



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**

AUTORA:Ramos Arciniega Katherine Elizabeth

DIRECTOR: Ing. Ángel Satama Tene, MSc

Comité Lector:

Ing. Juan Carlos De la vega

Ing. Jimmy Cuarán

Dr. Fernando Caicedo Ph D.

Ibarra, 2016.

HOJA DE VIDA DELA INVESTIGADORA



APELLIDOS: Ramos Arciniega

NOMBRES: Katherine Elizabeth

C. CIUDADANIA: 100310755-2

EDAD: 25 años.

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

ESTADO CIVIL: Casada

TELÉFONO CONVENCIONAL: 062 615-750

TELEFONO CELULAR: 0980467725

CORREO ELECTRÓNICO: Katherineramosarciniega@gmail.com

DIRECCIÓN: Imbabura – Ibarra –La victoria-
Calle. Manuel Zambrano y pasaje N

AÑO: 2016

Registro Bibliográfico

Ramos Arciniega Katherine Elizabeth **EFEECTO 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.** TRABAJO DE GRADO. Ingeniera Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra. 29. Noviembre. 2016. 200p

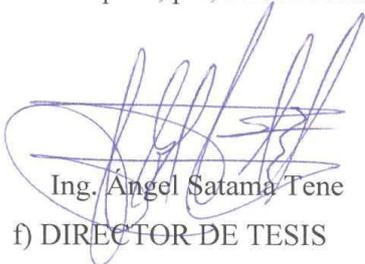
DIRECTOR: Ing. Ángel Satama Tene

La investigación tiene como finalidad evaluar el comportamiento de las características físico químicas y sensoriales de los productos andinos jícama y oca sometidos a procesos 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 radiación solar.

Al aplicar métodos de maduración diferentes al natural 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)

29 Noviembre 2016



Ing. Ángel Satama Tene
f) DIRECTOR DE TESIS



Ramos Arciniega Katherine Elizabeth
f) AUTORA

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

Autora: Katherine Elizabeth Ramos Arciniega Coautor: Ing. Ángel Satama Tene

Resumen

En el presente trabajo de investigación se estudió 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 (morfortipo 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.

Abstract

The effect of temperature on the physical-chemical and sensory 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 sensorial analysis to select the best, by comparison with the geese and jícamas naturally matured 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.

PALABRAS CLAVES

Atributo sensorial, panel sensorial, referencia sensorial, testigo, jícama, oca, secado natural, secado artificial.

Introducción

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 los rubros agrícolas investigados 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 continuaran con su limitado consumo.

KEYWORDS

Smallathus sonchifolius, oxalis tuberosa

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

Materiales y métodos

Localización

La jícama, utilizada para realizarel ensayo experimental de la investigación fue adquirida en la provincia de pichincha, cantón Cayambe, sector Tupigachi, comunidad Agualongo, del productor Silverio Cuazcota. Las pruebas preliminares se realizaron en las instalaciones del laboratorio de unidades Edu productivas de la carrera de ingeniería Agroindustrial de la universidad Técnica del Norte

UBICACIÓN

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

Datos climatológicos de la ciudad de Ibarra

| Características Meteorológicas | Datos |
|--------------------------------|-------------------|
| 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 | 72% |
| Precipitación | 52,5 mm. |
| Temperatura media | 17,7 °C |
| Presión media | 781,6 hPa |

Estación meteorológica Yuyucocha de la Universidad Técnica del Norte (2014).

Materiales y Equipos

- balanza analítica
- balanza infrarroja
- termómetro
- refractómetro
- pH metro
- estufa
- cámara infrarroja
- cámara solar
- bandejas plásticas
- matraz
- empacadora al vacío
- agitadores
- procesador de alimentos
- vasos de precipitación de 500 ml
- Pipeta de 10 ml
- bandejas
- Fundas de polietileno de alta densidad

- Papel aluminio

Equipos de protección personal.

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.

Pesaje.- 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 encuentran 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.

Posteriormente se tomó una muestra de la materia prima para realizar los análisis físico-químicos y conocer su composición inicial y final del producto, éste realizado al finalizar el proceso.

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.

