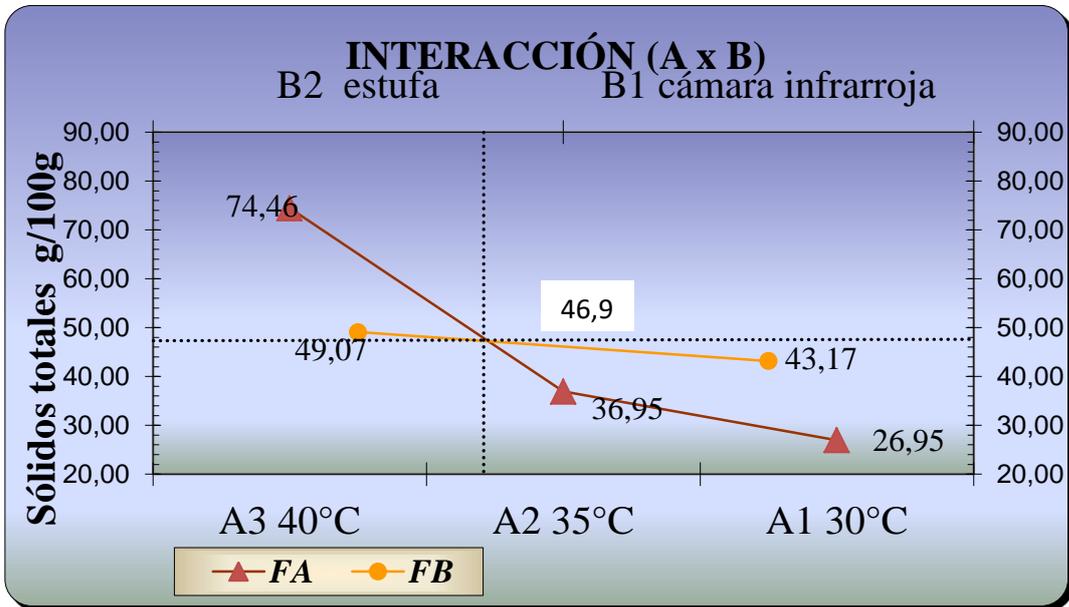
En la prueba de significación DMS, se observa que el **factor A3** (40°C) presenta la mayor cantidad de sólidos totales, lo que significa que hay mayor facilidad de eliminación de agua libre.

**Tabla 22. Prueba de significación DMS para el factor B (Método).**

MÉTODO			
FACTOR B		MEDIA(g/100g)	RANGO
B2	Estufa	49,07	a
<b>B1</b>	<b>C. Infrarroja</b>	<b>43,17</b>	<b>b</b>

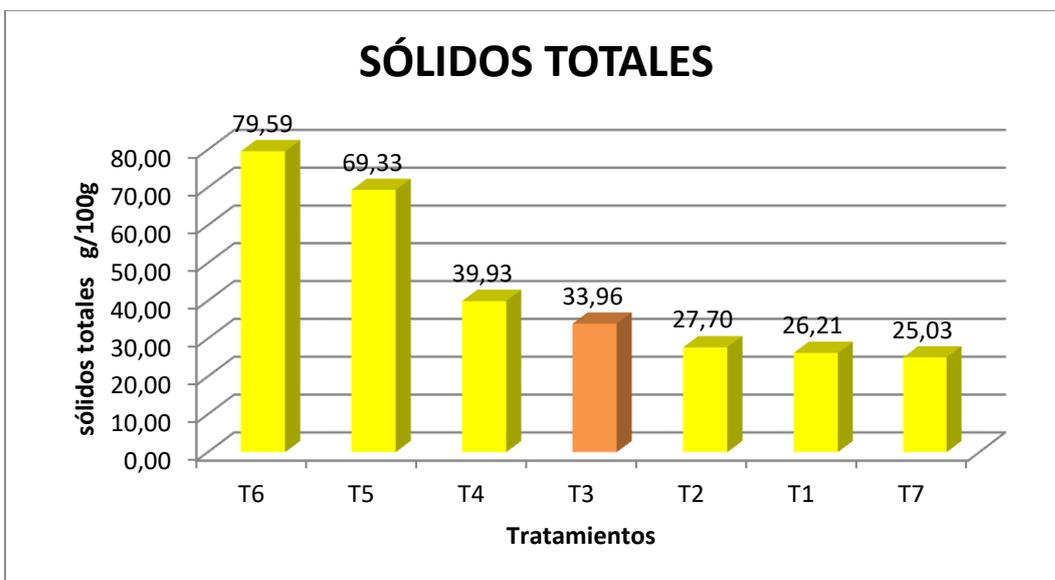
En la prueba de significación DMS, se puede observar que **estufa** (factor **B2**) presenta la mayor media y le corresponde el rango “a”, lo que significa que este método utilizado es aceptable.

Gráfico 7. Efecto de la interacción de sólidos totales entre los factores.



En el gráfico 7 se aprecia la interacción entre temperatura (factor A) y Método de maduración (factor B) para la variable sólidos totales del producto terminado es de 46,90%; resultante de la interacción entre el factor A2 (35°C) y factor B1 (cámara infrarroja).

Gráfico 8. Comportamiento de sólidos totales por efecto de la temperatura y método de maduración



El gráfico 8 muestra estufa **T6** y cámara infrarroja **T5** a 40°C arrojaron el mayor valor de sólidos totales en el producto final con un aspecto visual no tan aceptable para el consumidor.

La jícama fresca contiene 15,00 g/100g sometidas a diferentes tratamientos de temperatura y métodos de maduración artificiales, el contenido de sólidos totales se incrementa a medida que la oligofructosa se desdobra en azúcares simples

En esta investigación la jícama madurada en la **cámara infrarroja a 35 °C** contiene 33,96 g/100g en la cual sería considerada como el mejor tratamiento por su apariencia fresca y de buena calidad.

Según (Palate, 2013) en su investigación “Estudio del efecto de la temperatura y el tiempo en las características físico-químicas y sensoriales de la oca *Oxalis tuberosa* durante su maduración” el mejor tratamiento a 35°C en 6 días de maduración fue 33,30% de sólidos totales.

Los datos obtenidos en la investigación de la jícama, se observó el incremento de sólidos totales en la jícama madurada en cámara infrarroja. Conforme varía la temperatura y el método de maduración, el aspecto físico de la raíz tuberosa se deteriora.

La variación de resultados en los diferentes tratamientos guarda estrecha relación con el contenido de humedad, reacciones bioquímicas y enzimáticas que dan lugar a modificaciones físico químicas de la raíz tuberosa en los métodos de maduración

#### 4.2.3. Análisis de sólidos solubles

Tabla 23. Cantidad de sólidos solubles en Jícama madura y fresca (testigo) - °Brix

N°	Trat.	REPETICIONES			ΣTrat	Media
		I	II	III		
T1	A1B1	19,03	19,06	19,07	57,16	19,05
T2	A1B2	19,98	19,95	19,93	59,86	19,95
T3	A2B1	31,99	32,80	32,94	97,73	32,58
T4	A2B2	33,00	32,16	31,04	96,20	32,07
T5	A3B1	38,54	38,44	38,35	115,33	38,44
T6	A3B2	40,16	40,26	40,23	120,65	40,22
T7	Testigo	15,62	15,53	15,65	46,80	15,60
	ΣRep	198,32	198,20	197,21	593,73	28,27

Tabla 24. Análisis de varianza de Sólidos solubles

F de V	Gl.	SC	CM	FC	.05	.01
Total	20	1783,97				
Tratamientos	6	1781,47	296,91	1667,24**	3,00	4,82
Factor A	2	1213,05	606,52	3405,79**	3,89	6,93
Factor B	1	2,34	2,34	13,14**	4,75	9,33
Inter. AxB	2	3,98	1,99	11,18**	3,89	6,93
T vs. Resto	1	562,10	562,10	3156,37**	4,75	9,33
E. Exp	14	2,49	0,18			

CV= 1,49%

\*\* : Altamente significativo

NS: No significativo

Realizado el análisis de varianza para sólidos solubles se detectó alta significación estadística para tratamientos; temperatura (**factor A**), método de maduración artificial (**factor B**) e interacción AxB.

Por lo tanto se efectuó pruebas de significación, Tukey al 5% para tratamientos y DMS para los factores, también se realizó la interacción AxB; ya que estos factores presentan alta significación estadística.

Tabla 25. Prueba de significación (Tukey) al 5% para tratamientos: Sólidos solubles

TRATAMIENTOS		MEDIA	RANGO
T6	<b>A3B2</b>	40,22	<b>A</b>
T5	<b>A3B1</b>	38,44	b
T3	<b>A2B1</b>	32,58	c
T4	<b>A2B2</b>	32,07	d
T2	<b>A1B2</b>	19,95	e
T1	<b>A1B1</b>	19,05	f
T7	<b>Testigo</b>	15,60	G

En la tabla 25 se visualiza diferentes rangos, en el rango “a” se encuentra el mejor tratamiento, madurado en estufa a 40°C (T6), siendo el mejor tratamiento por el mayor contenido de sólidos solubles.

El contenido de sólidos solubles se determina con el brixómetro. Este método se emplea mucho en la conservación de frutas y hortalizas con alto valor agregado para determinar la concentración de sacarosa. (FAO, 1991)

**Tabla 26. Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).**

FACTOR A	T°C	MEDIA(°Brix)	RANGO
<b>A3</b>	40	39,33	<b>A</b>
<b>A2</b>	35	32,32	b
<b>A1</b>	30	19,50	<b>c</b>

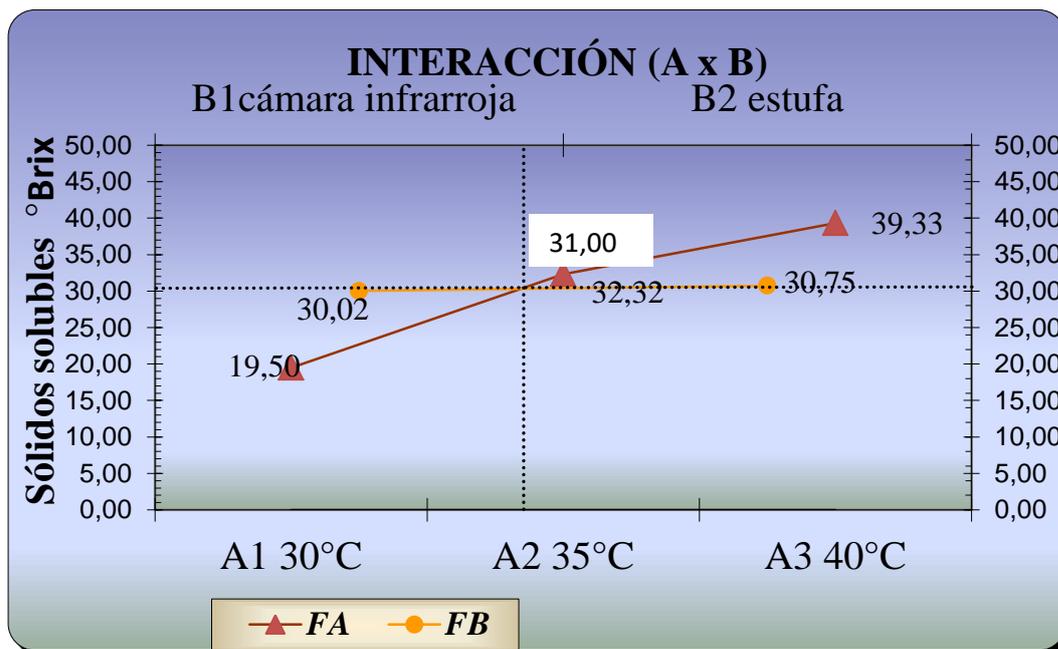
En la prueba de significación DMS, se observa que la maduración a 40°C (factor A3) presenta la mayor cantidad de sólidos solubles (rango a), lo que significa que a esa temperatura de maduración existe pérdida de humedad, produciéndose deterioro físico en la raíz tuberosa (arrugamiento)

Tabla 27. Prueba de significación DMS para el factor B (Método).

FACTOR B	MÉTODO	MEDIA(°Brix)	RANGO
B2	Estufa	30,75	A
B1	C. infrarroja	30,02	b

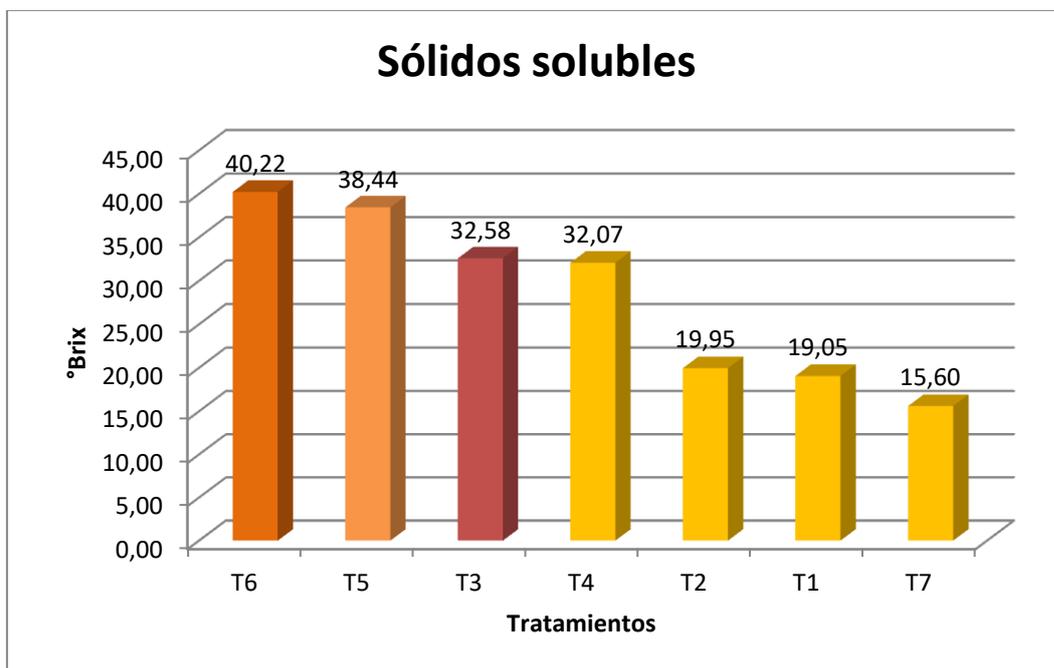
En la prueba de significación DMS para el método de maduración, se observa que por estufa (B2) existe mayor pérdida de humedad produciéndose deterioro físico en la raíz tuberosa (arrugamiento) y generando mayor cantidad de sólidos solubles rango “a”.

Gráfico 9. Interacción del contenido de sólidos solubles vs factores.



En el gráfico 9 se observa, que la interacción entre temperatura (factor A) y métodos de maduración (factor B) el contenido de sólidos solubles del producto terminado es de 31,00°Brix. Por lo que este valor interactúa entre el factor A2 (35°C) y factor B1 (Cámara infrarroja).

**Gráfico 10. Comportamiento de sólidos solubles en el producto madurado y el testigo**



El gráfico 10 muestra que la maduración de la jícama en estufa (**T6**) y cámara infrarroja (**T5**) a 40 °C produjeron el mayor contenido de sólidos solubles en el menor contenido de humedad en el producto final (jícama madurada), contribuyendo a la concentración de azúcares en cada muestra. A partir del 5to día se acentuó el deterioro físico e incremento de sólidos solubles que inicialmente fueron de 11,75 °Brix en estado fresco y en el producto madurado a 40,22°Brix (**T6**) y 38,44 °Brix (**T5**).

Según (Graefe, M, Manrique, & A, 2004) en diferentes estudios demuestran que luego de la cosecha las raíces empiezan un rápido proceso de cambio en la composición química de sus azúcares: los FOS son hidrolizados en azúcares simples por la acción de una enzima llamada fructano hidrolasa, que los convierte en fructosa, sacarosa y glucosa.

La jícama **madurada en cámara infrarroja 35°C (T3)** alcanza 32,58°Brix, comportándose como el mejor tratamiento, su apariencia física es aceptable, mantiene un estado fresco y es apetecible para el consumidor.

A mayor temperatura de maduración se logra altos contenidos de sólidos solubles.

Según (Palate, 2013) el valor de sólidos solubles en ocas en estado fresco obtuvo un promedio de 3,80°Brix mientras que las ocas que fueron sometidos a tratamientos a 35 °C a 6 días de maduración se obtuvo un promedio de 11,42 ° Brix. En consecuencia a esta temperatura y tiempo de tratamiento de las ocas maduras, se ha beneficiado mejor su calidad.

Por lo que en la investigación se demuestra que se aprueba la hipótesis alternativa que afirma que el efecto de la temperatura influye en las características físico químicas y sensoriales de la jícama.

#### 4.2.4. Análisis de la variable acidez en Jícama

**Tabla 28. Cantidad de acidez en jícama madura y fresca (testigo) mg/100g**

N°	Trat.	REPETICIONES			ΣTrat	Media
		I	II	III		
T1	A1B1	65,57	65,55	65,31	196,43	65,48
T2	A1B2	93,18	93,1	93,2	279,48	93,16
T3	A2B1	69,09	69,13	69,12	207,34	69,11
T4	A2B2	97,85	97,84	97,86	293,55	97,85
T5	A3B1	110,7	110,62	110,69	332,01	110,67
T6	A3B2	117,39	117,37	117,29	352,05	117,35
T7	Testigo	76,25	76,18	76,10	228,53	76,18
	ΣRep	630,03	629,79	629,57	1889,39	89,97

**Tabla 29. Análisis de la varianza de Acidez**

<b>F de V</b>	<b>Gl.</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>.05</b>	<b>.01</b>
<b>Total</b>	20	7426,88				
<b>Tratamientos</b>	6	7426,81	1237,80	274679,65**	3,00	4,82
<b>Repeticiones</b>	2	0,02	0,01	1,68 <sup>NS</sup>	3,89	6,93
<b>Factor A</b>	2	4305,65	2152,82	477731,33**	3,89	6,93
<b>Factor B</b>	1	1990,80	1990,80	441777,79**	4,75	9,33
<b>Inter. AxB</b>	2	464,37	232,19	51524,31**	3,89	6,93
<b>T vs. Resto</b>	1	665,99	665,99	147788,84**	4,75	9,33
<b>E. Exp</b>	12	0,05	0,00			

CV= 0,07 %

\*\* : Altamente significativo

NS: No significativo

Realizado el análisis de varianza se detectó alta significación estadística para tratamientos; temperatura (factor **A**), Método de maduración (factor **B**) e interacción AxB.

Por lo tanto se efectuó pruebas de significación, Tukey al 5% para tratamientos y DMS para los factores, así como se realizó la interacción AxB; ya que éstos presentan alta significación estadística.

**Tabla 30. Prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos: Acidez.**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MEDIA(mg/100g)</b>	<b>RANGO</b>
<b>T6</b>	<b>A3B2</b>	117,35 a
<b>T5</b>	<b>A3B1</b>	110,67 b
<b>T4</b>	<b>A2B2</b>	97,85 c
<b>T2</b>	<b>A1B2</b>	93,16 d
<b>T7</b>	<b>TESTIGO</b>	76,18 e
<b>T3</b>	<b>A2B1</b>	69,11 f
<b>T1</b>	<b>A1B1</b>	<b>65,48 g</b>

Al observar la tabla 30 existen diferentes rangos, en el rango “g” observamos que la maduración de la jícama en **cámara infrarroja a 30°C (T1)** y en el rango “f” **cámara infrarroja a 35°C(T3)** siendo los mejores tratamientos que ya que contiene el menor contenido de acidez.

Los resultados de la acidez tienden a subir mayor temperatura mayor acidez.

**Tabla 31. Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).**

FACTOR A	T °C	MEDIA(mg/100g)	RANGO
<b>A3</b>	40	114,01	A
<b>A2</b>	35	83,48	b
<b>A1</b>	<b>30</b>	<b>79,32</b>	<b>c</b>

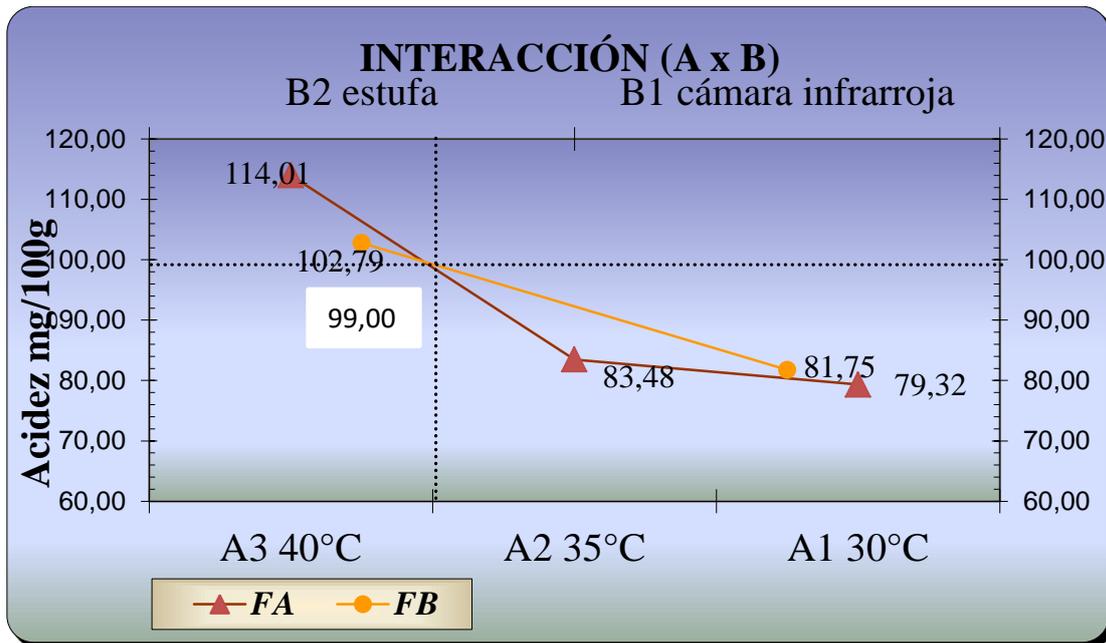
En la prueba de significación DMS, se puede observar que a 30°C el factor (**A1**) presenta la menor media y le corresponde el rango “c”, lo que significa que a esta temperatura es aceptable en el producto por su bajo contenido de acidez.

**Tabla 32. Prueba de significación DMS para el factor B (Método).**

FACTOR B	MÉTODO	MEDIA(mg/100g)	RANGO
<b>B2</b>	Estufa	102,79	a
<b>B1</b>	<b>C. infrarroja</b>	<b>81,75</b>	<b>b</b>

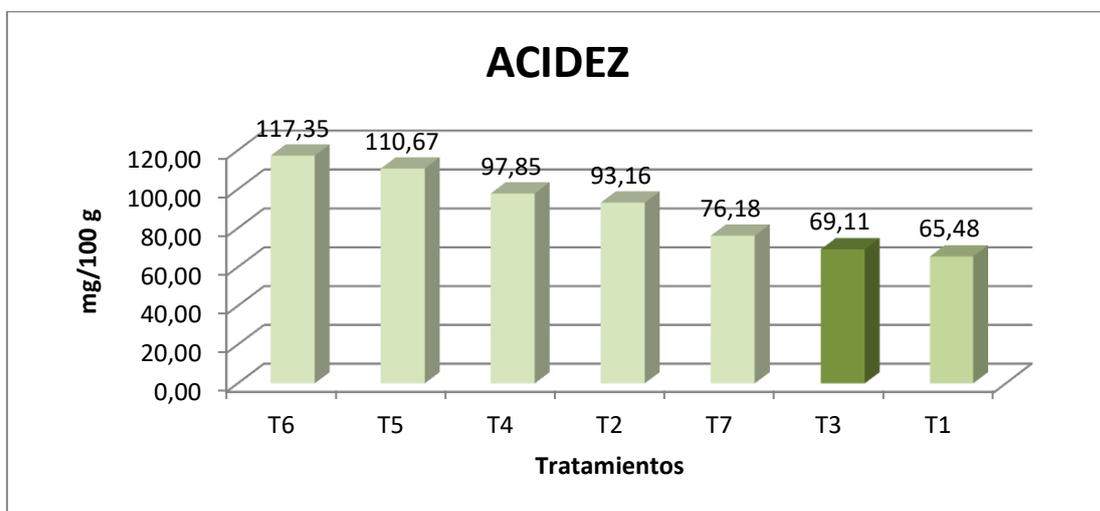
En la prueba de significación DMS, se puede observar que cámara infrarroja**B1** presenta la menor media y le corresponde el rango “b”, lo que significa que este método utilizado es aceptable.

Gráfico 11.Efecto de la interacción de acidez entre los factores.



En el gráfico 11 se observa, que el punto crítico de la interacción entre los factores A (Temperatura) y B (Método de maduración) en los sólidos solubles del producto terminado es de 99,00 mg/100g. Por lo que este valor interactúa entre el factor A2 (35°C) y factor B2 (Estufa)

Gráfico 12.Comportamiento de las medias de acidez por efecto de la temperatura y método de maduración



El gráfico 12 muestra que a 30°C **T1** y 35°C **T3** cámara infrarroja, produjeron la menor cantidad de acidez en el producto final.

Según (Palate, 2013) mediante la maduración, se disminuye el contenido de ácido oxálico dando lugar a tubérculos con cambio de coloración de blanco amarillento a amarillo oscuro, de sabor dulce y agradable al paladar del consumidor en ocas.

A diferencia con la jícama a mayor temperatura el contenido de ácido oxálico aumenta, según (Amaya, 2000) al deterioro fisiológico y microbiológico de las raíces tuberosas, que además ocasionaron que al utilizar temperaturas más altas se incrementara la tasa de respiración.

