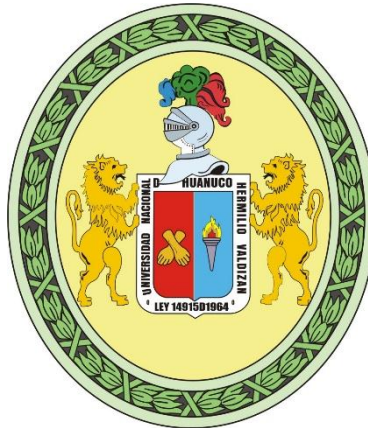


UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



**EFFECTO DEL TRATAMIENTO HIDROTÉRMICO CON
DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ÁCIDO
ASCÓRBICO EN LAS CARACTERÍSTICAS
FISICOQUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS DE LAS
HOJUELAS DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*)
DESHIDRATADA.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

Tesista:

Bach. José Alfredo Palomino Mallqui

Asesor:

Ing. Klinton Jonas Espinoza Benancio

HUÁNUCO - PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios, sobre todas las cosas, por darnos la vida y la oportunidad de cumplir mis sueños para ser mejor persona y buen profesional.

A mis queridos padres, por su amor y apoyo incondicional por ayudarme a cumplir mis sueños y metas.

AGRADECIMIENTO

- A Dios por su gran amor, bondad, y bendiciones que derramó en nuestras vidas y su protección celestial.
- A mis padres por el invaluable apoyo que siempre nos brindaron.
- A mi familia y amigos quienes me brindaron su amor y su desinteresado apoyo.
- A la Universidad Nacional Hermilio Valdizán y en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, en donde nos formaron profesionalmente.
- Al Ing. Klinton Jonás Espinoza Benancio por su asesoramiento y apoyo para el desarrollo y ejecución del presente trabajo de investigación.
- A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por brindarnos sus consejos, enseñanza y dedicación incondicional.

RESUMEN

La investigación describe los resultados de las evaluaciones que se obtuvo de los efectos de los tratamientos hidrotérmicos con diferentes concentraciones de ácido ascórbico y temperaturas, en las características fisicoquímicas y organolépticas para la obtención de las hojuelas de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) deshidratada. El tratamiento hidrotérmico consistió en sumergir las muestras en agua con concentraciones 0,5; 1,0 y 1,5 g de ácido ascórbico, a temperaturas de 30; 35 y 40 °C, a un tiempo constante de 5 minutos, lo que generó un total de 09 tratamientos en estudio. Las muestras de yacón fueron cortadas en rodajas de 2 a 3 milímetros de espesor y secadas a una temperatura de $70 \pm$ °C, se realizó los análisis fisicoquímicas y organolépticas, se determinó que el tratamiento que presenta las mejores características fisicoquímicas, es el tratamiento T₈; con valores de 1,0 gramo de concentración de ácido ascórbico y una temperatura de 40 °C por un tiempo de 5 min. Los cuales presentan los siguientes valores como pH de 5.8; °brix 9,67; acidez total 0,08 %; proteína 3,36 %; carbohidratos 81,86 %; humedad 6,85 %; cenizas 2,99 %; fibra 2,65 %; grasa 2,29 %; los resultados obtenidos en colorimetría, son los siguientes $L^* = 68,73$; $a^* = 3,77$; $b^* = 33,07$; en 100 gramos de muestra analizada, se determinó que el tratamientos que presenta las mejores características organolépticas es el tratamiento T₈; con valores de 1,0 gramo de concentración de ácido ascórbico y una temperatura de 40 °C por un tiempo de 5min. En la escala edénica dan como resultado los siguientes valores, sabor (5,60); aroma (5,53); color (5,33); crocancia (5,53).

Palabras claves

Pardeamiento, oxidación, blanqueado, temperatura, tiempo, inhibidores químicos.

ABSTRACT

The research describes the results of the evaluations obtained from the effects of hydrothermal treatments with different concentrations of ascorbic acid and temperatures, on the physicochemical and organoleptic characteristics for obtaining dehydrated yacon flakes (*Smallanthus sonchifolius*). The hydrothermal treatment consisted of submerging the samples in water with 0,5 concentrations; 1,0 and 1,5 g of ascorbic acid, at temperatures of 30; 35 and 40 °C, at a constant time of 5 minutes, which generated a total of 09 treatments under study, yacon samples were cut into slices 2 to 3 millimeters thick and dried at a temperature of 70 ± °C, physicochemical and organoleptic analyzes were performed, it was determined that the treatments that have the best physicochemical characteristics, is the T₈; treatments with values of 1,0 gram of concentration of ascorbic acid and a temperature of 40 °C for a time of 5 min. Which present the following values as pH of 5,8; Brix 9,67; total acidity 0,08 %; 3,36 % protein; carbohydrates 81,86 %; humidity 6,85 %; ashes 2,99 %; 2,65 % fiber; 2,29 % fat; the results obtained in colorimetry, are the following L* = 68,73; a* = 3,77; b* = 33,07; in 100 grams of analyzed sample, it was determined that the treatment that presents the best organoleptic characteristics is the T₈; treatment; with values of 1,0 gram of concentration of ascorbic acid and a temperature of 40 °C for a time of 5 min. On the Edenic scale, the following values result, flavor (5,60); aroma (5,53); color (5,33); crocance (5,53).

Keywords

Browning, oxidation, bleaching, temperature, time, chemical inhibitors.

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN.....	4
ABSTRACT	5
I. INTRODUCCIÓN	8
II. MARCO TEÓRICO	10
2.1. Fundamento teórico.....	10
2.1.1. Generalidades del yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>).....	10
2.1.2. Fructooligosacáridos.....	17
2.1.3. Tratamiento térmico	17
2.1.4. Métodos de aplicación del tratamiento hidrotérmico	18
2.1.5. Métodos de secado.....	19
2.1.6. Factores que intervienen en el proceso de secado	20
2.2. Antecedentes.....	23
2.3. Hipótesis.....	27
2.3.1. Hipótesis general.....	27
2.3.2. Hipótesis específicas	27
2.4. Variables y operacionalización de variables.....	27
2.4.1. Variable independiente.....	27
2.4.2. Variable dependiente.....	28
2.4.3. Operacionalización de variables	28
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.1. Lugar de ejecución	29
3.2. Tipo y nivel de investigación	29
3.2.1. Tipo de investigación	29
3.2.2. Nivel de investigación	29
3.3. Población, muestra y unidad de análisis.....	29
3.3.1. Población	29
3.3.2. Muestra	29
3.3.3. Unidad de análisis	29
3.4. Tratamientos en estudio	30
3.5. Prueba de hipótesis.....	30

3.5.1. Para determinar la temperatura y concentración del ácido ascórbico óptima del tratamiento hidrotérmico.....	30
3.5.2. Diseño de la investigación	31
3.5.3. Datos registrados	31
3.5.4. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.....	31
3.6. Materiales y equipos	32
3.6.1. Materiales de proceso	32
3.6.2. Materiales de laboratorio.....	32
3.6.3. Materiales de escritorio y otros	33
3.6.4. Equipos	33
3.6.5. Reactivos	34
3.6.6. Materia prima	34
3.6.7. Insumos	34
3.7. Conducción de la investigación	34
3.7.1 Evaluación organoléptica de la temperatura y concentración de ácido ascórbico en el tratamiento hidrotérmico de la hojuela de yacón deshidratado	34
3.7.2 Evaluación fisicoquímica de la temperatura y concentración de ácido ascórbico en el tratamiento hidrotérmico de la hojuela de yacón deshidratado	37
IV RESULTADOS	42
V. DISCUSIÓN.....	50
VI. CONCLUSIONES.....	52
VII. RECOMENDACIONES	54
VIII. LITERATURA CITADA	55
ANEXO.....	59

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, numerosas investigaciones establecieron que las personas que consumen una dieta rica en frutas y vegetales, con alto contenido en vitaminas y antioxidantes, tienen un menor riesgo de desarrollar enfermedades. Esto ha hecho que el consumo de frutas y vegetales esté en aumento en el mundo, especialmente en la mayoría de los países desarrollados; debido a su conveniencia y beneficios en la salud (Tapia, 1999). Por ello, se han estudiado distintos procedimientos para conservar los productos hortofrutícolas de importancia comercial, como el yacón (*Smallanthus sonchifolius*) que tiene raíces de sabor dulce, agradable y que contiene fructooligosacáridos que son muy apreciados por el consumidor actual por su efecto prebiótico. Nuestro país tiene todas las condiciones necesarias para la producción de yacón, actualmente en la Región Huánuco se produce cantidades considerables de yacón, por ello se hace necesario realizar investigación para el desarrollo de nuevos productos o aplicar nuevas técnicas de procesamiento.

Una alternativa para industrializar el yacón, son las hojuelas de este tubérculo, siendo éste un alimento altamente beneficioso para quienes sufren de diabetes o quieran tener una alimentación más sana, pues es rico en los FOS como fibra dietética y como prebióticos (Niness 1999).

Para la obtención de las hojuelas, el secado es una etapa fundamental del proceso, siendo este es una de las operaciones unitarias más antiguas y frecuentes en la industria de alimentos, el cual busca extender y preservar la vida de los productos mediante la reducción de humedad.

Generalmente, previo al secado es necesario realizar un pretratamiento como el blanqueado que ayuda a reducir las reacciones de deterioro como el pardeamiento enzimático ocasionado por las peroxidasas (POD) y/o polifenol oxidasas (PPO). Asimismo, es posible que el blanqueado incremente la velocidad de secado y favorezca la estabilidad del producto deshidratado en el almacenamiento (Scher *et al.* 2009). Los métodos de blanqueado más comunes son la inmersión en agua caliente y la aplicación de vapor o el tratamiento hidrotérmico, por lo común se aplican durante pocos minutos, ya

que el agua es un medio de transferencia de calor más eficiente que el aire. Muchos productos pueden tolerar la exposición a temperaturas entre 50-60 °C por 10 minutos.

Se obtuvo harina de yacón aplicando el mejor método de blanqueado, un acondicionamiento en una solución de cloruro de calcio al uno por ciento durante cinco minutos y un secado en bandeja a tres diferentes temperaturas 50, 65 y 80 °C (Juárez, 2015).

Caracterizar física y químicamente el yacón o jícama (*Smallanthus sonchifolius*), la hojuela de 68 °C y 2 milímetros de grosor obtuvo 43 % aceptabilidad y características como: 5,1 en olor, 6 en color, 5,9 en sabor, 5,9 en textura y como aceptabilidad global 5,9 sobre una tabla hedónica de 9 puntos; físicamente presenta olor y sabor característico, color amarillo y diámetro de 4,5 centímetros (Claudio, 2016).

Los parámetros óptimos para la obtención de hojuelas de yacón fueron: recepción de la materia, almacenamiento, lavado (ácido ascórbico 0,07 %, pelado, rebanado (15mm), escaldado (50 °C por 10 minutos con 2 gramos de ácido ascórbico) secado 70 °C durante 24 horas (Vélez, 2012).

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente se realizó esta investigación planteándose como objetivo general “El estudio del efecto del tratamiento hidrotérmico con diferentes concentraciones de ácido ascórbico en las hojuelas de yacón deshidratada” y como objetivos específicos los siguientes:

- Evaluar organolépticamente la temperatura y concentración de ácido ascórbico en el tratamiento hidrotérmico de las hojuelas de yacón deshidratada.
- Evaluar fisicoquímicamente la temperatura y concentración de ácido ascórbico en el tratamiento hidrotérmico de las hojuelas de yacón deshidratada.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamento teórico

2.1.1. Generalidades del yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

Según Santana (2008), el yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es una especie herbácea perteneciente a la Familia *Astereceae*. Es originario de los valles andinos, región de clima templado y de altitud entre 2 000 a 3 400 metros que se extiende desde Colombia hasta el noreste de Argentina.

La raíz tuberosa ha recibido diferentes nombres en los idiomas andinos dominantes Aymara y Quechua, “*yakku*” y “*unison*” palabras que significan agua en cuanto *yakku* significa además acuoso o insípido. “*Aricoma*” y “*aricumason*” términos aymara que son utilizados en ciertas áreas de Bolivia. “*Llaqon*”, “*llacum*”, “*llacumao*” y “*yacumpi*” son palabras en quechua que designan al yacón. En el Ecuador “*jicama*”, “*chicama*”, “*shicama*”, “*jíquima*” o “*jiquimilla*” son los nombres populares del yacón. El término “*arboloco*” es utilizado en Colombia. EL yacón también recibe nombres en idiomas europeos provenientes por los cultivadores particulares: “*poire de terre*” (Francia), “*yacón strawbeeyb*” (Estados Unidos), “*leafcup*” y yacón (Inglaterra), “*polimnia*” (Italia). De manera general el término yacón es el más utilizado principalmente en países como Colombia, Perú, Argentina, Europa, Japón, Nueva Zelanda y Brasil (Faustino, 2012).

Es una planta de crecimiento rápido y se adapta fácilmente, sobreviviendo aun en los suelos pobres, en climas fríos y se ha comprobado el crecimiento a nivel del mar. Se cultiva ampliamente en huertos familiares de valles quechuas y yungas como cultivo marginal en chacras de otros productos como el maíz y la papa que lo utilizan para su propio consumo o comercializan en ferias rurales representando un importante alternativa nutricional y económica para la agricultura de subsistencia y ocupando el lugar de frutas y vegetales en la dieta de pequeñas comunidades, esta planta se muestra en la Figura 1. (Seminario *et al.* 2003).

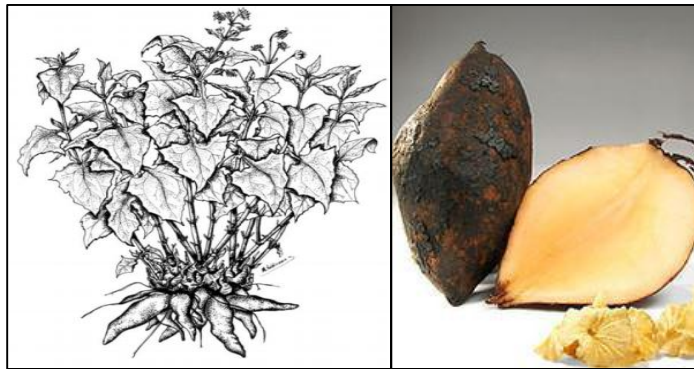


Figura 1. Planta de yacón

Fuente: Seminario *et al.* (2003)

a. Taxonomía del yacón

Mindani, (2008) indica que el yacón es clasificado de la siguiente manera:

Súper reino : *Eucariontes*
Reino : *Plantae*
Sub-reino : *Embriofita*
Filo : *Tracofita*
Superclase : *Angiosperma*
Clase : *Dicotiledónea*
Orden : *Asterales*
Familia : *Asteraceae (Compositae)*
Género : *Smallanthus*
Especie : *Sonchifolius*
Nombre vulgar: “Yacón” o “llacon”

b. Descripción morfológica

Faustino, (2012) menciona que el yacón es una planta herbácea que mide entre unos 2,5 metros de altura, es una planta rustica. A pesar de su origen andino, el yacón representa una especie con desenvolvimiento extremadamente adaptable en cuanto al clima, altitud y a los tipos de suelo, siendo cultivada en países de clima caliente como el Brasil. El cultivo del yacón es simple, se propaga vegetativamente, es decir, del tallo subterráneo se arranca uno de los brotes aéreos y

jóvenes de 10 - 20 centímetros de largo, en cuya base se hallan formando raíces, al crecer el brote por su punto inferior se engruesa aumentando su tamaño de 5 a más veces del original, saliendo de estas numerosas raíces cilíndricas. Las raíces al comienzo son rectas, poco ramificadas y con picos agudos, luego comienzan a aumentar en largo y diámetro llegando a obtener finalmente una forma elipsoidal o esférica.

Las raíces son fusiformes y pueden variar en tamaño, forma y sabor, su cáscara varía de color canela a marrón, la pulpa puede ser de color blanco, amarillo, morado, naranja y algunas veces con puntos de color fucsia. Se ha determinado que el peso de la raíz oscila entre los 200 y 500 gramos y el rendimiento por planta puede llegar a ser de 2 a 3 kilos (Seminario *et al.* 2003).