RESULTADOS

Caracterización de la Materia Prima

Caracterización mediante análisis físico-químicos de la materia prima (jícama *Smallanthus sonchifolius* y oca *Oxalis tuberosa*) objeto de estudio empleada en la investigación.

| 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 Libres | Red. 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 |

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

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 | T2 | T3 | T4 | |
| | | C.I 30° C | E. 30° C | C.I 35° C | E. 35° C | |
| Contenido acuoso | g/100 g | 73, 80 | 72, 30 | 66, 04 | 60,0 4 | AOAC 925.10 |
| Cenizas | g/100 g | 0,3 1 | 0,3 2 | 0,3 4 | 0,39 | AOAC 923.03 |
| Fibra bruta | g/100 g | 0,4 3 | 0,4 5 | 0,4 7 | 0,54 | AOAC 932.14C |
| pH | ----- - | 6,2 5 | 6,2 8 | 6,3 6 | 6,41 | AOAC 981.12 |
| Sólidos Solubles (°Brix) | g/100 g | 19, 05 | 19, 95 | 32, 58 | 32,0 7 | Refractometría |
| Azúcares Red. Libres | g/100 g | 1,2 9 | 1,3 3 | 1,4 0 | 1,62 | AOAC 932.14C |
| Azúcares Totales | g/100 g | 1,7 5 | 1,8 0 | 1,9 0 | 2,19 | AOAC 932.14C |
| Almidón | g/100 g | 0,1 0 | 0,1 0 | 0,1 0 | 0,10 | AOAC 932.14C |
| Ácido Ascórbico | mg/100 g | 10, 25 | 10, 54 | 11, 10 | 12,8 0 | AOAC 967.21 |
| Acidez como ác. oxálico | mg/100 g | 65, 48 | 93, 16 | 69, 11 | 97,8 5 | AOAC 954.07 |
| Carbohidratos | g/100 g | 21, 33 | 22, 30 | 35, 05 | 34,9 0 | cálculo |

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 el párrafo anterior son afectados por un gran número de factores entre los que sobresalen la temperatura y la luz.

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

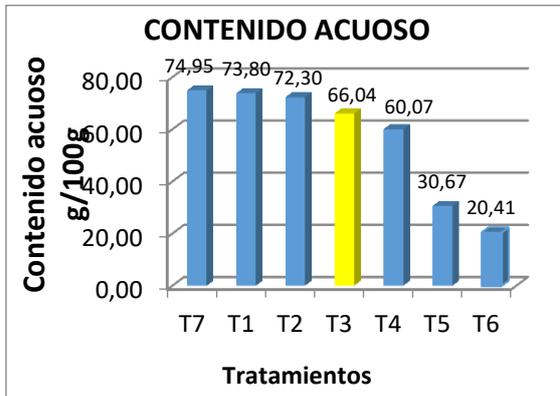
| Parámetro Analizado | Unidad | Resultado Oca | | | | Método de ensayo |
|--------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|------------------|
| | | T1 | T2 | T3 | T4 | |
| | | C.I 30° C | E. 30° C | C.I 35° C | E. 35° C | |
| Contenido acuoso | g/10 0 g | 77, 28 | 60, 00 | 76, 27 | 65, 14 | AOAC 925.10 |
| Cenizas | g/10 0 g | 0,8 9 | 0,9 0 | 0,8 8 | 1,0 2 | AOAC 923.03 |
| Fibra bruta | g/10 0 g | 0,6 0 | 0,6 1 | 0,6 5 | 0,6 9 | AOAC 932.14C |
| pH | ----- -- | 4,6 6 | 4,7 9 | 4,8 2 | 5,6 8 | AOAC 981.12 |
| Sólidos Solubles (°Brix) | g/10 0 g | 8,9 0 | 9,1 0 | 12, 76 | 11, 23 | Refractometría |
| Azúcares Red. Libres | g/10 0 g | 3,5 9 | 3,6 3 | 3,5 7 | 4,1 2 | AOAC 932.14C |
| Azúcares Totales | g/10 0 g | 2,4 7 | 2,5 1 | 2,4 6 | 2,8 4 | AOAC 932.14C |
| Almidón | g/10 0 g | 10, 84 | 10, 98 | 10, 79 | 12, 45 | AOAC 932.14C |
| Ácido Ascórbico | mg/100 00 g | 36, 48 | 36, 97 | 36, 33 | 41, 89 | AOAC 967.21 |
| Acidez como ác. oxálico | mg/100 00 g | 81, 54 | 91, 61 | 45, 98 | 47, 44 | AOAC 954.07 |
| Carbohidratos | g/10 0 g | 22, 81 | 23, 20 | 26, 66 | 27, 21 | Cálculo |