#### 4.2.5. Análisis de la variable pH en Jícama

**Tabla 33. Cantidad de pH en jícama madura y fresca (testigo)**

N°	Trat.	REPETICIONES			ΣTrat	Media
		I	II	III		
<b>T1</b>	<b>A1B1</b>	6,34	6,32	6,10	18,76	6,25
<b>T2</b>	<b>A1B2</b>	6,37	6,37	6,1	18,84	6,28
<b>T3</b>	<b>A2B1</b>	6,4	6,38	6,31	19,09	6,36
<b>T4</b>	<b>A2B2</b>	6,41	6,40	6,43	19,24	6,41
<b>T5</b>	<b>A3B1</b>	6,52	6,50	6,60	19,62	6,54
<b>T6</b>	<b>A3B2</b>	6,64	6,62	6,60	19,86	6,62
<b>T7</b>	<b>Testigo</b>	6,41	6,45	6,47	19,33	6,44
	<b>ΣRep</b>	45,09	45,04	44,61	134,74	6,42

**Tabla 34. Análisis de la varianza – pH**

<b>F de V</b>	<b>Gl.</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>.05</b>	<b>.01</b>
<b>Total</b>	20	0,41				
<b>Tratamientos</b>	6	0,32	0,05	8,18**	3,00	4,82
<b>Repeticiones</b>	2	0,02	0,01	1,54 <sup>NS</sup>	3,89	6,93
<b>Factor A</b>	2	0,30	0,15	23,22**	3,89	6,93
<b>Factor B</b>	1	0,01	0,01	1,90 <sup>NS</sup>	4,75	9,33
<b>Inter. Ax B</b>	2	0,00	0,00	0,17 <sup>NS</sup>	3,89	6,93
<b>T vs. Resto</b>	1	0,00	0,00	0,40 <sup>NS</sup>	4,75	9,33
<b>E. Exp</b>	12	0,08	0,01			

CV= 1,25 %

\*\* : Altamente significativo

NS: No significativo

Realizado el análisis de varianza se detectó alta significación estadística para tratamientos; temperatura (**factor A**), Método de maduración (**factor B**) y la interacción Ax B, no se encontró significación estadística.

Por lo tanto, se efectuó pruebas de significación, Tukey al 5% para tratamientos y DMS para el factor A, ya que éstos presentan significación estadística.

**Tabla 35. Prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos: pH.**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MEDIA</b>	<b>RANGO</b>
<b>T6      A3B2</b>	6,62	a
<b>T5      A3B1</b>	6,54	a
<b>T7      Testigo</b>	6,44	a
<b>T4      A2B2</b>	6,41	a
<b>T3      A2B1</b>	6,36	<b>b</b>
<b>T2      A1B2</b>	6,28	<b>b</b>
<b>T1      A1B1</b>	6,25	<b>b</b>

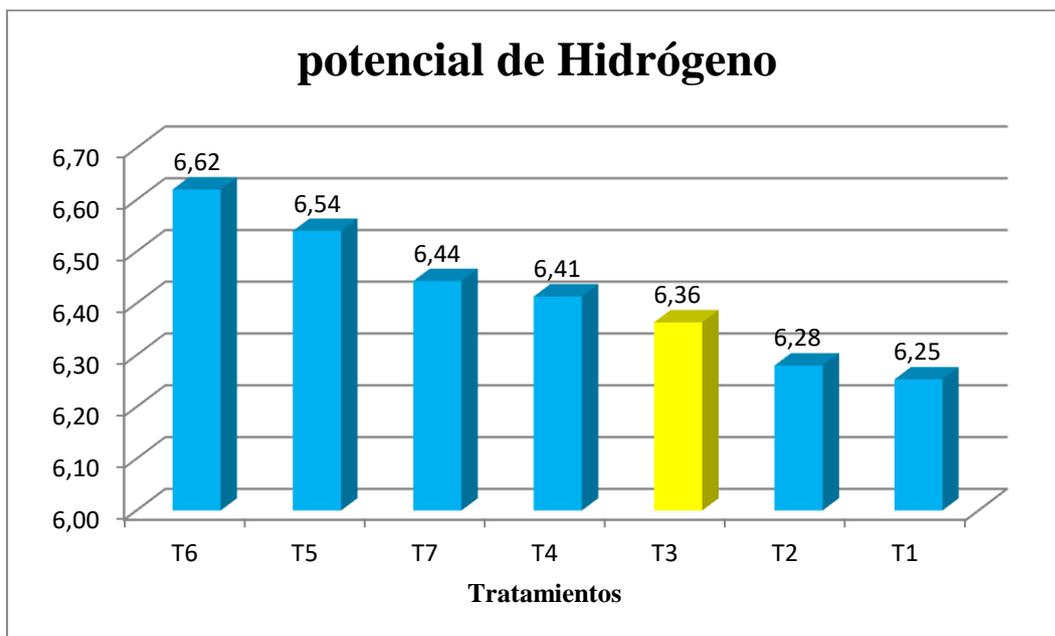
Al observar la tabla 35 existen dos rangos, en el rango “b” se establece los mejores tratamientos, siendo **cámara infrarroja a 30 °C (T1)**, **estufa a 30 °C (T2)**, siendo los tratamientos que contiene la menor media en pH.

**Tabla 36. Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).**

FACTOR A	T °C	MEDIA	RANGO
A3	40	6,58	a
A2	35	6,39	b
A1	30	<b>6,27</b>	<b>c</b>

En la prueba de significación DMS, se puede observar que el factor **A1 (30°C)** presenta la menor media y le corresponde el rango “c”, lo que significa que este nivel de temperatura es aceptable en el producto.

**Gráfico 13. Comportamiento de las medias de pH por efecto de la temperatura y método de maduración**



El gráfico 13 muestra que al utilizar la cámara infrarroja a 30°C (**T1**), seguido por la estufa 35°C(**T2**), produjeron la menor cantidad de pH en el producto final.

En T6 – T5 se encontró un rango de 6,25 a 6,62 con tendencia ascendente a mayor temperatura; estos valores son similares a los encontrados por (Ramos, 2007), correspondientes a un rango de 6,17 a 6,52. De la misma manera, los tratamientos mostraron una oscilación de pH desde 6,25 hasta valores máximos así: T6 con 6,62; T5 con 6,54; T4 con 6,41 y T3 de 6,36; (Cajamarca, 2010), indica que el pH es un indicador del estado del alimento, debido a que su modificación señala procesos de alteración, estabilidad de los alimentos y proliferación de microorganismos

En el que se determina que el mejor tratamiento es la **cámara infrarroja a 35°C (T3)** ya que mantiene una buena apariencia física y presenta una tendencia ascendente para el pH y descendiente para acidez titulable (ver gráfico 10), posiblemente porque la frecuencia respiratoria de la jícama es lenta y retrasa el uso de ácidos orgánicos en las reacciones enzimáticas.

El pH en la mayoría de los alimentos varía entre 2.5 y 7.0 y en muy pocos casos se encuentra en estado alcalino. La inhibición de las reacciones enzimáticas y del crecimiento microbiano en alimentos se puede efectuar por un control del pH del sistema o con irradiación (Hernández, 2009).

El pH es un buen indicador del estado general del producto ya que tiene influencia en múltiples procesos de alteración y estabilidad de los alimentos, así como en la proliferación de microorganismos (Lucero, 2005).

La maduración presupone un descenso de la acidez, pero al no encontrar una diferencia significativa dentro de los datos encontrados pudiéramos decir que el pH dentro de los tratamientos es casi semejante, aunque presenta una tendencia a ascender por la temperatura para este caso.

#### 4.2.6. Análisis de la variable peso final en Jícama

Tabla 37. Cantidad de peso final en jícama madura y fresca (testigo) g.

N°	Trat.	REPETICIONES			ΣTrat	Media
		I	II	III		
T1	A1B1	195,00	192,00	185,00	572,00	190,67
T2	A1B2	179,00	168,00	171,00	518,00	172,67
T3	A2B1	169,00	165,00	194,00	528,00	176,00
T4	A2B2	161,00	164,00	166,00	491,00	163,67
T5	A3B1	139,00	138,00	136,00	413,00	137,67
T6	A3B2	129,00	128,00	125,00	382,00	127,33
T7	Testigo	255,00	256,00	259,00	770,00	256,67
ΣRep		1227,00	1211,00	1236,00	3674,00	174,95

Tabla 38. Análisis de la varianza – peso final

F de V	Gl.	SC	CM	FC	.05	.01
Total	20	32792,95				
Tratamientos	6	32146,95	5357,83	116,11**	3,00	4,82
Factor A	2	7902,33	3951,17	85,63**	3,89	6,93
Factor B	1	826,89	826,89	17,92**	4,75	9,33
Inter. AxB	2	47,44	23,72	0,51 <sup>NS</sup>	3,89	6,93
T vs. Resto	1	23370,29	23370,29	506,48**	4,75	9,33
E. Exp	14	646,00	46,14			

CV= 3,88 %

\*\* : Altamente significativo

NS: No significativo

Realizado el análisis de varianza se detectó alta significación estadística para tratamientos; temperatura (factor A), Método (factor B), mientras que para la interacción AxB, no se encontró significación estadística

Por lo tanto, se efectuó pruebas de significación, Tukey al 5% para tratamientos y DMS para el factor A y B, ya que éstos presentan significación estadística, además se realizó la gráfica de interacción AxB.

**Tabla 39. Prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos: peso final.**

TRATAMIENTOS		MEDIA(g)	RANGO
T7	Testigo	256,67	a
T1	A1B1	190,67	b
T3	A2B1	176,00	b
T2	A1B2	172,67	c
T4	A2B2	163,67	c
T5	A3B1	137,67	c
T6	A3B2	127,33	d

Al observar la tabla 39 existen diferentes rangos, en el rango “a” se establece el mejor tratamiento, siendo **exposición al sol (T7)**, seguido por la **cámara infrarroja 30 °C (T1)** y **35 °C (T3)**, siendo los tratamientos que contiene la mayor media en peso final.

De acuerdo con la investigación realizada por (Palate, 2013). El porcentaje de pérdida de peso se incrementa en función del tiempo transcurrido y de acuerdo al tratamiento utilizado para el endulzamiento.

**Tabla 40. Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).**

FACTOR A	T °C	MEDIA(g)	RANGO
A1	30	181,67	a
A2	35	169,83	a
A3	40	132,50	b

En la prueba de significación DMS, se puede observar que el factor **A1** (30°C) y **A2** (35°C) presentan la mayor media y le corresponde el rango “a”, lo que significa que estos niveles de temperaturas son aceptables en el producto.

**Tabla 41. Prueba de significación DMS para el factor B (Método).**

FACTOR A	MÉTODO	MEDIA(g)	RANGO
<b>B1</b>	<b>Estufa</b>	<b>168,11</b>	<b>a</b>
B2	C. infrarroja	154,56	b

En la prueba de significación DMS, se puede observar que la cámara infrarroja (**factorB1**) tiene la mayor media y le corresponde el rango “a”, lo que significa que este método es más aceptable en el producto.

**Gráfico 14. Comportamiento de las medias de peso final por efecto de la temperatura y método de maduración**



El gráfico 14 muestra que exposición al sol (T7), seguido la cámara infrarroja a 30 °C (T1) y 35 °C (T3); siendo los tratamientos que contiene la mayor media en peso final en el producto final.

En la mayoría de raíces tuberosas existen pérdidas del 3 – 5 % del peso inicial en forma de agua transpirada que son suficientes para promover un aspecto arrugado, perdiendo su apariencia externa inicial en el proceso de transpiración hay mayor transferencia del vapor de agua y por consiguiente deshidratación.

Según (Gutiérrez & Vaca, 2011) observa que el testigo a los 14 días tuvo una pérdida de peso del 10% como límite de aceptación y a los 28 días perdió 50,35% en peso, en mi investigación se pierde a los 5 días 9.7% (30 °C + cámara infrarroja) y **7,6 % en la cámara infrarroja a 35 °C (T3)** según (Reina, 1966), esto se debe principalmente al proceso de transpiración en el que se elimina paulatinamente el contenido de agua y no es compensado; por lo tanto, conlleva a la pérdida de peso del alimento.

El porcentaje de pérdida de peso se incrementa en función del tiempo transcurrido en su proceso de maduración. (Cajamarca, 2010).

La raíz tuberosa de jícama cuyo peso es significativamente variable, dentro de una misma planta puede diferir entre 50 a 1000 g, Normalmente una planta produce entre 2 y 3 kg, pero es probable que su rendimiento supere los 5 kg si el productor aplica buenas prácticas culturales.

### 4.3. ANÁLISIS DE VARIABLES OCA FRESCA Y MADURA

#### 4.3.1. Análisis de variable contenido acuoso.

Tabla 42. Cantidad del contenido acuoso en Oca

N°	Trat.	REPETICIONES			ΣTrat	Media
		I	II	III		
T1	A1B1	77,34	77,26	77,24	231,84	77,28
T2	A1B2	76,31	76,23	76,27	228,81	76,27
T3	A2B1	60,09	60,06	59,84	179,99	60,00
T4	A2B2	65,15	65,09	65,17	195,41	65,14
T5	A3B1	44,68	44,64	44,72	134,04	44,68
T6	A3B2	31,72	31,69	31,45	94,86	31,62
T7	Testig	75,63	75,62	75,52	226,77	75,59
	ΣRep	430,9 2	430,5 9	430,2 1	1291,72	61,51

Tabla 43. Análisis de la varianza – Contenido acuoso

F de V	Gl.	SC	CM	FC	.05	.01
Total	20	5570,81				
Tratamientos	6	5570,70	928,45	125063,88**	3,00	4,82
Factor A	2	4579,88	2289,94	308459,01**	3,89	6,93
Factor B	1	39,87	39,87	5370,89**	4,75	9,33
Inter. AxB	2	257,13	128,57	17318,10**	3,89	6,93
T vs. Resto	1	693,82	693,82	93458,15**	4,75	9,33
E. Exp	14	0,10	0,01			

CV= 0,14 %

\*\* : Altamente significativo

NS: No significativo

Realizado el análisis de varianza se detectó alta significación estadística para tratamientos; los factores **A** (Temperaturas), **B** (Método de maduración) e interacción **AxB**.

Se efectuó pruebas de significación, Tukey al 5% para tratamientos y DMS para los factores, así como se realizó la interacción AxB; ya que éstos presentan alta significación estadística.

**Tabla 44. Prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos: Contenido acuoso**

TRATAMIENTOS		MEDIA	RANGO
T1	A1B1	77,28	a
T2	A1B2	76,27	b
T7	Testigo	75,59	c
T4	A2B2	65,14	d
T3	A2B1	60,00	e
T5	A3B1	44,68	f
<b>T6</b>	<b>A3B2</b>	<b>31,62</b>	<b>g</b>

Al observar la tabla 44 existen diferentes rangos, en el rango “g” se establece el tratamiento (**T6**) madurado a 40°C en estufa, siendo el tratamiento que contiene la menor cantidad de agua.

Según (Palate, 2013), en su investigación "Estudio del efecto de la temperatura y el tiempo en las características físico-químicas y sensoriales de la oca (*Oxalis tuberosa*) durante su maduración se observa un rango homogéneo en las temperaturas de 35 °C y 42°C, que difieren de 50 °C.

Ello permite concluir que a una temperatura de 35°C a 6 días de maduración se logra un buen porcentaje de humedad de 66,70 % en la oca.

**Tabla 45. Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).**

FACTOR A	MEDIA(g/100g)	RANGO
A1	76,78	a
A2	62,57	b
<b>A3</b>	<b>38,15</b>	<b>c</b>

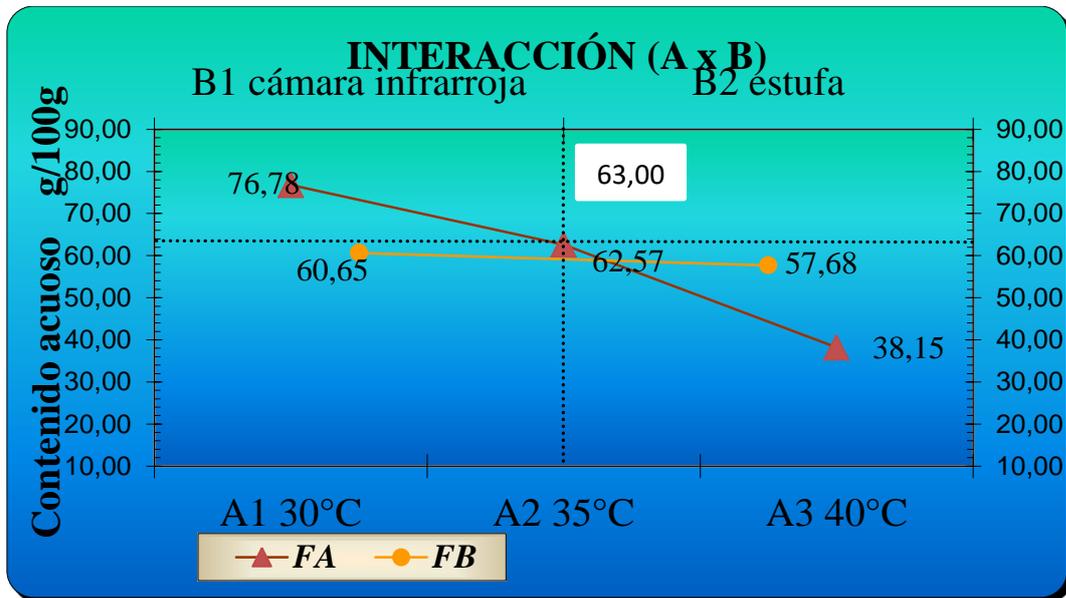
En la prueba de significación DMS, se puede observar que el factor **A3** (40°C) presenta la menor cantidad de contenido acuoso y le corresponde el rango “c”.

**Tabla 46. Prueba de significación DMS para el factor B (Método)**

FACTOR B	MEDIA(g/100g)	RANGO
B1	60,65	a
B2	57,68	b

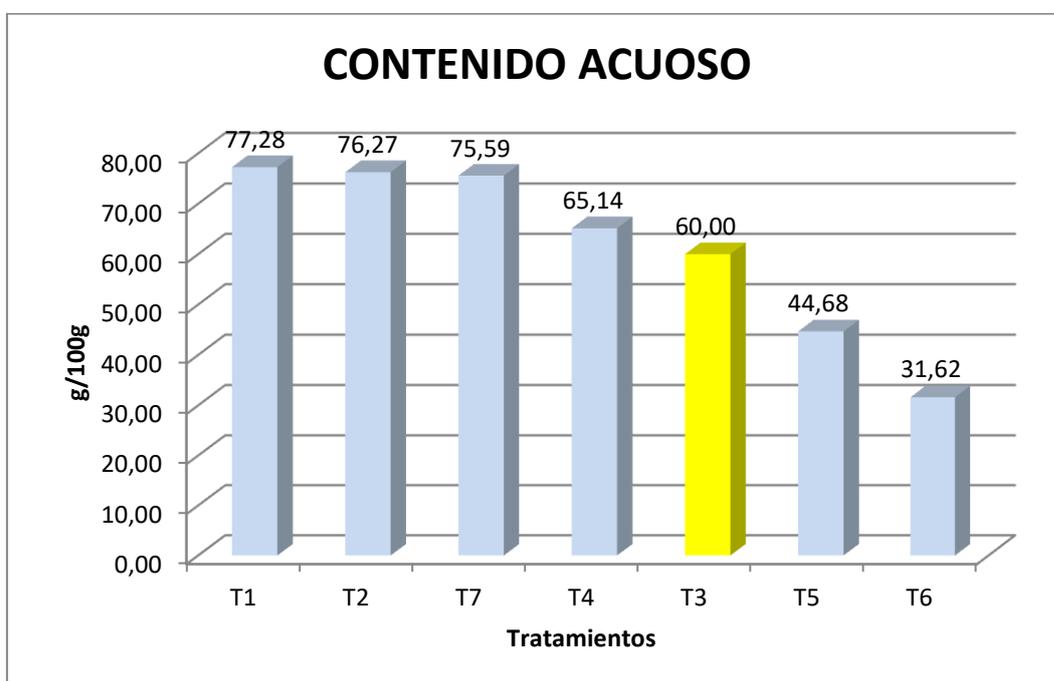
En la prueba de significación DMS, se puede observar que el factor **B2** (estufa) presenta la menor cantidad de contenido acuoso le corresponde el rango “b”, lo que significa que este método ayuda a perder más humedad y por lo tanto la jícama madura se vuelve arrugada.

**Gráfico 15. Efecto de la interacción de contenido acuoso entre los factores**



En el gráfico 15 se observa, que el punto crítico de la interacción entre los factores A (Temperatura) y B (Método de maduración) en el contenido acuoso del producto terminado es de 63,00. Por lo que este valor interactúa entre el factor A2 (35°C) y factor B1 (cámara infrarroja).

**Gráfico 16. Comportamiento del contenido acuoso en el producto madurado y el testigo**



El gráfico 16 muestra que madurado a 40°C en estufa (**T6**) y en cámara infrarroja (**T5**), produjeron la menor cantidad de agua en el producto final.

Determinando el mejor tratamiento en esta investigación es el tratamiento (**T3**) madurado a 35°C en cámara infrarroja con un valor de 60,00 g/100 manteniendo una buena apariencia apetecible para el consumidor. Según (Palate, 2013), 35°C madurado a 6 días presenta un valor de 66,70 %, 42°C un valor de 64,85 %; y, 50°C un valor de 62,14 %.

Los productos perecederos son especialmente susceptibles al ataque de patógenos cuando se encuentran mojados. En consecuencia los tubérculos deben ser cosechados, manipulados y almacenados cuando no poseen agua libre en su superficie. Los tratamientos térmicos con aire caliente resultan de especial interés para estudiar los efectos fisiológicos sobre el tubérculo (Cusiche, 2009).

#### 4.3.2. Análisis de la variable sólidos totales en Oca

Tabla 47. Cantidad de sólidos totales en Oca

N°	Trat.	REPETICIONES			ΣTrat	Media
		I	II	III		
T1	A1B1	22,73	22,72	22,71	68,16	22,72
T2	A1B2	23,74	23,67	23,78	71,19	23,73
T3	A2B1	40,01	39,94	40,05	120	40,00
T4	A2B2	34,89	34,86	34,83	104,58	34,86
T5	A3B1	55,34	55,32	55,31	165,97	55,32
T6	A3B2	68,42	68,38	68,34	205,14	68,38
T7	Testigo	24,43	24,36	24,44	73,23	24,41
	ΣRep	269,56	269,25	269,46	808,27	38,49

Tabla 48. Análisis de la varianza – Sólidos totales

F de V	GI.	SC	CM	FC	.05	.01
Total	20	5571,10				
Tratamientos	6	5571,08	928,51	594475,14**	3,00	4,82
Factor A	2	4580,44	2290,22	1466298,88**	3,89	6,93
Factor B	1	39,84	39,84	25509,04**	4,75	9,33
Inter. AxB	2	257,03	128,52	82281,48**	3,89	6,93
T vs. Resto	1	693,77	693,77	444181,08**	4,75	9,33
E. Exp	14	0,02	0,00			

CV= 0,10 %

\*\* : Altamente significativo

NS: No significativo

Realizado el análisis de varianza se detectó alta significación estadística para tratamientos; los factores **A** (Temperatura), **B** (Método) e interacción AxB.

Se efectuó pruebas de significación, Tukey al 5% para tratamientos y DMS para los factores, así como se realizó la interacción AxB; ya que éstos presentan alta significación estadística.

**Tabla 49. Prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos: Sólidos totales**

TRATAMIENTOS		MEDIA	RANGO
<b>T6</b>	<b>A3B2</b>	<b>68,38</b>	<b>a</b>
T5	A3B1	55,32	b
T3	A2B1	40,00	c
T4	A2B2	34,86	d
T7	Testigo	24,41	e
T2	A1B2	23,73	f
T1	A1B1	22,72	g

Al observar en la tabla 49 existen diferentes rangos, en el rango “a” se establece el tratamiento (**T6**) madurado en estufa a 40°C ya que contiene la mayor cantidad en sólidos totales.

**Tabla 50. Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).**

FACTOR A	T ° C	MEDIA	RANGO
<b>A3</b>	<b>40</b>	<b>61,85</b>	<b>a</b>
<b>A2</b>	53	37,43	b
<b>A1</b>	30	23,23	<b>c</b>

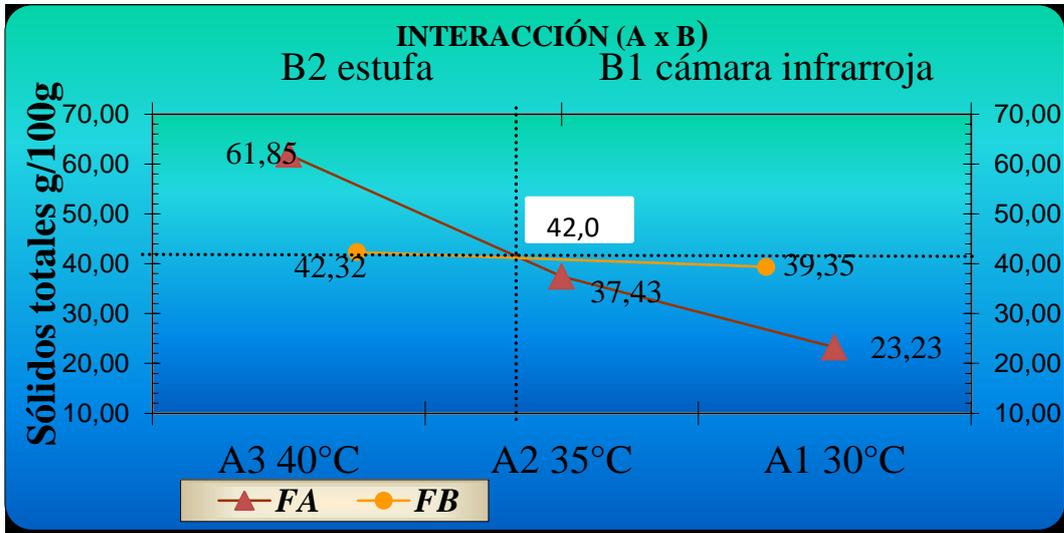
En la prueba de significación DMS, se puede observar que el factor **A3** (40°C) presenta la mayor media y le corresponde el rango “a”, lo que significa que a esta temperatura la oca cambia su textura de crujiente a arinosa.

**Tabla 51. Prueba de significación DMS para el factor B (Método).**

FACTOR B	MÉTODO	MEDIA	RANGO
<b>B2</b>	<b>Estufa</b>	<b>42,32</b>	<b>A</b>
B1	C. infrarroja	39,35	b

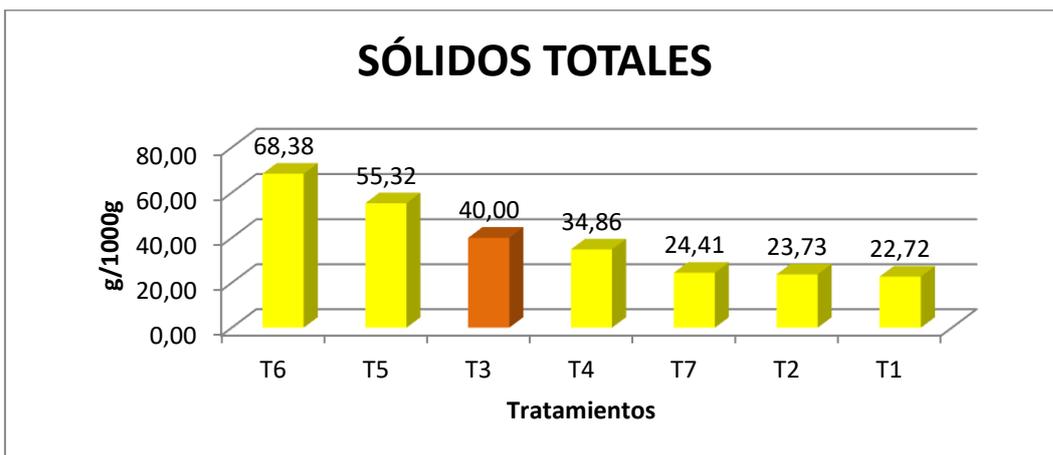
En la prueba de significación DMS, se puede observar que en **estufa** el factor (**B2**) presenta la mayor media y le corresponde el rango “a”, lo que significa que este método no es tan aceptable porque disminuye su contenido acuoso de manera rápida.