La raíz tuberosa producida por la planta posee un sabor semejante al de las frutas como el de melón con pulpa levemente acaramelada, crocante y acuosa. Cuando son recientemente cosechadas las raíces tienden a presentar un sabor amiláceo motivo por el cual son expuestas a luz solar por muchos días de pos-cosecha a fin de incrementar el sabor dulce, técnica conocida como soleado. Las raíces son consumidas generalmente crudas una vez que la cáscara posee un sabor resinoso. Otras formas de consumir yacón comprenden cocción a vapor de agua o en fritura 1,2. A diferencia de la mayoría de raíces y tubérculos que acumulan los carbohidratos en forma de almidón (polímeros de glucosa), el yacón almacena los carbohidratos en forma de inulina y/o oligofructanos (polímeros de fructosa) haciéndolo un alimento ideal para los diabéticos (Chivarry, 2007).

Las mejores condiciones para el desarrollo del yacón se encuentran entre el piso alto de la Región Yunga y el piso medio de la Región Quechua, según la clasificación de Pulgar Vidal en 1996, en el rango altitudinal de 1100 a 2500 msnm. Sin embargo, el yacón ha demostrado ser un cultivo con bastante adaptación, pudiendo sembrarse en varios lugares de la costa y selva del Perú. En el norte peruano no soporta

ambientes arriba de los 3 000 msnm. Pero su cultivo se extiende hacia la ceja de selva de los departamentos de Cajamarca, Amazonas y San Martín (Mindani, 2008).

Preferentemente se cultiva en los valles interandinos meso térmicos, en los huertos familiares (huerto casero tropical) como planta de borde o en pequeñas parcelas asociado con otros cultivos. El cultivo desciende hasta la costa peruana sin mayor problema, como lo confirman las reintroducciones hechas en los últimos años en Lima, Trujillo y otros lugares de la costa y las evidencias arqueológicas y etnobotánicas del Perú prehispánico (Seminario *et al.* 2003).

c. Composición química de yacón

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 las 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 (Ohyama *et al.* 1990; Asami *et al.* 1991, citados por Seminario *et al.* 2003).

En la Tabla 1 se muestra la composición química del yacón según Seminario *et al.* 2003.

Tabla 1.

Composición química del yacón.

Características	Cantidad
Humedad %	81,8
Grasa (b.s) %	0,24
Proteína (b.s) %	2,69
Carbohidrato (b.s) %	89,95
Fibra bruta (b.s) %	4,08
Cenizas (b.s) %	3,04
Sólidos solubles %	14,2
Ph	6,43
Acidez (exp. en ácido cítrico) %	0,293
Azúcares reductores (exp. glucosa b.s) %	5,5
Índice de madurez (b.h)*	18,99

Fuente: Seminario *et al.* (2003), *Arista, (2018)

En la Tabla 2 se observa la composición nutricional del yacón según Manrique *et al.* (2004).

Tabla 2.

Composición nutricional del yacón.

Componente	Rango
Agua	85 – 90 g
Oligofructuosa (OF)	6 – 12 g
Azúcares simples *	1.5 – 4 g
Proteínas	0,1 – 0,5 g
Potasio	185 – 295 mg
Fructooligosacárido	3 – 19 %
Calcio	6 – 13 mg
Calorías	14 – 22 kcal

*incluye sacarosa, fructosa y glucosa.

Fuente: Manrique *et al.* (2004).

d. Análisis fisicoquímico del yacón en base seca

En la Tabla 3, se muestra los resultados del análisis proximal del yacón en base seca (Lachman, Fernández y Orsak, 2003).

Tabla 03.

Resultados del análisis proximal del yacón.

Componente	Rangos de valor
Energético Kcal	363,9 – 393,7
Humedad %	81,2 – 83,5
Grasa %	0,17 – 0,24
Proteína %	2,6 – 2,8
Carbohidratos %	88,0 – 93,2
Fibra bruta %	3,2 – 4,1
Cenizas %	2,5 – 3,2
Sólidos solubles (°Brix)	14,1 – 16,5
Ph	6,3 – 6,7
Acidez (ácido cítrico)	0,29 – 0,36
Aw	0,83 – 0,87

Fuente: Lachman J., Fernandez E.C., Orsak M., (2003), *

e. Formas de consumo y propagación

Tradicionalmente el yacón 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, a base del yacón. A continuación, se describe algunos de ellos (Polanco, 2011).

❖ Pasas de yacón

Las pasas de yacón 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).

❖ Hojuelas de yacón

Estas son rodajas de yacón, secadas en un horno a temperatura controlada. El procedimiento consiste en cortar rodajas, aproximadamente de 0,5 centímetros 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 o 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).

❖ Jarabe de yacón

Es un concentrado dulce que hace las veces de edulcorante, pero sin provocar los efectos negativos del azúcar. Su alto contenido de FOS hasta un 50 %, permite que el jarabe de yacón sea utilizado

por la industria alimenticia como un edulcorante bajo en calorías. Sus características físicas y organolépticas son parecidas a la miel de abejas, de maple o de caña de azúcar y pueden ser empleados 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 yacón tiene un gran potencial en el mercado internacional (Manrique *et al.* 2005).

Reportes de Piacente (2010), ha sugerido que el jarabe de yacón promueve, entre otras cosas, la restauración de la microflora intestinal, estimula la formación de bacterias conocidas con el nombre de bifidobacterias, que permiten regular a otras bacterias que se encargan de la putrefacción de los residuos en el intestino grueso; por lo tanto gracias a la mayor proliferación de las bifidobacterias, la concentración de toxinas será menor y, en consecuencia, disminuirá el riesgo de que se produzca un cáncer al colon.

Se ha reportado que las raíces y el jarabe de yacón tienen efectos significativos en la reducción de los niveles de glucosa en la sangre en personas clínicamente sanas (Mayta *et al.* 2004) y en personas con diabetes tipo 2. Estas evidencias son reforzadas con resultados similares obtenidas en animales de laboratorio a los que se les indujo diabetes (Galindo y Paredes, 2002; Rodríguez y Soplopucó, 2004) citados por Manrique *et al.*, 2005). Aunque resulta prematuro que el jarabe de yacón sea benéfico para el control de la diabetes, hay un camino que se ha abierto para la investigación en este campo que pronto podría dar las evidencias definitivas que se necesitan para recomendar su consumo en personas con diabetes. (Manrique *et al.* 2005).

2.1.2. Fructooligosacáridos

Los fructooligosacáridos (FOS), también conocidos como oligofruktanos u oligofruktanosa, pertenecen a una clase particular de azúcares conocidos con el nombre de fructanos. Es frecuente encontrar, adicionalmente, una molécula de glucosa al inicio de la cadena de cada fructano. Existen diversos tipos de fructanos en la naturaleza, pero desde un punto de vista nutricional y de uso en la industria alimentaria se reconocen a los FOS y a la inulina como los más importantes (Niness, 1999).

a. Efecto de los fructooligosacáridos sobre la salud

Evidencia científica disponible sustenta el reconocimiento de los FOS como fibra dietética y como prebióticos. Un prebiótico se define como un alimento no digerible que afecta favorablemente a la salud del hospedero (es decir del consumidor) al estimular efectivamente la proliferación de un grupo de bacterias benéficas en el tracto digestivo, mejorando así el balance intestinal, de la misma forma ayuda a prevenir el riesgo de adquirir la diabetes de tipo 2 (Niness, 1999).

2.1.3. Tratamiento térmico

Borja (2010), mencionan que existe una elevada preocupación de los consumidores respecto a la inocuidad de los productos, así como un incremento en las exigencias de calidad de los mismos. Esto ha aumentado la necesidad de encontrar métodos alternativos en el manejo de productos frutihortícolas.

Sostienen que los métodos térmicos resultan de interés como alternativas o complemento de los tratamientos químicos tradicionales durante el almacenamiento de post cosecha y han sido utilizados por más de un siglo para controlar patógenos.

Más recientemente se ha descrito que pueden modificar numerosos aspectos vinculados con la fisiología de los frutos. Esto ha determinado que se encuentren actualmente estudiando con detenimiento las potencialidades de su aplicación y su adaptación a escala comercial (Fallik, 2004).

2.1.4. Métodos de aplicación del tratamiento hidrotérmico

a. Tratamientos con agua caliente (hidrotermico)

Lurie, (1998), manifiesta que el agua caliente fue utilizada en un principio para el control de hongos, pero su uso luego se extendió para el control de insectos. Los tratamientos por lo común se aplican durante pocos minutos, ya que el agua es un medio de transferencia de calor más eficiente que el aire. Muchos productos pueden tolerar la exposición a temperaturas entre 50 - 60 °C por 10 minutos.

Paull, (1994) menciona que los tratamientos con agua caliente también se han utilizado para el control de insectos. En estos casos, los tiempos de inmersión son más prolongados a temperaturas inferiores a 50 °C, a diferencia del control de muchos hongos que suele realizarse por unos pocos minutos a temperaturas entre 45 y 60 °C.

b. Tratamientos con vapor

Paull, (1994) menciona que los tratamientos consisten en colocar los frutos en contacto con aire saturado con vapor a temperaturas entre 40 y 50 °C, a fin de matar huevos y larvas de insectos y se emplean como tratamientos cuarentenarios en forma previa a los embarques. La transferencia de calor se produce por la condensación del vapor de agua en las superficies frías. Este procedimiento fue utilizado en un principio para el control de la mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) y de la mosca mexicana (*Anastrepha ludens* Loew).

c. Tratamientos con aire caliente

Klein, (2001) sostiene que el aire caliente puede aplicarse colocando los frutos en cámaras de calentamiento con o sin aire forzado. El proceso de calentamiento con aire es más lento que en el caso de los tratamientos con agua o vapor, lo que determina en general la realización de tratamientos más prolongados. Los tratamientos térmicos con aire caliente resultan de especial interés para estudiar los efectos fisiológicos sobre los frutos. Por otra parte, resultan la

única estrategia posible en el caso de frutos que puedan ser afectados por elevada humedad o mojado superficial. En el caso de los tratamientos para el control de insectos, la utilización de tratamientos con aire caliente resulta beneficiosa en algunos productos que puedan ser sensibles al calentamiento a velocidades elevadas.

2.1.5. Métodos de secado

a. Secador de bandejas

Calle y Aparicio, (2011) indica que el secado en bandeja es la técnica más común porque no requiere el uso de equipo altamente especializado como ocurre con el secado por atomización o en la liofilización. Consiste en una cámara de secado con bandejas apiladas a través de las cuales circula el aire caliente, provista interiormente de un ventilador para circular aire a través de un calentador; el aire caliente sale por una rejilla de láminas ajustables y es dirigido, bien, horizontalmente entre bandejas cargadas de hierba, o bien, verticalmente a través de las bandejas perforadas. Estos secaderos pueden disponer de reguladores para controlar la velocidad de aire nuevo y la cantidad de aire de recirculación. Los calentadores del aire pueden ser quemadores directos de gas, serpentines calentados por vapor o en los modelos más pequeños, calentadores de resistencia eléctrica.

b. Secador de túnel

Calle y Aparicio, (2011) indica que este método permite deshidratar en forma semi continua con una gran capacidad de producción. Consiste en un túnel que puede tener hasta un poco más de 20 m de longitud con una sección transversal rectangular de más o menos, hasta 2 x 2 metros.

El producto a secar se extiende en capas uniformes sobre bandejas de malla metálica, listones de madera, etc. Las bandejas se apilan sobre carros o vagonetas dejando espacios entre las bandejas para

que pase el aire de desecación. Las vagonetas cargadas se introducen de uno en uno, a intervalos adecuados, en el túnel de desecación. A medida que se introduce una carretilla por el extremo "húmedo" del túnel se retira otra carretilla de producto seco por el "extremo seco". El aire se mueve mediante ventiladores que lo hacen pasar a través de calentadores y luego fluye horizontalmente entre las bandejas.

2.1.6. Factores que intervienen en el proceso de secado

a. Temperatura del aire

La temperatura desempeña un papel importante en los procesos de secado. En forma general, conforme se incrementa el valor se acelera la eliminación de humedad dentro de los límites posibles.

En la práctica del secado, la elección de la temperatura se lleva a cabo tomando en consideración la especie que se vaya a someter al proceso. (Calle y Aparicio, 2011).

b. Temperatura superficial

Calle y Aparicio, (2011) indica que la temperatura superficial de la materia sometida al proceso de secado, se mide por medio de un sensor infrarrojo.

c. Humedad relativa del aire

La humedad relativa del aire se define como la razón de la presión de vapor de agua presente en ese momento, con respecto a la presión de saturación de vapor de agua la misma temperatura. Generalmente se expresa en porcentaje, a medida que se incrementa la temperatura del aire aumenta su capacidad de absorción de humedad y viceversa.

Cuando el aire contiene su máxima capacidad, se dice que se trata de un aire completamente saturado y por lo tanto incapaz de absorber más humedad, por el contrario, un aire no saturado tiene la

posibilidad de absorber una cantidad determinada de humedad hasta lograr su saturación. (Calle y Aparicio, 2011).

d. Velocidad del aire

La velocidad del aire dentro del secador tiene como función principal, transmitir la energía requerida para extraer el agua contenido en el material, facilitando su desecación y transportando la humedad saliente del material.

La capa límite que existe entre el material a secar y el aire juega un papel importante en el secado. Cuanto menor sea el espesor de esta capa límite, más rápida será la remoción de humedad. Durante las primeras etapas del secado, la velocidad del aire desempeña un papel muy importante, sobre todo cuando el material contiene un alto contenido de humedad. A mayor velocidad, más rápido se extrae agua y el tiempo de secado será en menor tiempo. (Calle y Aparicio, 2011).

2.1.7. Ácido ascórbico

El ácido L-ascórbico (AA) o Vitamina C es una lactona provista de un grupo endiol (Peñas, 2007). El ácido ascórbico es una sustancia cristalina hidrosoluble, blanca, estable en forma seca, que se oxida con facilidad en solución, en especial cuando se expone al calor. La oxidación puede acelerarse por la presencia de cobre o hierro y un pH alcalino. El ácido ascórbico es un derivado hexosa y se clasifica como un carbohidrato relacionado estrechamente con los monosacáridos (Mahan, 1995).

2.1.8. Pardeamiento enzimático

Se denomina pardeamiento enzimático a la transformación enzimática en sus primeras etapas de compuestos fenólicos en polímeros coloreados, frecuentemente pardos o negros (Cheftel *et al.* 2000).

En el campo de los alimentos, el pardeamiento enzimático puede ser un problema muy serio en frutas, champiñones, patatas y otros vegetales, y también en algunos crustáceos, al producir alteraciones el

color que reducen el valor comercial de los productos, o incluso los hacen inaceptables para el consumidor. Estas pérdidas son muy importantes en el caso de las frutas tropicales y de los camarones, productos trascendentales para la economía de muchos países (Calvo, 2014).

2.1.9. Inactivación de la enzima mediante inhibidores químicos

a. Anhídrido sulfuroso

Es uno de los más efectivos y económicos inhibidores químicos hoy usados en la industria alimentaria, aunque su olor y sabor desagradables pueden comunicarse al alimento cuando se emplea en grandes cantidades. Su uso no es aconsejable en alimentos ricos en tiamina y vitamina C, pues las destruye (Mahan, 1995).

b. Ácido ascórbico

Este ácido es el más recomendado para evitar o minimizar el pardeamiento enzimático, por su carácter vitamínico inofensivo. El ácido ascórbico por sí mismo no es un inhibidor de la enzima: actúa sobre el substrato, de modo que puede adicionarse después de haberse formado las quinonas; Tiene la propiedad de oxidarse a ácido dehi-hidroascórbico, reduciendo la quinona a fenol. (Mahan, 1995).

c. Otros inhibidores químicos

Entre las sales propuestas para controlar el pardeamiento la más usada es NaCl, cuya acción impide la actividad de la polifenol-oxidasa frente al ácido clorogénico. Una sumersión en solución acuosa diluida de NaCl (0,3 %) se usa mucho cuando se quiere evitar por corto tiempo el oscurecimiento de frutas peladas, como rodajas de manzanas, antes de ser sometidas al procesamiento; Su contenido en ácido ascórbico se mantiene, entonces, constante durante varias horas. (Mahan, 1995).