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 existe una relación

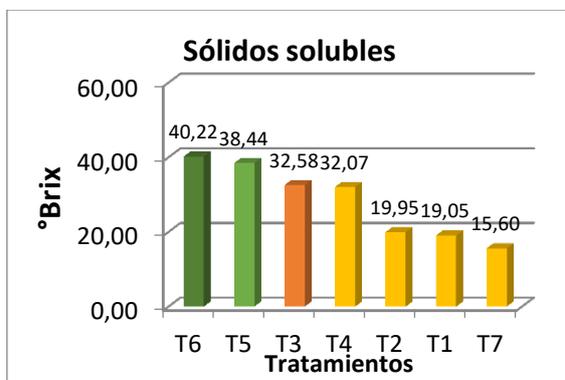
directamente proporcional; el contenido de ácido ascórbico se mantienen mínimamente variable, el ácido oxálico disminuye.

Análisis de las variables de jícama fresca y madura



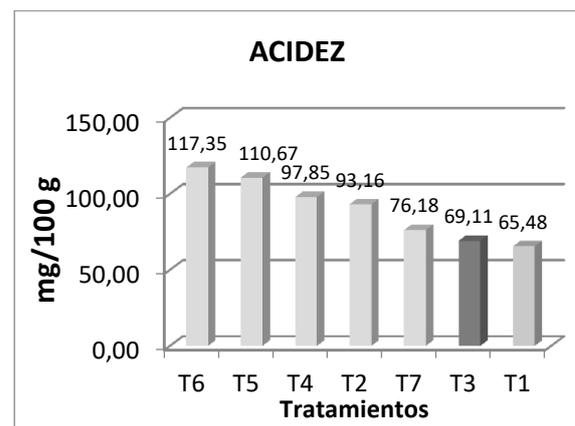
El mejor tratamiento de maduración resulto en cámara infrarroja a 35°C (T3) partiendo de valor de 85,00 g/100g de contenido acuoso de la raíz tuberosa en estado fresco que disminuyo a 66,04 g/100g con buena apariencia visual, en comparación con el método de la estufa se alcanzó 60,07 % que difiere en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



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.



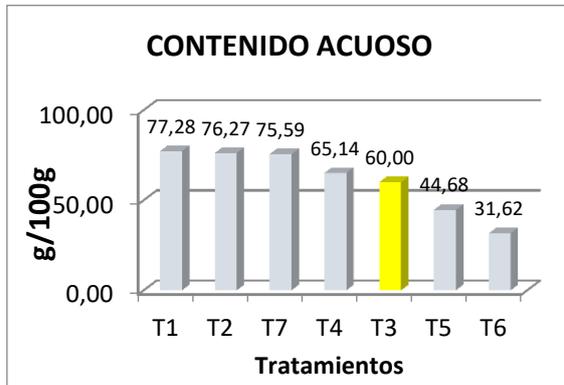
El gráfico 12 muestra que a 30°C T1 y 35°C T3 cámara infrarroja, produjeron la menor cantidad de acidez en el producto final.

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 de la jícama a mayor temperatura el contenido de ácido oxálico aumenta, según (Amaya, 2000) el deterioro fisiológico y microbiológico

de las raíces tuberosas, que además ocasionaron que al utilizar temperaturas más altas se incrementara la tasa de respiración.

ANÁLISIS DE VARIABLES OCA FRESCA Y MADURA



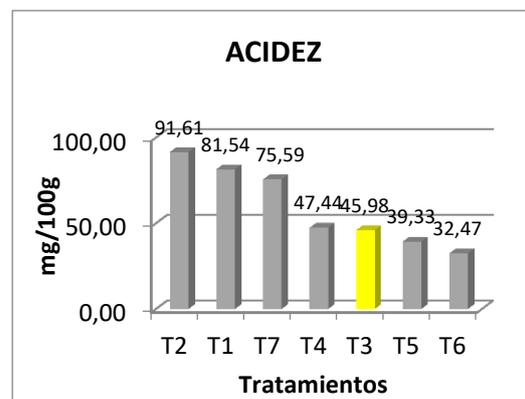
El mejor tratamiento en esta investigación es el tratamiento (T3) madurado a 35°C en cámara infrarroja con un valor de 60,00 g/100 manteniendo una buena apariencia apetecible para el consumidor. Según (Palate, 2012), 35°C madurado a 6 días presenta un valor de 66,70 %, 42°C un valor de 64,85 %; y, 50°C 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).