Gráfico 17.Efecto de la interacción de sólidos totales entre los factores.



En el gráfico 17 se observa, que el punto crítico de la interacción entre los factores A (Temperatura) y B (Método) en los sólidos totales del producto terminado es de 42,00. Por lo que este valor interactúa entre el nivel A2 (35°C) y B2 (estufa).

Gráfico 18.Comportamiento de las medias de sólidos totales en el producto madurado y el testigo



El gráfico 18 muestra que madurado a 40°C en estufa (T6), y cámara infrarroja (T5), produjeron la mayor cantidad de sólidos totales en el producto con aspecto físico arrugado por lo que se desprecia al mantener una apariencia arrugada.

Siendo así el mejor tratamiento (**T3**) madurado en cámara infrarroja a 35 °C con una cantidad de 40,00 g/100g el cual tiene una apariencia aceptable sin tiene daños físicos en la oca madura. Los contenidos de azúcares totales se incrementan a medida que transcurre el tiempo de exposición de los tubérculos al calor, debido a la eliminación de agua y a la transformación de almidón en azúcares(Soto, 2000).

Según (Palate, 2013) en la investigación "Estudio del efecto de la temperatura y el tiempo en las características físico-químicas y sensoriales de la oca (*Oxalis tuberosa*) durante su maduración" a diferentes tratamientos de tiempo y temperatura, el contenido de sólidos totales se incrementa a medida que el almidón se transforma en azúcares. Por ejemplo a 35°C madurado a 6 días alcanza un valor de 33,30 % de sólidos totales y a 50°C 37,60 %.Siendo muy evidente la diferencia entre las dos investigaciones ya que en se trabajó con diferentes variedades la oca amarilla y la oca blanca (chaucha)

#### 4.3.3. Análisis de la variable sólidos solubles en Oca

**Tabla 52. Cantidad de sólidos solubles en Oca madura y fresca (testigo)**

N°	Trat.	REPETICIONES			ΣTrat	Media
		I	II	III		
T1	A1B1	8,98	8,95	8,77	26,7	8,90
T2	A1B2	9,13	9,10	9,06	27,29	9,10
T3	A2B1	12,50	12,80	12,99	38,29	12,76
T4	A2B2	11,20	11,50	10,99	33,69	11,23
T5	A3B1	21,80	21,79	21,81	65,4	21,8
T6	A3B2	18,44	18,42	18,34	55,2	18,4
T7	Testig	8,55	8,48	8,47	25,5	8,50
	ΣRep	90,60	91,04	90,43	272,07	12,96

**Tabla 53. Análisis de la varianza – Sólidos solubles**

F de V	Gl.	SC	CM	FC	.05	.01
<b>Total</b>	20	486,50				
<b>Tratamientos</b>	6	486,21	81,04	3894,16**	3,00	4,82
<b>Factor A</b>	2	395,80	197,90	9510,12**	3,89	6,93
<b>Factor B</b>	1	11,22	11,22	539,08**	4,75	9,33
<b>Inter. Ax B</b>	2	9,71	4,85	233,23**	3,89	6,93
<b>T vs. Resto</b>	1	69,49	69,49	3339,19**	4,75	9,33
<b>E. Exp</b>	14	0,29	0,02			

CV= 1,11 %

\*\* : Altamente significativo

NS: No significativo

Realizado el análisis de varianza se detectó alta significación estadística para tratamientos; los factores **A** (Temperatura), **B** (Método de maduración) e interacción Ax B.

Se efectuó pruebas de significación, Tukey al 5% para tratamientos y DMS para los factores, así como se realizó la interacción Ax B; ya que éstos presentan alta significación estadística.

**Tabla 54. Prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos: Sólidos solubles**

TRATAMIENTOS		MEDIA(°Brix)	RANGO
<b>T5</b>	<b>A3B1</b>	<b>21,80</b>	<b>a</b>
T6	A3B2	18,40	b
T3	A2B1	12,76	c
T4	A2B2	11,23	d
T2	A1B2	9,10	e
T1	A1B1	8,90	f
T7	Testigo	8,50	g

Al observar en la tabla 54 existen diferentes rangos, en el rango “a” se establece el tratamiento (T5) **madurado en cámara infrarroja a 40°C** siendo el tratamiento que contiene la mayor cantidad de sólidos solubles.

**Tabla 55. Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).**

T ° C			
FACTOR A		MEDIA(°Brix)	RANGO
	<b>40</b>		<b>a</b>
<b>A3</b>		<b>20,10</b>	
	<b>53</b>		<b>b</b>
A2		12,00	
	<b>30</b>		<b>c</b>
A1		9,00	

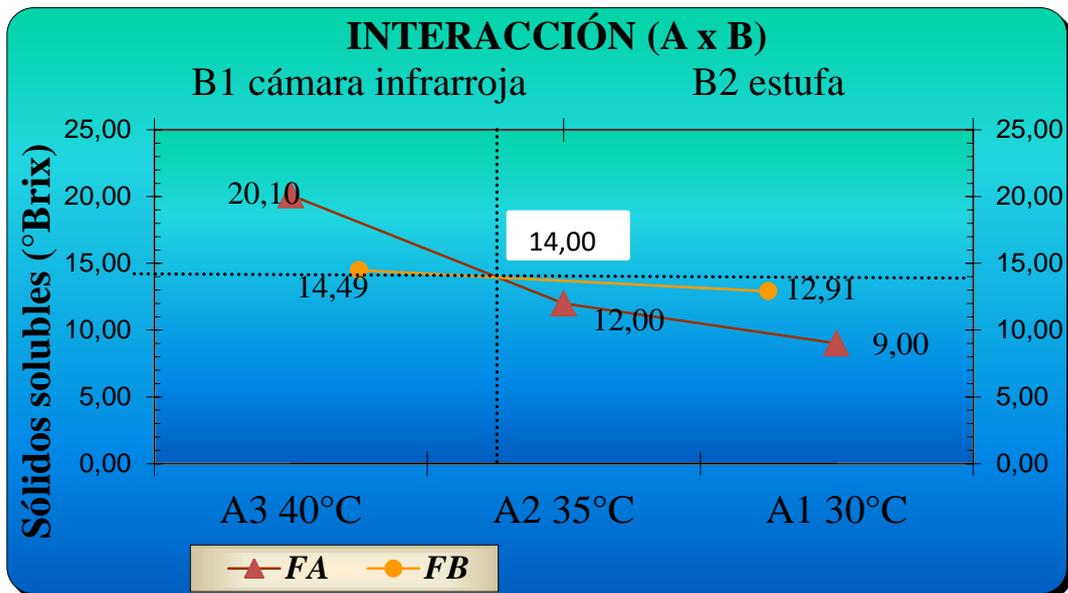
En la prueba de significación DMS, se puede observar que el factor **A3** (40°C) presenta la mayor cantidad y le corresponde el rango “a”, lo que significa que este nivel de temperatura es aceptable en el producto.

**Tabla 56. Prueba de significación DMS para el factor B (Método).**

FACTOR B	MÈTODO	MEDIA(°Brix)	RANGO
<b>B1</b>	C. infrarroja	<b>14,49</b>	<b>a</b>
B2	<b>Estufa</b>	12,91	b

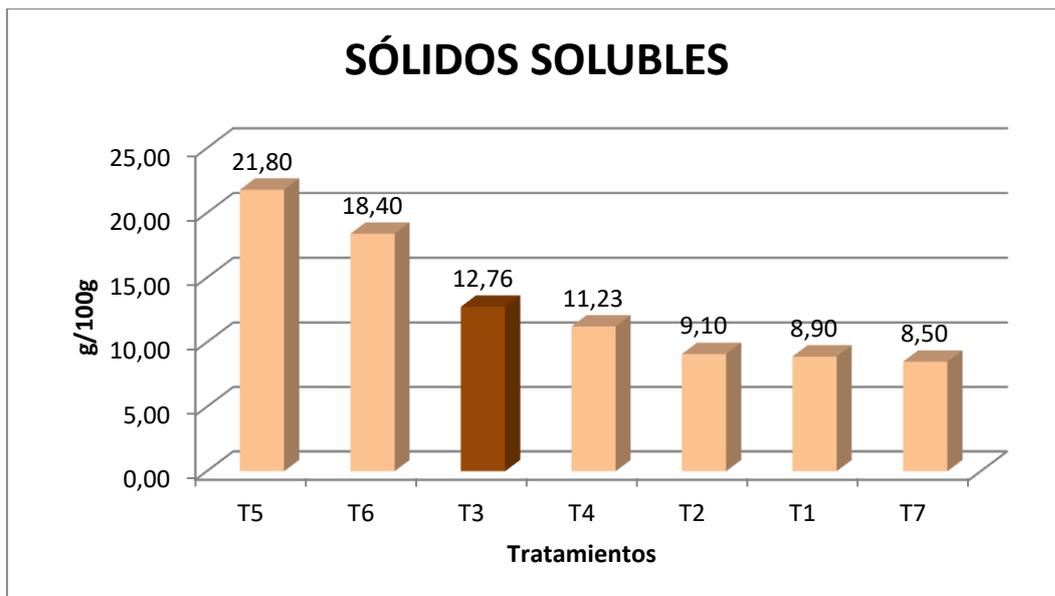
En la prueba de significación DMS, se puede observar que el factor **B1** (cámara infrarroja) presenta la mayor cantidad de °Brix y le corresponde el rango “a”.

**Gráfico 19.** Interacción del contenido de sólidos solubles vs factores.



En el gráfico 19 se observa, que el punto de interacción entre los factores A (Temperatura) y B (Método de maduración) en los sólidos solubles del producto terminado es de 14,00. Por lo que este valor interactúa entre el factor A2 (35°C) y B1 (cámara infrarroja).

**Gráfico 20.** Comportamiento de las medias de sólidos solubles en el producto madurado y el testigo



El gráfico 20 muestra que madurado en la cámara infrarroja a 40°C (T5) y en estufa a 40°C (T6) produjeron la mayor cantidad de sólidos solubles en el producto final.

En esta investigación se determinó como mejor tratamiento la **cámara infrarroja 35°C (T3)** que alcanzó un valor de 12,76 °Brix en la cual adquirió una madurez visual óptima para el degustador con beneficios en su calidad nutricional; según la investigación realizada por (Palate, 2013) en el tratamiento en que las ocas fueron sometidas a 35°C en 6 días de maduración, se obtuvo un promedio de 11,42 °Brix así podemos decir que en todos los tratamientos experimentales influye directamente en el aumento en su contenido de sólidos solubles de la oca debido a la transformación del almidón en azúcares.

Los tubérculos andinos no requieren de ningún procesamiento, previo para su utilización, salvo la oca que debe ser madurada para que los almidones se transformen en azúcares, sean más dulces y tengan mejor sabor.

Los azúcares más representativos son la sacarosa, glucosa y fructosa la amilosa, los cuales constituyen en casi su totalidad en los tubérculos maduros. La glucosa, y fructosa se encuentra en proporciones similares en tubérculos maduros que constituyen un 83% del total de los azúcares (Lucero, 2005).

Con respecto a los cambios durante la maduración, el contenido de sacarosa es muy bajo en los primeros días, luego aumenta mostrando un descenso a partir de quinto día. En el caso de la glucosa y fructosa, al transcurrir los días se observa un incremento hasta el final de la maduración de los tubérculos (Lucero, 2005).

#### 4.3.4. Análisis de la variable acidez en Oca

Tabla 57. Cantidad de acidez en oca madura y fresca (testigo) mg/100g

N°	Trat.	REPETICIONES			ΣTrat	Media
		I	II	III		
T1	A1B1	81,60	81,50	81,53	244,63	81,54
T2	A1B2	91,63	91,53	91,66	274,82	91,61
T3	A2B1	45,98	45,95	46,00	137,93	45,98
T4	A2B2	47,50	47,41	47,40	142,31	47,44
T5	A3B1	39,28	39,33	39,39	118,00	39,33
T6	A3B2	32,49	32,46	32,45	97,40	32,47
T7	Testigo	75,61	75,56	75,60	226,77	75,59
	ΣRep	414,09	413,74	414,03	1241,86	59,14

Tabla 58. Análisis de la varianza - Acidez

F de V	Gl.	SC	CM	FC	.05	.01
Total	20	9721,86				
Tratamientos	6	9721,82	1620,30	751134,37**	3,00	4,82
Factor A	2	8548,45	4274,22	1981428,19**	3,89	6,93
Factor B	1	10,84	10,84	5026,22**	4,75	9,33
Inter. AxB	2	214,99	107,49	49831,61**	3,89	6,93
T vs. Resto	1	947,55	947,55	439260,42**	4,75	9,33
E. Exp	14	0,03	0,00			

CV= 0,08 %

\*\* : Altamente significativo

NS: No significativo

Realizado el análisis de varianza se detectó alta significación estadística para tratamientos; Temperatura (factor **A**), Método de maduración (factor **B**) e interacción **AxB**.

Se efectuó pruebas de significación, Tukey al 5% para tratamientos y DMS para los factores, así como se realizó la interacción **AxB**; ya que éstos presentan alta significación estadística.

**Tabla 59. Prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos: Acidez.**

TRATAMIENTOS	MEDIA(mg/100g)	RANGO
<b>T2</b> <b>A1B2</b>	91,61	a
<b>T1</b> <b>A1B1</b>	81,54	b
<b>T7</b> <b>Testigo</b>	75,59	b
<b>T4</b> <b>A2B2</b>	47,44	b
<b>T3</b> <b>A2B1</b>	45,98	c
<b>T5</b> <b>A3B1</b>	39,33	d
<b>T6</b> <b>A3B2</b>	32,47	e

Al observar la tabla 59 existen diferentes rangos, en el rango “**e**” se establece el tratamiento madurado en la **estufa a 40°C (T6)** contiene la menor cantidad en acidez.

**Tabla 60. Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).**

FACTOR A	T °C	MEDIA(mg/100g)	RANGO
<b>A1</b>	30	86,58	a
<b>A2</b>	35	46,71	b
<b>A3</b>	<b>40</b>	<b>35,90</b>	<b>c</b>

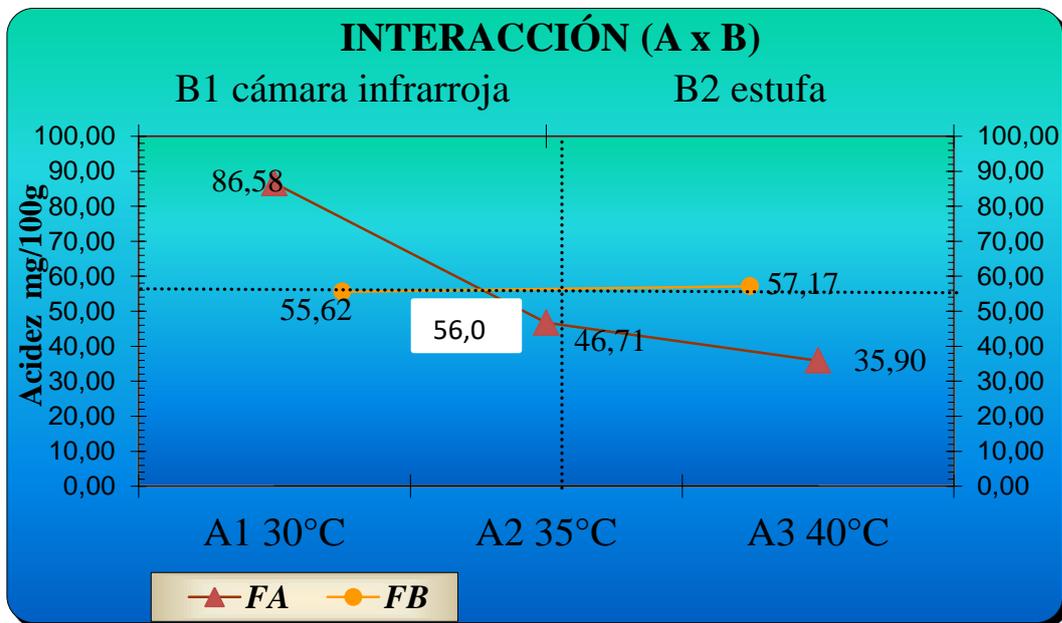
En la prueba de significación DMS, se puede observar que el factor A3(40°C) presenta la menor cantidad y le corresponde el rango “c”.

Tabla 61. Prueba de significación DMS para el factor B (Método).

FACTOR B	MÉTODO	MEDIA(mg/100g)	RANGO
B1	C. infrarroja	55,62	a
B2	Estufa	57,17	b

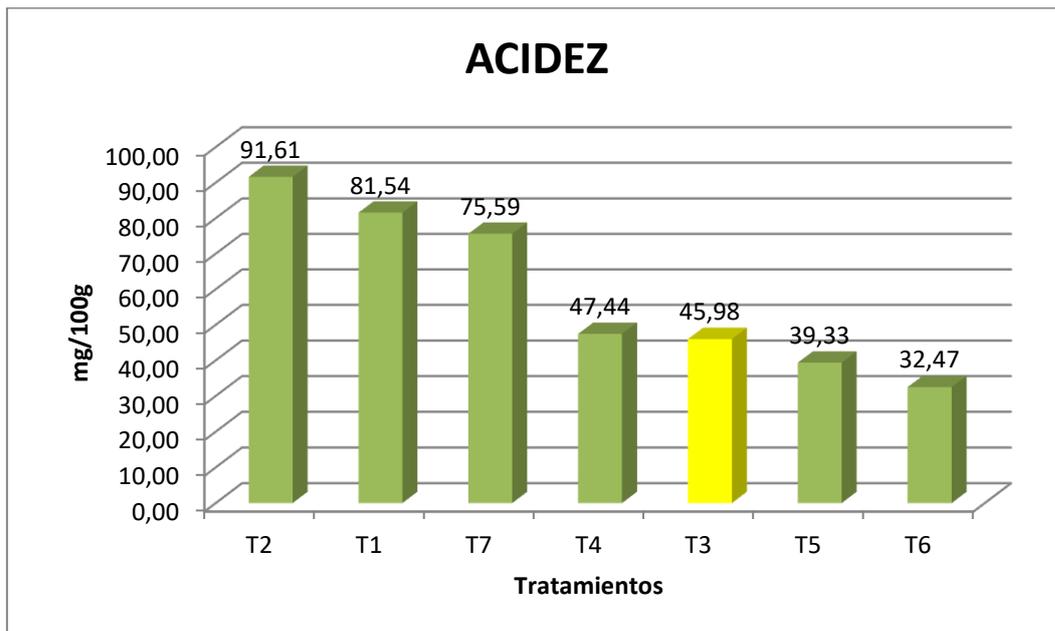
En la prueba de significación DMS, se puede observar que madurada la oca en la estufa (factor B2) tiene la menor media y le corresponde el rango “b” presentando daños en la textura del tubérculo maduro (arinoso)

Gráfico 21. Efecto de la interacción de acidez entre los factores.



En el gráfico 21 se observa, que el punto de interacción entre los factores A (Temperatura) y B (Método de maduración) en los pH del producto terminado es de 56,00. Por lo que este valor interactúa entre el factor A2 (35°C) y B2 (estufa).

**Gráfico 22. Comportamiento de las medias de acidez por efecto de la temperatura y método de maduración**



El gráfico 22 muestra quemadurar la oca en estufa 40°C (T6) y en cámara infrarroja 40°C (T5) produjeron la menor cantidad de acidez en el producto final.

Mediante la maduración, se disminuye el contenido de ácido oxálico dando lugar a tubérculos con cambio de coloración de blanco amarillento a amarillo oscuro, de sabor dulce y agradable al paladar del consumidor determinando así en la **cámara infrarroja a 35°C(T3)** con un valor de 45,98 mg/100g como mejor tratamiento ya que conserva sus características sensoriales aceptables para el degustador.

Comparando con la investigación de (Palate, 2013) durante la maduración, el ácido oxálico es respirado y convertido en azúcar; que es una reserva energética más del tubérculo. La concentración de acidez está altamente relacionada con el grado de madurez del tubérculo y con el contenido de azúcares totales. Donde los

resultados experimentales a 35°C-3 días obtiene un promedio de 0,51 (mg. /10 gr. ác. oxálico) y a 35°C – 6 días un valor promedio de 0,42 (mg. /10 gr. ác. oxálico).

Evidenciando notablemente el descenso de acidez de la oca en todo los tratamientos al igual que en esta investigación.

#### 4.3.5. Análisis de la variable potencial hidrogeno en Oca

**Tabla 62. Cantidad de pH en oca madura y fresca (testigo)**

N°	Trat.	REPETICIONES			ΣTrat	Media
		I	II	III		
T1	A1B1	4,75	4,69	4,55	13,99	4,66
T2	A1B2	4,80	4,74	4,83	14,37	4,79
T3	A2B1	4,80	4,84	4,83	14,47	4,82
T4	A2B2	5,62	5,60	5,83	17,05	5,68
T5	A3B1	6,23	6,23	5,75	18,21	6,07
T6	A3B2	6,13	6,16	6,00	18,29	6,10
T7	Testigo	6,53	6,53	6,48	19,54	6,51
	ΣRep	38,86	38,79	38,27	115,92	5,52

**Tabla 63. Análisis de la varianza – pH**

F de V	Gl.	SC	CM	FC	.05	.01
Total	20	10,43				
Tratamientos	6	10,20	1,70	104,25**	3,00	4,82
Repeticiones					3,89	6,93
Factor A	2	5,61	2,81	172,10**	3,89	6,93
Factor B	1	0,51	0,51	31,48**	4,75	9,33
Inter. AxB	2	0,62	0,31	19,04**	3,89	6,93
T vs. Resto	1	3,45	3,45	211,75**	4,75	9,33
E. Exp	14	0,23	0,02			

CV= 2,31 %

\*\* : Altamente significativo

NS: No significativo

Realizado el análisis de varianza se detectó alta significación estadística para tratamientos; Temperatura (factor A), mientras que para la interacción AxB, se encontró significación estadística

Por lo tanto, se efectuó pruebas de significación, Tukey al 5% para tratamientos y DMS para el factor A y B, así como se realizó la interacción AxB; ya que éstos presentan significación estadística.

**Tabla 64. Prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos: pH.**

TRATAMIENTOS		MEDIA	RANGO
T7	Testigo	6,51	A
T6	A3B2	6,10	B
T5	A3B1	6,07	B
T4	A2B2	5,68	C
T3	A2B1	4,82	D
T2	A1B2	4,79	D
T1	A1B1	4,66	E

Al observar la tabla 64 existen cinco rangos, en el rango “e” se establece el tratamiento (T1) madurado en cámara infrarroja a 30 °C, y por la estufa (T2), son los tratamientos que contiene la menor media en pH.

**Tabla 65. Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).**

FACTOR A	MEDIA	RANGO
A3	6,08	A
A2	5,25	B
A1	4,73	B

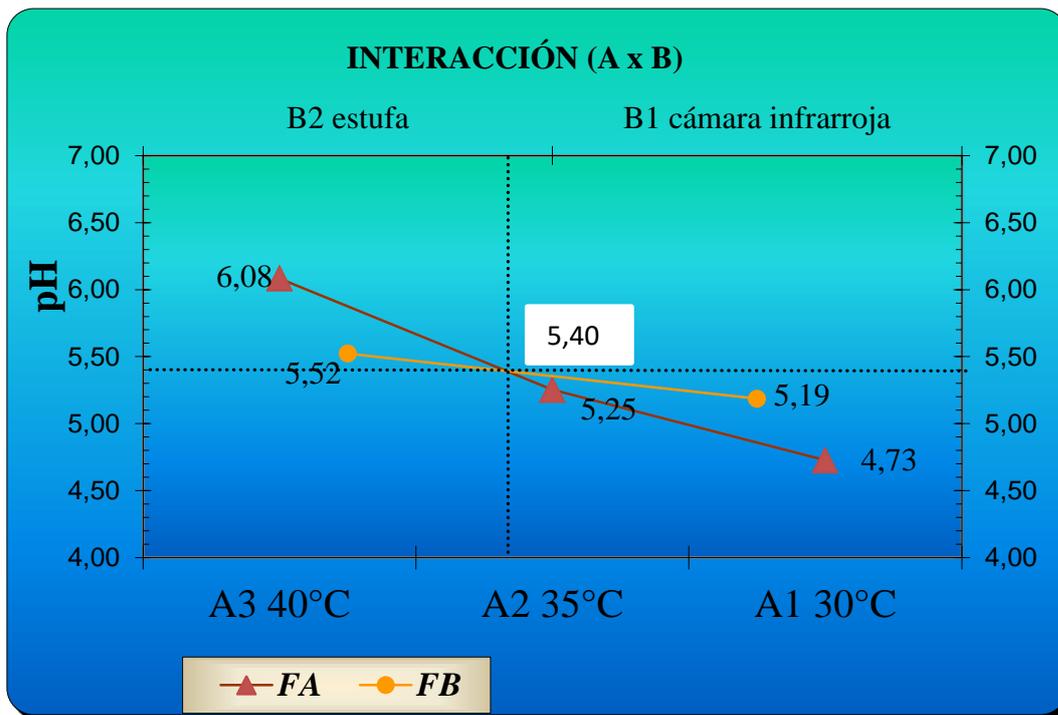
En la prueba de significación DMS, se puede observar que a 35°C (factor A2) y 30°C (factor A1) presenta la menor cantidad y le corresponde el rango “b”, lo que significa que estos niveles de temperatura son aceptables en el producto ya que se muestra un tubérculo apetecible para el degustador con buena apariencia.

Tabla 66. Prueba de significación DMS para el factor B (Método).