2.2. Antecedentes

Martínez, (2013) en su investigación “Estudio de factibilidad en la implementación, desarrollo y comercialización de hojuelas de yacón”, cuyos objetivos fueron: Identificar el estado del arte del yacón y las hojuelas de yacón, determinar la demanda potencial, conocer cuál es el precio que los clientes potenciales estarían dispuestos a pagar por el servicio de distribución del producto, determinación de parámetros de proceso, definir estrategias de comercialización. Donde se obtuvo las siguientes conclusiones en su investigación: (1) Se consideran las hojuelas de yacón como un producto potencial, con altas posibilidades de comercialización, al identificar sus propiedades físicas y medicinales. (2) Existen dos sucesos en el entorno, que son el interés para el mercado de las hojuelas de yacón; las tendencias actuales de cambios de hábitos alimenticios más saludables por la población en general, y la tendencia creciente de diabéticos y personas con sobrepeso en el mundo. (3) Las hojuelas de yacón se identifican como un producto bajo en calorías cuya demanda principal son los estratos 3, 4, 5, 6; se presenta en el mercado con altas posibilidades de ser un alimento recomendado para las personas que sufren diabetes y/o sobrepeso.

Vélez, (2012) en su investigación “Determinación de parámetros en la obtención de hojuelas nutritivas a base de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*)”. Tuvo como objetivos: determinar la composición fisicoquímica del yacón, establecer los parámetros óptimos en la obtención de hojuelas de yacón, caracterización fisicoquímica de las hojuelas de yacón. Sus conclusiones fueron: los resultados del análisis fisicoquímico del yacón fresco son 1,26 % de proteínas, 78,7 % de humedad, 0,68 % de cenizas totales, 6,3 de pH, acidez titulable 0,16 % de ácido cítrico y 14,75 °Brix. Los parámetros óptimos para la obtención de hojuelas de yacón fueron: recepción de la materia, almacenamiento, lavado (ácido ascórbico 0,07 %, pelado, rebanado (15mm), escaldado (50 °C por 10 minutos con 2 gramos de ácido ascórbico) secado (70 °C

durante 24 horas), empacado (0,170gramos) y almacenado. La caracterización fisicoquímica de las hojuelas de yacón fue de 8 % de humedad, 0,8 % de proteínas, 2,0 % de cenizas, 0,2 % de fibra y 29,9 % de fructooligosacáridos.

Claudio, (2016) en su investigación “Elaboración de hojuela de jicama (*Smallanthus Sonchifolius*)”. Se tuvo como objetivo: Caracterizar física y químicamente el yacón o jícama (*Smallanthus sonchifolius*), estudiar el proceso de deshidratación y realizar un análisis de aceptabilidad de los tratamientos estudiados. Se obtuvieron las siguientes conclusiones: El tiempo que demora la deshidratación es un factor importante ya que determino el contenido de humedad y al realizar pruebas previas se pudo concluir que la pérdida de masa fue constante en el 80 %; el grosor fue otro factor importante ya que al combinar con las temperaturas permitió concluir que el menor grosor 2 milímetros obtuvo menor contenido de humedad con la temperatura más alta 63 °C siendo esta 13,13 % ± 2,08. El yacón muestreado físicamente presento un diámetro de 7,1 centímetros, largo de 12,76 centímetros y peso 300,2 gramos y es tipo 2 según (NA 0087, 2010); químicamente presento 82,3 % de humedad, 0,07 % de grasa, 0,08 % de proteína, 16,85 % de carbohidratos, 9,28 % de azúcares totales, ceniza con 0,68 %, fibra cruda 2,06 % y 68 cal / 100 g. La hojuela de 68 °C y 2 milímetros de grosor obtuvo 43 % aceptabilidad y características como: 5,1 en olor, 6 en color, 5,9 en sabor, 5,9 en textura y como aceptabilidad global 5,9 sobre una tabla hedónica de 9 puntos; físicamente presento olor y sabor característico, color amarillo y diámetro de 4,5 centímetros.

Juárez, (2015) en su investigación “Influencia del blanqueado y secado de yacón (*Smallanthus sonchifolius poepp. & endl*) en el contenido de azúcares y fructooligosacáridos”, tuvo como objetivo evaluar los procesos de blanqueado y secado de yacón para la obtención de harina destinada a la extracción de FOS con fines tecnológicos de aplicación. En la primera etapa, se definió el mejor método de blanqueado empleando diferentes espesores de rodaja (5, 10 y 20 mm), técnicas

(ebullición y vapor) y tiempos de blanqueado (2, 4 y 6 min); evaluando su influencia en el contenido de sólidos totales, FOS, azúcares (fructosa y glucosa), y en las actividades enzimáticas de la peroxidasa (POD), polifenol oxidasa (PPO) y fructano 1-exohidrolasa (1-FEH). Posteriormente, se obtuvo harina de yacón aplicando el mejor método de blanqueado, un acondicionamiento en una solución de cloruro de calcio al uno por ciento durante cinco minutos y un secado en bandeja a tres diferentes temperaturas (50, 65 y 80 °C). En esta etapa se evaluó la influencia en el color, contenido de FOS, azúcares y actividad residual 1-FEH. Se seleccionó el blanqueado por ebullición por 6 min con un espesor de rodaja de 5 mm debido a que no mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) con la muestra fresca en el contenido de FOS y azúcares reductores (porcentajes de retención de 99,7 y 104,6 por ciento, respectivamente); a su vez, presentaron bajos niveles de actividad residual POD, PPO y 1-FEH (2,1; 6,6 y 4,2 por ciento, respectivamente). Bajo las condiciones anteriormente mencionadas y una temperatura de secado de 65 °C, se obtuvieron harinas con parámetros de color $L^* = 58,4$; $a^* = 1,8$ y $b^* = 21,9$; un contenido de FOS de 49,2 por ciento y sin actividad residual 1-FEH.

Bravo, (2015) en su investigación “Efecto de la temperatura y adición de ácido ascórbico en el pardeamiento enzimático de la pulpa de mate (*Crescentia cujete*)”, tuvo como objetivo evaluar el pardeamiento enzimático de la pulpa de mate (*Crescentia Cujete L.*) mediante la aplicación de los factores: Temperatura (A) y Ácido ascórbico (B), se establecieron los niveles; $a_1 = 0,3$ % ácido ascórbico / 100 ml de agua y $a_2 = 0,5$ % ácido ascórbico / 100 ml de agua y $b_1 = 4$ °C, $b_2 = 25$ °C y $b_3 = 70$ °C respectivamente. Se procedió a evaluar el mejor tratamiento con la elaboración de un producto (mermelada). Los resultados de los supuestos del ANOVA se analizaron por el procedimiento analítico de Shapiro Will, donde el criterio Tono (H) no cumplió con el supuesto de normalidad y se resolvió mediante una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, resultando el factor B significativo, procediendo a realizar la prueba de Tukey ($p < 0,05$) ; donde el análisis demostró que

el efecto principal del factor B influye en el pardeamiento enzimático, así como la interacción en el tratamiento T₂ (0,5 % de ácido ascórbico y temperatura de 4 °C), mientras que Luminosidad (L) y Cromo (C) no tuvieron diferencia estadística significativa para ninguno de sus factores y su interacción, se concluye que el T₂ evita el pardeamiento enzimático, mientras que en la elaboración del producto al ser sometido a altas temperaturas acelera su actividad enzimática.

Arias, (2016) en su investigación “Deshidratación de jícama (*Smallanthus sonchifolius*) para obtención de hojuelas”, cuyo objetivo fue; Establecer el proceso de deshidratación de jícama (*Smallanthus sonchifolius*) para obtención de hojuelas. Para el desarrollo de hojuelas de jícama se determinó tres factores de estudio con dos niveles cada una, se estableció temperaturas de 50 °C y 55 °C, velocidad de aire de secado 2 m / s y 4 m / s, exposición al sol 0 y 6 días. La investigación se trabajó bajo condiciones de presión atmosférica de la ciudad de Ibarra, con 70,135 Pa; la caracterización del área de estudio en condiciones ambientales del aire de secado mediante la tabla psicrométrica se obtuvo los siguientes valores, para bulbo seco (23 °C), bulbo húmedo (17 °C), humedad relativa (59,50 %), humedad absoluta (15,40 g / kg), presión de vapor (2,46 kPa) , volumen específico (0,8599 m³ / kg) entalpía (61,89 kj / kg) y punto de rocío (14,95 °C) en condiciones ambientales. Finalizada la investigación mediante las curvas de secado se determinó que la jícama tiene un promedio de secado de 4 h, y mejores valores cuantitativos y cualitativos de los resultados en la investigación son los T₁, T₅ y T₈. Con valores de 82,96 g en °Brix, actividad de agua 0,43, humedad 10,57, pH 5,87 y cenizas 3,39. Obteniendo un producto con características organolépticas y fisicoquímicas de calidad.

Coronado, (2013) en su investigación “Elaboración de la harina de yacón (*smallanthus sonchifolius*) y su influencia en el crecimiento de dos bacterias probióticas” tuvo como objetivos: optimizar las condiciones de elaboración de la harina de yacón, evaluar su contenido de azúcares y evaluar la influencia de dicha harina en el crecimiento de

dos bacterias probióticas. Se realizaron dos formas de obtener la harina de yacón en la forma uno mediante una trituración de la muestra, en la forma dos se realizó un licuado, filtrado y concentración en baño de agua a 60 °C hasta 20 °Brix, en ambas se procedió al secado directamente en estufa, la molienda y el envasado. La cantidad de carbohidratos en la forma uno fue de 87,03 % azúcares totales, 7,65 % azúcares reductores y en la forma dos fue de 88,15 % azúcares totales, 9,03 % azúcares reductores. En cuanto a su influencia en las bacterias probióticas, *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium brevis* se pudo apreciar que favorecen el crecimiento de ambas.

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

- ❖ Aplicando el tratamiento hidrotérmico con diferentes concentraciones de ácido ascórbico, obtendremos hojuelas de yacón con buenas características fisicoquímicas y organolépticas.

2.3.2. Hipótesis específicas

- ❖ Evaluando organolépticamente la temperatura y concentración de ácido ascórbico en el tratamiento hidrotérmico obtendremos las mejores características de las de la hojuela de yacón deshidratada.
- ❖ Evaluando fisicoquímicamente la temperatura y concentración de ácido ascórbico en el tratamiento hidrotérmico obtendremos las mejores características de las de la hojuela de yacón deshidratada.

2.4. Variables y operacionalización de variables

2.4.1. Variable independiente

X_1 = Temperatura del tratamiento hidrotérmico

$X_{1,1}$: 30 °C

$X_{1,2}$: 35 °C

$X_{1,3}$: 40 °C

X_2 = Concentración de ácido ascórbico

$X_{2,1}$: 0,5 gramos de ácido ascórbico

$X_{2,2}$: 1,0 gramos de ácido ascórbico

$X_{2,3}$: 1,5 gramos de ácido ascórbico

X_3 = Tiempo del tratamiento hidrotérmico.

$X_{3,1}$: 05 minutos

2.4.2. Variable dependiente

Y_1 = Características organolépticas de las hojuelas de yacón

Y_2 = Características fisicoquímicas de las hojuelas de yacón

2.4.3. Operacionalización de variables

En la Tabla 4, se muestra la Operacionalización de las variables en estudio.

Tabla 4.

Operacionalización de variables.

Variables	Dimensiones	Indicadores
Independiente:		
X_1 = Temperatura del tratamiento hidrotérmico.	Temperatura	$X_{1,1}$: 30 °C / 5 min. $X_{1,2}$: 35 °C / 5 min. $X_{1,3}$: 40 °C / 5 min.
X_2 = Concentración de ácido ascórbico.	Concentración de ácido ascórbico	$X_{2,1}$: 0,5 g de ácido ascórbico. $X_{2,2}$: 1,0 g de ácido ascórbico. $X_{2,3}$: 1,5 g de ácido ascórbico.
Dependiente:		
Y_1 = Características organolépticas de las hojuelas de yacón.	Características organolépticas	Sabor, aroma y color, crocancia.
Y_2 = Características fisicoquímicas de las hojuelas de yacón.	Características fisicoquímicas	Acidez titulable, °Brix, pH, humedad, proteínas, carbohidratos totales, fibra, grasa, ceniza, color

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de la E.P. Ingeniería Agroindustrial y la Unidad Central de Laboratorios de Investigación de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

3.2. Tipo y nivel de investigación

3.2.1. Tipo de investigación

De acuerdo a la naturaleza del estudio, la investigación fue de tipo Aplicada (Zorrilla, 1993).

3.2.2. Nivel de investigación

Es experimental, porque intencionalmente se manipulan las variables independientes: temperatura del tratamiento hidrotérmico, tiempo del tratamiento hidrotérmico y concentración de ácido ascórbico en la obtención de hojuelas de yacón con buenas características organolépticas y fisicoquímicas (Zorrilla, 1993).

3.3. Población, muestra y unidad de análisis

3.3.1. Población

La población estudiada son las hojuelas de yacón deshidratada, cuya materia prima fue proveniente del centro poblado de Yacón, distrito de Santa María del Valle, provincia de Huánuco, cosechado a los ocho meses posterior a la siembra.

3.3.2. Muestra

Las muestras para determinar las características organolépticas y fisicoquímicas de las hojuelas de yacón deshidratada estuvieron constituidos por 9 tratamientos de 100 gramos por tratamiento.

3.3.3. Unidad de análisis

Bolsas con hojuelas de yacón deshidratada de 100 gramos cada uno.

3.4. Tratamientos en estudio

En los tratamientos de estudio que se muestra en la Tabla 5 se evaluaron diferentes temperaturas y concentraciones de ácido ascórbico del tratamiento hidrotérmico a fin de determinar el tratamiento que presente las mejores características organolépticas y fisicoquímicas de las hojuelas de yacón.

a = temperatura ($a_1 = 30$, $a_2 = 35$, $a_3 = 40^\circ \text{C}$)

b = concentración de ácido ascórbico ($b_1 = 0,5$; $b_2 = 1,0$; $b_3 = 1,5 \text{ g}$)

c = tiempo $c_1 = 5$ minutos.

Tabla 5.

Tratamientos para determinar la temperatura del tratamiento hidrotérmico.

Tratamientos	Temperatura	Concentración de ácido ascórbico	Tiempo
T ₁ (a ₁ , b ₁ , c ₁)	30° C	0,5 g	5 min.
T ₂ (a ₁ , b ₂ , c ₁)	30° C	1,0 g	5 min.
T ₃ (a ₁ , b ₃ , c ₁)	30° C	1,5 g	5 min.
T ₄ (a ₂ , b ₁ , c ₁)	35° C	0,5 g	5 min.
T ₅ (a ₂ , b ₂ , c ₁)	35° C	1,0 g	5 min.
T ₆ (a ₂ , b ₃ , c ₁)	35° C	1,5 g	5 min.
T ₇ (a ₃ , b ₁ , c ₁)	40° C	0,5 g	5 min.
T ₈ (a ₃ , b ₂ , c ₁)	40° C	1,0 g	5 min.
T ₉ (a ₃ , b ₃ , c ₁)	40° C	1,5 g	5 min.

3.5. Prueba de hipótesis

3.5.1. Para determinar la temperatura y concentración del ácido ascórbico óptima del tratamiento hidrotérmico.

Hipótesis nula

H₀: Las diferentes temperaturas y concentraciones de ácido ascórbico del tratamiento hidrotérmico presenta iguales características organolépticas y fisicoquímicas en las hojuelas de yacón.

H₀: $T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5 = T_6 = T_7 = T_8 = T_9 = 0$

Hipótesis de investigación

H₁: Al menos una de las temperaturas del tratamiento hidrotérmico presenta diferentes características organolépticas y fisicoquímicas en las hojuelas de yacón.

H₁: Al menos un $T_n \neq 0$

3.5.2. Diseño de la investigación

a. Para el estudio de las características organolépticas de las hojuelas de yacón.

Para determinar la mejor temperatura y concentración de ácido ascórbico en la obtención de hojuelas de yacón, se realizó el estudio organoléptico. Para dicha evaluación se trabajó con la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significación $\alpha = 5 \%$ y su correspondiente prueba de clasificación de tratamientos (Anzaldúa y Morales 2004).

Para analizar las características fisicoquímicas y colorimetría se usó el análisis de varianza bifactorial DCA. Para la comparación de medias de tratamientos se utilizó la prueba DUNCAN a los niveles de 5 % de probabilidades que corresponde al 95 %.

3.5.3. Datos registrados

Se registró los resultados de la evaluación organoléptica y fisicoquímica, de las hojuelas de yacón.