El mejor tratamiento resultó en cámara infrarroja a 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

En esta investigación se determinó como mejor tratamiento, manejado a 35°C la cámara infrarroja (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 con 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.



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.

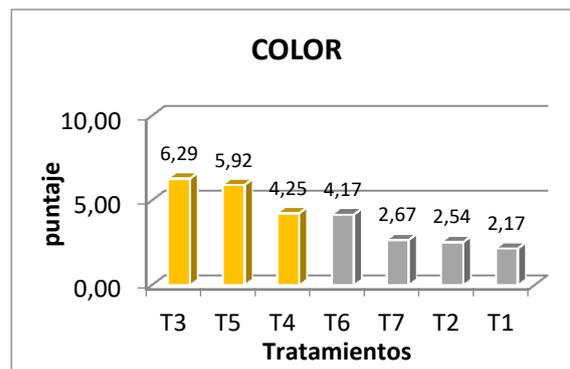
Comparando con la investigación de (Palate, 2013) durante la maduración, el ácido oxálico es respirado y convertido en azúcar; que es una reserva energética más del tubérculo. La concentración de acidez está altamente relacionada con el grado de madurez del tubérculo y con el contenido de azúcares totales.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

Evaluación Organoléptica

Este tipo de análisis se refiere a todas las descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, según las pueden percibir los sentidos. En la investigación las características evaluadas fueron: Color, aroma, sabor y textura. Para realizar el análisis organoléptico se utilizó la prueba de rangos de Friedman, que es la herramienta no paramétrica que más se ajusta a lo requerido.

Análisis de FRIEDMAN para las variables de la evaluación sensorial en Jícama

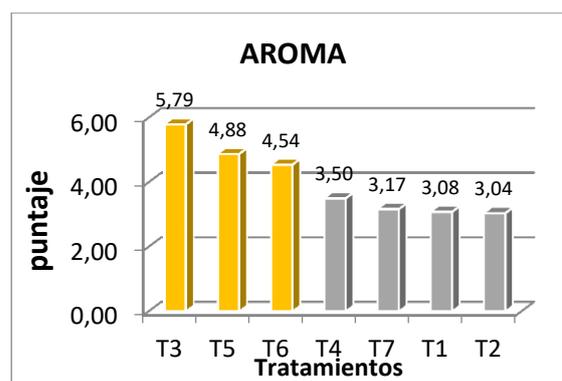
COLOR



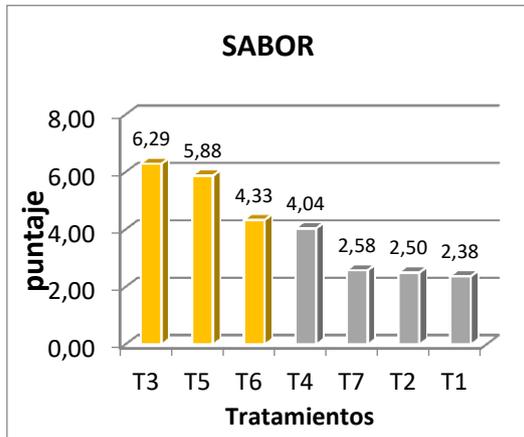
Los mejores tratamientos son (T3) madurado a 35°C en cámara infrarroja, (T4) madurado a 35°C en estufa y (T5) madurado a 40°C en cámara infrarroja.

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).

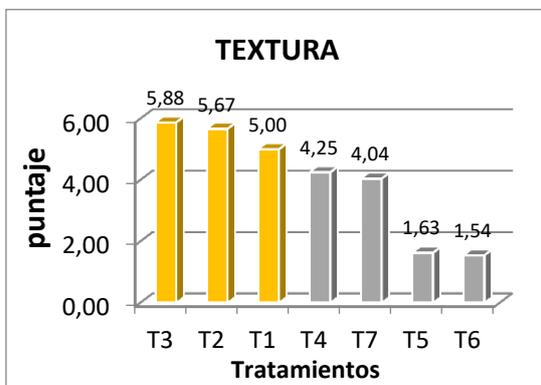
El parámetro de calidad que contribuye a la primera impresión del producto alimentario es su apariencia visual, determinada por el color y la forma.



Se aprecia en las medias de los rangos, los mejores tratamientos son **(T3)** madurado a 35°C en cámara infrarroja, **(T5)** madurado 40°C en cámara infrarroja y **(T6)** madurado 40°C en estufa.