FACTOR B	MEDIA	RANGO
B2	5,52	A
B1	5,19	B

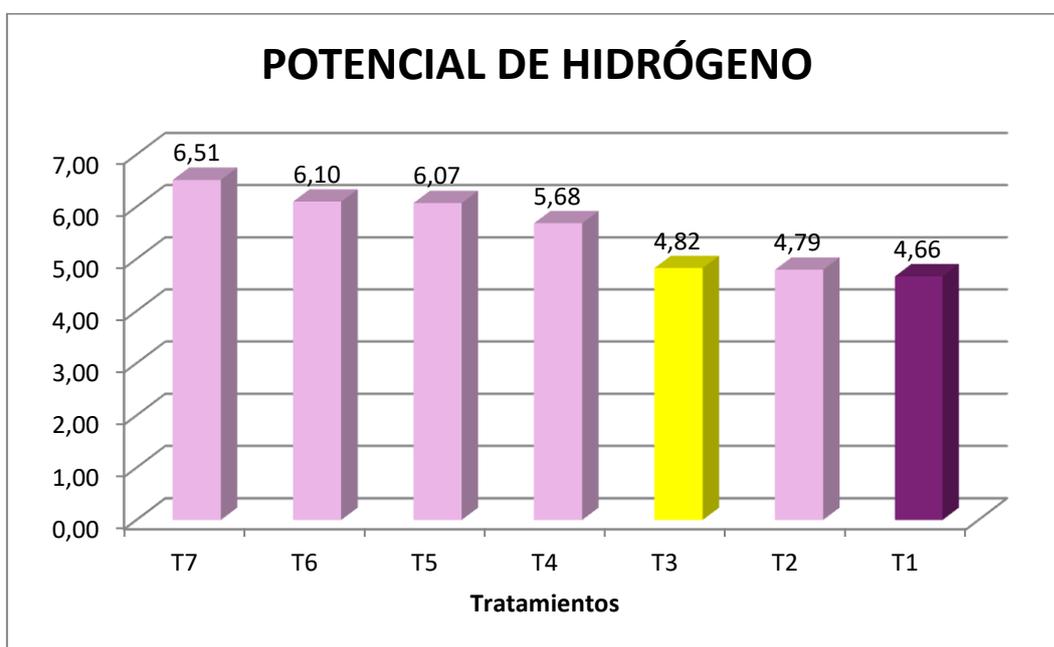
En la prueba de significación DMS, se puede observar que al madurar en la cámara infrarroja (**factor B1**) tiene la menor media y le corresponde el rango “**b**”, lo que significa que este método utilizado es aceptable ya que el tubérculo se mantiene con una buena apariencia.

Gráfico 23. Efecto de la interacción de pH entre los factores.



En el gráfico 23 se observa, que el punto de interacción entre los factores A (Temperatura) y B (Método de maduración) en los pH del producto terminado es de 5,40. Por lo que este valor interactúa entre el factor A2 (35°C) y B2 (estufa).

**Gráfico 24. Comportamiento de las medias de pH por efecto de la temperatura y método de maduración**



El gráfico 24 muestra que al madurar la oca a 30°C en la cámara infrarroja (T1), estufa (T2) y cámara infrarroja a 35°C (T3) arrojaron el menor valor de pH en el producto final.

En la presente investigación se obtuvo valores que van entre 6,51 y 4,82 en pH, los cuales se relacionan con la investigación de (Palate, 2013) las ocas sometidas a maduración presentan valores que tienden a subir con el tiempo. En el caso concreto de 3 días los pH han sido 4,95 a 35 °C, 4,96 a 42 °C y 5,68 a 50 °C.

Los valores de pH bajos en la cámara infrarroja indican que la oca es menos propensa al desarrollo y ataque de microorganismos en la corteza, mientras que cuando el valor de pH es alto en la estufa es más propensa al desarrollo y ataque de microorganismos como hongos. En consecuencia las ocas maduras a 30°C y 35°C en la cámara infrarroja tendrán un menor ataque microbiológico en la corteza.

#### 4.3.6. Análisis de la variable peso final en Oca

Tabla 67. Cantidad de peso final en oca madura y fresca (testigo) g.

N°	Trat.	REPETICIONES			ΣTrat	Media
		I	II	III		
T1	A1B1	31,00	30,00	29,00	90,00	30,00
T2	A1B2	28,00	27,00	28,00	83,00	27,67
T3	A2B1	20,00	21,00	22,00	63,00	21,00
T4	A2B2	20,00	19,00	18,00	57,00	19,00
T5	A3B1	16,00	16,00	15,00	47,00	15,67
T6	A3B2	14,00	13,00	15,00	42,00	14,00
T7	Testigo	35,00	34,00	33,00	102,00	34,00
	ΣRep	164,00	160,00	160,00	<b>484,00</b>	<b>23,05</b>

Tabla 68. Análisis de la varianza – peso final

F de V	Gl.	SC	CM	FC	.05	.01
Total	20	1050,95				
Tratamientos	6	1039,62	173,27	214,04**	3,00	4,82
Factor A	2	601,44	300,72	371,48**	3,89	6,93
Factor B	1	18,00	18,00	22,24**	4,75	9,33
Inter. AxB	2	0,33	0,17	0,21 <sup>NS</sup>	3,89	6,93
T vs. Resto	1	419,84	419,84	518,63**	4,75	9,33
E. Exp	14	11,33	0,81			

CV= 3,90 %

\*\* : Altamente significativo

NS: No significativo

Realizado el análisis de varianza se detectó alta significación estadística para tratamientos; Temperatura (factor A), método de maduración (factor B) e interacción AxB, no se encontró significación estadística

Por lo tanto, se efectuó pruebas de significación, Tukey al 5% para tratamientos y DMS para el factor A; ya que éstos presentan significación estadística.

**Tabla 69. Prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos: peso final.**

TRATAMIENTOS		MEDIA(g)	RANGO
<b>T7</b>	<b>Testigo</b>	34,00	<b>a</b>
<b>T1</b>	<b>A1B1</b>	30,00	<b>a</b>
<b>T2</b>	<b>A1B2</b>	27,67	<b>a</b>
<b>T3</b>	<b>A2B1</b>	21,00	<b>a</b>
<b>T4</b>	<b>A2B2</b>	19,00	<b>a</b>
<b>T5</b>	<b>A3B1</b>	15,67	<b>b</b>
<b>T6</b>	<b>A3B2</b>	14,00	<b>b</b>

Al observar la tabla 69 existen dos rangos, en el rango “a” se establece el mejor tratamiento, **exposición al solar (T7)** seguido por la **Estufa a 30 °C (T1)** y **cámara infrarroja a 30 °C (T2)**, son los tratamientos que contiene la mayor media en peso final

**Tabla 70. Prueba de significación DMS para el factor A (Temperaturas).**

FACTOR A	T°C	MEDIA(g)	RANGO
<b>A1</b>	<b>30</b>	<b>28,83</b>	<b>a</b>
<b>A2</b>	<b>35</b>	<b>19,67</b>	<b>a</b>
A3	40	14,83	<b>b</b>

En la prueba de significación DMS, se puede observar a 30°C (factor **A1**) y 35°C (**A2**) presenta la mayor media y le corresponde el rango “a”, lo que significa que estos niveles de temperatura son aceptables en el producto.

**Tabla 71. Prueba de significación DMS para el factor B (Método).**

FACTOR B	MÉTODO	MEDIA(g)	RANGO
<b>B1</b>	<b>C. Infrarroja</b>	<b>22,00</b>	<b>a</b>
B2	Estufa	20,22	<b>b</b>

En la prueba de significación DMS, se puede observar en la cámara infrarroja el (factor **B1**) tiene la mayor media y le corresponde el rango “a”.

**Gráfico 25. Comportamiento de las medias de peso final por efecto de la temperatura y método de maduración**



El gráfico 25 muestra en **exposición al sol (T7)** seguido por **cámara infrarroja a 30 °C (T1)**, **estufa a 30 °C (T2)**, son los tratamientos que contiene la mayor media en peso final.

Según (Palate, 2013) la oca presenta una mínima tasa de transpiración, produciendo pérdidas de agua que implica arrugamiento (aspecto envejecido), disminución del peso comercial, afectando a la apariencia, textura y jugosidad del alimento.

El porcentaje de pérdida de peso se incrementa en función al tiempo transcurrido en el proceso de maduración. Por ejemplo a 35°C madurado en 3 días presenta un valor de 3,27 %, a 35 °C madurado en 6 días alcanza un valor de 14,63%.

#### 4.4. Análisis de grados Brix durante la maduración de Jícama

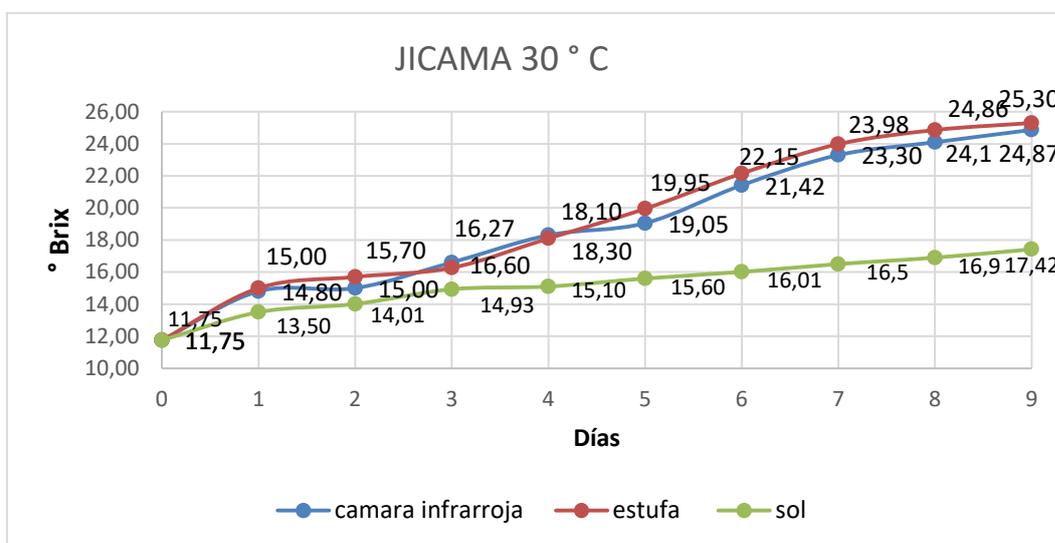
Para visualizar la concentración de los grados Brix en los diferentes métodos, se realizó las siguientes graficas donde se observa la forma que fue aumentando los sólidos solubles durante cada día.

**Tabla 72. Datos de maduración de la jícama a 30°C.**

Día	Cámara infrarroja	Estufa	Sol
0	11,75	11,75	11,75
1	14,80	15,00	13,50
2	15,00	15,70	14,01
3	16,60	16,27	14,93
4	18,30	18,10	15,10
<b>5</b>	<b>19,05</b>	<b>19,95</b>	<b>15,60</b>
6	21,42	22,15	16,01
7	23,30	23,98	16,50
8	24,10	24,86	16,90
9	24,87	25,30	17,42

Se obtuvo los datos de 9 días donde se observa que va aumentando los sólidos solubles, sin embargo, la jícama presentaba daños físicos desde los 6 días la corteza de la jícama es una cáscara bastante delgada y muy adherida a la pulpa que al pasar los días de maduración esta corteza tuvo una apariencia muy arrugada.

**Gráfico 26. Concentración de sólidos solubles en jícama a 30°C**



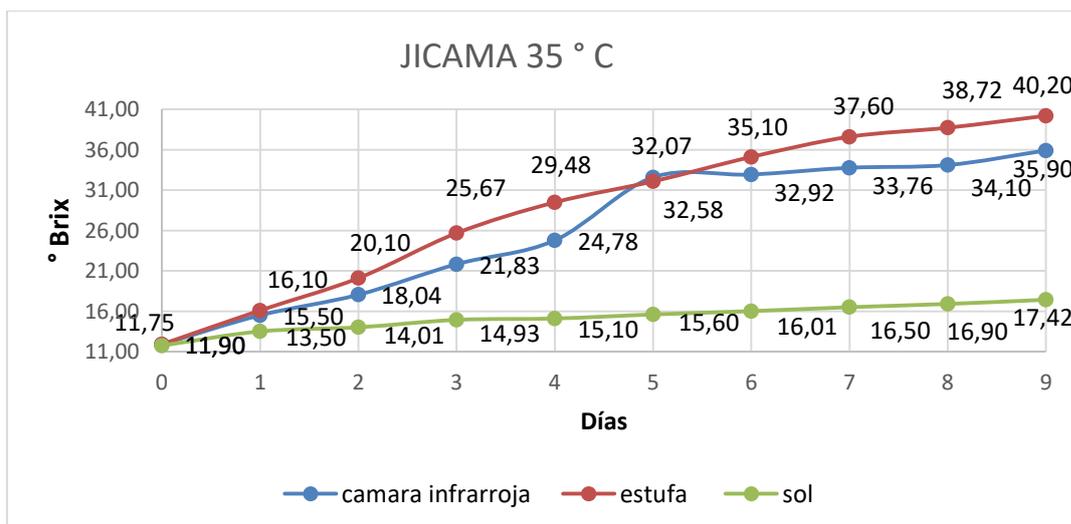
En la gráfica 26 se visualiza la concentración de los grados brix en los diferentes métodos, siendo el más eficiente la estufa seguido por cámara infrarroja y al final el sol.

**Tabla 73. Datos de maduración de la jícama a 35°C.**

Día	Cámara infrarroja	Estufa	Sol
0	11,90	11,90	11,75
1	15,50	16,10	13,50
2	18,04	20,10	14,01
3	21,83	25,67	14,93
4	24,78	29,48	15,10
5	<b>32,58</b>	<b>32,07</b>	<b>15,60</b>
6	32,92	35,10	16,01
7	33,76	37,60	16,50
8	34,10	38,72	16,90
9	35,90	40,20	17,42

Se obtuvo los datos de 9 días donde se observa que va aumentando los sólidos solubles, sin embargo, la jícama presentaba daños físicos desde los 6 días. En la estufa se obtiene más concentración de sólidos y en la exposición al sol en el día 9 no fue muy altos los grados Brix pero su apariencia se conserva aceptable.

**Gráfico 27. Concentración de sólidos solubles en oca a 35°C**



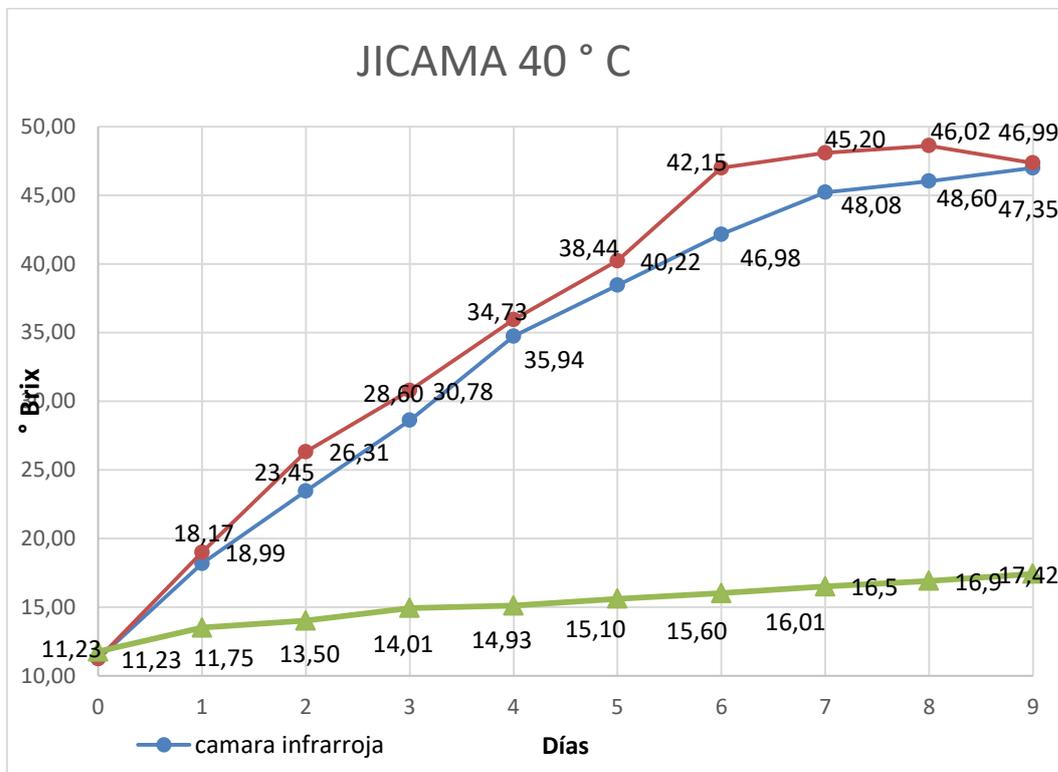
En la gráfica 27 se visualiza la concentración de los grados Brix en los diferentes métodos, siendo el más eficiente la estufa seguido por cámara infrarroja y al final el sol.

**Tabla 74. Datos de maduración de la jícama a 40°C.**

Día	Cámara infrarroja	Estufa	Sol
0	11,23	11,23	11,75
1	18,17	18,99	13,50
2	23,45	26,31	14,01
3	28,60	30,78	14,93
4	34,73	35,94	15,10
<b>5</b>	<b>38,44</b>	<b>40,22</b>	<b>15,60</b>
6	42,15	46,98	16,01
7	45,20	48,08	16,50
8	46,02	48,60	16,90
9	46,99	47,35	17,42

Se obtuvo los datos de 9 días donde se observa que va aumentando los sólidos solubles, sin embargo, la jícama presentaba daños físicos desde día 6, además existe una tendencia bajar los grados Brix.

**Gráfico 28. Concentración de sólidos solubles en jícama a 40°C**



En la gráfica 28 se visualiza la concentración de los grados Brix en los diferentes métodos, siendo el más eficiente la estufa seguido por la cámara infrarroja y al final el sol.

Sin embargo se observa que existe una tendencia a bajar desde el día 6, además se observó daños físicos de las jícamas debido a la temperatura y tiempo.

#### 4.5. Análisis de grados Brix durante la maduración de Oca

La concentración de los grados Brix en los diferentes métodos, en las siguientes graficas se observa el incremento diario del contenido de los sólidos solubles

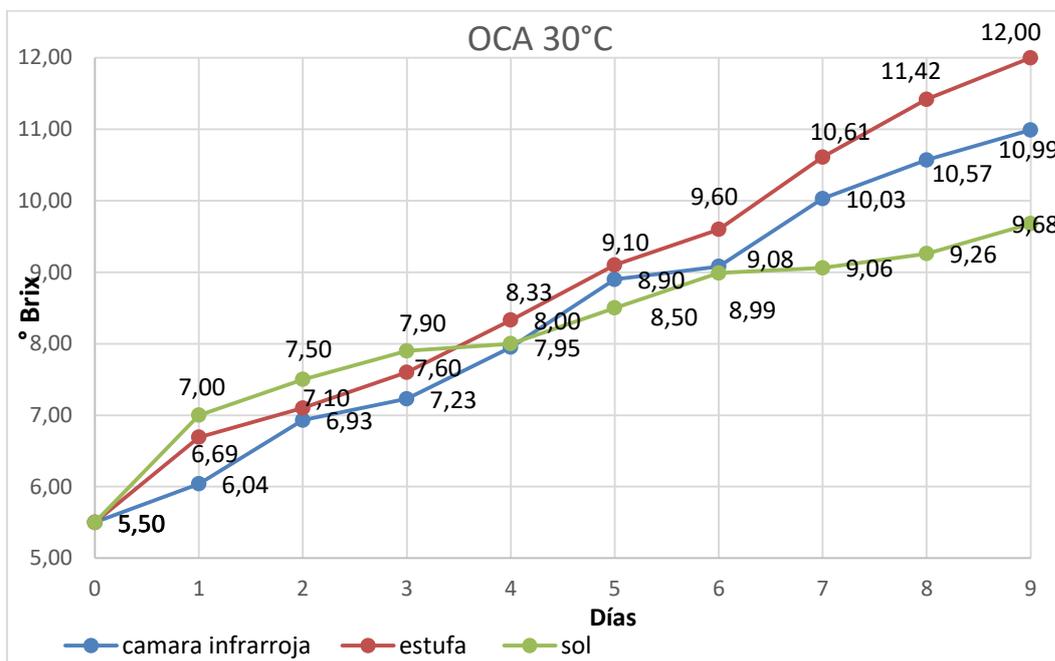
**Tabla 75. Datos de maduración de la oca a 30°C.**

Día	Cámara infrarroja	Estufa	Sol
0	5,50	5,50	5,50
1	6,04	6,69	7,00
2	6,93	7,10	7,50
3	7,23	7,60	7,90
4	7,95	8,33	8,00
5	8,90	9,10	8,50
6	9,08	9,60	8,99
7	10,03	10,61	9,06
8	10,57	11,42	9,26
9	10,99	12,00	9,68

Se obtuvo los datos de 9 días donde se observa que va aumentando los sólidos solubles, sin embargo, la oca presentaba daños físicos desde los 6 días.

Los grados Brix a esta temperatura no tienen mucha variación entre los dos métodos y el testigo.

**Gráfico 29. Concentración de sólidos solubles en oca a 30°C**



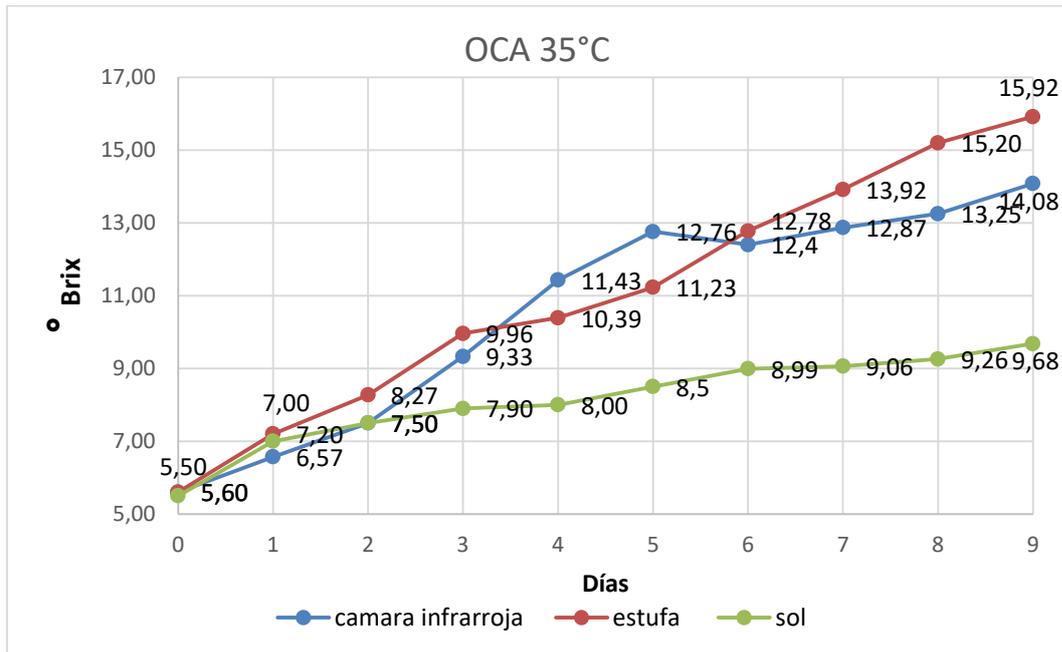
En la gráfica 29 se visualiza la concentración de los grados Brix en los diferentes métodos, siendo el más eficiente la estufa seguido por cámara infrarroja y al final el sol.

**Tabla 76. Datos de maduración de la oca a 35°C.**

Día	Cámara infrarroja	Estufa	Sol
0	5,60	5,60	5,50
1	6,57	7,20	7,00
2	7,50	8,27	7,50
3	9,33	9,96	7,90
4	11,43	10,39	8,00
5	12,76	11,23	8,50
6	12,40	12,78	8,99
7	12,87	13,92	9,06
8	13,25	15,20	9,26
9	14,08	15,92	9,68

Se obtuvo los datos de 9 días donde se observa que va aumentando los sólidos solubles, sin embargo, la oca presentaba daños físicos desde los 5 días.

**Gráfico 30. Concentración de sólidos solubles en oca a 35°C**



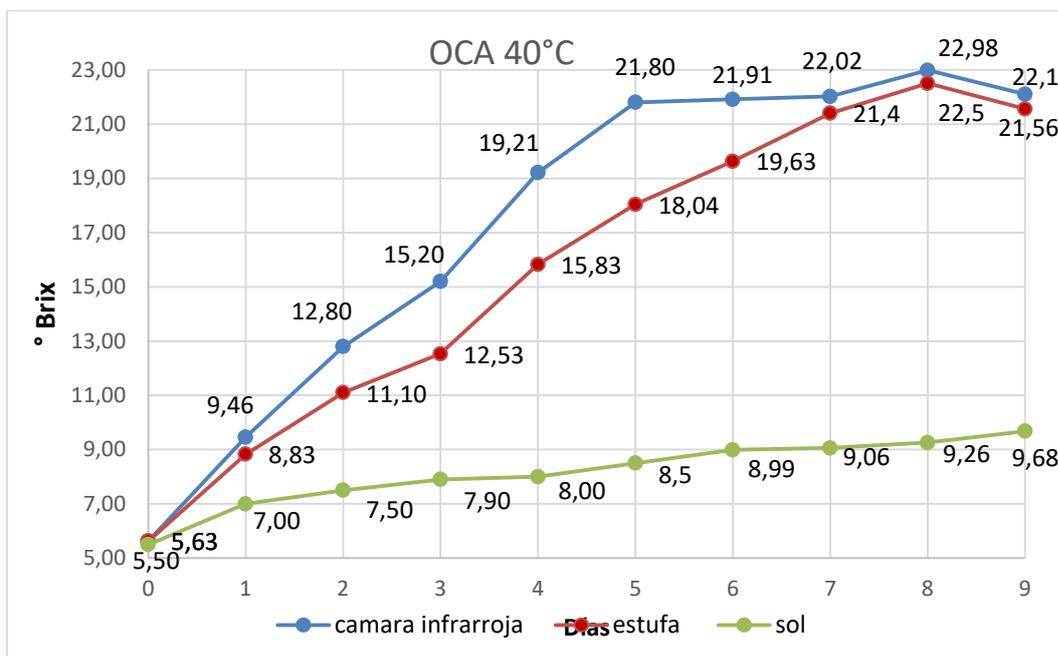
En la gráfica 30 se visualiza la concentración de los grados Brix en los diferentes métodos, siendo el más eficiente la estufa seguido por cámara infrarroja y al final el sol. Se observa que no existe mucha variación entre los métodos estufa y cámara infrarroja.

**Tabla 77. Datos de maduración de la oca a 40°C.**

Día	Cámara infrarroja	Estufa	Sol
0	5,63	5,63	5,50
1	9,46	8,83	7,00
2	12,80	11,10	7,50
3	15,20	12,53	7,90
4	19,21	15,83	8,00
5	21,80	18,04	8,50
6	21,91	19,63	8,99
7	22,02	21,40	9,06
8	22,98	22,50	9,26
9	22,10	21,56	9,68

Se obtuvo los datos de 9 días donde se observa que va aumentando los sólidos solubles, sin embargo, la concentración es mayor en estufa y cámara infrarroja en comparación con el testigo.