3.5.4. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.

a. Técnicas de investigación documental o bibliográfica

- ❖ **Análisis documental:** Nos permitió el análisis del material a estudiar y precisarlo desde un punto de vista formal y luego desde su contenido.
- ❖ **Análisis de contenido:** Se estudió y analizó de una manera objetiva y sistemática el documento leído.

- ❖ **Fichaje:** Se usó para construir el marco teórico y la bibliografía de dicho proyecto de investigación.

b. Técnicas de campo

- ❖ **Observación:** Nos permito recolectar los datos directamente del proceso para la obtención de las hojuelas de yacón y las evaluaciones organolépticas y fisicoquímicas, químico proximal y colorimetría,
- ❖ **Instrumento de investigación documental:** Se utilizarán la siguiente:
 - ❖ **Documentación:** Comentario, resumen y combinadas.
 - ❖ **Fichas de registro o localización:** Bibliográficas, Hemerografías e internet.
- ❖ **Instrumento de recolección de información en laboratorio:** Libreta de apuntes (laboratorio), cámara fotográfica.
- ❖ **Procesamiento y presentación de los resultados:** Los datos obtenidos serán ordenados y procesados por una computadora utilizando el software Microsoft Office con sus hojas: de texto Word y cálculos Excel.

3.6. Materiales y equipos

3.6.1. Materiales de proceso

Envases de vidrio de 300 mililitros, bandejas, jarras de ½ y 1 litro, espátulas, vasos descartables, cocina semi industrial de 2 hornillas, ollas de 5 y 7 litros, cuchillo, rebanadora para hojuelas, pelador, colador, gas y tela organza.

3.6.2. Materiales de laboratorio

- ❖ **pH:** vaso precipitado de 250 mL,
- ❖ **Brix:** papel tissue
- ❖ **Acidez titulable:** papel filtro, papel tissue, bureta, vasos de precipitados

- ❖ **Cenizas totales:** crisoles de porcelana, pinzas para crisoles, desecadores, trípode, malla de asbesto, mechero de bunsen, balón de gas
- ❖ **Fibra cruda:** crisoles de filtro, probetas de 100 ml, embudos, fiolas de 1 L, trípode, malla de asbesto, pinza para crisol, desecadores, mechero de bunsen, balón de gas
- ❖ **Humedad:** placas Petri, pinzas, desecadores.
- ❖ **Grasa:** balones de destilación de 250 ml, pinzas, desecadores, papel filtro, sifones, envases de vidrio, refrigerantes.
- ❖ **Proteína:** tubos de digestión, papel filtro, espátula, matraces de 250 ml, soporte universal, nuez para bureta, bureta de 25 ml, vaso de 100 ml, fiolas de 250 ml, vasos de 1 L, magnetos, embudos.

3.6.3. Materiales de escritorio y otros

Libreta de apuntes, lapiceros, tajador, resaltador, memoria USB, corrector, lápices de carbón 2B, 1 millar de papel bond A4 de 80 gramos, ½ millar de papel bulky y cámara fotográfica digital.

3.6.4. Equipos

- ❖ **pH:** pH-metro, marca Milwaukee modelo pH 55, USA. 2018.
- ❖ **Brix:** Refractómetro portátil, marca Milwaukee, modelo MA871, USA. 2018.
- ❖ **Acidez titulable:** Balanza analítica marca ohaus, modelo adventurer, USA, 2018.
- ❖ **Cenizas totales:** Estufa, memmert 2017, Mufla marca thermconcep, modelo KL09 / 12, Germany. 2017.
- ❖ **Fibra cruda:** Extractor de fibra, marca behr, modelo CF6, Germany 2018. Estufa, memmert 2017, Mufla marca thermconcep, modelo KL09 / 12, Germany. 2017.
- ❖ **Humedad:** Estufa Estufa, memmert 2017.
- ❖ **Grasa:** Equipo Soxhlet, marca behr, germany, 2018. Estufa, memmert 2017.
- ❖ **Proteína:** Equipo Kjeldahl (digestor, destilador) marca selecta, modelo pro-nitro m, (Germany, 2018).

3.6.5. Reactivos

- ❖ **Acidez titulable:** Hidróxido de Sodio 0,1N
- ❖ **Fibra cruda:** Ácido Sulfúrico H_2SO_4 , Hidróxido de Potasio KOH
- ❖ **Grasa:** Alcohol Isopropílico
- ❖ **Proteína:** Ácido Sulfúrico H_2SO_4 concentrado, Sulfato de Cobre $CuSO_4$, Hidróxido de Sodio NaOH 40 %. Ácido Bórico H_3BO_3 4 %, Ácido Clorhídrico HCl 0,25 N, Carbonato de Sodio Na_2CO_3

3.6.6. Materia prima

Se utilizó como materia prima el yacón de variedad anaranjada producida en el distrito del valle, estado de madurez completo.

3.6.7. Insumos

Ácido ascórbico

3.7. Conducción de la investigación

El presente trabajo de investigación, estuvo enfocado en la obtención de hojuelas de yacón con buenas características organolépticas y fisicoquímicas tal como se muestra en la Figura 2.

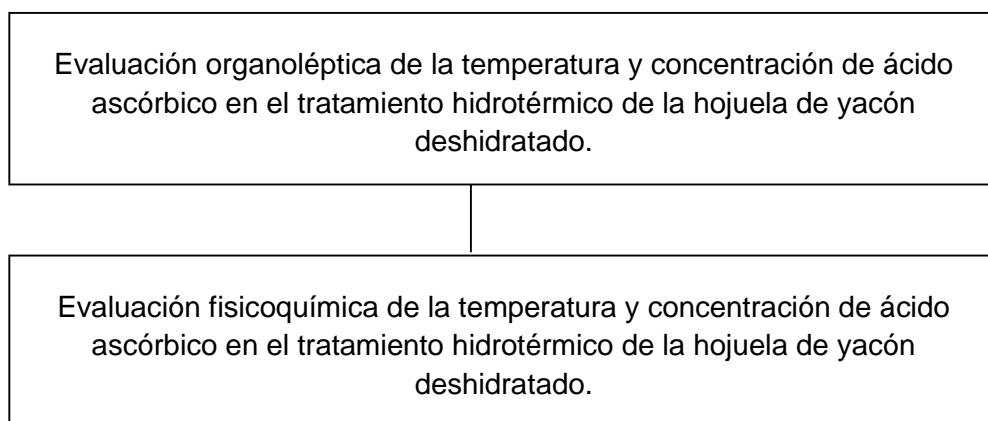


Figura 2. Esquema experimental para la conducción del trabajo de investigación

3.7.1 Evaluación organoléptica de la temperatura y concentración de ácido ascórbico en el tratamiento hidrotérmico de la hojuela de yacón deshidratado

A continuación, se presenta el flujograma para el proceso de obtención de las hojuelas de yacón deshidratada.

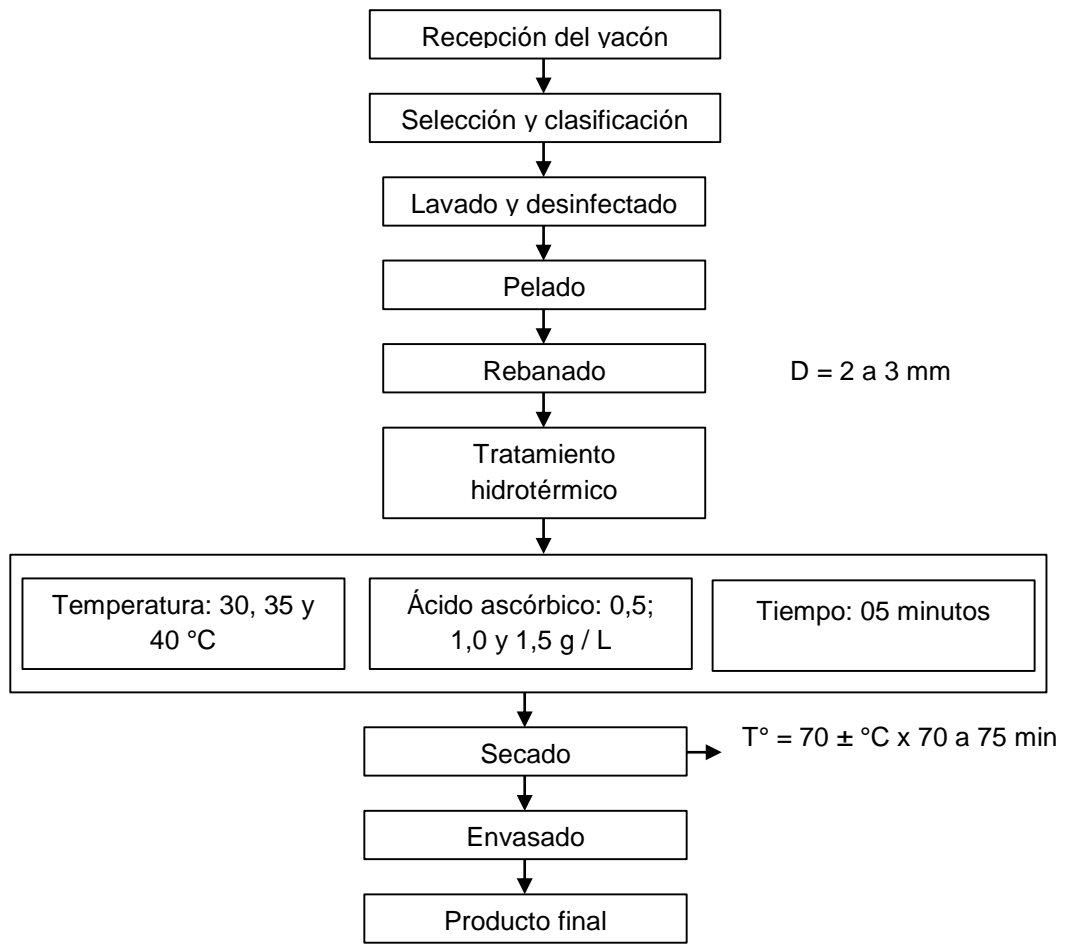


Figura 3. Flujograma para la elaboración de las hojuelas de yacón.

Descripción del proceso:

- **Recepción del yacón:** En esta operación se recibió el yacón, en un costal los cuales cumplieron con los requisitos de calidad.
- **Selección y clasificación:** Se seleccionaron el yacón retirando las muestras que estaban malogradas.
- **Lavado y desinfectado:** El yacón se lavó con abundante agua para eliminar la tierra adherida en la superficie y otros residuos indeseables presentes. La desinfección se realizó con una solución de hipoclorito de sodio a 50 ppm para eliminar todo el resto de microorganismos que estén adheridos a la muestra.
- **Pelado:** El pelado del yacón se realizó de forma manual con la ayuda de peladores de acero inoxidable.

- **Rebanado:** El yacón se rebano en rodajas de un espesor aproximado de 2 a 3 milímetros para luego aplicar el tratamiento hidrotérmico.
- **Tratamiento hidrotérmico:** Esta operación permitió someter las hojuelas de yacón al tratamiento hidrotérmico con diferentes temperaturas (30, 35 y 40 °C), con concentración de ácido ascórbico (0,5; 1,0 y 1,5 gramos / L) y tiempo (05 minutos).
- **Secado:** Las hojuelas de yacón fueron deshidratadas en un secador de bandejas a una temperatura de $70 \pm$ °C durante 70 a 75 minutos.
- **Envasado:** Las hojuelas de yacón deshidratadas fueron envasadas en bolsas de polietileno para su análisis organolépticas y fisicoquímicas.

3.7.1. Evaluación organoléptica de las hojuelas de yacón

La evaluación organoléptica de las muestras se realizó con un panel de degustadores semi-entrenados compuesto de 15 personas. Se evaluó diferentes atributos como el sabor, aroma, color y crocancia; para ello utilizaremos el método de análisis comparativo con escalas hedónicas de 1 a 7 puntos, establecido por Anzaldúa y Morales, (2004).

Los panelistas juzgaron su “nivel de agrado” para el atributo sabor, aroma, color y crocancia utilizando la escala hedónica. El panel de degustadores, estará conformado por estudiantes de la EP de Ingeniería Agroindustrial, de ambos sexos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Tabla 6.

Escala hedónica para la determinación de los atributos (sabor, olor, color y crocancia).

Valor	Sabor	Aroma	Color	Crocancia
7	Excelentemente agradable	Excelentemente agradable	Excelente	Excelente
6	Muy agradable	Muy agradable	Muy bueno	Muy bueno
5	Agradable	Agradable	Bueno	Bueno
4	Indiferente	Indiferente	Regular	Regular
3	Desagradable	Desagradable	Malo	Malo
2	Muy desagradable	Muy desagradable	Muy malo	Muy malo
1	Pésimamente desagradable	Pésimamente desagradable	Pésimo	Pésimo

Fuente: Anzaldúa y Morales (2004).

3.7.2 Evaluación fisicoquímica de la temperatura y concentración de ácido ascórbico en el tratamiento hidrotérmico de la hojuela de yacón deshidratado

Se realizó los siguientes análisis fisicoquímicos.

❖ **pH:** método AOAC, 1997(Métodos Oficiales de Análisis)

- Se pesó 10 g de muestra y se añadió 100 mL de agua destilada en un vaso de precipitado
- Después de diluir la muestra se procedió a filtrar
- El filtrado se llevó a vasos de precipitado y con el pH-metro se procedió con la medición del pH
- Se anotaron los datos reportados

❖ **°Brix:** método AOAC, 1997(Métodos Oficiales de Análisis)

- Se pesó 10 g de muestra y se añadió 100 mL de agua destilada en un vaso de precipitado
- Después de diluir la muestra se procedió a filtrar
- Del filtrado se tomó aproximadamente 1 mL para la medición de los °Brix en el refractómetro portátil
- Se anotaron los datos reportados

❖ **Acidez titulable:** por el método de titulación (NTP 206,013 – 1981).

- Se pesó 10 g de muestra y se añadió 100 mL de agua destilada en un vaso de precipitado
- Después de diluir la muestra se procedió a filtrar
- El filtrado se llevó a matraces en cantidades de 25 mL y añadimos de 2 a 3 gotas de fenolftaleína
- Se aforó la bureta con NaOH 0,1 N
- Con la ayuda del pH – metro se midió el pH hasta llegar a 8,0
- Se anotó el gasto y realizaron los cálculos con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ acidez: } (G_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times F_d \times 100) / P$$

Donde:

G_{NaOH} : Gasto de NaOH

N_{NaOH} : Normalidad de NaOH

F_d : Factor de dilución (Ácido Ascórbico)

P: Peso de muestra

❖ **Cenizas:** por incineración directa, con el método gravimétrico, (NTP 209.264-2001).

- En crisoles de porcelana (previamente lavado, secado y codificado) se pesó aproximadamente 1 g de muestra
- Luego se incineró en mufla a 550 °C durante 3 horas
- Concluido el tiempo de incineración, los crisoles con la ceniza, se enfriaron en desecador por 1 hora
- Después se pesó, se anotó y se realizó los cálculos con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ cenizas: } (P - p) / m) * 100$$

Donde:

P: Peso de crisol + ceniza (g)

p: Peso de crisol vacío (g)

m: Peso de muestra (g)

100: Porcentaje

❖ **Fibra:** método de digestión ácido-alcalina, Matisseck, 1992

- Se pesó los crisoles y la muestra (1 g)
- Se realizó la digestión ácido-alcalina por 90 minutos
- Se realizó el lavado
- Se secó en estufa a 105 °C por 1 hora
- Luego se incineró en mufla a 500°C durante 3 horas
- Concluido el tiempo de incineración, los crisoles con la ceniza, se enfriaron en desecador por 1 hora.
- Se pesó, se anotó los datos y se realizó los cálculos con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Fibra Cruda: } (P - p) / m * 100$$

P: Peso de crisol + fibra (g)

p: Peso de crisol vacío (g)

m: Peso de muestra (g)

100: Porcentaje

❖ **Humedad:** método de la estufa a 105 °C (AOAC 2001).