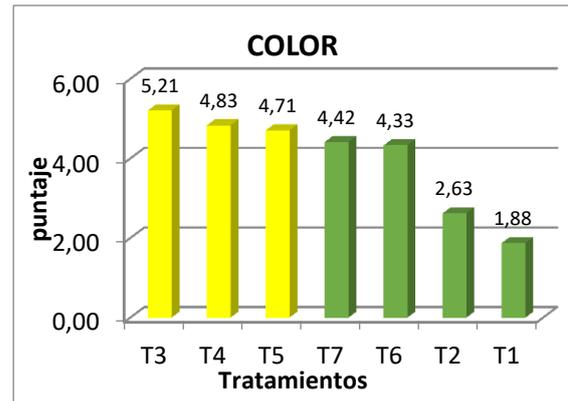


Los mejores tratamientos son **(T3)** y **(T5)** madurados a 35°C y 40°C en cámara infrarroja y **(T6)** madurado a 40°C en estufa.



Conforme se aprecia en 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

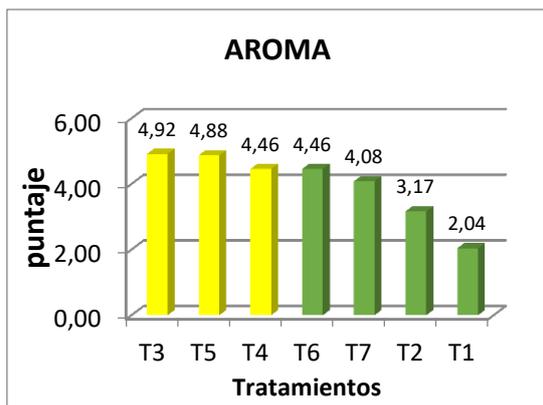
Análisis de FRIEDMAN para las variables de la evaluación sensorial en Oca



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.

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.

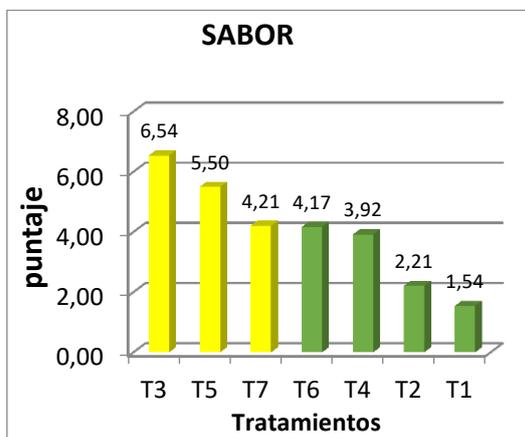
Durante la maduración de la fruta uno de los cambios más notables es el ablandamiento, que está relacionado con las alteraciones bioquímicas de la pared celular, de la lámina media y a niveles de la membrana. A pesar de que dicha manifestación se ha atribuido a enzimas tales como poligalacturonasas y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



Los 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 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).

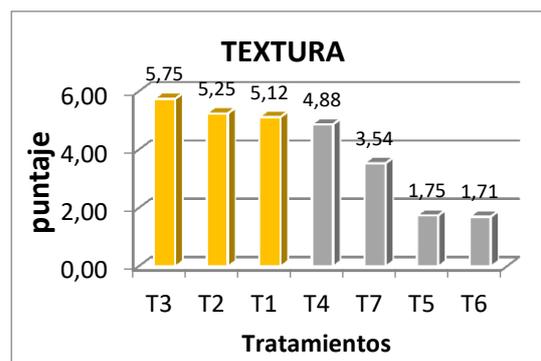
Cuando el alimento se ha evaluado con los ojos y juzgado seguro para comer, éste se valora a través de otros sentidos al saborearse y el aroma del alimento. (Hernández, 2009)



Los mejores tratamientos (T3) madurado a 35°C en cámara infrarroja, (T5) madurado a 40°C en cámara infrarroja y (T7) Exposición al sol.

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



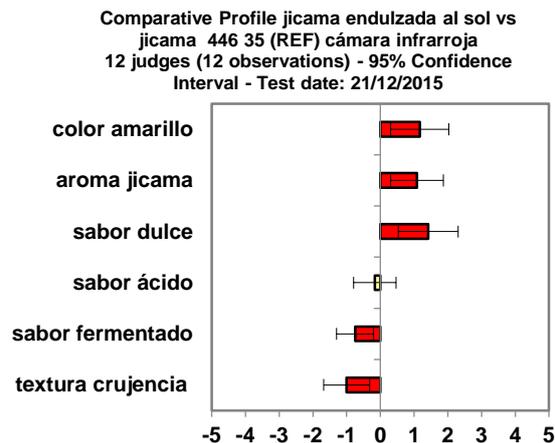
Siendo los mejores tratamientos (T3) madurado a 35°C en cámara infrarroja, (T2) madurado a 30°C en estufa, y T1 madurado a 30°C en cámara infrarroja.