**Gráfico 31. Concentración de sólidos solubles en oca a 40°C**



En la gráfica 31 se visualiza la concentración de los grados Brix en los diferentes métodos, siendo el más eficiente la cámara infrarroja seguida por la estufa y al final el sol. Sin embargo se observa que existe una tendencia a bajar desde el día 5, sumado a esto son los daños de las ocas debido a la temperatura y tiempo.

#### **4.6. ANÁLISIS NO PARAMÉTRICOS**

Se evaluó las características físico-químicas y sensoriales de los tubérculos maduros con los dos métodos artificiales y el testigo mediante pruebas sensorial de aceptabilidad y descriptiva.

##### **4.6.1. Evaluación sensorial de aceptabilidad**

El análisis sensorial del producto terminado, se efectuó con el fin de evaluar las características organolépticas como: color, olor, sabor y textura; y así determinar los tres mejores tratamientos según la aceptabilidad del panel degustador, el mismo que estuvo conformado por doce personas.

Para determinar si existe o no significación estadística en las variables de la evaluación sensorial, se realizó el análisis de FRIEDMAN al 5 %.

$$X^2 = \frac{12}{b.t(t+1)} \Sigma R^2 - 3b(t + 1) \quad (7)$$

Donde

**b** = Número de panelistas

**R** = Rangos

**t** = Tratamientos

**Tabla 78. Análisis de FRIEDMAN para las variables de la evaluación sensorial en Jícama**

VARIABLE	VALOR CALCULADO X <sup>2</sup>	VALOR TABULAR X <sup>2</sup> (5%)	SIGN.	MEJORES TRATAMIENTOS
COLOR	41,87	14,07	*	T3 – T5 – T4
AROMA	17,93	14,07	*	T3 – T5 – T6
SABOR DULCE	40,57	14,07	*	T3 – T5 – T6
TEXTURA	48,96	14,07	*	T3 – T2 – T1
$\Sigma$				<b>4T3; 3T5; 2T6</b>

Como se puede apreciar en el análisis de FRIEDMAN para las variables de la evaluación sensorial, el color, aroma, sabor y textura tuvieron significación

estadística; es decir que para el panel degustador estas variables fueron diferentes. Y los tres mejores tratamientos son: **(T3)** madurado en **cámara infrarroja a 35°C**, **T5** madurado en **cámara infrarroja a 40°C** y **T6** madurado en **estufa a 40°C**

En esta investigación los tratamientos **T5** y **T6** se desprecian porque tiene daños físicos evidentes también pueden influir en la calidad de la apariencia de las raíces tuberosas. Los defectos físicos incluyen la deshidratación y el marchitamiento; daños mecánicos tales como perforaciones, cortes, rajaduras y deterioro de la piel.

Las enzimas que están presentes en todos los alimentos frescos, son sustancias catalizadoras que favorecen la degradación y los cambios químicos que afectan, en especial, la textura y el sabor. No hay ningún método de conservación que ofrezca protección frente a todos los riesgos posibles durante un periodo ilimitado de tiempo de los alimentos (Hernández, 2009).

Se elige como mejor tratamiento al **T3 (35°C + cámara infrarroja)** por que los tubérculos mantienen una apariencia aceptable para el degustador.

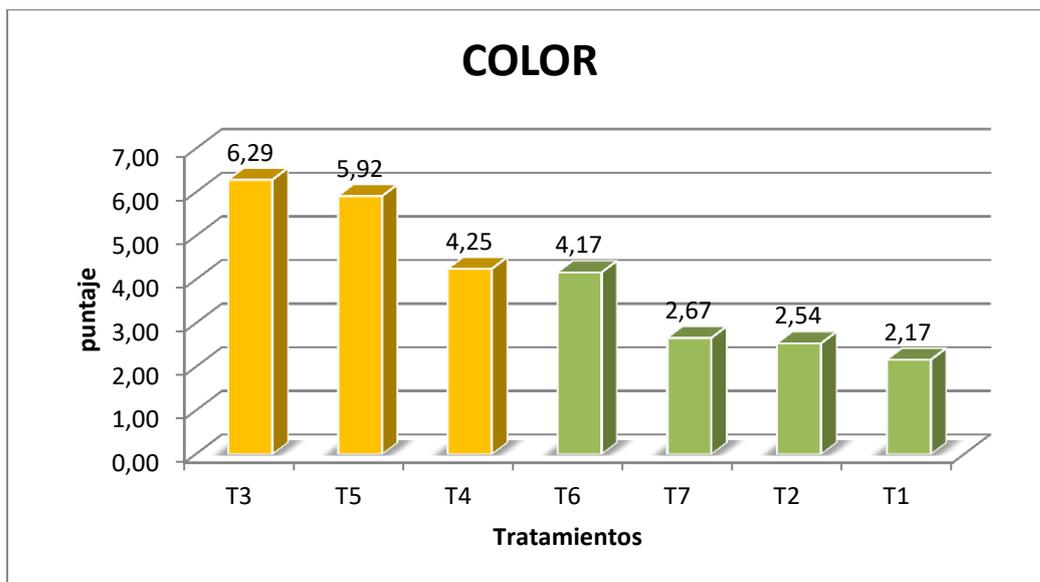
Según la investigación de (Palate, 2013) "Estudio del efecto de la temperatura y el tiempo en las características físico-químicas y sensoriales de la oca (*Oxalis tuberosa*) durante su maduración" manifiesta en su estudio que las respuestas sensoriales: color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad correspondientes a los 12 tratamientos y con 2 réplicas, deduciendo que los mejores tratamientos resultaron ser: 6 días a 35 °C y 50°C comparando con nuestra investigación resultaron ser a 35°C y 40°C.

El tratamiento 6 días 50 °C se desprecia debido a la existencia de daños físicos lo que produce una mala apariencia y firmeza en la oca como en nuestra investigación se desprecia la maduración a 40 °C.

El parámetro de calidad que contribuye a la primera impresión del producto alimentario es su apariencia visual, determinada por el color y la forma. Sólo en segundo lugar, cuando el alimento se ha evaluado con los ojos y juzgado seguro para comer, éste se valora a través de otros sentidos al saborearse, paladearse y olerse, momento en que otros componentes de la calidad sensorial, sabor y textura, se convierten en criterios de valoración.

Además el producto puede ser rechazado si la impresión visual que nos produce no coincide con el estándar al que estamos acostumbrados. La cualidad del color acusa especialmente este fenómeno de rechazo. (Hernández, 2009)

**Gráfico 32. Comportamiento de las medias del análisis de Friedman en jícama-Color**



En el gráfico 32 se aprecia que según las medias de los rangos los mejores tratamientos son (T3) madurado a 35°C en cámara infrarroja, (T4) madurado a 35°C en estufa y (T5) madurado a 40°C en cámara infrarroja

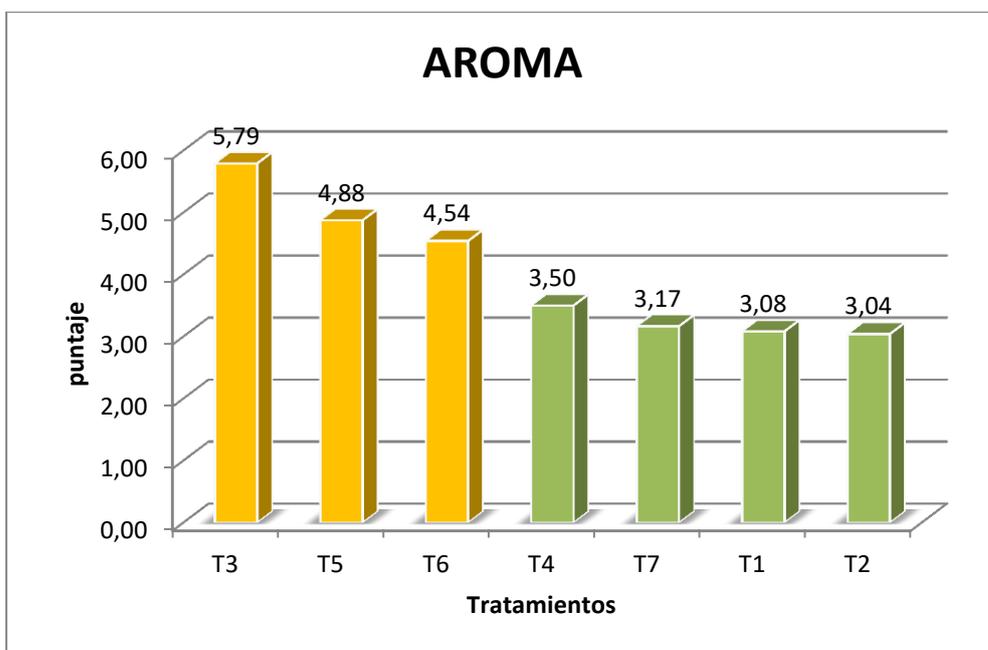
La aplicación de tiempo y temperatura, cambia las características de la superficie de los alimentos y por tanto su color y reflectancia. Los cambios químicos

experimentados por los pigmentos derivados, el caroteno y la clorofila, están producidos por el calor y la oxidación que tiene lugar durante la deshidratación. Por lo general, cuanto más largo es el proceso de endulzamiento y más elevada la temperatura, mayores son las pérdidas de estos pigmentos. Por otra parte, la oxidación y la actividad enzimática residual favorecen el desarrollo del empardeamiento durante su almacenamiento (FAO, 1991).

El parámetro de calidad que contribuye a la primera impresión del producto alimentario es su apariencia visual, determinada por el color y la forma.

El color y su uniformidad son dos de las principales características que determinan la calidad de un fruto u hortaliza y se utiliza frecuentemente como un índice de frescura, palatabilidad y valor nutritivo del producto ya que se relaciona con la intensidad del sabor y la dulzura, siendo el más importante en la aceptabilidad del producto (Hernández, 2009).

**Gráfico 33. Comportamiento de las medias del análisis de Friedman en Jícama- Aroma**

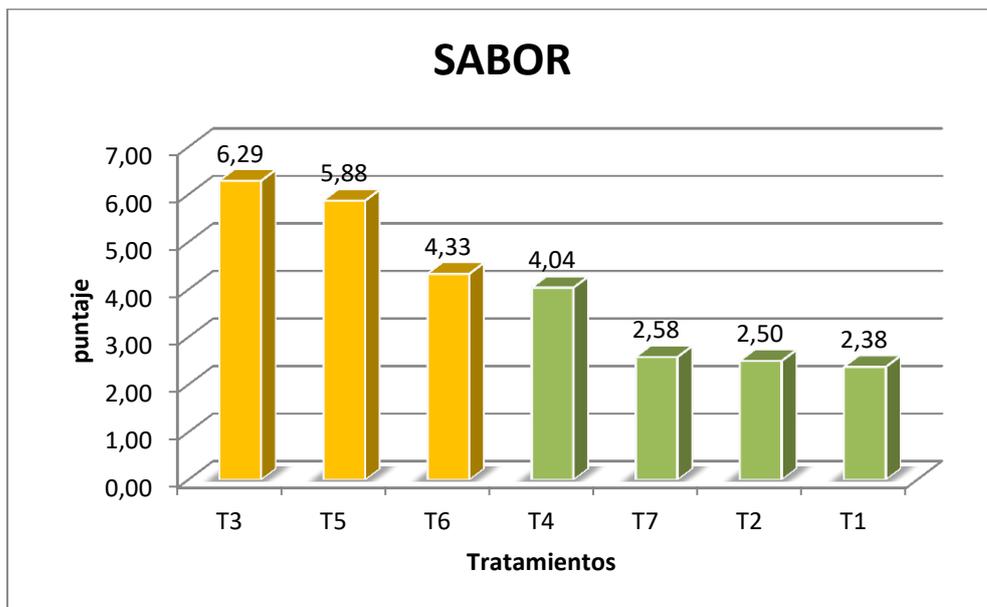


Según el gráfico 33 se aprecia que de acuerdo con las medias de los rangos los mejor tratamientos son (T3) madurado a 35°C en cámara infrarroja, (T5) madurado 40°C en cámara infrarroja y (T6) madurado 40°C en estufa.

El calor no solo provoca el paso del agua a vapor durante el endulzamiento, sino también la pérdida de algunos componentes volátiles del alimento. La intensidad con la que esta pérdida se produce depende de las temperaturas y de las concentraciones de sólidos en el alimento, así como en la presión de vapor de las sustancias volátiles y su solubilidad en el vapor de agua. Un adecuado control de las condiciones de deshidratación en las primeras fases del proceso, permite reducir al mínimo estas pérdidas (FAO, 1991).

Cuando el alimento se ha evaluado con los ojos y juzgado seguro para comer, éste se valora a través de otros sentidos al saborearse y el aroma del alimento. (Hernández, 2009)

**Gráfico 34. Comportamiento de las medias del análisis de Friedman en Jícama- Sabor**

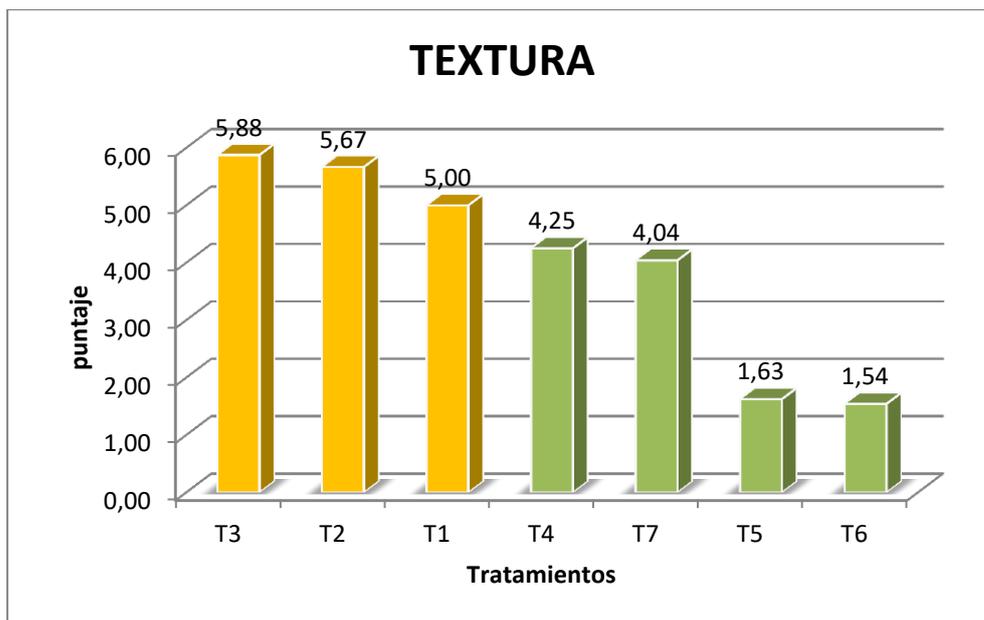


Según el gráfico 34 se aprecia que de acuerdo con las medias de los rangos los mejor tratamientos son **(T3)** madurado a 35°C en cámara infrarroja, **(T5)** madurado 40°C en cámara infrarroja y **(T6)** madurado 40°C en estufa.

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

Cuando el alimento se ha evaluado con los ojos y juzgado seguro para comer, éste se valora a través de otros sentidos al saborearse y el aroma del alimento.

**Gráfico 35. Comportamiento de las medias del análisis de Friedman en Jícama-  
Textura**



Según el gráfico 35 se aprecia que de acuerdo con las medias de los rangos los mejor tratamientos son **(T3)** madurado a 35°C en cámara infrarroja, **(T2)** madurado a 30°C en estufa y **(T1)** madurado a 30°C en cámara infrarroja

La temperatura y la velocidad de maduración ejercen un efecto determinante sobre la textura de los alimentos. Por lo general, las velocidades de maduración rápidas y las

temperaturas más elevadas provocan mayores cambios, que velocidades de maduración más lentas y temperaturas más bajas.

Durante la maduración de la fruta uno de los cambios más notables es el ablandamiento, que está relacionado con las alteraciones bioquímicas de la pared celular, de la lámina media y a niveles de la membrana. A pesar de que dicha manifestación se ha atribuido a enzimas tales como poligalacturonasas y Pectinmetilesterasas, el mecanismo preciso todavía es incierto (Hernández, 2009).

**Tabla 79. Análisis de FRIEDMAN para las variables de la evaluación sensorial en Oca**

VARIABLE	VALOR CALCULADO X <sup>2</sup>	VALOR TABULAR X <sup>2</sup> (5%)	SIGN.	MEJORES TRATAMIENTOS
COLOR	24,00	14,07	*	T3 – T4 – T5
AROMA	16,88	14,07	*	T3 – T5 – T4
SABOR DULCE	48,11	14,07	*	T3 – T5 – T7
TEXTURA	44,18	14,07	*	T3 – T2 – T1
	$\Sigma$			<b>4T3; 2T5; 1T7</b>

Mediante el análisis de FRIEDMAN se puede apreciar que las variables de la evaluación sensorial, el color, aroma, sabor y textura tuvieron significación estadística; es decir que para el panel degustador estas variables fueron diferentes; los tres mejores tratamientos son: (T3) madurado a 35°C en cámara infrarroja, (T5) madurado 40°C en cámara infrarroja y (T7) (Exposición al sol).

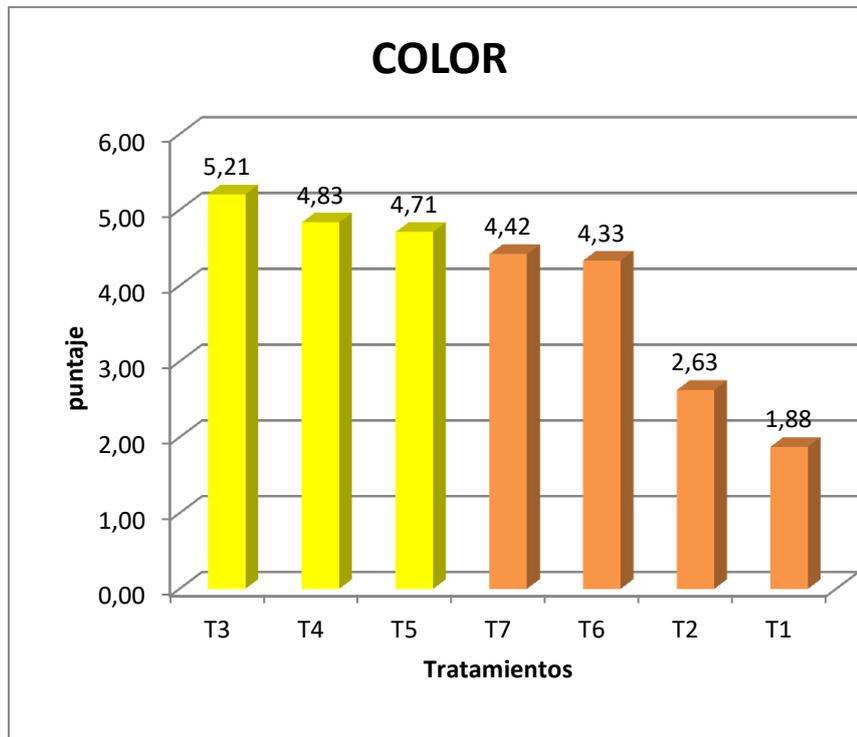
En esta investigación el tratamiento **(T5)** madurado 40°C en cámara infrarroja se desprecia porque tiene daños físicos evidentes también pueden influir en la calidad de la apariencia de los tubérculos. Los defectos físicos incluyen la deshidratación y el marchitamiento; daños mecánicos tales como perforaciones, cortes, rajaduras y deterioro de la piel.

Se elige como mejor tratamiento al **(T3)** madurado a 35°C en cámara infrarroja por que los tubérculos mantienen la apariencia visual aceptable para el degustador.

El parámetro de calidad que contribuye a la primera impresión del producto alimentario es su apariencia visual, determinada por el color y la forma. Sólo en segundo lugar, cuando el alimento se ha evaluado con los ojos y juzgado seguro para comer, éste se valora a través de otros sentidos al saborearse, paladearse y olerse, momento en que otros componentes de la calidad sensorial, sabor y textura, se convierten en criterios de valoración. Además el producto puede ser rechazado si la impresión visual que nos produce no coincide con el estándar al que estamos acostumbrados. La cualidad del color acusa especialmente este fenómeno de rechazo (Hernández, 2009).

Según el estudio realizado por (Palate, 2013), las respuestas sensoriales: color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad correspondientes a los 12 tratamientos y con 2 réplicas, deduciendo que los mejores tratamientos resultaron ser: 6 días - 35 °C y 50°C El tratamiento 6 días -50 °C se desprecia debido a la existencia de daños físicos lo que produce una mala apariencia y firmeza en la oca.

**Gráfico 36. Comportamiento de las medias del análisis de Friedman en Oca - Color**



En la gráfica 36 se muestra la variabilidad del comportamiento de las medias en los diferentes tratamientos, encontrándose los mejores tratamientos (**T3**) madurado a 35°C en cámara infrarroja, (**T4**) madurado a 35°C en estufa y (**T5**) madurado a 40°C en cámara infrarroja

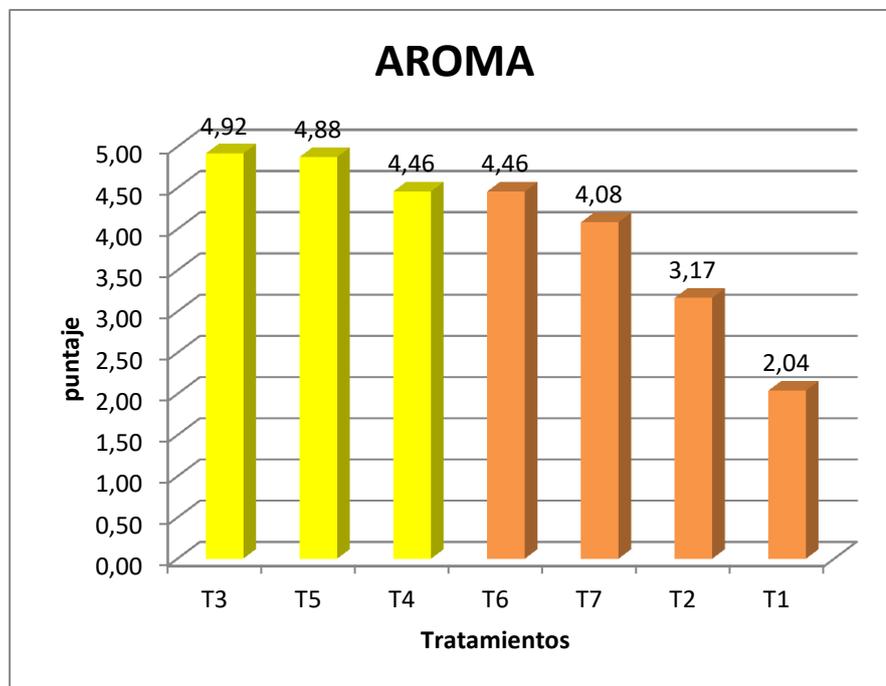
Se determina que **T3** es el mejor tratamiento ya que la pulpa se tornó amarilla con apariencia apetecible para el degustador.

Los cambios de color en frutas y vegetales pueden tener orígenes diferentes. La disminución de la pigmentación verde hacia colores amarillos (Hernández, 2009)

Según (Palate, 2013) en su investigación "Estudio del efecto de la temperatura y el tiempo en las características físico-químicas y sensoriales de la oca (*Oxalis tuberosa*) durante su maduración."

manifiesta que para el atributo color los catadores calificaron ocas provenientes del mejor tratamiento para ocas tratadas a 35 °C por 6 días.

**Gráfico 37. Comportamiento de las medias del análisis de Friedman en Oca- Aroma**

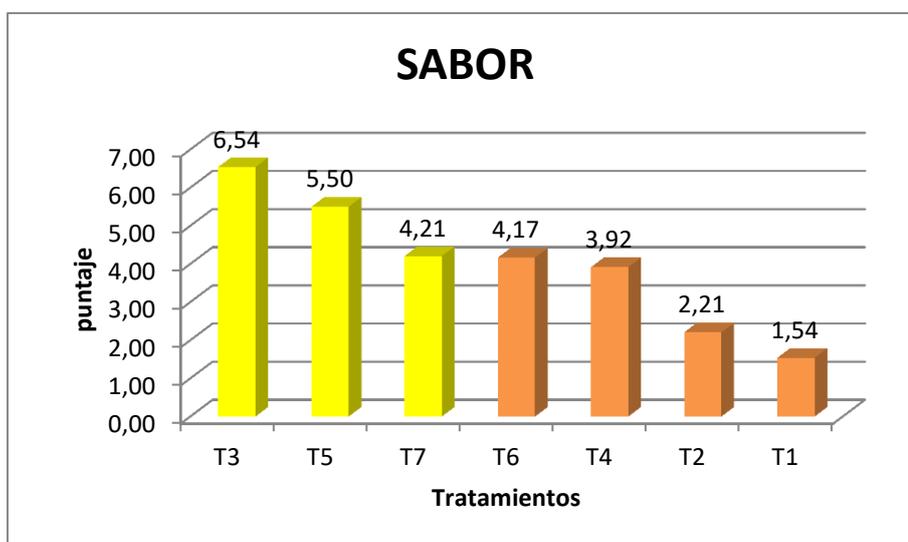


En la gráfica 37 podemos observar el cuadro de medias, que demuestra como mejores tratamientos (**T3**) madurado a 35°C en cámara infrarroja, (**T5**) madurado a 40°C en cámara infrarroja y (**T4**) madurado a 35°C en estufa

El **T3** es mejor tratamiento con un aroma oca apetecible para el degustador con un valor de 4,92 puntos al mejor tratamiento

En la investigación de (Palate J. , 2012), indicó que los valores con los cuales los catadores calificaron el aroma de la oca provenientes del mejor tratamiento (a3b0), los valores promedio son: 3,50 puntos para las ocas maduras sin tratamiento y 3,76 puntos para ocas tratadas a 35 °C por 6 días equivalente a 4/5 puntos presentando la oca un buen aroma muy apetecible por el consumidor.