- Se pesó las placas petri y sobre ellas, 2 g de muestra
- Se secó en estufa a 105 °C durante 1 hora
- Cumplido el tiempo se colocó en un desecador para ser enfriado
- Se pesó, anotó los datos y se realizó los cálculos utilizando la fórmula siguiente:

$$\% H = (w_p + m) - w_f / m * 100$$

Donde:

%H: Porcentaje de humedad

w_p : peso inicial de placa

m : peso de muestra

w_f : peso final de placa después de estufa

❖ **Grasa:** Se realizó la extracción por el método Soxhlet (Bernal, 1993)

- Se pesó los balones de destilación
- Se pesó la muestra (2 g)

- Se realizó la digestión con alcohol isopropílico por lapso 180 minutos (punto de ebullición del alcohol isopropílico 86 °C)
- Se secó los balones, con la grasa, en estufa a 80 °C durante 1 hora para evaporar los restos del solvente.
- Concluido el tiempo, los balones con la grasa, se enfriaron en desecador por 1 hora.
- Se pesó, se anotó los datos y se realizó los cálculos con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Grasa: } (b - a) / m) * 100$$

Donde:

a: Peso de balón + grasa (g)

b: Peso de balón vacío (g)

m: Peso de muestra (g)

❖ **Proteína:** método Kjeldahl (Nielsen, 2003).

Se acondicionó la bomba de vacío con Na₂CO₃ cuya finalidad fue la de neutralizar los vapores del H₂SO₄ generado durante el proceso de digestión.

DIGESTIÓN

- Se pesó 0,25 g de muestra en papel filtro
- Se echó, la muestra, a los tubos de digestión
- Se añadió 10 mL de H₂SO₄ concentrado y una pastilla del catalizador CuSO₄
- Se realizó la digestión a 380°C durante 3 horas

DESTILACIÓN

- Se realizó la destilación añadiendo 50 mL de NaOH al 40% en los tubos
- Se recogió el destilado, sobre 50 mL de H₃BO₃ y gotas de indicador en un matraz hasta 200 mL incluido el destilado

TITULACIÓN

- Se tituló con HCl 0,25 N
- Finalmente se anotó el gasto y se realizaron los cálculos con la siguiente fórmula:

$$\text{mg N} = N \times V \times 14$$

Donde:

N = Normalidad del ácido de valoración

V = Volumen de ácido consumido

14 = Peso atómico del nitrógeno.

Para pasar a contenido de proteínas corregir por el factor adecuado según la naturaleza de la muestra.

$$\% \text{ Proteína} = P2 / P0 \times 100 \times F$$

Donde:

P2: Nitrógeno (mg).

P0: Peso de la muestra (mg).

F: Factor proteínico.

(6,25 por defecto)

❖ **Carbohidratos:** Por diferencia, Hart – Fisher, (1991).

Los carbohidratos totales se determinan por diferencia de masa respecto a los otros componentes de la muestra en estudio, como se muestra en la siguiente fórmula:

$$\% \text{ CT} = 100 - (P + F + G + H + C)$$

Donde:

P: Proteína

F: Fibra

G: Grasa

H: Humedad

C: Ceniza

Caracterización de colorimetría de las hojuelas de yacón

❖ **Colorimetría:**

Se usó el equipo portátil de colorimetría marca Lovibond, modelo Lc100 para lecturar los colores de los 09 tratamientos por triplicado para obtener los parámetros de colores de. L*, a* y b*, para determinar cuál de las muestras tiene el color que tiene mayor aceptación empleamos la prueba de Duncan.

IV RESULTADOS

4.1. Temperatura y concentración de ácido ascórbico en el tratamiento hidrotérmico que presenta la mejor característica organoléptica de la hojuela de yacón deshidratado

Los resultados de la evaluación sensorial se muestran en el anexo 01a, 01b, 01c, 01d para los atributos sabor, aroma, color, crocancia.

La prueba de Friedman para los cuatro atributos indica que existen diferencias significativas entre tratamientos.

El índice de madurez del yacón expresada en base a la relación de °brix y acidez, como información adicional, se muestra en el anexo 03c.

La Tabla 7, nos muestra la clasificación de los atributos sensoriales para los nueve tratamientos de la hojuela de yacón.

Tabla 7.

Clasificación de los atributos sensoriales para los nueve tratamientos de las hojuelas de yacón.

Tratamiento	Sabor	Aroma	Color	Crocancia
T ₁ (a ₁ ,b ₁)	5,27 ^b	5,07 ^{bc}	5,13 ^b	4,67 ^{cd}
T ₂ (a ₁ ,b ₂)	5,33 ^{ab}	5,27 ^{abc}	5,33 ^{ab}	5,07 ^{bc}
T ₃ (a ₁ ,b ₃)	5,13 ^b	4,87 ^c	5,20 ^b	5,47 ^b
T ₄ (a ₂ ,b ₁)	4,87 ^b	4,87 ^c	5,07 ^b	4,20 ^d
T ₅ (a ₂ ,b ₂)	5,40 ^{ab}	5,27 ^{abc}	4,93 ^b	4,40 ^d
T ₆ (a ₂ ,b ₃)	5,27 ^b	5,40 ^{abc}	5,27 ^b	5,13 ^{bc}
T ₇ (a ₃ ,b ₁)	4,93 ^b	5,07 ^{bc}	5,33 ^{ab}	4,47 ^d
T ₈ (a ₃ ,b ₂)	5,60 ^{ab}	5,53 ^{ab}	5,33 ^{ab}	5,53 ^{ab}
T ₉ (a ₃ ,b ₃)	6,20 ^a	5,80 ^a	5,87 ^a	6,27 ^a

Letras iguales en una misma columna son estadísticamente igual de acuerdo a la prueba Friedman.

Los resultados obtenidos nos muestra que el tratamiento T₈; tiene 1,0 gramos de concentración de ácido ascórbico a una temperatura de 40 °C por un tiempo de 5 minutos y el tratamiento T₉; tiene 1,5 gramo de

concentración de ácido ascórbico a una temperatura de 40 °C por un tiempo de 5 minutos, siendo estos los que tuvieron mayor aceptabilidad, siendo este diferente estadísticamente de los demás tratamientos; el tratamiento que también tuvo cierta aceptabilidad después de los tratamientos T₈ y T₉ fue el tratamiento T₂; con 1,0 gramo de concentración de ácido ascórbico a una temperatura de 30 °C por un tiempo de 5 minutos.

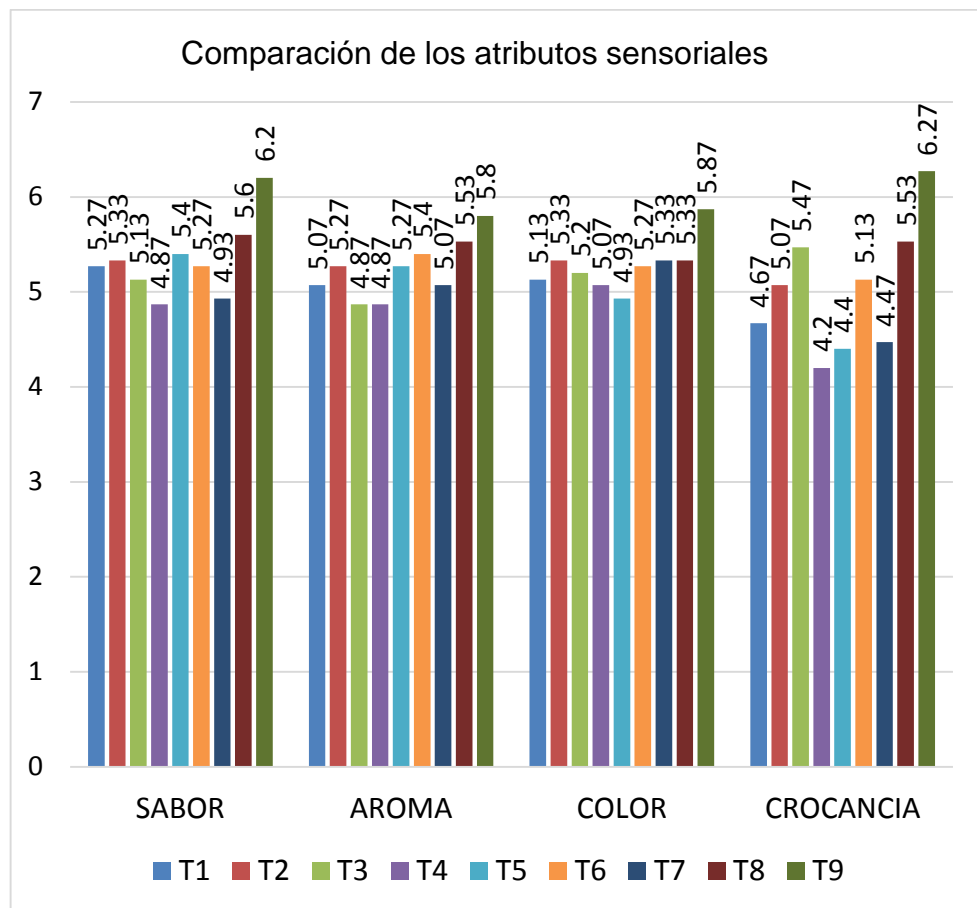


Figura 4. Comparación de los atributos sensoriales.

En la Figura 4, describe la frecuencia de respuestas en la escala hedónica al evaluar sensorialmente las hojuelas de yacón obtenidas a diferentes concentraciones de ácido ascórbico; Siendo los tratamientos T₈; que tiene 1,0 gramos de concentración de ácido ascórbico a una temperatura de 40 °C por un tiempo de 5 min y el tratamiento T₉; que tiene 1,5 gramo de concentración de ácido ascórbico a una temperatura de 40 °C por un tiempo de 5 min, los que tuvieron mayor aceptabilidad

respecto a los atributos evaluados como, sabor, aroma, color y crocancia.

4.2. Temperatura y concentración de ácido ascórbico en el tratamiento hidrotérmico que presenta la mejor característica fisicoquímica de la hojuela de yacón deshidratado.

De acuerdo a la aplicación del diseño completo al azar (DCA) con arreglo factorial de 2 x 2, se realizó el análisis por factores demostrándose que según el análisis de varianza existen diferencias significativas en todos los tratamientos y combinaciones, como se muestra en la Tabla 8.

Es que en el análisis de cada factor (a = temperatura y b = ácido ascórbico) se puede apreciar que las diferencias estadísticas se cumplen para los 2 factores de manera individual, pudiéndose constatar lo siguiente:

Para el °Brix en el factor temperatura no hay una diferencia estadística encontrando igual los tres tratamientos; en el factor ácido ascórbico los tratamientos b₂ (1,0 g) y b₃ (1,5 g) son los que presentan mayor presencia de sólidos solubles.

Para el pH en el factor temperatura el tratamiento a₃ (40 °C) nos muestra menor pH; en el factor ácido ascórbico no se encuentra diferencia estadística entre los tratamientos.

En la acidez en el factor temperatura el tratamiento a₃ (40 °C) presenta un mayor porcentaje; en el factor ácido ascórbico los tratamientos b₁ (0,5 g) y b₃ (1,5 g) presentan el mismo porcentaje de acidez el cual es mayor.

En cuanto a la humedad en el factor temperatura el tratamiento a₁ (30 °C) nos muestra menor porcentaje y en cuanto al factor ácido ascórbico se obtuvo que los tratamientos b₁ (0,5 g) y b₃ (1,5 g) presentan menor porcentaje.

Así también se encontró que en referencia al porcentaje de proteína en el factor de temperatura el tratamiento a₃ (40 °C) presenta mayor porcentaje y en el factor de ácido ascórbico los tratamientos b₁ (0,5 g) y b₃ (1,5 g) presentan mayor porcentaje y son iguales estadísticamente.

En cuanto al porcentaje de grasa diferenciado por los factores encontramos en el factor temperatura el tratamiento a₁ (30 °C) presenta menor porcentaje y en cuanto al factor ácido ascórbico los tratamientos b₁ (0,5 g) y b₂ (1,0 g) presentan menor porcentaje y son iguales estadísticamente.

Encontramos también en cuanto a fibra en el factor temperatura no se encuentra diferencia estadística ya que los tratamientos son iguales; en el factor ácido ascórbico los tratamientos b₁ (0,5 g) y b₃ (1,5 g) presentan el mayor porcentaje de fibra.

Para el porcentaje de ceniza, en el factor temperatura no hay una diferencia estadística encontrando igual los tres tratamientos; en el factor ácido ascórbico el tratamiento b₂ (1,0 g) presenta menor porcentaje y es diferente estadísticamente a los otros dos tratamientos.

En cuanto al porcentaje de carbohidrato, diferenciado por los factores encontramos en el factor temperatura el tratamiento a₁ (30 °C) presenta mayor porcentaje y en cuanto al factor ácido ascórbico no hay una diferencia estadística encontrando igual los tres tratamientos.

Tabla 8.

Análisis de factores individuales

Tratamientos	Características Fisicoquímicas								
	°Brix %	pH	Acidez %	Humedad %	Proteína %	Grasa %	Fibra %	Cenizas %	Carbohidratos %
a ₁	9,49 ^a	6,00 ^c	0,09 ^c	4,47 ^a	3,58 ^b	1,44 ^a	2,91 ^a	3,58 ^a	84,03 ^a
a ₂	9,47 ^a	5,90 ^b	0,11 ^b	5,74 ^b	3,22 ^c	2,48 ^b	2,94 ^a	3,62 ^a	82,01 ^b
a ₃	9,56 ^a	5,80 ^a	0,12 ^a	6,50 ^b	3,96 ^a	2,67 ^b	3,07 ^a	3,63 ^a	80,18 ^c
b ₁	9,34 ^b	5,90 ^a	0,11 ^a	5,31 ^a	3,72 ^a	2,18 ^{ab}	3,19 ^a	3,60 ^b	82,01 ^a
b ₂	9,56 ^a	5,90 ^a	0,09 ^b	6,34 ^b	3,40 ^b	1,87 ^a	2,67 ^b	3,45 ^a	82,27 ^a
b ₃	9,61 ^a	5,90 ^a	0,11 ^a	5,05 ^a	3,63 ^{ab}	2,54 ^b	3,06 ^a	3,78 ^c	81,94 ^a

Asimismo, para las combinaciones de los factores (ab), se puede notar una clara diferencia entre los tratamientos en estudio.

En la Tabla 9, se visualiza los resultados de la caracterización fisicoquímica °brix, pH y acidez de las hojuelas de yacón respectivamente.

Tabla 9.

Composición Fisicoquímica de las hojuelas del yacón.

Tratamiento.	Características fisicoquímicas		
	BRIX (%)	pH	ACIDEZ (%)
T ₁ (a ₁ ,b ₁)	9,27 ^c	6,00 ^b	0,09 ^{fg}
T ₂ (a ₁ ,b ₂)	9,47 ^{abc}	6,00 ^b	0,10 ^e
T ₃ (a ₁ ,b ₃)	9,73 ^a	6,00 ^b	0,09 ^{ef}
T ₄ (a ₂ ,b ₁)	9,30 ^{bc}	5,90 ^{ab}	0,12 ^c
T ₅ (a ₂ ,b ₂)	9,53 ^{abc}	5,90 ^{ab}	0,11 ^d
T ₆ (a ₂ ,b ₃)	9,57 ^{ab}	5,90 ^{ab}	0,10 ^{de}
T ₇ (a ₃ ,b ₁)	9,47 ^{abc}	5,80 ^a	0,13 ^b
T ₈ (a ₃ ,b ₂)	9,67 ^a	5,80 ^a	0,08 ^g
T ₉ (a ₃ ,b ₃)	9,53 ^{abc}	5,80 ^a	0,14 ^a

En la Tabla 9, se puede observar que las hojuelas presentan:

En cuanto al °brix se aprecia que se encuentra entre 9,27 % a 9,73 %; y que estadísticamente los tratamientos T₁ y T₄ fueron los que alcanzaron menor contenido de sólidos solubles. Siendo los demás tratamientos los que alcanzaron estadísticamente el mayor contenido de sólidos solubles.

En cuanto al pH se aprecia que se encuentra entre 5,80 a 6,00; y que estadísticamente los tratamientos del T₄ al T₉ fueron los que alcanzaron menor contenido de pH siendo esto favorable.

En cuanto a la acidez, existen diferencias significativas entre los tratamientos. Por otro lado, se puede apreciar que el tratamiento T₉ presenta mayor contenido de acidez.