EVALUACIÓN SENSORIAL MEDIANTE 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 |
| 0 | REFERENCIA |
| 1 | un poco más intensa que la referencia |
| 2 | ligeramente más intensa que la |

| | |
|---|--|
| 3 | referencia claramente más intensa que la referencia |
| 4 | mucho más intensa que la referencia |
| 5 | muchísimo más intensa que la referencia |

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



Jícama madurada artificialmente en cámara infrarroja a 35 °C vs Testigo(maduración solar)

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

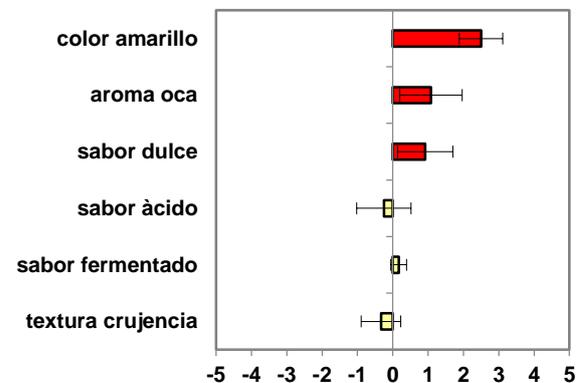
El **sabor dulce** presenta diferencia significativa, siendo esta característica ligeramente más intensa respecto a la referencia.

El **sabor ácido**, no presenta diferencia significativa, siendo este atributo 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.

Comportamiento del análisis descriptivo T3 Oca madurada a 35°C utilizando una cámara infrarroja.

Comparative Profile oca sol vs 644 oca 35 °C (REF) cámara infrarroja
12 judges (12 observations) - 95% Confidence
Interval - Test date: 21/12/2015



Oca madurada artificialmente en cámara infrarroja a 35 °C vs Testigo (maduración solar)

En cuanto al **color amarillo** existe diferencia significativa, siendo estas características ligeramente más intensas que la referencia (0).

En cuanto al **aroma de jícama, sabor dulce** existe diferencia significativa, siendo estas características más intensas con respecto a la referencia.

En el **sabor fermentado** no existe diferencia significativa, siendo esta característica más intensa con respecto a la referencia.

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

CONCLUSIONES

Los análisis físico químico 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 g/100g de

sólidos solubles, con características integrales.

Los análisis físico químicos realizados al tubérculo oca en estado fresco determinan en su composición que los componentes más destacados es la humedad con 79,62% y 5,50 g/100g de sólidos solubles.

Los métodos de maduración de la jícama y oca, aplicados a 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 a 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 sólidos solubles asciende significativamente volviendo el producto con 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).

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 respectivamente, 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 (jícamas y ocas 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 las raíces y tubérculos.

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

- 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 nitrogeênio 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 NO.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
- 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). Elaboración de una bebida alcohólica de jícama y manzana. Quito, Pichincha, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- Echeverriarza, M. P. (2005). *Guía de uso de secadores solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes*. Asunción, Paraguay: Fundación Celestina Pérez de Almada.
- Echeverriarza, M. P. (2008). *Guía de uso de secadores solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes*. Unesco Monteideo: Educación MERCOSUR.
- Echeverriarza, A. (2008). Guía 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
- Graefe, S., M. H., M. I., & A. G. S. (2004). Effects of post-harvest treatments on the carbohydrate composition of yacón roots in the Peruvian Andes. *Field Crops Research* 86, 157-165.
- Gutiérrez, L., & Vaca, S. (2011). *EVALUACIÓN DEL USO DE RECUBRIMIENTOS LIPÍDICOS, POLIMÉRICOS Y REFRIGERACIÓN PARA PROLONGAR LA VIDA ÚTIL DEL YACÓN (Smallanthus 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). *Evaluación de tres tipos de inducción a la madurez en la producción de semilla de papa (Solanum 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*. palmira: universidad nacional de colombia facultad de ciencias Agropecuarias coordinacion general de posgrados.
- Pustaña , G. (2012). *Comparación de las 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.