**Gráfico 38. Comportamiento de las medias del análisis de Friedman en Oca - Sabor**



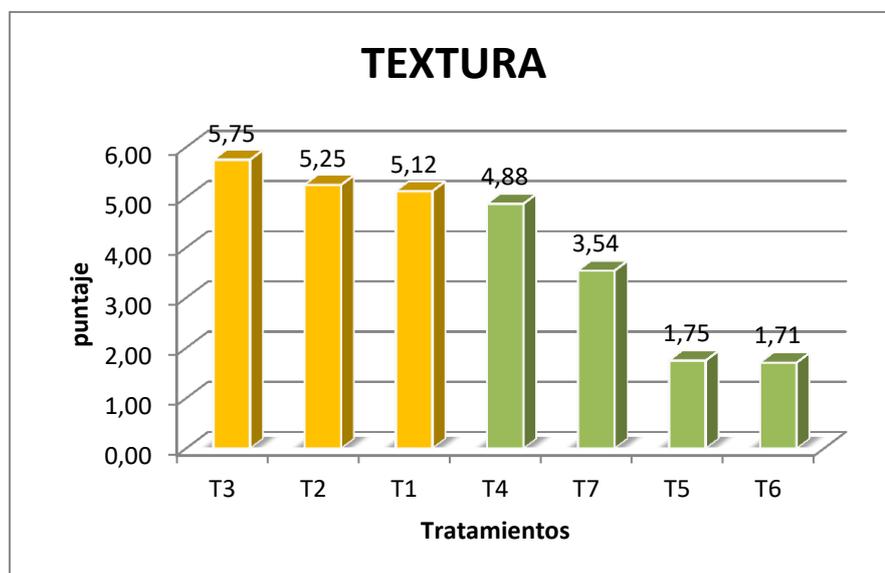
En la gráfica 38 podemos observar el cuadro de medias, que demuestra como mejores tratamientos (**T3**) madurado a 35°C en cámara infrarroja, (**T5**) madurado a 40°C en cámara infrarroja y (**T7**) Exposición al sol.

Siendo **T3** el mejor tratamiento para los degustadores por su sabor dulce a oca madurada.

La aceptación por parte del consumidor hacia las frutas está ligado frecuentemente a su apariencia, al sabor innato y a la textura (Hernández, 2009).

Según (Palate, 2013), los resultados de la degustación fueron los valores con los cuales los catadores calificaron el sabor de la oca resultantes del mejor tratamiento, los valores promedio son: 3,56 puntos para las ocas maduras sin tratamiento es decir 4/5 puntos presentando un sabor dulce y 3,62 puntos para ocas tratadas a 35 °C por 6 días es decir 4/5 puntos dando lugar a un sabor dulce, siendo este un atributo muy importante para lograr la aceptabilidad por parte del consumidor. La contribución más importante al sabor es el tiempo de endulzamiento que se somete a las oca, dando lugar a la transformación de los carbohidratos en azúcares.

**Gráfico 39**Comportamiento de las medias del análisis de Friedman en Oca –  
**Textura**



En el gráfico 39 se observa la variabilidad que existe entre tratamientos, siendo los mejores tratamientos (**T3**) madurado a 35°C en cámara infrarroja,(T2) madurado a 30°C en estufa, y T1 madurado a 30°C en cámara infrarroja.

Determinando el mejor tratamiento **T3** al tener una textura crujiente aceptable para los degustadores.

La aceptación por parte del consumidor hacia las frutas está ligado frecuentemente a su apariencia, al sabor innato y a la textura.(Hernández, 2009).

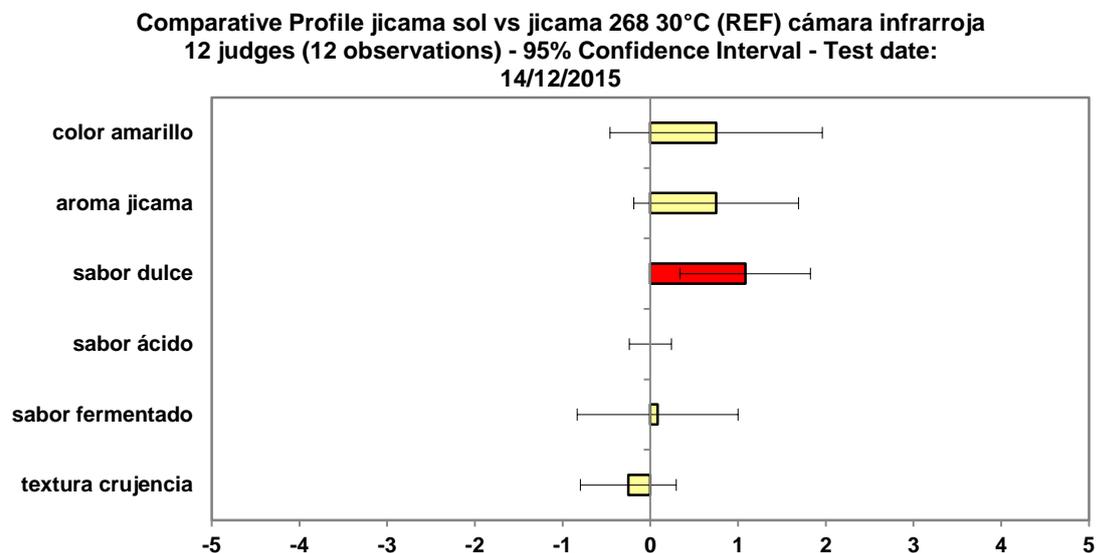
En la investigación según (Palate, 2013)los valores para el atributo textura, la oca del mejor tratamiento (a3b0) presenta un valor promedio de 3,78 puntos equivalente a 3/5 puntos es decir una textura ni dura/ ni blanda es decir que mediante la aplicación de tiempo y temperatura se ha logrado mantener la textura de la oca, pues las ocas sin tratamiento presentan un valor promedio de 3,44 dando lugar a un puntaje de 4/5 punto es decir una textura blanda, esto debido a que las condiciones de maduración inadecuadas alteran las características físicas y sensoriales en especial la textura.

#### 4.6.2. Evaluación sensorial mediante el método descriptivo

Tabla 80. Escala de evaluación sensorial según el método descriptivo

ESCALA	DEFINICIÓN
-5	muchísimo menos intensa que la referencia
-4	mucho menos intensa que la referencia
-3	claramente menos intensa que la referencia
-2	ligeramente menos intensa que la referencia
-1	un poco menos intensa que la referencia
<b>0</b>	<b>REFERENCIA</b>
1	un poco más intensa que la referencia
2	ligeramente más intensa que la referencia
3	claramente más intensa que la referencia
4	mucho más intensa que la referencia
5	muchísimo más intensa que la referencia

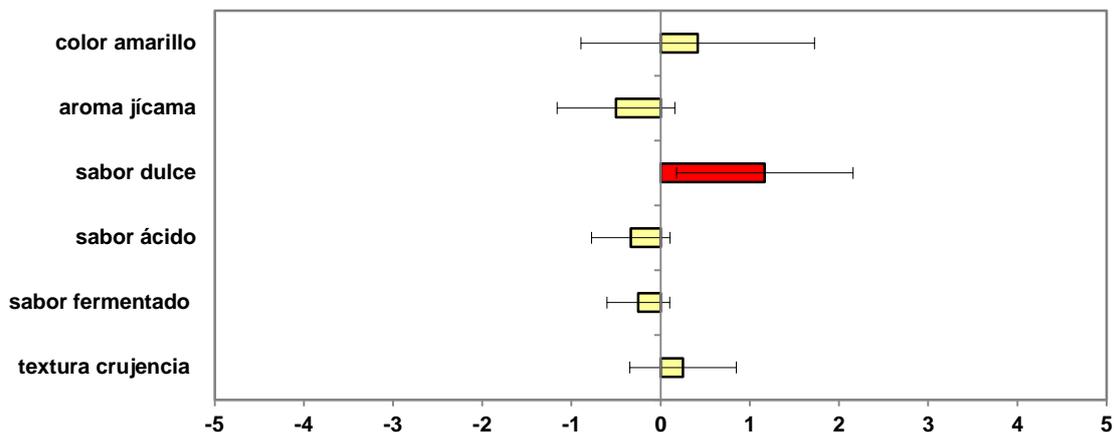
Gráfico 40. Comportamiento del análisis descriptivo T1 jícama madurada a 30°C utilizando cámara infrarroja.



En el gráfico 40 encontramos diferencia significativa en jícama madurada en cámara infrarroja a 30°C (T1), desarrollando un **sabor dulce** un poco más intensa que la referencia.

**Gráfico 41. Comportamiento del análisis descriptivo T2 jícama madurada a 30°C utilizando estufa.**

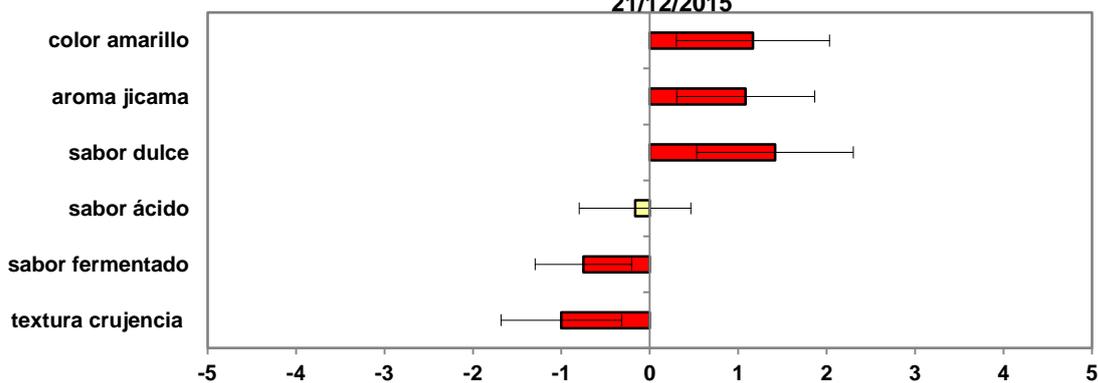
Comparative Profile jicama sol vs jicama 179 30 °C (REF) estufa  
12 judges (12 observations) - 95% Confidence Interval - Test date: 14/12/2015



En el gráfico 41 encontramos una diferencia en jícama madurada en estufa a 30°C (T2), desarrollando un **sabor dulce** un poco más intensa que la referencia (0)

**Gráfico 42. Comportamiento del análisis descriptivo T3 jícama madurada a 35°C utilizando cámara infrarroja.**

Comparative Profile jicama endulzada al sol vs jicama 446 35 (REF) cámara infrarroja  
12 judges (12 observations) - 95% Confidence Interval - Test date: 21/12/2015



## Informe Perfilamiento Comparativo

Fecha del análisis sensorial: 21/12/2015

Jícama madurada artificialmente en cámara infrarroja a 35 °C

Los resultados obtenidos del perfilamiento comparativo con escalas monádicas, se enlistan a continuación:

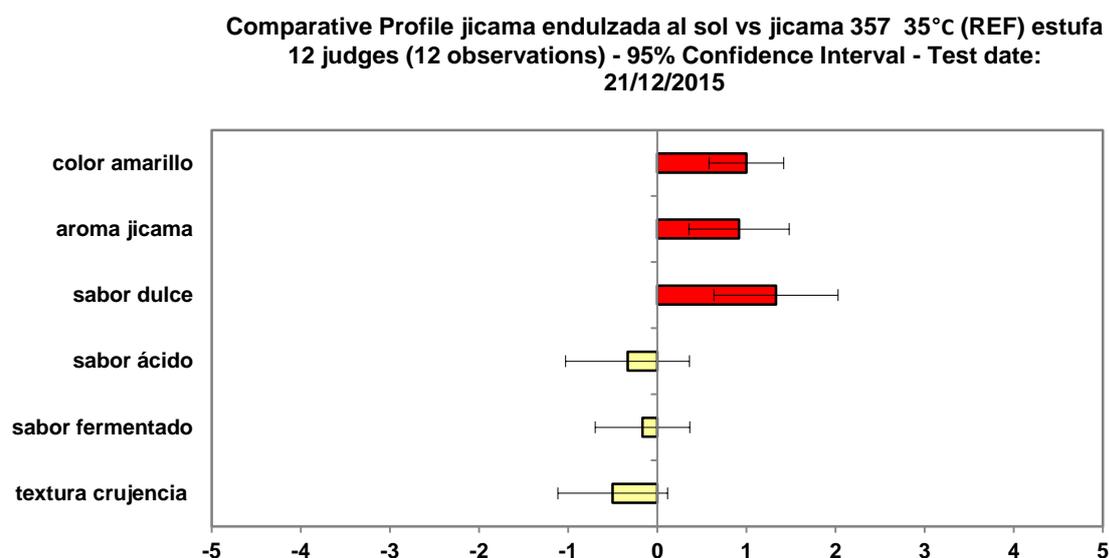
En cuanto al **color amarillo y aroma de jícama** presentan diferencias significativas siendo estas características un poco más intensas respecto a la referencia (0)

En el **sabor dulce** existe diferencia significativa siendo esta característica ligeramente más intensa respecto a la referencia.

El **sabor ácido**, no existe diferencia significativa, siendo este atributo un poco menos intenso que la referencia.

En cuanto al **sabor fermentado, textura crujencia** se ve que existe diferencia significativa siendo estas características un poco menos intensas respecto a la referencia. Adjunto se encuentra el gráfico 42 comparativa de los atributos sensoriales del producto madurado

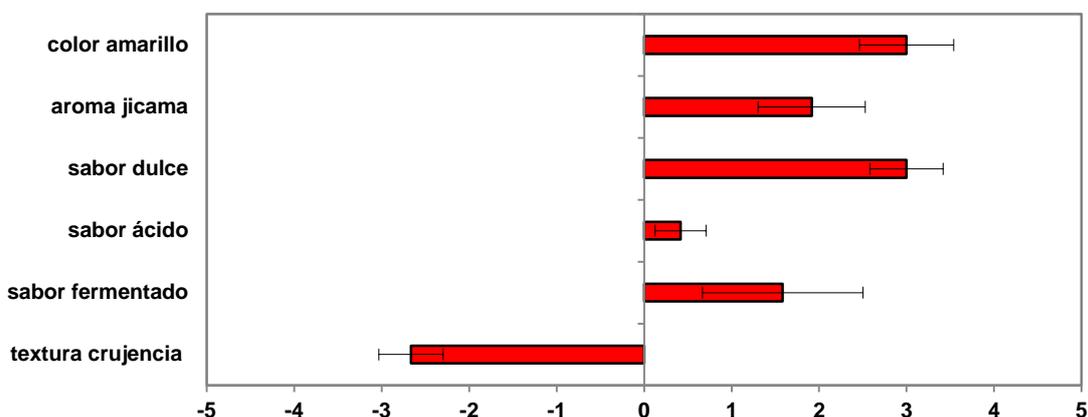
**Gráfico 43. Comportamiento del análisis descriptivo T4 jícama madurada a 35°C utilizando estufa.**



En el gráfico 43 encontramos una diferencia significativa en el **color amarillo, aroma jícama y sabor dulce** un poco más intenso que la referencia.

**Gráfico 44. Comportamiento del análisis descriptivo T5 jícama madurada a 40°C utilizando cámara infrarroja.**

**Comparative Profile jicama endulzada al sol vs 624 jicama 40 (REF) cámara infrarroja**  
12 judges (12 observations) - 95% Confidence Interval - Test date: 25/12/2015



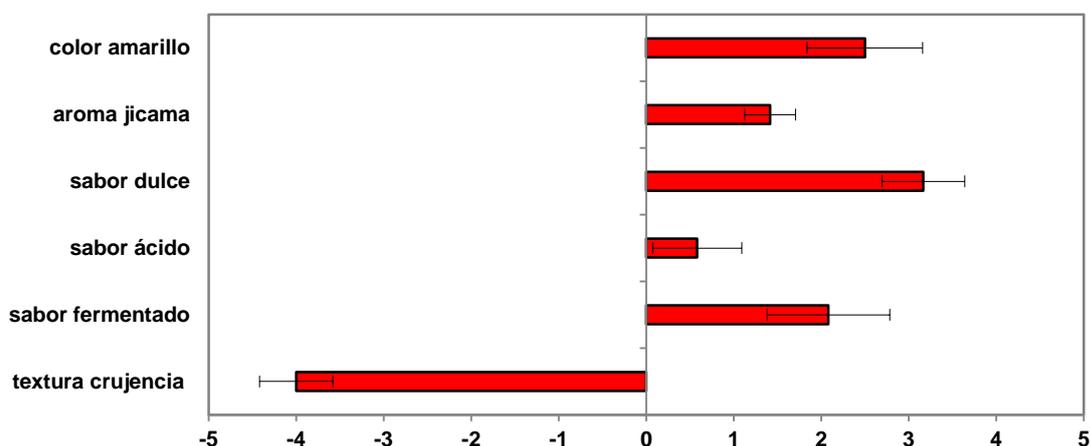
En el gráfico 44 se observa diferencia significativa en el **color amarillo y sabor dulce** claramente más intenso que la referencia (0).

En el **aroma jícama** existe diferencia significativa ligeramente más intensa que la referencia sin embargo en el **sabor ácido y sabor fermentado** existe una diferencia significativa un poco más intensa que la referencia

En la **textura crujiente**, existe una diferencia significativa porque claramente es menos intensa que la referencia.

**Gráfico 45. Comportamiento del análisis descriptivo T6 jícama madurada a 40°C utilizando estufa.**

Comparative Profile jicama endulzada al sol vs 535 jicama 40 °C (REF) estufa  
 12 judges (12 observations) - 95% Confidence Interval - Test date: 25/12/2015



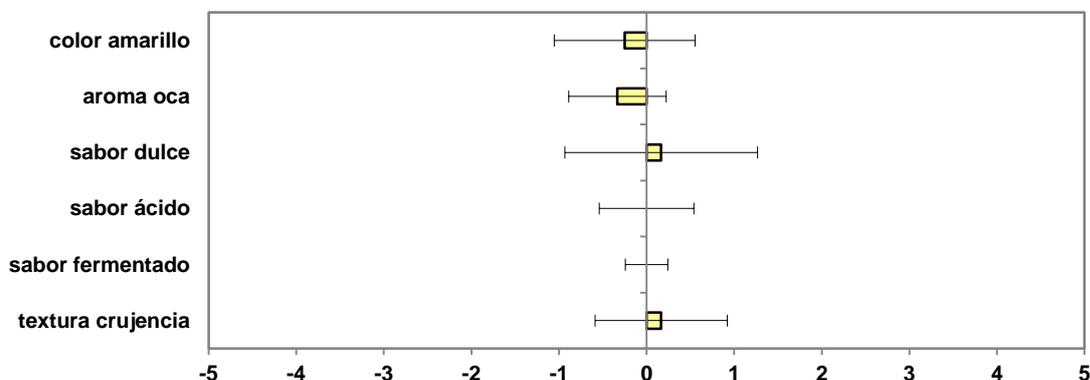
En el gráfico 45 encontramos diferencia significativa en el **color amarillo y sabor fermentado** ligeramente más intensa respecto a la referencia (0)

En el **aromay sabor ácido de la jícama** existe una diferencia significativa un poco más intensa que la referencia

En la **textura crujiente** existe una diferencia significativa porque claramente es mucho menos intensa que la referencia

**Gráfico 46. Comportamiento del análisis descriptivo T1 Oca madurada a 30°C utilizando una cámara infrarroja.**

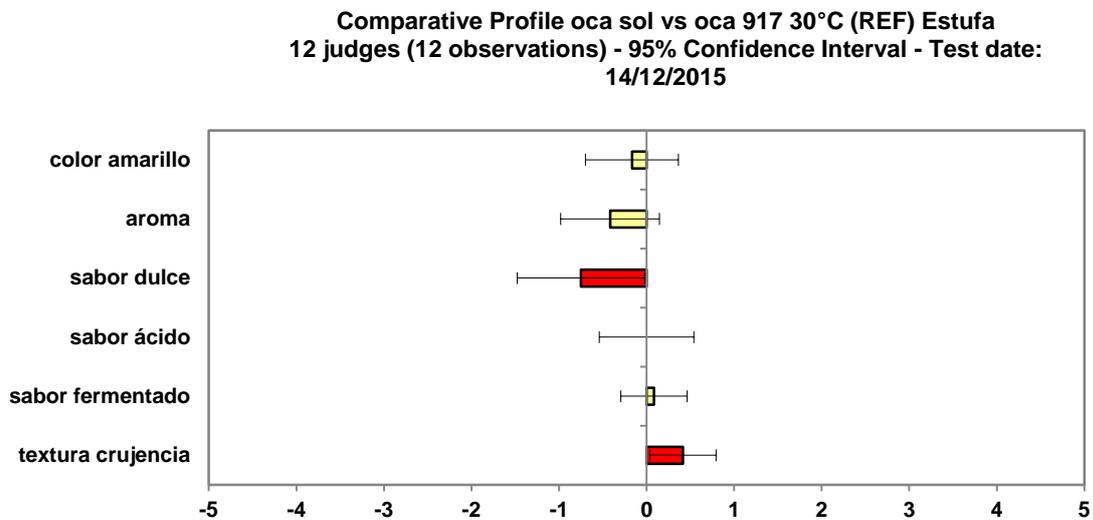
Comparative Profile oca sol vs oca 826 30°C (REF) cámara infrarroja  
 12 judges (12 observations) - 95% Confidence Interval - Test date: 14/12/2015



En gráfico 46 se observa que no existe diferencia significativa, en el **color amarillo**, **aroma de oca** siendo un poco menos intensa que la referencia.

En el **sabor dulce** y **textura crujiente** observamos una diferencia significativa, siendo un poco más intensa que la referencia.

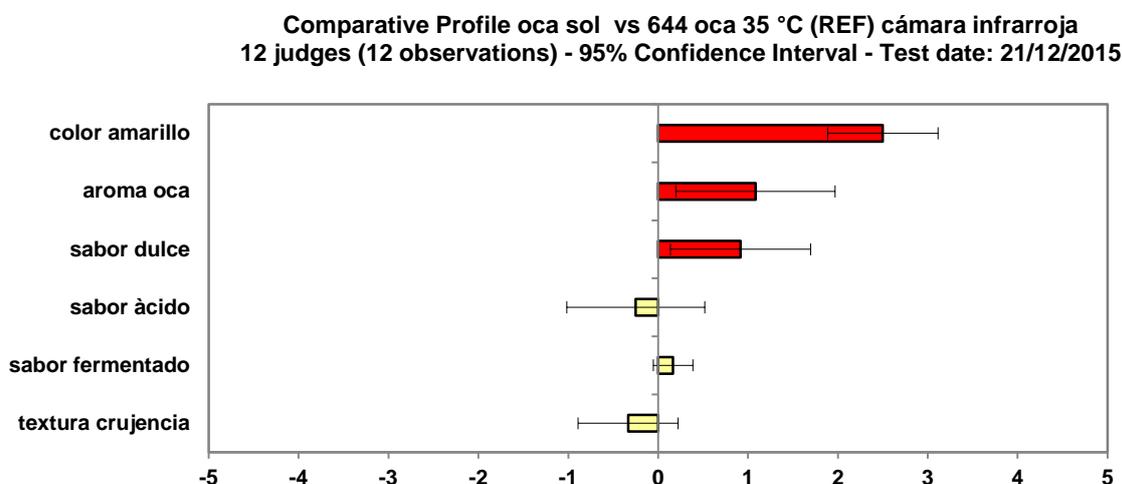
**Gráfico 47. Comportamiento del análisis descriptivo T2 Oca madurada a 30°C utilizando una estufa**



En el gráfico 47 no encontramos diferencia significativa en el **sabor dulce** un poco menos intensa que la referencia.

La **textura crujiente** existe diferencia significativa siendo un poco más intensa que la referencia.

**Gráfico 48. Comportamiento del análisis descriptivo T3 Oca madurada a 35°C utilizando una cámara infrarroja.**



### Informe Perfilamiento Comparativo

Fecha del análisis sensorial: 21/12/2015

La oca madurada artificialmente en una cámara infrarroja a 35 °C presenta resultados del perfilamiento comparativo con escalas monádicas mismas enlistan a continuación:

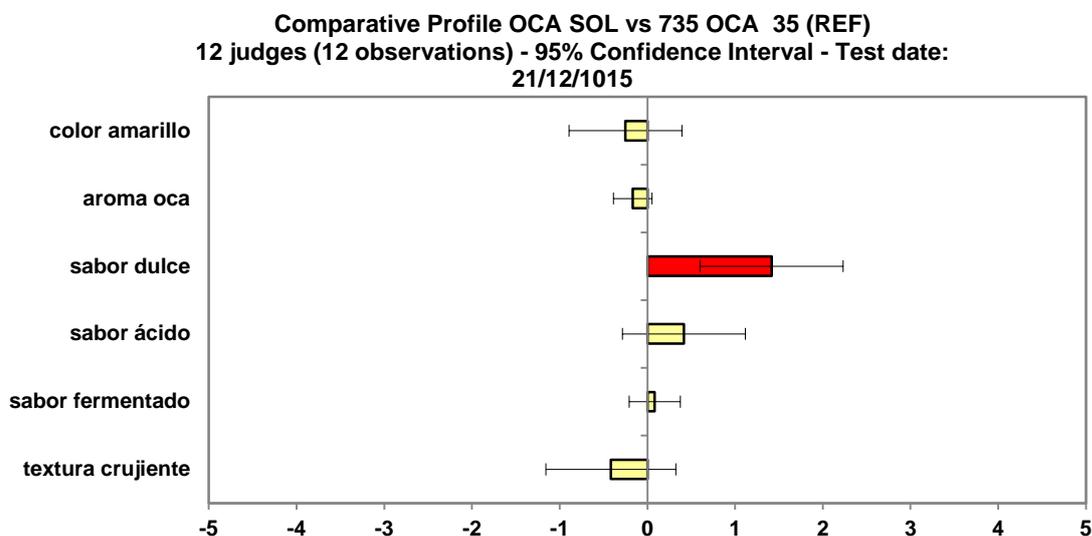
En cuanto al **color amarillo**, existe diferencia significativa siendo estas características ligeramente más intensas con respecto a la referencia.

En cuanto al **aroma jícama**, **sabor dulce** existe diferencia significativa siendo estas características un poco más intensas con respecto a la referencia.

En el **sabor fermentado** no existe diferencia significativa siendo esta característica un poco más intensa con respecto a la referencia.