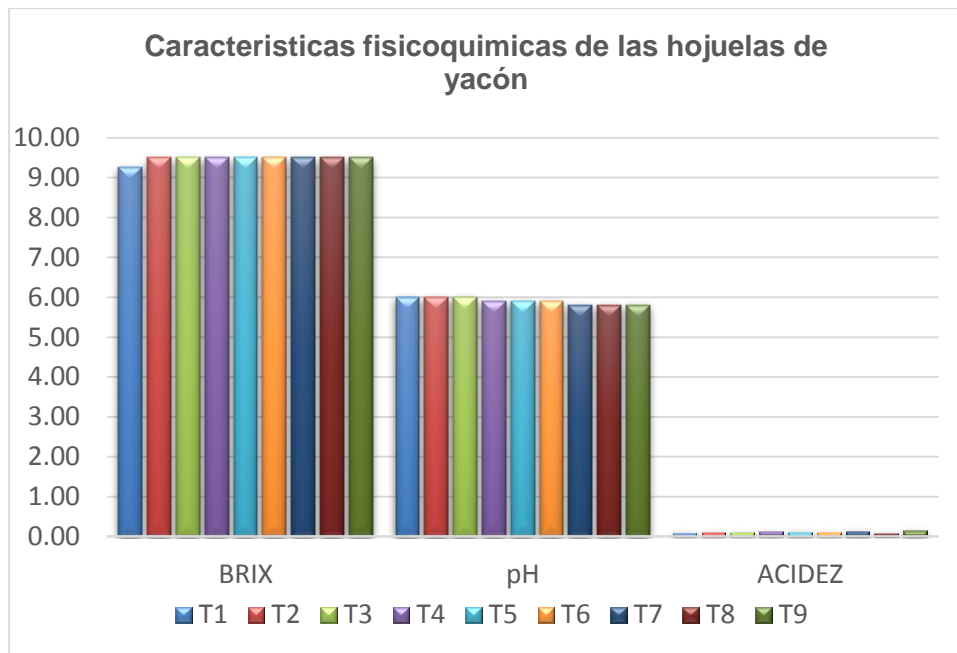


Figura 5. Comparación de las características fisicoquímicas entre los tratamientos.

En la Tabla 10 se visualiza los resultados de la caracterización fisicoquímica humedad, proteínas, grasa, fibra, ceniza, y carbohidrato de las hojuelas de yacón respectivamente.

Tabla 10.

Composición fisicoquímica de las hojuelas del yacón.

Tratamiento	Características fisicoquímicas					
	Humedad (%)	Proteínas (%)	Grasa (%)	Fibra (%)	Cenizas (%)	Carbohidratos (%)
T₁(a₁,b₁)	3,67 ^a	3,48 ^{cde}	1,66 ^{abc}	2,88 ^{ab}	3,27 ^b	85,04 ^a
T₂(a₁,b₂)	5,10 ^{abc}	3,9 ^{bc}	1,26 ^a	2,91 ^{ab}	3,81 ^d	83,03 ^{abc}
T₃(a₁,b₃)	4,63 ^{ab}	3,35 ^{def}	1,40 ^{ab}	2,93 ^{ab}	3,66 ^{cd}	84,03 ^{ab}
T₄(a₂,b₁)	5,46 ^{abcd}	3,63 ^{bcd}	2,38 ^{bcde}	3,41 ^a	3,74 ^d	81,37 ^{cd}
T₅(a₂,b₂)	7,07 ^d	2,93 ^f	2,06 ^{abcd}	2,46 ^b	3,56 ^c	81,92 ^{bc}
T₆(a₂,b₃)	4,68 ^{ab}	3,08 ^{ef}	2,99 ^{bcde}	2,96 ^{ab}	3,56 ^c	82,73 ^{bc}
T₇(a₃,b₁)	6,79 ^{cd}	4,05 ^b	2,50 ^{cde}	3,27 ^a	3,78 ^d	79,61 ^{de}
T₈(a₃,b₂)	6,85 ^{cd}	3,36 ^{def}	2,29 ^{bcde}	2,65 ^b	2,99 ^a	81,86 ^c
T₉(a₃,b₃)	5,84 ^{bcd}	4,47 ^a	3,22 ^e	3,29 ^a	4,11 ^e	79,06 ^e

En la Tabla 10, se observa la composición fisicoquímica de las hojuelas de yacón donde:

El porcentaje de humedad varía entre los tratamientos entre 3,67 % a 7,07 %; las proteínas de 2,93 % a 4,47 %; las grasas de 1,26 % a 3,22 %; la fibra de 2,46 % a 3,29 %; la ceniza de 2,99 % a 4,11 % y la cantidad de carbohidratos oscilan entre 79,06 % a 85,04 %.

En cuanto al contenido de humedad en los tratamientos, presentaron diferencias significativas considerando un error de 0.05 entre los tratamientos, siendo el tratamiento T₁, T₂, T₃, T₄, y T₆ los que estadísticamente son iguales, alcanzaron el menor porcentaje de humedad, los que se pueden apreciar en la Tabla 10.

En cuanto a las proteínas se muestra que el tratamiento T₉ presenta mayor concentración de proteínas, como se aprecia en la Tabla 10.

En la Tabla 10, también encontramos estadísticamente que los tratamientos T₁, T₂, T₃, y T₅ presentan la menor cantidad de grasa; el tratamiento T₅ y T₈ presenta menor cantidad de fibra; también el tratamiento T₈ nos muestra menor cantidad de cenizas y en cuanto a los carbohidratos se encontró mayor presencia en el tratamiento T₁, T₂ y T₃.

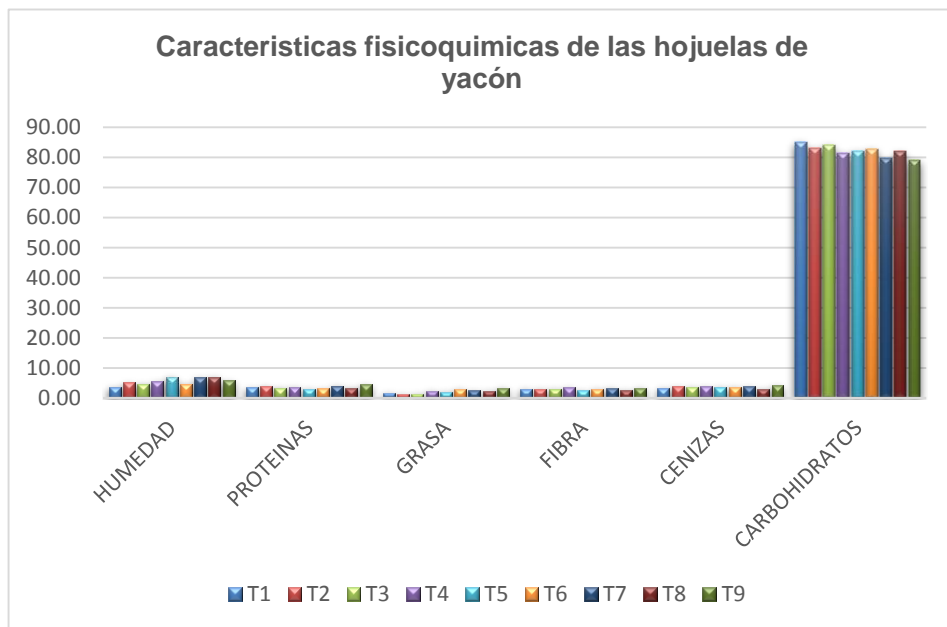


Figura 6. Comparación de las características fisicoquímicas entre los tratamientos

En la Tabla 11, se visualiza los resultados de la caracterización física (colorimetría) de las hojuelas de yacón.

Tabla 11.

Composición física (colorimetría) de las hojuelas del yacón.

Tratamiento	L	a	B
T ₁ (a ₁ ,b ₁)	62,37 ^{bc}	7,57 ^{bcd}	33,07 ^a
T ₂ (a ₁ ,b ₂)	61,63 ^{bc}	5,50 ^{abc}	27,13 ^b
T ₃ (a ₁ ,b ₃)	64,83 ^{abc}	3,77 ^a	29,10 ^{ab}
T ₄ (a ₂ ,b ₁)	68,73 ^a	4,27 ^a	28,90 ^{ab}
T ₅ (a ₂ ,b ₂)	65,70 ^{ab}	4,83 ^{ab}	28,40 ^b
T ₆ (a ₂ ,b ₃)	67,07 ^{ab}	4,77 ^{ab}	28,90 ^{ab}
T ₇ (a ₃ ,b ₁)	59,37 ^c	8,97 ^d	29,20 ^{ab}
T ₈ (a ₃ ,b ₂)	67,40 ^{ab}	6,20 ^{abcd}	31,03 ^{ab}
T ₉ (a ₃ ,b ₃)	63,53 ^{abc}	8,50 ^{cd}	27,70 ^b

En la Tabla 11, los resultados obtenidos en la presente investigación, con respecto a los atributos de color, según la prueba de Duncan al 5%, muestra que los siguientes valores respecto a L* = T4 68,73; a* = T3 3,77; b* = T1 33,07.

V. DISCUSIÓN

5.1. De la temperatura y concentración óptima de ácido ascórbico en el tratamiento hidrotérmico de las hojuelas de yacón

Las hojuelas de yacón sometidas al tratamiento hidrotérmico, fueron evaluadas organolépticamente, cuyos atributos de calidad del producto estuvieron valoradas en una escala hedónica de 1 a 7, lo cual fue utilizada posteriormente por los panelistas.

Los resultados obtenidos en la presente investigación, los tratamientos T₁ al T₉ con rangos en cuanto a sabor (4,87 a 6,20) ; aroma (4,87 a 5,80); color (4,93 a 5,87); Crocancia (4,20 a 6,27); hay cierta similitud con Claudio, (2016) en su investigación “Elaboración de hojuela de jicama (*Smallanthus Sonchifolius*)” los resultado a estas concentraciones de ácido ascórbico y temperaturas a un tiempo constante, las hojuelas yacón mantienen un color característico propio del yacón, mientras que a concentraciones de ácido ascórbico y temperaturas a un tiempo constante, mayores a 40 °C el color de las hojuelas se torna más rojizo y a concentraciones de ácido ascórbico y temperaturas a un tiempo constante, menores de 30 °C el color es más pálido.

Durante el proceso en la obtención de las hojuelas de yacón, en la etapa del tratamiento hidrotérmico, las concentraciones de ácido ascórbico y temperaturas a un tiempo constante es fundamental para evitar el pardeamiento enzimático, respecto a eso se pudo observar que a mayores concentraciones de ácido ascórbico y temperaturas a un tiempo constante en el rango de (1,0 g; 40 °C; 5 min) a (1,5 g; 40 °C; 5 min) se obtuvieron mejores resultados.

5.2. De la caracterización fisicoquímica de las hojuelas de yacón deshidratado

Los resultados obtenidos en la presente investigación son, con respecto a acidez de 0,08 a 0,14; °brix de 9,27 a 9,5; hay cierta similitud con Vélez

(2012) en su investigación “Determinación de parámetros en la obtención de hojuelas nutritivas a base de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*)”. En cuanto al parámetro de pH de 5,8 a 6,0; hay bastante similitud con la investigación que realizó Arias (2016), en su investigación “Deshidratación de jícama (*Smallanthus sonchifolius*) para obtención de hojuelas” el resultado obtenido en las proteínas es de 2,93 a 4,47; carbohidratos de 79,06 a 85,04; fibra de 2,46 a 3,29 y ceniza de 2,99 a 4,11; tiene similitud con los obtenidos por Seminario *et al.* (2003) y Lachman J., Fernandez E.C., Orsak M., 2003. En cuanto a la grasa es de 1,26 a 3,22 no hay similitud por que los parámetros esta lejanos al de Claudio (2016) en su investigación “Elaboración de hojuela de jicama (*Smallanthus Sonchifolius*)”. En cuanto a la humedad es de 3,67 a 7,07; hay similitud con lo obtenido por Vélez (2012) en su investigación “Determinación de parámetros en la obtención de hojuelas nutritivas a base de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*)”. La semejanza de los resultados puede deberse a que en ambas investigaciones se trabajó con una temperatura de secado entre $70 \pm ^\circ\text{C}$ y con muestras de corte entre 2 milímetros a 3 milímetros de espesor. Los resultados obtenidos en la presente investigación, con respecto al color son de $L^* = 68,73$; $a^* = 3,77$; $b^* = 33,07$; hay cierta similitud con los datos obtenidos por Juárez (2015) en su investigación “Influencia del blanqueado y secado de yacón (*Smallanthus sonchifolius poepp. & endl*)

VI. CONCLUSIONES

Luego de obtener los resultados de la evaluación del efecto del tratamiento hidrotérmico en las hojuelas de yacón, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- De acuerdo a la evaluación sensorial realizada, las hojuelas que reportaron mejores características organolépticas fueron el T₈, sometido a un tratamiento hidrotérmico con 1,0 gramo de concentración de ácido ascórbico y una temperatura de 40 °C por un tiempo de 5 min y el T₉, con 1,5 gramos de concentración de ácido ascórbico y una temperatura de 40 °C por un tiempo de 5 min; siendo estos los que obtuvieron mayor aceptabilidad en la evaluación sensorial de acuerdo a la escala edónica, donde T₈ presenta los siguientes valores: sabor (5,60), aroma (5,53), color (5,33) y crocancia (5,53) y T₉ con valores: sabor (6,20), aroma (5,80), color (5,87) y crocancia (6,27).

Por lo tanto, existe relación de rango con los antecedentes teóricos, lo que indica que las hojuelas de yacón deshidratadas, tienen buenas características organolépticas y que el T₈ sería el mejor por tener menor costo de producción en relación al T₉ por tener un costo de producción más elevado al usar mayor cantidad de ácido ascórbico.

- De acuerdo a las evaluaciones fisicoquímicas realizadas, los tratamiento con mayor aceptabilidad son: el tratamiento T₈ reportó valores de pH = 5,8, °brix = 9,67, acidez total = 0,08 %, proteína = 3,36 %; carbohidratos = 81,86 %, humedad = 6,85 %, cenizas = 2,99 %, fibra = 2,65 %; grasa = 2,29 % y el tratamiento T₉ presentó los siguientes valores: pH = 5,8, °brix = 9,53, acidez total = 0,14 %, proteína = 4,47 %, carbohidratos = 79,06 %, humedad = 5,84 %, cenizas = 4,11 %, fibra = 3,29 %, grasa = 3,22 %, los resultados obtenidos en la presente investigación con respecto a los atributos de color, se llegó a la conclusión de que los siguientes valores L* = 68,73, a* = 3,77 y b* = 33,07 son los más apropiados para las hojuelas de yacón deshidratada.

De esto se concluye que existe relación de rango con los antecedentes teóricos, lo que indica que las hojuelas de yacón deshidratada, presentan buenas características fisicoquímicas y que el tratamiento T₈ sería el mejor por tener menor costo de producción en relación al tratamiento T₉ por tener un costo más elevado en su producción al usar mayor cantidad de ácido ascórbico.

VII. RECOMENDACIONES

- Evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas para determinar la vida útil del producto.
- Investigar el efecto del tratamiento hidrotérmico con otras concentraciones y en otros vegetales a fin de estandarizar la cantidad de ácido ascórbico, así como también establecer rango de temperatura con la finalidad de obtener productos de calidad.
- Realizar la caracterización fisicoquímica de las hojuelas de yacón por el método de HPLC, para determinar y reconocer los componentes presentes en el producto.
- Realizar estudios del proceso de deshidratación de las hojuelas de yacón deshidratado para garantizar la disponibilidad de fructoligosacáridos en la proliferación de bacterias benéficas.
- Realizar un estudio de mercado para determinar la demanda y factibilidad financiera que justifique la producción en pequeñas y medianas empresas de la Región Huánuco.

VIII. LITERATURA CITADA

1. Amaya, J. (2002). Efectos de dosis crescentes de nitrogeênio e potássio na produtividade de yacon (*Polymnia sonchifolia* Poep. & Endl.). Tese do título de Mestre em Agronomia. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Botucatu, Brasil, 58 p.
2. Anzaldúa Morales. “La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica”. Editorial Acribia. Zaragoza España. 2004.
3. AOAC. International official methods of analysis. 16° edición, quinta revisión 2001; Volumen 1: capítulo 4 página 25-26, capítulo 32 página 1-12.
4. Arias (2016). Tesis. “Deshidratación de jícama (*Smallanthus sonchifolius*) para obtención de hojuelas. Ibarra.Ecuador.
5. Arispe, (2018). Tesis. “El puré de yacón (*smallanthus sonchifolius*), alimento alternativo de calidad”. Lima. Perú.
6. Bravo, (2015), Tesis. “Efecto de la temperatura y adición de ácido ascórbico en el pardeamiento enzimático de la pulpa de mate (*Crescentia cujete*)”. Manabí. Ecuador.
7. Borja (2010). Tesis. “Estudio de la conservación de fresas (*Fragaria vesca*) mediante tratamientos térmicos”.Ambato Ecuador.
8. Calle B., Aparicio B., (2011). Tesis. “Diseño de una planta de deshidratación de hierbas aromaticas”. Escuela Politécnica Del Litoral. Guayaquil. Ecuador.
9. Calvo, (2014), Citado por JUÁREZ CASTILLO (2015). En “influencia del blanqueado y secado de yacón (*Smallanthus sonchifolius poepp. & endl*) en el contenido de azúcares y fructooligosacáridos”. Lima. Perú.
10. Chávez, J. (2010). “Elaboración y caracterización de un jarabe de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) procedente de la provincia de Huancabamba”. Ingeniería Industrial. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias. Universidad Nacional de Piura. Piura. Perú.

11. Cheftel (2000). Citado por Juárez Castillo (2015). En “influencia del blanqueado y secado de yacón (*Smallanthus sonchifolius poepp. & endl*) en el contenido de azúcares y fructooligosacáridos”. Lima Perú.
12. Chivarry Torres RCA. (2007). Tesis “Influencia de las condiciones de Almacenaje del yacón fresco (*Smallanthus sonchifolius*) en sus compuestos bioactivos”. Universidad Nacional Agraria la Molina Lima – Perú.
13. Coronado (2013), en su investigación “Elaboración de la harina de yacón (*smallanthus sonchifolius*).
14. Faustino, (2012). Tesis Extrato Acuoso de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) deshidratado por atomización. Universidad Federal de Goias, Goiania.
15. Fallik (2004). Tratamiento térmico. Citado por Vicente (2004); Universidad Nacional de La Plata Facultad de Ciencias Exactas Departamento de Química. Tesis. “Efecto de tratamientos térmicos de alta temperatura sobre calidad y fisiología postcosecha de frutillas (*Fragaria x ananassa Duch.*)”. Argentina.
16. Grau A. y Rea J. (2007). Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) (Poepp. & Endl) H. Robinson. En M. H. Hermann, Andean roots and tubers: Achipa, arracacha, maca and yacon. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 21. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetics Resources Institute. (págs. 199- 242).
17. Juárez, (2015). “Influencia del blanqueado y secado de yacón (*Smallanthus sonchifolius poepp. & endl*) en el contenido de azúcares y fructooligosacáridos”. Lima. Perú.
18. Lachman, Fernandez y Orsak, M 2003, ‘Yacón [*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. Et Endl) H.Robinson] Chemical composition and use-a review’, *Plant Soil Environ*, 49 (6), 283-290.
19. Lurie, (1998). Citado por Lizarme (2015) en “Tratamiento hidrotérmico y uso de plástico extensible en la poscosecha del chile poblano (*Capsicum*

- annuum*)". Universidad Nacional Agraria la Molina. Facultad de Agronomía. Lima. Perú.
20. Martínez L. (2013). "Estudio de factibilidad en la implementación, desarrollo y comercialización de hojuelas de yacón".
 21. Martínez, L. 2004. Significado nutricional de los compuestos fenólicos en la dieta. Lima, Perú. Vol 50.
 22. Mena, Claudio (2016). En su investigación "Elaboración de hojuela de yacón o jícama (*Smallanthus sonchifolius*)".
 23. Mindani C, (2008). Tesis: "Influencia de las condiciones de proceso en el secado por liofilización del yacón (*Smallanthus sonchifolius*)". Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú.
 24. MINSA, (2008). Resolución Ministerial N°591-2008/MINSA. Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.
 25. Manrique, (2004). Yacón Ficha Técnica. Centro Internacional de la Papa CIP. Lima, Perú.
 26. Manrique, Párraga, Hermann, (2005). Jarabe de yacón: Principios y procesamiento. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003) No. 8A. Lima Perú: Centro Internacional de la Papa, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Fundación Erbacher, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación.
 27. Mayta, P., Payano, J., Peláez, J., Pérez, M., Pichardo, L., Pucán, L. (2004). Imbiomed. Recuperado el 19 de 12 de 2010, de Ciencia e investigación Médica Estudiantil Latinoamericana.: http://imbiomed.com/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_revista=126&id_seccion=2047&id_ejemplar=3169&id_articulo=30904
 28. Niness KR. (1999). Inulin and oligofructose: What are they? Journal of Nutrition. Pág. 129.
 29. Lachman J., Fernandez E.C., Orsak M., (2003).

30. Paull, (1994). Citado por Lizarme (2015) en “Tratamiento hidrotérmico y uso de plástico extensible en la poscosecha del chile poblano (*Capsicum annum*)”. Universidad Nacional Agraria la Molina. Facultad de Agronomía. Lima. Perú.
31. Peñas, (2007) y Mahan, (1995). Citados en la Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Vol. 24, NO 39 (2016), Revista Alimentos hoy -103. file:///C:/Users/Gaby/Downloads/409-812-1-PB%20(1).pdf.
32. Piacente, P. J. (2010). Innatia. Recuperado el 2 de Agosto de 2010, de Jarabe de yacón, un poderoso edulcorante natural: <http://www.innatia.com/s/cyacon/a-propiedades-jarabe-yacon.html>.
33. Polanco, (2011). Formas de consumo y propagación de yacón: <http://www.bdigital.unal.edu.co/3715/1/7206010.2011.pdf>.
34. Santana I, Cardono MH. (2008). Raíz tuberosa de yacón (*Smallanthus sonchifolius*): potencialidades de cultivos, aspectos tecnológicos e nutricionales. Ciencia Rural, Santa Maria. Pág. 898 – 905.
35. Seminario J, Valderrama M, Manrique I. (2003). Yacón: Fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio Centro internacional de la Papa. Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) Lima - Perú. Pág. 60.
36. Sequeiros, N. (2003). “Elaboración de una bebida nutritiva a base de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*)”. Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna. Perú.
37. Tapia et. Al. (1999). Estudio para la conservación de los productos hortofrutícolas de importancia comercial, como el yacón (*smallanthus sonchifolius*).
38. Vélez (2012). “Determinación de parámetros en la obtención de hojuelas nutritivas a base de yacón (*Smallanthus sonchifolius*)”.
39. Zorrilla, Santiago. 1993. Introducción a la metodología de la investigación. Edit. Ediciones cal y arena.

ANEXO

ANEXO 01a

EVALUACIÓN SENSORIAL

Tabla 12. Resultados de la evaluación sensorial de las hojuelas de yacón para el atributo sabor.

TRATAMIENTO	PANELISTAS															PROMEDIO
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
T1	4	5	5	7	5	5	5	5	6	6	4	5	5	7	5	5.27
T2	5	4	5	7	6	5	4	4	6	6	5	5	5	7	6	5.33
T3	5	4	4	6	5	6	6	4	5	6	5	6	4	6	5	5.13
T4	5	6	3	5	4	6	5	6	5	5	5	6	3	5	4	4.87
T5	4	5	5	7	5	6	6	5	5	6	4	6	5	7	5	5.40
T6	5	4	5	7	5	5	5	4	6	6	5	5	5	7	5	5.27
T7	5	4	4	5	5	5	6	4	6	6	5	5	4	5	5	4.93
T8	6	5	4	7	6	5	6	5	6	6	6	5	4	7	6	5.60
T9	6	7	5	7	7	6	5	7	6	6	6	6	5	7	7	6.20
SUMATORIA	45	44	40	58	48	49	48	44	51	53	45	49	40	58	48	
PROMEDIO	5.00	4.89	4.44	6.44	5.33	5.44	5.33	4.89	5.67	5.89	5.00	5.44	4.44	6.44	5.33	

TRATAMIENTOS	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	R
T1	1.5	6.0	7	6.5	4	3	3.5	6	6.5	5.5	1.5	3	7	6.5	4	71.5
T2	5	2.5	7	6.5	7.5	3	1	2.5	6.5	5.5	5	3	7	6.5	8	76.5
T3	5	2.5	3	3	4	7.5	7.5	2.5	2	5.5	5	7.5	3	3	4	65
T4	5	8	1	1.5	1	7.5	3.5	8	2	1	5	7.5	1	1.5	1	54.5
T5	1.5	6	7	6.5	4	7.5	7.5	6	2	5.5	1.5	7.5	7	6.5	4	80
T6	5	2.5	7	6.5	4	3	3.5	2.5	6.5	5.5	5	3	7	6.5	4	71.5
T7	5	2.5	3	1.5	4	3	7.5	2.5	6.5	5.5	5	3	3	1.5	4	57.5
T8	8.5	6	3	6.5	7.5	3	7.5	6	6.5	5.5	8.5	3	3	6.5	8	89
T9	8.5	9	7	6.5	9	7.5	3.5	9	6.5	5.5	8.5	7.5	7	6.5	8	109.5
SUMA	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	675

TRATAMIENTOS	MEDIAS	SIGNIFICANCIA
T9	6.20	a
T8	5.60	a b
T5	5.40	a b
T2	5.33	a b
T6	5.27	b
T1	5.27	b
T3	5.13	b
T7	4.93	b
T4	4.87	b

ANEXO 01b

Tabla 13. Resultados de la evaluación sensorial de las hojuelas de yacón para el atributo Aroma.

PANELISTAS	PANELISTAS															PROMEDIO
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
T1	5	5	5	6	4	5	5	5	5	6	5	5	5	6	4	5.07
T2	5	5	4	7	5	6	4	5	5	6	5	6	4	7	5	5.27
T3	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4.87
T4	5	5	4	5	4	5	6	5	6	5	5	5	4	5	4	4.87
T5	4	6	4	6	5	6	6	6	5	6	4	6	4	6	5	5.27
T6	5	5	4	7	5	6	6	5	5	6	5	6	4	7	5	5.40
T7	5	5	5	5	4	6	5	5	5	6	5	6	5	5	4	5.07
T8	6	6	5	6	5	5	5	6	6	6	6	5	4	6	6	5.53
T9	6	6	4	7	5	6	5	6	6	6	6	6	5	7	6	5.80
SUMATORIA	46	48	39	54	42	50	47	48	48	52	46	50	39	54	44	
PROMEDIO	5.11	5.33	4.33	6.00	4.67	5.56	5.22	5.33	5.33	5.78	5.11	5.56	4.33	6.00	4.89	

TRATAMIENTOS	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	R
T1	4.5	3.5	8	5	2	2.5	4	3.5	3.5	6	4.5	2.5	8	5	2	64.5
T2	4.5	3.5	3.5	8	6.5	7	1	3.5	3.5	6	4.5	7	3.5	8	5.5	75.5
T3	4.5	3.5	3.5	2	6.5	2.5	4	3.5	3.5	1.5	4.5	2.5	3.5	2	5.5	53
T4	4.5	3.5	3.5	2	2	2.5	8	3.5	8	1.5	4.5	2.5	3.5	2	2	53.5
T5	1	8	3.5	5	6.5	7	8	8	3.5	6	1	7	3.5	5	5.5	78.5
T6	4.5	3.5	3.5	8	6.5	7	8	3.5	3.5	6	4.5	7	3.5	8	5.5	82.5
T7	4.5	3.5	8	2	2	7	4	3.5	3.5	6	4.5	7	8	2	2	67.5
T8	8.5	8	8	5	6.5	2.5	4	8	8	6	8.5	2.5	3.5	5	8.5	92.5
T9	8.5	8	3.5	8	6.5	7	4	8	8	6	8.5	7	8	8	8.5	107.5
SUMA	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	675

TRATAMIENTOS	MEDIAS	SIGNIFICANCIA
T9	5.80	a
T8	5.53	a b
T6	5.40	a b c
T5	5.27	a b c
T2	5.27	a b c
T7	5.07	b c
T1	5.07	b c
T4	4.87	c
T3	4.87	c

ANEXO 01c

Tabla 14. Resultados de la evaluación sensorial de las hojuelas de yacón para el atributo Color.

TRATAMIENTOS	PANELISTAS															PROMEDIO
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
T1	5	4	5	6	6	5	5	4	5	5	5	5	5	6	6	5.13
T2	5	4	5	7	5	6	6	4	5	5	5	6	5	7	5	5.33
T3	5	4	5	6	6	5	6	4	6	5	5	5	5	6	6	5.27
T4	5	4	5	6	5	5	5	4	6	5	5	5	5	6	5	5.07
T5	5	4	4	6	4	6	6	4	5	5	5	6	4	6	4	4.93
T6	5	4	5	7	5	6	4	4	5	5	5	6	5	7	5	5.20
T7	5	5	5	5	6	6	6	5	4	6	5	6	5	5	6	5.33
T8	5	5	5	6	6	5	6	5	4	6	5	5	5	6	6	5.33
T9	6	5	5	7	6	6	6	5	5	7	6	6	5	7	6	5.87
SUMATORIA	46	39	44	56	49	50	50	39	45	49	46	50	44	56	49	
PROMEDIO	5.11	4.33	4.89	6.22	5.44	5.56	5.56	4.33	5.00	5.44	5.11	5.56	4.89	6.22	5.44	

TRATAMIENTOS	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	R
T1	4.5	3.5	5.5	4	7	2.5	2.5	3.5	5	3.5	4.5	2.5	5.5	4	7	65.0
T2	4.5	3.5	5.5	8	3	7	6.5	3.5	5	3.5	4.5	7	5.5	8	3	78.0
T3	4.5	3.5	5.5	4	7	2.5	6.5	3.5	8.5	3.5	4.5	2.5	5.5	4	7	72.5
T4	4.5	3.5	5.5	4	3	2.5	2.5	3.5	8.5	3.5	4.5	2.5	5.5	4	3	60.5
T5	4.5	3.5	1	4	1	7	6.5	3.5	5	3.5	4.5	7	1	4	1	57.0
T6	4.5	3.5	5.5	8	3	7	1	3.5	5	3.5	4.5	7	5.5	8	3	72.5
T7	4.5	8.0	5.5	1	7	7	6.5	8	1.5	7.5	4.5	7	5.5	1	7	81.5
T8	4.5	8.0	5.5	4	7	2.5	6.5	8	1.5	7.5	4.5	2.5	5.5	4	7	78.5
T9	9	8.0	5.5	8	7	7	6.5	8	5	9	9	7	5.5	8	7	109.5
SUMA	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	675

TRATAMIENTOS	MEDIAS	SIGNIFICANCIA
T9	5.87	a
T7	5.33	a b
T8	5.33	a b
T2	5.33	a b
T6	5.27	b
T3	5.20	b
T1	5.13	b
T4	5.07	b
T5	4.93	b

ANEXO 01d

Tabla 15. Resultados de la evaluación sensorial de las hojuelas de yacón para el atributo Crocancia.

PANELISTAS	PANELISTAS															PROMEDIO
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
T1	4	4	4	6	5	5	5	4	4	5	4	5	4	6	5	4.67
T2	5	4	4	7	6	5	4	4	5	6	5	5	4	7	6	5.13
T3	5	6	5	6	6	6	4	6	5	5	5	6	5	6	6	5.47
T4	5	3	4	5	4	4	4	3	4	5	5	4	4	5	4	4.20
T5	4	3	4	6	4	5	5	3	3	6	4	5	4	6	4	4.40
T6	5	4	4	7	5	6	5	4	3	6	5	6	4	7	5	5.07
T7	4	4	4	5	5	5	5	4	3	5	4	5	4	5	5	4.47
T8	6	4	5	7	6	5	6	4	5	6	6	5	5	7	6	5.53
T9	6	6	5	7	7	6	7	6	6	7	6	6	5	7	7	6.27
SUMATORIA	44	38	39	56	48	47	45	38	38	51	44	47	39	56	48	
PROMEDIO	4.89	4.22	4.33	6.22	5.33	5.22	5.00	4.22	4.22	5.67	4.89	5.22	4.33	6.22	5.33	

TRATAMIENTOS	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	R
T1	2	5.0	3.5	4	4	4	5.5	5	4.5	2.5	2	4	3.5	4	4	57.5
T2	5.5	5.0	3.5	7.5	7	4	2	5	7	6.5	5.5	4	3.5	7.5	7	80.5
T3	5.5	8.5	8	4	7	8	2	8.5	7	2.5	5.5	8	8	4	7	93.5
T4	5.5	1.5	3.5	1.5	1.5	1	2	1.5	4.5	2.5	5.5	1	3.5	1.5	1.5	38.0
T5	2	1.5	3.5	4	1.5	4	5.5	1.5	2	6.5	2	4	3.5	4	1.5	47.0
T6	5.5	5.0	3.5	7.5	4	8	5.5	5	2	6.5	5.5	8	3.5	7.5	4	81.0
T7	2	5.0	3.5	1.5	4	4	5.5	5	2	2.5	2	4	3.5	1.5	4	50.0
T8	8.5	5.0	8	7.5	7	4	8	5	7	6.5	8.5	4	8	7.5	7	101.5
T9	8.5	8.5	8	7.5	9	8	9	8.5	9	9	8.5	8	8	7.5	9	126.0
SUMA	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	675

TRATAMIENTOS	MEDIAS	SIGNIFICANCIA
T9	6.27	a
T8	5.53	a b
T3	5.47	b
T6	5.13	b c
T2	5.07	b c
T1	4.67	c d
T7	4.47	d
T5	4.40	d
T4	4.20	d

ANEXO 02

Tabla 16. FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Producto:

Hora:

.....