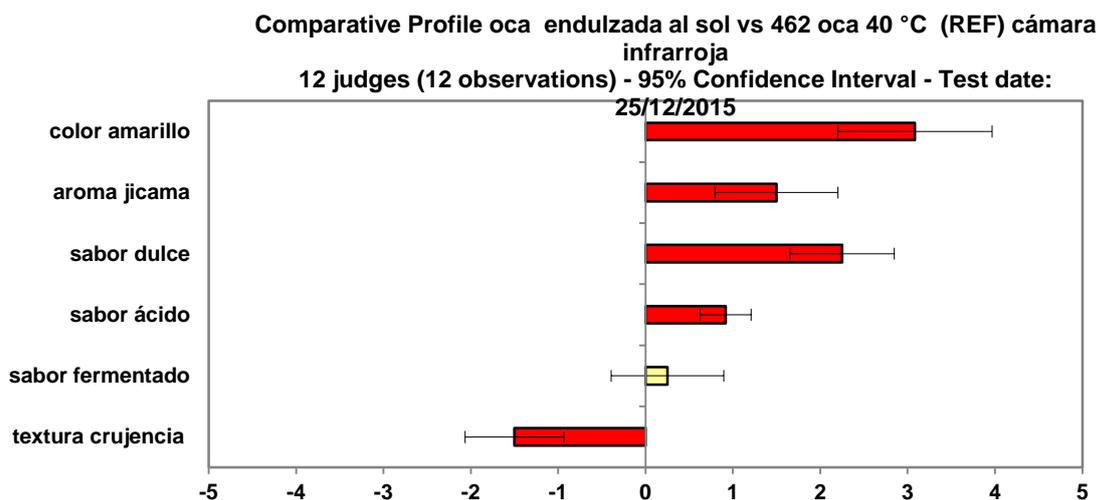
El **sabor ácido**, **textura crujencia** no existe diferencia significativa, siendo este atributo un poco menos intenso que la referencia.

**Gráfico 49. Comportamiento del análisis descriptivo T4 Oca madurada a 35°C utilizando una estufa**



En el sabor dulce existe diferencia significativa siendo un poco más intensa que la referencia

**Gráfico 50. Comportamiento del análisis descriptivo T5 Oca madurada a 40°C utilizando una cámara infrarroja**



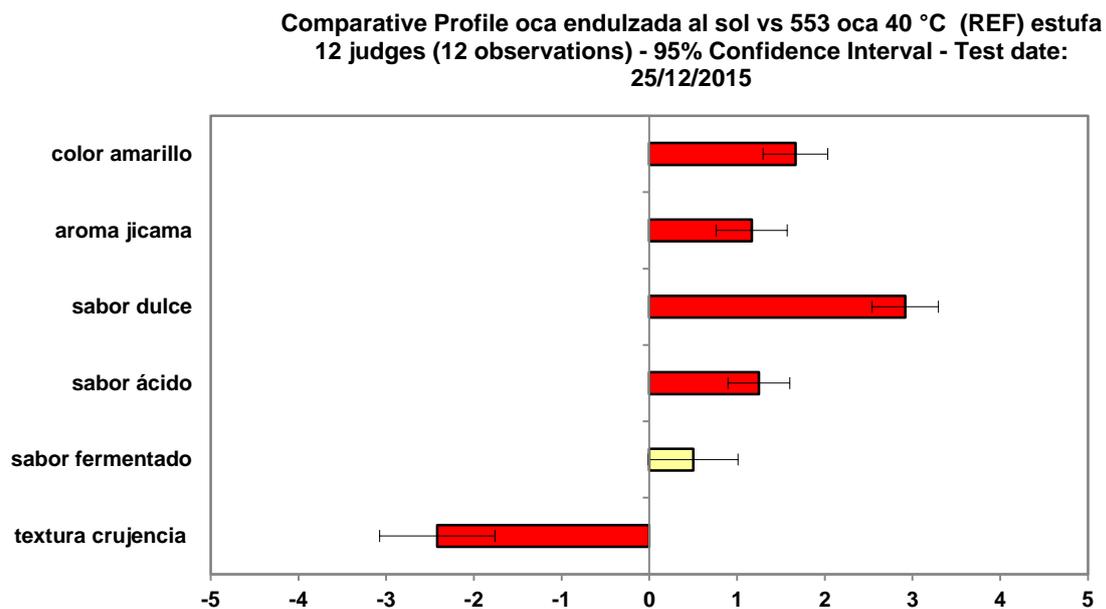
En el gráfico 50 encontramos una diferencia significativa en el color amarillo siendo claramente más intensa que la referencia

En el **aroma a oca y sabor ácido** siendo un poco más intenso que la referencia.

En el **sabor dulce** existe una diferencia ligeramente más intensa que la referencia

En la **textura crujiente** no existe una diferencia significativa porque es un poco menos intenso que la referencia.

**Gráfico 51. Comportamiento del análisis descriptivo T6 Oca madurada a 40°C utilizando una estufa**



En el gráfico 51 encontramos diferencia significativa en el **color amarillo**, **aroma oca** y sabor ácido siendo un poco más intensa respecto la referencia.

En el **sabor dulce** existe una diferencia claramente más intensa que la referencia

En la **textura crujiente** no existe una diferencia significativa porque es ligeramente menos intensa que la referencia.

#### 4.7. ANÁLISIS DE COSTOS

Se considera una planta de producción que va a procesar media tonelada por semana (500 kg) con un costo de producción de 0,69ctvpor kg, el trabajo de investigación afecta en el proceso" Efecto de la temperatura sobre las

características físico-químicas y sensoriales de la jícama *smallanthus sonchifolius* y oca *oxalis tuberosa*, durante el proceso de maduración con dos métodos artificiales" con 0,21 centavos por kg, donde se optimiza 20 días de tiempo y ganamos casi el doble de contenido de sólidos solubles para la industrialización de jarabe de jícama.

#### 4.7.1. Costos de la oca madurada en estufa

<b>Materiales directos e indirectos</b>				
Materiales	Cantidad usada (kg)	Valor unitario (\$)		Precio total (\$)
ocas	500	0,04		20,00
Bandejas	500	0,08		40,00
polietileno de alta densidad	500	0,15		75,00
total /kg		0,27		135,00
<b>equipos principales y utensilios varios.- costo uso diario</b>				
Equipo	Costo (\$)	Vida Útil (años)	Costo Anual	
Balanza Analítica	300	5	60	
Estufa	40000	10	4000	
Mesas Metálicas	1000	10	100	
Material de laboratorio	1000	5	200	
empacadora al vacío	500	10	50	
Utensilios varios	600	5	120	
total de equipo y utensilios			0,17	
<b>Suministros</b>				
Servicio	Unidad	Consumo	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Agua	m3	23	0,4	9,20
Energía	kw-h	115	0,16	18,40
Teléfono	Min	100	0,02	10,00
Suma				0,02
<b>mano de obra</b>				
Hombres	Sueldo	12+1 íntegro + decimos	Total anual (\$)	total kg
1	318	13,5	4293	0,17
kg/día	días laborables	Kg		
500	52	26000		
<b>depreciación lineal</b>				
valor compra	valor residual	vida útil	depreciación lineal/año	costo maduración
40000	1200	10	3880	0,149
<b>albergue</b>				
Largo	ancho	costo metro de construcción		vida útil
5	2	300		10
albergue				300
valor albergue año por kg				0,012

seguro			
valor compra	%	costo año	valor seguro
40000	0,03	1200	0,046
costos fijos			
depreciación lineal	0,149		
albergue	0,012		
seguro	0,046		
costo de maduración	0,21		
costos unitarios			
Capital de Trabajo	Monto		
mano de obra	0,165		
equipos varios	0,174		
suministros	0,019		
materia prima	0,270		
costo kg	0,63		

Resumen del análisis económico realizado	
Costo maduración (\$)	0,21
Costo kg (\$)	0,63
Precio kg	0,84
Precio de venta kg	1,50
Utilidad por kg	0,66
precio total 500 kg	417,53
utilidad 500 kg	332,47

#### 4.7.2. Costos de la oca madurada en cámara infrarroja

Materiales directos e indirectos			
Materiales	Cantidad usada (kg)	Valor unitario (\$)	Precio total (\$)
ocas	500	0,04	20,00
Bandejas	500	0,08	40,00
polietileno de alta densidad	500	0,15	75,00
total /kg		0,27	135,00
equipos principales y utensilios varios.- costo uso diario			
Equipo	Costo (\$)	Vida Útil (años)	Costo Anual
Balanza Analítica	300	5	60
cámara infrarroja	20000	10	2000
Mesas Metálicas	1000	10	100
Material de laboratorio	1000	5	200
empacadora al vacío	500	10	50
Utensilios varios	600	5	120
total de equipo y utensilios			0,10
Suministros			
Servicio	Unidad	Consumo	Valor Total (\$)
Agua	m3	23	9,20
Energía	kw-h	115	18,40
Teléfono	Min	100	10,00
Suma			0,02
Personal			
Hombres	Sueldo	12+1 íntegro + decimos	Total anual (\$) total kg

1	318	13,5	4293	0,165
kg/día	días laborables	Kg		
500	52	26000		
<b>depreciación lineal</b>				
valor compra	valor residual	vida útil	depreciación lineal año	costo de maduración
20000	600	10	1940	0,075
<b>albergue</b>				
largo	ancho	costo metro de construcción		vida útil
5	2	300		10
albergue				300
valor albergue año por kg				0,012
<b>seguro</b>				
valor compra	%	costo año	valor seguro	
20000	0,03	600	0,023	
<b>costos fijos</b>				
depreciación lineal	0,075			
albergue	0,012			
seguro	0,023			
<b>costo de maduración</b>	<b>0,11</b>			
<b>costos unitarios</b>				
Capital de Trabajo	Monto			
mano de obra	0,165			
equipos varios	0,097			
suministros	0,019			
materia prima	0,270			
<b>costo kg</b>	<b>0,55</b>			

<b>Resumen del análisis económico realizado</b>	
Costo maduración (\$)	0,11
Costo kg (\$)	0,55
Precio kg	<b>0,66</b>
Precio de venta kg	1,50
<b>Utilidad por kg</b>	<b>0,84</b>
precio total 500 kg	330,23
utilidad 500 kg	419,77

#### 4.7.3. Cosos de la jícama madurada en estufa

<b>Materiales directos e indirectos</b>			
Materiales	Cantidad usada (kg)	Valor unitario (\$)	Precio total (\$)
ocas	500	0,08	40,00
Bandejas	500	0,08	40,00
polietileno de alta densidad	500	0,15	75,00
total /kg		<b>0,31</b>	155,00
<b>equipos principales y utensilios varios.- costo uso diario</b>			
Equipo	Costo (\$)	Vida Útil (años)	Costo Anual
Balanza Analítica	300	5	60
Estufa	40000	10	4000
Mesas Metálicas	1000	10	100
Material de laboratorio	1000	5	200
empacadora al vacío	500	10	50
Utensilios varios	600	5	120

total de equipo y utensilios				0,17
<b>Suministros</b>				
Servicio	Unidad	Consumo	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Agua	m3	23	0,4	9,20
Energía	kw-h	115	0,16	18,40
Teléfono	Min	100	0,02	10,00
Suma				0,02
<b>mano de obra</b>				
Hombres	Sueldo	12+1 integro + decimos	Total anual (\$)	total kg
1	318	13,5	4293	0,17
kg/día	días laborables	Kg		
500	52	26000		
<b>depreciación lineal</b>				
valor compra	valor residual	vida útil	depreciación lineal/año	costo maduración
40000	1200	10	3880	0,149
<b>albergue</b>				
largo	ancho	costo metro de construcción		vida útil
5	2	300		10
albergue				300
valor albergue año por kg				0,012
<b>seguro</b>				
valor compra	%	costo año	valor seguro	
40000	0,03	1200	0,046	
<b>costos fijos</b>				
depreciación lineal	0,149			
albergue	0,012			
seguro	0,046			
costo de maduración	0,21			
<b>costos unitarios</b>				
Capital de Trabajo	Monto			
mano de obra	0,165			
equipos varios	0,174			
suministros	0,019			
materia prima	0,310			
costo kg	0,67			

<b>Resumen del análisis económico realizado</b>	
Costo maduración (\$)	0,21
Costo kg (\$)	0,67
Precio kg	<b>0,88</b>
Precio de venta kg	1,50
Utilidad por kg	0,62
precio total 500 kg	437,53
utilidad 500 kg	312,47

#### 4.7.4. Costos de la jícama madurada en cámara infrarroja

Materiales directos e indirectos				
Materiales	Cantidad usada (kg)		Valor unitario (\$)	Precio total (\$)
ocas	500		0,08	40,00
bandejas	500		0,08	40,00
polietileno de alta densidad	500		0,15	75,00
total /kg			0,31	155,00
equipos principales y utensilios varios.- costo uso diario				
Equipo	Costo (\$)	Vida Útil (años)	Costo Anual	
Balanza Analítica	300	5	60	
cámara infrarroja	20000	10	2000	
Mesas Metálicas	1000	10	100	
Material de laboratorio	1000	5	200	
empacadora al vacío	500	10	50	
Utensilios varios	600	5	120	
total de equipo y utensilios			0,10	
Suministros				
Servicio	Unidad	Consumo	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Agua	m3	23	0,4	9,20
Energía	kw-h	115	0,16	18,40
Telefono	Min	100	0,02	10,00
suma				0,02
personal				
Hombres	Sueldo	12+1integral + decimos	Total anual (\$)	total kg
	1	318	13,5	4293
kg/día	días laborables		kg	
500	52		26000	
depreciacion lineal				
valor compra	valor residual	vida útil	depreciacion lineal año	costo de maduración
20000	600	10	1940	0,075
albergue				
largo	ancho	costo metro de construccion		vida util
5	2	300		10
albergue				300
valor albergue año por kg				0,012
seguro				
valor compra	%	costo año	valor seguro	
20000	0,03	600	0,023	
costos fijos				
depreciacion lineal		0,075		
albergue		0,012		
seguro		0,023		
<b>costo de maduración</b>		<b>0,11</b>		
costos unitarios				
Capital de Trabajo		Monto		
mano de obra		0,165		
equipos varios		0,097		
suministros		0,019		
materia prima		0,310		
<b>costo kg</b>		<b>0,59</b>		
			sumen del análisis económico realiza	
			Costo maduración (\$)	0,11
			Costo kg (\$)	0,59
			Precio kg	<b>0,70</b>
			Precio de venta kg	2,50
			<b>Utilidad por kg</b>	<b>1,80</b>
			precio total 500 kg	350,23
			utilidad 500 kg	899,77

## **CAPITULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

Culminado el desarrollo de la investigación experimental, acerca del estudio “Efecto de la temperatura sobre las características físico-químicas y sensoriales de la jícama *smallanthus sonchifolius* y oca *oxalis tuberosa*, durante el proceso de maduración con dos métodos artificiales”; se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Los análisis físico químicos realizados a la raíz tuberosa de jícama en estado fresco permiten determinar que su composición más sobresaliente equivale al 85% de humedad y 11,75 °Brix de sólidos solubles, con características integrales
- Los análisis físico químicos realizados al tubérculo oca en estado fresco determinan en su composición, los componentes más destacados es la humedad con 79,62% y 5,50 °Brix de sólidos solubles.
- Los métodos de maduración de la jícama y oca, realizada a las temperaturas de 30°C, 35°C respectivamente, permitió determinar que el

mejor tratamiento alcanzado se realiza a 35 °C en cámara infrarroja (T3), debido a que la velocidad de secado es inferior al realizado en la estufa, haciendo que el producto mantenga su apariencia física. Sin embargo se observa que existe tendencia a variar su apariencia física (arrugamiento) a partir del quinto día a temperatura de 40 °C

- La maduración de jícama y oca (mejor tratamiento T3) realizada en cámara infrarroja 35 °C permite alcanzar un rendimiento del producto final (jícama y oca madurada) equivalente 21,46% y 21% respectivamente, cuyas características físico químicas son aceptables por el consumidor.
- Las mejores características físico-químicas y sensoriales de la raíz tuberosa de jícama madurados con los dos métodos artificiales, comparados con la materia prima fresca, se logra en cámara infrarroja a 35°C un incremento de 63,93% de la concentración de sólidos solubles a partir de 11,75°Brix.
- Las mejores características físico-químicas y sensoriales del tubérculo oca madurados con los dos métodos artificiales, comparados con la materia prima fresca, se logra en cámara infrarroja a 35°C un incremento de 56,89 %de la concentración de sólidos solubles a partir de 5,50 °Brix.
- Conforme se incrementa la temperatura de maduración en cámara infrarroja y estufa en 5°C la concentración de solidos solubles asciende significativamente volviendo el producto mayor grados brix no así en la jícama y oca madurada expuesta al sol.
- El mejor método de maduración para la conservación de las características físico-químicas y sensoriales de la jícama y oca se consigue en cámara

infrarroja a 35°C, ya que presenta mejores características organolépticas (color, aroma, sabor, textura).

- La maduración de las raíces tuberosas y los tubérculos en cámara infrarroja conservó las características organolépticas del producto, sin embargo la maduración en la estufa afectó la textura, tornándose blanda la raíz tuberosa de jícama y de característica harinosa en la oca.
- El mejor método de maduración artificial es la cámara infrarroja a 35 °C ya que mantiene las características organolépticas propias del alimento en fresco por un tiempo de 15 días y la oca tiene un tiempo de duración de 30 días en almacenamiento a temperatura ambiente (17 a 23°C).

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- En el proceso de maduración artificial de la raíz tuberosa de jícama y tubérculo oca se sugiere realizar la limpieza en seco, con el propósito de prolongar el tiempo de vida útil del producto, conservando por mayor tiempo en almacenamiento.
- Los análisis físicos químicos y sensoriales de la jícama en fresco se deben realizar inmediatamente cosechado al fin de evitar variación en su composición..
- Con el fin de mejorar la maduración artificial de las raíces tuberosas y tubérculos de jícama y oca, se sugiere realizar el análisis sensorial para determinar el tiempo de vida útil realizando pruebas de conservación y degustación al consumidor para verificar los cambios físico-químicos y sensoriales del producto final (ocas y jícamas maduras artificialmente).

- Se recomienda ampliar estudios de maduración en las diferentes variedades de jícamas y ocas existentes en el país, evaluando características físico-químicas y sensoriales con el fin de aprovechar las propiedades y bondades de los tubérculos y raíces.
- Ampliar estudios en productos con valor agregado como: jarabes, licores, mermeladas, endulzantes naturales, harinas, compotas productos liofilizados para definir parámetros de proceso.
- Se recomienda realizar el estudio del efecto de la luz infrarroja y luz ultravioleta como inhibidores de microorganismos presentes en la superficie de la jícama y oca previo al almacenamiento, considerando costos y tiempos exposición.

## BIBLIOGRAFÍA VI

- Administration, U. S. (1998). Guía para reducir al mínimo el riesgo microbiano en los alimentos, en el caso de frutas y hortalizas Center food Safety and Applied Nutritio.
- Álvarez, G., Sanchez, S., & Uchuari, Y. (2012). Manual técnico para el cultivo de jícama en Loja. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
- Amaya, J. (2000). Efeitos de doses crescentes de nitrogênio e potássio na produtividade de yacon (*Polymnia sonchifolia* Poep. & Endl.). Botucatu, Brasil 5: Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho.
- Anzaldúa, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Zaragoza: Acribia.
- Arboleda, J. (2013). *DESARROLLO DE NUEVAS PROPUESTAS DE REPOSTERÍA PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA OCA (Oxalis Tuberosa)*. Quito: UTE.
- B.M. Watts, W. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. Ontario: International Development Research Centre.
- Barrera, V. H., Tapia, C. G., & Monteros, A. R. (1993-2003). *Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos*. INIAP.
- Barrera, V., Tapia, C., & Monteros, A. (2004). “Raíces y tubérculos andinos: alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador”, INIAP, pp. 3-8, 58. Quito- Lima, Ecuador- Perú: Centro Internacional de la papa (CIP).
- Brennan, J. G. (2008). *Manual del procesado de los alimentos*. Zaragoza España: Acribia s.a.
- Cadena, R. (Febrero de 2011). Estudio de factibilidad para la industrialización del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como fuente de fructooligosacáridos (FOS) para la aplicación en yogur tipo II de la leche de vaca en Cayambe - Pichincha - Ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador: USFQ, 2011.
- Cadima, & García. (2003). *Conservación y Producción de la Papalisa (Ullucus tuberosus) Documento de trabajo N0.23 Fundación*.

- Caicedo, C. (1990). “*Estudio y Promoción de las tuberosas Andinas dentro del Agro ecosistemas andino en Ecuador*” Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias Pág. 11-23. Quito: INIAP.
- Cajamarca, E. (2010). *Evaluación nutricional de la oca (oxalis tuberosa sara-oca) fresca, endulzada y deshidrata en secador en bandejas*. Riobamba: Escuela superior politécnica de Chimborazo.
- Campaña, J. E. (2013). Investigación y análisis de las propiedades nutricionales de la jícama y la aplicación a la gastronomía. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Cerón, D. (2012). *Metodología para perfil sensorial*. Cayambe.
- Chiesa, D. A. (14 de 05 de 2013). *Tecnología de Postcosecha y Calidad de Frutas*. Recuperado el 07 de 07 de 2014, de <http://www.agro.uba.ar/>: [http://www.agro.uba.ar/sites/default/files/agroalimentos/programa\\_tecno\\_poscosecha.pdf](http://www.agro.uba.ar/sites/default/files/agroalimentos/programa_tecno_poscosecha.pdf)
- CIIFEN, C. i. (2010). <http://www.ciifen-int.org/>. Recuperado el 22 de 01 de 2013, de <http://www.ciifen-int.org/>: <http://www.ciifen-int.org/>
- Córdova, A., & Galecio, M. (2006). Identificación y evaluación agronómica de los biotipos de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), en la microcuenca la Gallega. Provincia de Morropon-Piura.
- Cusiche, L. (2009). *Toxicología alimentaria de la oca*. Perú.
- David, R. (Octubre de 2010). Elaboracion de una bebida alcoholica de jicama y manzana. Quito, Pichincha, Ecuador: Escuela Politecnica Nacional.
- Dieta y Nutricion* . (2012). pág. 1.
- Echeverriarza, M. P. (2005). *Guia de uso de secaderos solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes*. Asunción, Paraguay: Fundación Celestina Pérez de Almada.
- Echeverriarza, M. P. (2008). *Guia de uso de secadores solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes*. Unesco Montevideo: Educación MERCOSUR.
- Echeverriaza, A. (2008). Guia de secadores solares para frutas, legumbres, hortalizas y plantas medicinales P. 7-8-9. Montevideo: MERCOSUR.

- Enríquez, D., & Guerrero, C. (2010). Comportamiento de tres morfotipos de Jicama. Ibarra, Ecuador.
- Espinoza, P., Vaca, R., Abad, J., & Crismman. (1996). *Raíces y tubérculos andinos cultivados marginados en el Ecuador. Situación actual y limitaciones para la producción Centro Internacional de la papa.*p 28-30. Quito Ecuador: INIAP.
- FAO. (1991). *organizacion de las naciones unidas para la alimentacion y la alimentacion*. Recuperado el 20 de 06 de 2015, de <http://www.fao.org/docrep/006/AD232S/ad232s00.htm>: Guía para la manipulation de semillas forestales agricultura,
- FAO. (2016). *www.fao.org*. Recuperado el 26 de 06 de 2016, de FAO- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: [www.fao.org/docrep/003/v8490s/v8490s06.htm](http://www.fao.org/docrep/003/v8490s/v8490s06.htm)
- Graefe, S., M, H., M. I., & A, G. S. (2004). Effects of post-harvest treatments on the carbohydrate composition of yacon roots in the Peruvian Andes. *Field Crops Research* 86, 157-165.
- Gutiérrez, L., & Vaca, S. (2011). *EVALUACIÓN DEL USO DE RECUBRIMIENTOS LIPÍDICOS, POLIMÉRICO Y REFRIGERACIÓN PARA PROLONGAR LA VIDA ÚTIL DEL YACÓN (Smallantus sonchifolius)*. Bogota: UNIVERSIDAD DE LA SALLE.
- Hernández, C. (2009). *ACCION Y EFECTOS DE LA POLIFENOLOXIDASA EN ALIMENTOS*. Veracruz: Universidad Veracruzana.
- Hernandez, E. (2005). *Evaluación sensorial*. Bogota: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Lagua, L. E. (2013). *Evaluacion de tres tipos de inducción a la madurez en la producción de semillaa de papa (Solanunm tuberosum L.)*. RIOBAMBA: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
- LCQ., & Burciaga Dávila, L. C. (2001). *Comportamiento físico químico durante el desarrollo de maduración del tubérculo de jícama* . Monterrey, Nuevo León México : Universidad Autónoma de Nuevo León .

- Lucero, O. (2005). *Técnicas de laboratorio de Bromatología y Análisis de Alimentos*. Riobamba.
- Maldonado, S. (2008). Producción y comercialización de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), en comunidades rurales del noroeste Argentino. Argentina.
- Manrique, I. (2003). Para Jarabe de Yacón: Principios y procesamiento”, Centro Internacional de la papa (CIP) pp. 3 – 8. Lima, Perú.
- Mazón, N., & Tapia, C. (1996). *LA JÍCAMA. PROPIEDADES* pag 12.
- Nieto, C. (1988). Estudios preliminares, agronómicos y bromatológicos en Jícama *Polymnia sonchifolia*. En: Memorias de la reunión técnica sobre raíces y tubérculos andinos. Est. Exp. Santa Catalina. p. 39-42. Quito, Ecuador.
- O, L. (2005). *Técnicas de laboratorio de Bromatología y Análisis de Alimentos* Pág 74. Riobamba- Ecuador.
- Palate. (2013). *Estudio del efecto de la temperatura y el tiempo en las características físico-químicas y sensoriales de la oca durante su maduración*. Ambato: Universidad técnica de Ambato.
- Palate, J. (06 de Noviembre de 2012). *Estudio del efecto de la temperatura y el tiempo en las características físico-químicas y sensoriales de la oca (Oxalis tuberosa) durante su maduración*. Ambato.
- Peña, L. (2007). *Fisiología y Manejo de Tubérculos - Semilla de Papa*. Colombia: Manual Técnico.
- Polanco, F. M. (2011). *Caracterización morfológica y molecular de materiales de yacón*. palma: universidad nacional de colombia facultad de ciencias agropecuarias coordinacion general de posgrados.
- Pustaña , G. (2012). *Comparación de la gomas xantana y carragenina en las propiedades reológicas de una bebida con lactosuero "Vida útil"*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato- Ecuador.
- Ramos, R. (2007). *Estudio químico – bromatológico de algunas variedades de Yacón (Smallanthus sonchifolius) de la provincia de Sandia – Puno*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. .
- Reina, E. (1966). *Manejo pos cosecha y evaluación de la calidad para la yuca (Manihot Sculenta) que se comercializa en la ciudad de Neiva*. . Neiva.

- Sagpya. (1998). “Reglamento técnico del mercado común del sur (MERCOSUR) para la fijación de identidad y calidad de frutillas”. . Resolución 85/98.
- Seminario, J., Valderrama, M., & Manrique, I. (2003). El Yacón, fundamentos para el aprovechamiento de un recurso.
- Soto, L. (2000). *Selección y Optimización de un Método de Secado para Aumentar la Concentración de Azúcares en la oca (Oxalis tuberosa)” Tesis Doctor Química. Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencia Químicas-ESPOCH Pág. 122-130. Riobamba.*
- Suquilanda, M. (2010). *Unión de Organizadores de Campesinos de Cotopaxi Producción Orgánica de Cultivos Andinos. Manual Técnico. p 74. Quito, Pichincha: UNOCANC.*
- Tapia, M. (1979). *Manual de Agricultura Andina” . La Paz, Bolivia: IBTA, IICA, SICR-189. Pág.105.*
- Ulrich, R. (1970). “*Organic acids. En: The Biochemistry of Fruits and their Products, Vol. 1 Academic Press.. Pag: 89-118.*”. New York, EE.UU.
- UNALM. (2007). Universidad Nacional Agraria la Molina Red Informática. Programa de Investigación y Proyección Social en Raíces y Tuberosas.
- Velasteguí, L. (1998). Análisis polimorfismos en la colecciones de jícama p.33. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Zardini, E. (1991). *Ethnobotanical Notes on Yacon (polymnia sonchifolia P. E) Economic Botany p 72-95.*

## **ANEXOS**

**Anexo 1 Ficha de evaluación sensorial método descriptivo para jícama**

PERFIL COMPARATIVO TUBÉRCULO MADURO												
Nombre :				Fecha:				Escala Evaluativa				
Según la muestra testigo que se presenta determinar en qué posición según su criterio se encuentra la muestra (jícama madurada artificialmente a temperatura 30°C ), determinar en la escala que tan lejos o cerca se encuentra el atributo de la muestra en referencia con el testigo <b>713</b> (jícama madurada en el sol ) que se presenta.							-5: Muchísimo menos intensa que la referencia -4: Mucho menos intensa que la referencia. -3: Claramente menos intensa que la referencia -2: Ligeramente menos intensa que la referencia -1: Un poco menos intensa que la referencia 0: REFERENCIA +1: Un poco más intensa que la referencia +2: Ligeramente más intensa que la referencia +3: Claramente más intensa que la referencia +4: Mucho más intensa que la referencia. +5: Muchísimo más intensa que la referencia.					
código												
color amarillo												
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5		
aroma jícama												
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5		
sabor dulce												
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5		
sabor ácido												
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5		
sabor fermentado												
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5		
textura crujencia												
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5		
PERFIL COMPARATIVO TUBÉRCULO MADURO												
código												
color amarillo												
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5		
aroma jícama												
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5		
sabor dulce												
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5		
sabor ácido												
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5		
sabor fermentado												
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5		
textura crujencia												
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5		

**Anexo 2 Ficha de evaluación sensorial método descriptivo para oca**

<b>PERFIL COMPARATIVO TUBÉRCULO MADURO</b>															
Nombre :					Fecha:					Escala Evaluativa					
<p>Según la muestra testigo que se presenta determinar en qué posición según su criterio se encuentra la muestra (oca madurada artificialmente a temperatura 30°C ), determinar en la escala que tan lejos o cerca se encuentra el atributo de la muestra en referencia con el testigo <b>371</b> (oca madurada en el sol ) que se presenta.</p>										<p>-5: Muchísimo menos intensa que la referencia                      -4: Mucho menos intensa que la referencia.                      -3: Claramente menos intensa que la referencia                      -2: Ligeramente menos intensa que la referencia                      -1: Un poco menos intensa que la referencia                      0: REFERENCIA                      +1: Un poco más intensa que la referencia                      +2: Ligeramente más intensa que la referencia                      +3: Claramente más intensa que la referencia                      +4: Mucho más intensa que la referencia.                      +5: Muchísimo más intensa que la referencia.</p>					
<b>código</b>															
<b>color amarillo</b>															
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	<b>COMENTARIO</b>				
<b>aroma oca</b>															
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5					
<b>sabor dulce</b>															
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5					
<b>sabor ácido</b>															
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5					
<b>sabor fermentado</b>															
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5					
<b>textura crujencia</b>															
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5					
<b>PERFIL COMPARATIVO TUBÉRCULO MADURO</b>															
<b>código</b>															
<b>color amarillo</b>															
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	<b>COMENTARIO</b>				
<b>aroma oca</b>															
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5					
<b>sabor dulce</b>															
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5					
<b>sabor ácido</b>															
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5					
<b>sabor fermentado</b>															
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5					
<b>textura crujencia</b>															
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5					

**Anexo 3 Ficha de evaluación sensorial de aceptabilidad para jícama y oca**

<b>TEST DE ACEPTABILIDAD</b>						
NOMBRE:						
FECHA:						
	Excelente 5	Muy Bueno 4	Bueno 3	Regular 2	Mal 1	
	color	aroma	sabor dulce	sabor ácido	sabor fermentado	textura crujencia
código						
código						
código						
código						
código						
código						
testigo						

#### Anexo 4 Caracterización de la materia prima Jícama y Oca

<b>Informe N°:</b>	129 - 2015
<b>Análisis solicitado por:</b>	Katherine Ramos
<b>Empresa:</b>	No aplica
<b>Muestreado:</b>	Propietario
<b>Fecha de recepción:</b>	10 de noviembre de 2015
<b>Fecha de entrega informe:</b>	22 de diciembre de 2015
<b>Ciudad:</b>	Ibarra
<b>Provincia:</b>	Imbabura

#	Muestra	Lote#
1	Jícama	No aplica
2	Oca	No aplica

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado		Metodo de ensayo
		Jícama	Oca	
Agua	g/100 g	85,00	79,62	AOAC 925.10
Cenizas	g/100 g	0,31	0,86	AOAC 923.03
Fibra bruta	g/100 g	0,43	0,58	AOAC 932.14C
pH	-----	6,25	4,39	AOAC 981.12
°Brix	g/100 g	11,75	5,50	Refractometría
Azúcares Red. Libres	g/100 g	1,28	3,48	AOAC 932.14C
Azúcares Totales	g/100 g	1,60	2,40	AOAC 932.14C
Almidón	g/100 g	0,1	10,52	AOAC 932.14C
Acido Ascórbico	mg/100 g	10,40	35,41	AOAC 967.21
Acidez como ác. oxálico	mg/100 g	60,18	90,74	AOAC 954.07

*Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas*

Atentamente:

  
 Bioq. José Luis Moreno  
 Técnico de Laboratorio



## Anexo 5 Análisis físico químicos de la jícama madurada a 30 °C

<b>Informe N°:</b>	130 - 2015
<b>Análisis solicitado por:</b>	Katherine Ramos
<b>Empresa:</b>	No aplica
<b>Muestreado:</b>	Propietario
<b>Fecha de recepción:</b>	10 de noviembre de 2015
<b>Fecha de entrega informe:</b>	22 de diciembre de 2015
<b>Ciudad:</b>	Ibarra
<b>Provincia:</b>	Imbabura

#	Muestra	Especificaciones
T1R1	Jícama	Cámara Infrarroja 30°C
T1R2	Jícama	Cámara Infrarroja 30°C
T1R3	Jícama	Cámara Infrarroja 30°C
T2R1	Jícama	Estufa 30°C
T2R2	Jícama	Estufa 30°C
T2R3	Jícama	Estufa 30°C
T3R1	Jícama	Sol
T3R2	Jícama	Sol
T3R3	Jícama	Sol

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Metodo de ensayo
		T1R1	T1R2	T1R3	media	
Contenido Acuoso	g/100 g	73,81	73,71	73,88	73,80	AOAC 925.10
Sólidos Totales	g/100 g	26,25	26,22	26,50	26,20	
Sólidos Solubles (°Brix)	g/100 g	19,03	19,06	19,07	19,05	Refractometría
Acidez como ác. oxálico	mg/100 g	65,57	65,55	65,31	65,48	AOAC 954.07
pH	-----	6,34	6,32	6,10	6,25	AOAC 981.12

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Metodo de ensayo
		T2R1	T2R2	T2R3	media	
Contenido Acuoso	g/100 g	72,33	72,30	72,27	72,30	AOAC 925.10
Sólidos Totales	g/100 g	27,69	27,67	27,73	27,70	
Sólidos Solubles (°Brix)	g/100 g	19,08	19,95	19,93	19,95	Refractometría
Acidez como ác. oxálico	mg/100 g	93,20	93,18	93,10	93,16	AOAC 954.07
pH	-----	6,37	6,37	6,10	6,28	AOAC 981.12

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Metodo de ensayo
		T3R1	T3R2	T3R3	media	
Contenido Acuoso	g/100 g	74,98	74,95	74,91	74,95	AOAC 925.10
Sólidos Totales	g/100 g	25,02	25,05	25,09	25,05	
Sólidos Solubles (°Brix)	g/100 g	15,62	15,53	15,65	15,60	Refractometría
Acidez como ác. oxálico	mg/100 g	76,25	76,18	76,10	76,18	AOAC 954.07
pH	-----	6,41	6,45	6,47	6,44	AOAC 981.12

*Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas*

**Atentamente:**

  
 Ing. José Luis Moreno  
 Técnico de Laboratorio



## Anexo 6 Análisis físico químicos de la jícama madurada a 35°C

Informe N°:	131 - 2015
Análisis solicitado por:	Katherine Ramos
Empresa:	No aplica
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	10 de noviembre de 2015
Fecha de entrega informe:	22 de diciembre de 2015
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura

#	Muestra	Especificaciones
T1R1	Jícama	Cámara Infrarroja 35°C
T1R2	Jícama	Cámara Infrarroja 35°C
T1R3	Jícama	Cámara Infrarroja 35°C
T2R1	Jícama	Estufa 35°C
T2R2	Jícama	Estufa 35°C
T2R3	Jícama	Estufa 35°C
T3R1	Jícama	Sol
T3R2	Jícama	Sol
T3R3	Jícama	Sol

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Metodo de ensayo
		T1R1	T1R2	T1R3	media	
Contenido Acuoso	g/100 g	66,12	66,07	65,93	66,04	AOAC 925.10
Sólidos Totales	g/100 g	33,88	33,93	34,07	33,96	
Sólidos Solubles (°Brix)	g/100 g	31,99	32,80	32,94	32,58	Refractometría
Acidez como ác. oxálico	mg/100 g	69,09	69,13	69,12	69,11	AOAC 954.07
pH	-----	6,40	6,38	6,31	6,36	AOAC 981.12

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Metodo de ensayo
		T2R1	T2R2	T2R3	media	
Contenido Acuoso	g/100 g	60,10	59,99	60,12	60,07	AOAC 925.10
Sólidos Totales	g/100 g	39,90	40,01	39,88	39,93	
Sólidos Solubles (°Brix)	g/100 g	33,00	32,16	31,04	32,07	Refractometría
Acidez como ác. oxálico	mg/100 g	97,85	97,84	97,86	97,85	AOAC 954.07
pH	-----	6,41	6,40	6,43	6,41	AOAC 981.12

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Metodo de ensayo
		T3R1	T3R2	T3R3	media	
Contenido Acuoso	g/100 g	74,98	74,95	74,91	74,95	AOAC 925.10
Sólidos Totales	g/100 g	25,01	25,06	25,03	25,03	
Sólidos Solubles (°Brix)	g/100 g	15,62	15,53	15,65	15,60	Refractometría
Acidez como ác. oxálico	mg/100 g	76,25	76,18	76,10	76,18	AOAC 954.07
pH	-----	6,41	6,45	6,47	6,44	AOAC 981.12

*Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas*

Atentamente:

  
BIOQ. José Luis Moreno  
Técnico de Laboratorio



## Anexo 7 Análisis físico químicos de la jícama madurada 40 °C

Informe N°:	132 - 2015
Análisis solicitado por:	Katherine Ramos
Empresa:	No aplica
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	10 de noviembre de 2015
Fecha de entrega informe:	22 de diciembre de 2015
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura

#	Muestra	Especificaciones
T1R1	Jícama	Cámara Infrarroja 40°C
T1R2	Jícama	Cámara Infrarroja 40°C
T1R3	Jícama	Cámara Infrarroja 40°C
T2R1	Jícama	Estufa 40°C
T2R2	Jícama	Estufa 40°C
T2R3	Jícama	Estufa 40°C
T3R1	Jícama	Sol
T3R2	Jícama	Sol
T3R3	Jícama	Sol

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Metodo de ensayo
		T1R1	T1R2	T1R3	media	
Contenido Acuoso	g/100 g	30,72	30,69	30,60	30,67	AOAC 925.10
Sólidos Totales	g/100 g	69,37	69,28	69,35	69,33	
Sólidos Solubles (°Brix)	g/100 g	38,54	38,44	38,35	38,44	Refractometría
Acidez como ác. oxálico	mg/100 g	110,70	110,62	110,69	110,67	AOAC 954.07
pH	-----	6,52	6,50	6,60	6,54	AOAC 981.12

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Metodo de ensayo
		T2R1	T2R2	T2R3	media	
Contenido Acuoso	g/100 g	20,47	20,39	20,37	20,41	AOAC 925.10
Sólidos Totales	g/100 g	79,61	79,51	79,65	79,59	
Sólidos Solubles (°Brix)	g/100 g	40,16	40,26	40,23	40,22	Refractometría
Acidez como ác. oxálico	mg/100 g	117,39	117,37	117,29	117,35	AOAC 954.07
pH	-----	6,64	6,62	6,62	6,60	AOAC 981.12

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Metodo de ensayo
		T2R1	T2R2	T2R3	media	
Contenido Acuoso	g/100 g	74,98	74,95	74,91	74,95	AOAC 925.10
Sólidos Totales	g/100 g	25,02	25,05	25,09	25,05	
Sólidos Solubles (°Brix)	g/100 g	15,62	15,53	15,65	15,60	Refractometría
Acidez como ác. oxálico	mg/100 g	76,25	76,18	76,10	76,18	AOAC 954.07
pH	-----	6,41	6,45	6,47	6,44	AOAC 981.12

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:

  
Biod. José Luis Moreno  
Técnico de Laboratorio



## Anexo 8 Análisis físico químicos de la oca madurada a 30°C

Informe N°:	133 - 2015
Análisis solicitado por:	Katherine Ramos
Empresa:	No aplica
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	10 de noviembre de 2015
Fecha de entrega informe:	22 de diciembre de 2015
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura

#	Muestra	Especificaciones
T1R1	Oca	Cámara Infrarroja 30°C
T1R2	Oca	Cámara Infrarroja 30°C
T1R3	Oca	Cámara Infrarroja 30°C
T2R1	Oca	Estufa 30°C
T2R2	Oca	Estufa 30°C
T2R3	Oca	Estufa 30°C
T3R1	Oca	Sol
T3R2	Oca	Sol
T3R3	Oca	Sol

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Metodo de ensayo
		T1R1	T1R2	T1R3	media	
Contenido Acuoso	g/100 g	77,34	77,26	77,24	77,28	AOAC 925.10
Sólidos Totales	g/100 g	22,73	22,72	22,71	22,72	
Sólidos Solubles (°Brix)	g/100 g	8,98	8,95	8,77	8,90	Refractometría
Acidez como ác. oxálico	mg/100 g	81,60	81,50	81,53	81,54	AOAC 954.07
pH	-----	4,75	4,69	4,55	4,66	AOAC 981.12

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Metodo de ensayo
		T2R1	T2R2	T2R3	media	
Contenido Acuoso	g/100 g	76,31	76,23	76,27	76,27	AOAC 925.10
Sólidos Totales	g/100 g	23,74	23,67	23,78	23,73	
Sólidos Solubles (°Brix)	g/100 g	9,13	9,10	9,06	9,10	Refractometría
Acidez como ác. oxálico	mg/100 g	91,63	91,53	91,66	91,61	AOAC 954.07
pH	-----	4,80	4,74	4,83	4,79	AOAC 981.12

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Metodo de ensayo
		T3R1	T3R2	T3R3	media	
Contenido Acuoso	g/100 g	75,63	75,62	75,52	75,59	AOAC 925.10
Sólidos Totales	g/100 g	24,43	24,36	24,44	24,41	
Sólidos Solubles (°Brix)	g/100 g	8,55	8,48	8,47	8,50	Refractometría
Acidez como ác. oxálico	mg/100 g	75,61	75,56	75,60	75,59	AOAC 954.07
pH	-----	6,53	6,53	6,48	6,51	AOAC 981.12

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:

  
Biod. José Luis Moreno  
Técnico de Laboratorio



## Anexo 9 Análisis físico químicos de la oca madurada a 35°C

<b>Informe N°:</b>	134 - 2015
<b>Análisis solicitado por:</b>	Katherine Ramos
<b>Empresa:</b>	No aplica
<b>Muestreado:</b>	Propietario
<b>Fecha de recepción:</b>	10 de noviembre de 2015
<b>Fecha de entrega informe:</b>	22 de diciembre de 2015
<b>Ciudad:</b>	Ibarra
<b>Provincia:</b>	Imbabura

#	Muestra	Especificaciones
T1R1	Oca	Cámara Infrarroja 35°C
T1R2	Oca	Cámara Infrarroja 35°C
T1R3	Oca	Cámara Infrarroja 35°C
T2R1	Oca	Estufa 35°C
T2R2	Oca	Estufa 35°C
T2R3	Oca	Estufa 35°C
T3R1	Oca	Sol
T3R2	Oca	Sol
T3R3	Oca	Sol

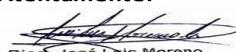
Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Metodo de ensayo
		T1R1	T1R2	T1R3	media	
Contenido Acuoso	g/100 g	60,09	60,06	59,84	60,00	AOAC 925.10
Sólidos Totales	g/100 g	40,01	39,94	40,05	40,00	
Sólidos Solubles (°Brix)	g/100 g	12,50	12,80	12,99	12,76	Refractometría
Acidez como ác. oxálico	mg/100 g	45,98	45,95	46,00	45,98	AOAC 954.07
pH	-----	4,80	4,84	4,83	4,82	AOAC 981.12

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Metodo de ensayo
		T2R1	T2R2	T2R3	media	
Contenido Acuoso	g/100 g	65,15	65,09	65,17	65,14	AOAC 925.10
Sólidos Totales	g/100 g	34,89	34,86	34,83	34,86	
Sólidos Solubles (°Brix)	g/100 g	11,20	11,50	10,99	11,23	Refractometría
Acidez como ác. oxálico	mg/100 g	47,50	47,41	47,40	47,44	AOAC 954.07
pH	-----	5,62	5,60	5,83	5,68	AOAC 981.12

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Metodo de ensayo
		T3R1	T3R2	T3R3	media	
Contenido Acuoso	g/100 g	75,63	75,62	75,52	75,59	AOAC 925.10
Sólidos Totales	g/100 g	24,43	24,36	24,44	24,41	
Sólidos Solubles (°Brix)	g/100 g	8,55	8,48	8,47	8,50	Refractometría
Acidez como ác. oxálico	mg/100 g	75,61	75,56	75,60	75,59	AOAC 954.07
pH	-----	6,53	6,53	6,48	6,51	AOAC 981.12

**Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas**

Atentamente:

  
 BIOD. José Luis Moreno  
 Técnico de Laboratorio



## Anexo 10 Análisis físico químicos de la oca madurada a 40 °C

<b>Informe N°:</b>	135 - 2015
<b>Análisis solicitado por:</b>	Katherine Ramos
<b>Empresa:</b>	No aplica
<b>Muestreado:</b>	Propietario
<b>Fecha de recepción:</b>	10 de noviembre de 2015
<b>Fecha de entrega informe:</b>	22 de diciembre de 2015
<b>Ciudad:</b>	Ibarra
<b>Provincia:</b>	Imbabura

#	Muestra	Especificaciones
T1R1	Oca	Cámara Infrarroja 40°C
T1R2	Oca	Cámara Infrarroja 40°C
T1R3	Oca	Cámara Infrarroja 40°C
T2R1	Oca	Estufa 40°C
T2R2	Oca	Estufa 40°C
T2R3	Oca	Estufa 40°C
T3R1	Oca	Sol
T3R2	Oca	Sol
T3R3	Oca	Sol

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Metodo de ensayo
		T1R1	T1R2	T1R3	media	
Contenido Acuoso	g/100 g	44,68	44,64	44,72	44,68	AOAC 925.10
Sólidos Totales	g/100 g	55,34	55,32	55,31	55,32	
Sólidos Solubles (°Brix)	g/100 g	21,80	21,79	21,81	21,80	Refractometría
Acidez como ác. oxálico	mg/100 g	47,50	47,41	47,40	47,44	AOAC 954.07
pH	-----	6,23	6,23	5,75	6,07	AOAC 981.12

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Metodo de ensayo
		T2R1	T2R2	T2R3	media	
Contenido Acuoso	g/100 g	31,72	31,69	31,45	31,62	AOAC 925.10
Sólidos Totales	g/100 g	68,42	68,38	68,34	68,38	
Sólidos Solubles (°Brix)	g/100 g	18,44	18,42	18,34	18,40	Refractometría
Acidez como ác. oxálico	mg/100 g	39,28	39,33	39,39	39,33	AOAC 954.07
pH	-----	6,13	6,16	6,00	6,10	AOAC 981.12

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Metodo de ensayo
		T3R1	T3R2	T3R3	media	
Contenido Acuoso	g/100 g	75,63	75,62	75,52	75,59	AOAC 925.10
Sólidos Totales	g/100 g	24,43	24,36	24,44	24,41	
Sólidos Solubles (°Brix)	g/100 g	8,55	8,48	8,47	8,50	Refractometría
Acidez como ác. oxálico	mg/100 g	75,61	75,56	75,60	75,59	AOAC 954.07
pH	-----	6,53	6,53	6,48	6,51	AOAC 981.12

*Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas*  
Atentamente:

  
Biod. José Luis Moreno  
Técnico de Laboratorio



## Anexo 11 Análisis físico químicos de los mejores tratamientos de jícama madurada

<b>Informe N°:</b>	136 - 2015
<b>Análisis solicitado por:</b>	Srta. Katherine Ramos
<b>Empresa:</b>	No aplica
<b>Muestreado:</b>	Propietario
<b>Fecha de recepción:</b>	15 de diciembre de 2015
<b>Fecha de entrega informe:</b>	22 de diciembre de 2015
<b>Ciudad:</b>	Ibarra
<b>Provincia:</b>	Imbabura

#	Muestra
1	Jícama T1 30 °C Infrarroja
2	Jícama T2 30 °C Incubadora
3	Jícama T3 35 °C Infrarroja
4	Jícama T4 35 °C Incubadora

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Metodo de ensayo
		T1	T2	T3	T4	
Contenido acuoso	g/100 g	73,80	72,30	66,04	60,04	AOAC 925.10
Cenizas	g/100 g	0,31	0,32	0,34	0,39	AOAC 923.03
Fibra bruta	g/100 g	0,43	0,45	0,47	0,54	AOAC 932.14C
pH	-----	6,25	6,28	6,36	6,41	AOAC 981.12
Sólidos Solubles (°Brix)	g/100 g	19,05	19,95	32,58	32,07	Refractometría
Azúcares Red. Libres	g/100 g	1,29	1,33	1,40	1,62	AOAC 932.14C
Azúcares Totales	g/100 g	1,75	1,80	1,90	2,19	AOAC 932.14C
Almidón	g/100 g	0,10	0,10	0,10	0,10	AOAC 932.14C
Acido Ascórbico	mg/100 g	10,25	10,54	11,10	12,80	AOAC 967.21
Acidez como ác. oxálico	mg/100 g	65,48	93,16	69,11	97,85	AOAC 954.07

*Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas*

**Atentamente:**

  
Biod. José Luis Moreno  
Técnico de Laboratorio



## Anexo 12 Análisis físico químicos de los mejores tratamientos de oca madurada

Informe N°:	137 - 2015
Análisis solicitado por:	Srta. Katherine Ramos
Empresa:	No aplica
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	15 de diciembre de 2015
Fecha de entrega informe:	22 de diciembre de 2015
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura

#	Muestra
1	Oca T1 30 °C Infrarroja
2	Oca T2 30 °C Incubadora
3	Oca T3 35 °C Infrarroja
4	Oca T4 35 °C Incubadora

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Metodo de ensayo
		T1	T2	T3	T4	
Contenido acuoso	g/100 g	77,28	60,00	76,27	65,14	AOAC 925.10
Cenizas	g/100 g	0,89	0,90	0,88	1,02	AOAC 923.03
Fibra bruta	g/100 g	0,60	0,61	0,60	0,69	AOAC 932.14C
pH	-----	4,66	4,79	4,82	5,68	AOAC 981.12
Sólidos Solubles (°Brix)	g/100 g	8,90	9,10	12,76	11,23	Refractometría
Azúcares Red. Libres	g/100 g	3,59	3,63	3,57	4,12	AOAC 932.14C
Azúcares Totales	g/100 g	2,47	2,51	2,46	2,84	AOAC 932.14C
Almidón	g/100 g	10,84	10,98	10,79	12,45	AOAC 932.14C
Acido Ascórbico	mg/100 g	36,48	36,97	36,33	41,89	AOAC 967.21
Acidez como ác. oxálico	mg/100 g	81,54	91,61	45,98	47,44	AOAC 954.07

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:

  
 BIOD. José Luis Moreno  
 Técnico de Laboratorio



**Anexo 13 Análisis microbiológicos de los mejores tratamientos (superficie de la jícama y oca)**

<b>Informe N°:</b>	138 - 2015
<b>Análisis solicitado por:</b>	Srta. Katherine Ramos
<b>Empresa:</b>	No aplica
<b>Muestreado:</b>	Propietario
<b>Fecha de recepción:</b>	15 de diciembre de 2015
<b>Fecha de entrega informe:</b>	22 de diciembre de 2015
<b>Ciudad:</b>	Ibarra
<b>Provincia:</b>	Imbabura

#	Muestra
1	Jícama T3 35 °C Infrarroja
2	Jícama T5 40 °C Infrarroja
3	Jícama T6 40 °C Estufa
4	Oca T3 35 °C Infrarroja
5	Oca T5 40 °C Infrarroja
6	Oca T6 40 °C Estufa

**Jícama**

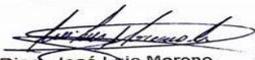
Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Metodo de ensayo
		T3	T5	T6	
Recuento estandar en placa	UFC/g	180	250	740	AOAC 989.10
Recuento de mohos	UFC/g	120	130	220	AOAC 997.02
Recuento de levaduras	UFC/g	200	150	370	

**Oca**

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Metodo de ensayo
		T3	T5	T6	
Recuento estandar en placa	UFC/g	100	80	400	AOAC 989.10
Recuento de mohos	UFC/g	850	700	1200	AOAC 997.02
Recuento de levaduras	UFC/g	120	800	2000	

*Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas*

**Atentamente:**

  
 BIOD. José Luis Moreno  
 Técnico de Laboratorio



## Anexo 14 Fotografías