Fecha:

.....

Lugar:

.....

INSTRUCCIONES: Se le presenta a Ud. Hojuelas de yacón, pruebe cada una de las muestras y luego asigne un puntaje a base de la siguiente escala:

Características de calidad	Puntaje	Alternativas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
OLOR	7	Excelentemente agradable									
	6	Muy agradable									
	5	Agradable									
	4	Indiferente									
	3	Desagradable									
	2	Muy desagradable									
	1	Pesimamente desagradable									
COLOR	7	Excelente									
	6	Muy bueno									
	5	Bueno									
	4	Indiferente									
	3	Malo									
	2	Muy malo									
	1	Pésimo									
SABOR	7	Excelentemente agradable									
	6	Muy agradable									
	5	Agradable									
	4	Indiferente									
	3	Desagradable									
	2	Muy desagradable									
	1	Pésimamente desagradable									
CONSISTENCIA	7	Excelente									
	6	Muy buena									
	5	Buena									
	4	Indiferente									
	3	Mala									
	2	Muy mala									
	1	Pésima									

Comentarios:.....

.....

ANEXO 03a

Tabla 17. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS

TRATS.	REPETICIÓN	PESO MUESTRA	GASTO DE HCl (ml)	mgN	%PROTEÍNA	PROMEDIO %PROTEÍNA
T1	R1	0.25133	0.40	1.343	3.33943	3.48
	R2	0.25063	0.40	1.343	3.34876	
	R3	0.25157	0.45	1.511	3.75328	
T2	R1	0.25026	0.45	1.511	3.77293	3.90
	R2	0.25167	0.45	1.511	3.75179	
	R3	0.25145	0.50	1.679	4.17230	
T3	R1	0.25086	0.40	1.343	3.34569	3.35
	R2	0.25061	0.40	1.343	3.34903	
	R3	0.25022	0.40	1.343	3.35425	
T4	R1	0.25014	0.45	1.511	3.77474	3.63
	R2	0.25030	0.40	1.343	3.35318	
	R3	0.25030	0.45	1.511	3.77232	
T5	R1	0.25030	0.35	1.175	2.93403	2.93
	R2	0.25023	0.35	1.175	2.93485	
	R3	0.25019	0.35	1.175	2.93532	
T6	R1	0.25003	0.40	1.343	3.35680	3.08
	R2	0.25000	0.35	1.175	2.93755	
	R3	0.25004	0.35	1.175	2.93708	
T7	R1	0.25021	0.50	1.679	4.19298	4.05
	R2	0.25008	0.45	1.511	3.77564	
	R3	0.25004	0.50	1.679	4.19583	
T8	R1	0.25011	0.40	1.343	3.35572	3.36
	R2	0.25017	0.40	1.343	3.35492	
	R3	0.25005	0.40	1.343	3.35653	
T9	R1	0.25015	0.50	1.679	4.19398	4.47
	R2	0.25014	0.60	2.014	5.03298	
	R3	0.25007	0.50	1.679	4.19533	

ANEXO 03b

Tabla 18. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

TRATS.	REPETICIÓN	PESO INICIAL DE PLACA	PESO DE MUESTRA	PESO FINAL DE PLACA	% HUMEDAD	PROMEDIO %HUMEDAD
T1	R1	34.7940	2.0054	36.7253	3.6950	3.67
	R2	37.8553	2.0040	39.7817	3.8723	
	R3	34.6896	2.0017	36.6223	3.4471	
T2	R1	37.1658	2.0054	39.0719	4.9516	5.10
	R2	44.3870	2.0018	46.2838	5.2453	
	R3	36.2214	2.0042	38.1233	5.1043	
T3	R1	38.1519	2.0022	40.0630	4.5500	4.63
	R2	36.1049	2.0024	37.9570	7.5060	
	R3	36.0506	2.0019	38.0157	1.8383	
T4	R1	45.4181	2.0010	47.3147	5.2174	5.46
	R2	38.3483	2.0015	40.2391	5.5309	
	R3	48.5320	2.0028	50.4220	5.6321	
T5	R1	39.0823	2.0017	40.9425	7.0690	7.07
	R2	47.7745	2.0039	49.6387	6.9714	
	R3	44.8180	2.0024	46.6769	7.1664	
T6	R1	47.7534	2.0032	49.6586	4.8922	4.68
	R2	38.3598	2.0015	40.2663	4.7464	
	R3	35.5815	2.0006	37.4941	4.3987	
T7	R1	39.4078	2.0060	41.2764	6.8495	6.79
	R2	43.0294	2.0025	44.8934	6.9164	
	R3	40.8213	2.0028	42.6918	6.6058	
T8	R1	35.7990	2.0009	37.6617	6.9069	6.85
	R2	45.7423	2.0019	47.6035	7.0283	
	R3	45.0534	2.0020	46.9228	6.6234	
T9	R1	37.0283	2.0010	38.9069	6.1169	5.84
	R2	37.0204	2.0030	38.9164	5.3420	
	R3	38.2257	2.0006	40.1048	6.0732	

ANEXO 03c

Tabla 19. DETERMINACIÓN DE GRASA

TRATS.	REPETICIÓN	PESO DE BALÓN VACÍO	PESO DE MUESTRA	PESO DE BALÓN CON GRASA	% DE GRASA	PROMEDIO %GRASA
T1	R1	99.4404	2.0015	99.4808	2.0185	1.66
	R2	99.9432	2.0018	99.9837	2.0232	
	R3	99.4225	2.0029	99.4410	0.9237	
T2	R1	100.8166	2.0027	100.8474	1.5379	1.26
	R2	98.8351	2.0029	98.8549	0.9886	
	R3	97.5936	2.0023	97.6184	1.2386	
T3	R1	108.8880	2.0007	108.9204	1.6194	1.40
	R2	127.5709	2.0021	127.5983	1.3686	
	R3	109.7662	2.0023	109.7905	1.2136	
T4	R1	98.8301	2.0025	98.8719	2.0874	2.38
	R2	100.8110	2.0009	100.8522	2.0591	
	R3	99.9377	2.0020	99.9978	3.0020	
T5	R1	97.5912	2.0014	97.6236	1.6189	2.06
	R2	99.4375	2.0018	99.4790	2.0731	
	R3	99.4192	2.0012	99.4687	2.4735	
T6	R1	106.5246	2.0020	106.5927	3.4016	2.99
	R2	109.7634	2.0019	109.8312	3.3868	
	R3	127.5677	2.0017	127.6116	2.1931	
T7	R1	99.4373	2.0030	99.4741	1.8372	2.50
	R2	99.4179	2.0017	99.4646	2.3330	
	R3	98.8337	2.0018	98.9001	3.3170	
T8	R1	108.8832	2.0014	108.9361	2.6431	2.29
	R2	100.8103	2.0007	100.8542	2.1942	
	R3	99.4186	2.0003	99.4593	2.0347	
T9	R1	106.5234	2.0022	106.5845	3.0516	3.22
	R2	98.8324	2.0022	98.9117	3.9606	
	R3	109.7635	2.0011	109.8163	2.6385	

ANEXO 03d

Tabla 20. DETERMINACIÓN DE FIBRA

TRATS.	REP.	PESO DE MUESTRA	PESO DE CRISOL VACÍO	PESO DE MUESTRA + CRISOL	PESO BRUTO (MUESTRA EN CRISOL DESPUES DE DIGESTIÓN)	PESO DE CRISOL + CENIZA	PESO DE CENIZA	% FIBRA CRUDA	PROMEDIO % FIBRA CRUDA
T1	R1	1.0068	30.4345	31.4413	30.4250	30.3959	-0.0386	2.8903	2.88
	R2	1.0101	29.9236	30.9337	29.9162	29.8869	-0.0367	2.9007	
	R3	1.0023	29.9042	30.9065	29.8850	29.8563	-0.0479	2.8634	
T2	R1	1.0042	30.4726	31.4768	30.4536	30.4272	-0.0454	2.6290	2.91
	R2	1.0083	30.1701	31.1784	30.1481	30.1173	-0.0528	3.0546	
	R3	1.0072	29.9254	30.9326	29.9147	29.8839	-0.0415	3.0580	
T3	R1	1.0000	29.6517	30.6517	29.6557	29.6236	-0.0281	3.2100	2.93
	R2	1.0001	30.0313	31.0314	30.0297	30.0009	-0.0304	2.8797	
	R3	1.0000	29.7897	30.7897	29.7886	29.7615	-0.0282	2.7100	
T4	R1	1.0011	29.7715	30.7726	29.7702	29.7335	-0.0380	3.6660	3.41
	R2	1.0019	29.6877	30.6896	29.6731	29.6374	-0.0503	3.5632	
	R3	1.0018	30.0318	31.0336	30.0215	29.9915	-0.0403	2.9946	
T5	R1	1.0009	30.3591	31.3600	30.3537	30.3294	-0.0297	2.4278	2.46
	R2	1.0010	30.0120	31.0130	30.0016	29.9764	-0.0356	2.5175	
	R3	1.0011	29.6870	30.6881	29.6769	29.6525	-0.0345	2.4373	
T6	R1	1.0007	29.8432	30.8439	29.8378	29.8087	-0.0345	2.9080	2.96
	R2	1.0078	29.7832	30.7910	29.7711	29.7414	-0.0418	2.9470	
	R3	1.0044	30.3075	31.3119	30.2965	30.2662	-0.0413	3.0167	
T7	R1	1.0007	30.3279	31.3286	30.3365	30.3002	-0.0277	3.6275	3.27
	R2	1.0009	29.9735	30.9744	29.9759	29.9389	-0.0346	3.6967	
	R3	1.0010	29.9035	30.9045	29.9023	29.8775	-0.0260	2.4775	
T8	R1	1.0001	29.8081	30.8082	29.7982	29.7711	-0.0370	2.7097	2.65
	R2	1.0005	29.7338	30.7343	29.7173	29.6918	-0.0420	2.5487	
	R3	1.0002	30.0329	31.0331	30.0275	30.0006	-0.0323	2.6895	
T9	R1	1.0001	30.2991	31.2992	30.2971	30.2634	-0.0357	3.3697	3.29
	R2	1.0064	29.9359	30.9423	29.9282	29.8939	-0.0420	3.4082	
	R3	1.0032	29.9022	30.9054	29.9013	29.8702	-0.0320	3.1001	

ANEXO 03e

Tabla 21. DETERMINACIÓN DE CENIZA

TRATAMINETOS	REPETICIÓN	PESO DE CRISOL VACÍO	PESO DE MUESTRA	PESO DE CRISOL + CENIZA	% CENIZA	PROMEDIO %CENIZA
T1	R1	38.7843	1.0061	38.8160	3.1508	3.27
	R2	44.3931	1.0057	44.4246	3.1321	
	R3	45.9146	1.0078	45.9501	3.5225	
T2	R1	43.0818	1.0012	43.1207	3.8853	3.81
	R2	39.7155	1.0013	39.7534	3.7851	
	R3	15.7762	1.0028	15.8138	3.7495	
T3	R1	15.7760	1.0063	15.8131	3.6868	3.66
	R2	44.3932	1.0043	44.4296	3.6244	
	R3	43.0821	1.0026	43.1188	3.6605	
T4	R1	45.9186	1.0046	45.9570	3.8224	3.74
	R2	39.7157	1.0032	39.7527	3.6882	
	R3	38.7854	1.0022	38.8227	3.7218	
T5	R1	15.7763	1.0022	15.8128	3.6420	3.56
	R2	44.3937	1.0024	44.4294	3.5615	
	R3	43.0827	1.0008	43.1174	3.4672	
T6	R1	45.9185	1.0076	45.9541	3.5331	3.56
	R2	39.7158	1.0005	39.7521	3.6282	
	R3	38.7848	1.0063	38.8203	3.5278	
T7	R1	15.7765	1.0003	15.8148	3.8287	3.78
	R2	44.3945	1.0003	44.4317	3.7189	
	R3	43.0832	1.0010	43.1212	3.7962	
T8	R1	45.9198	1.0025	45.9499	3.0025	2.99
	R2	39.7165	1.0002	39.7461	2.9594	
	R3	38.7850	1.0010	38.8151	3.0070	
T9	R1	15.7767	1.0007	15.8179	4.1171	4.11
	R2	44.3951	1.0022	44.4356	4.0411	
	R3	43.0837	1.0010	43.1254	4.1658	

ANEXO 03f

Tabla 22. DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS

TRATAMINETOS	REPETICIÓN	PROTEINA	FIBRA	GRASA	HUMEDAD	CENIZA	%CARBOHIDRATOS TOTALES	PROMEDIO %CARBOHIDRATOS TOTALES
T1	R1	3.33943	2.89	2.018	3.69502	3.15078	84.90593	85.04
	R2	3.34876	2.90	2.023	3.87226	3.13215	84.72295	
	R3	3.75328	2.86	0.924	3.44707	3.52252	85.49005	
T2	R1	3.77293	2.63	1.538	4.95163	3.88534	83.22322	83.03
	R2	3.75179	3.05	0.989	5.24528	3.78508	83.17464	
	R3	4.17230	3.06	1.239	5.10428	3.74950	82.67736	
T3	R1	3.34569	3.21	1.619	4.55000	3.68677	83.58811	84.03
	R2	3.34903	2.88	1.369	7.50599	3.62442	81.27229	
	R3	3.35425	2.71	1.214	1.83825	3.66048	87.22341	
T4	R1	3.77474	3.67	2.087	5.21739	3.82242	81.43210	81.37
	R2	3.35318	3.56	2.059	5.53085	3.68820	81.80547	
	R3	3.77232	2.99	3.002	5.63212	3.72181	80.87714	
T5	R1	2.93403	2.43	1.619	7.06899	3.64199	82.30831	81.92
	R2	2.93485	2.52	2.073	6.97141	3.56145	81.94168	
	R3	2.93532	2.44	2.474	7.16640	3.46723	81.52022	
T6	R1	3.35680	2.91	3.402	4.89217	3.53315	81.90832	82.73
	R2	2.93755	2.95	3.387	4.74644	3.62819	82.35403	
	R3	2.93708	3.02	2.193	4.39868	3.52778	83.92660	
T7	R1	4.19298	3.63	1.837	6.84945	3.82870	79.66417	79.61
	R2	3.77564	3.70	2.333	6.91635	3.71888	79.55943	
	R3	4.19583	2.48	3.317	6.60575	3.79620	79.60768	
T8	R1	3.35572	2.71	2.643	6.90689	3.00249	81.38201	81.86
	R2	3.35492	2.55	2.194	7.02832	2.95941	81.91439	
	R3	3.35653	2.69	2.035	6.62338	3.00699	82.28894	
T9	R1	4.19398	3.37	3.052	6.11694	4.11712	79.15065	79.06
	R2	5.03298	3.41	3.961	5.34199	4.04111	78.21509	
	R3	4.19533	3.10	2.639	6.07318	4.16583	79.82703	

ANEXO 03g**Tabla 23. DETERMINACIÓN DE °Brix**

TRATAMINETOS	REPETICIÓN	BRIX	PROMEDIO BRIX
T1	R1	9.2	9.2667
	R2	9.4	
	R3	9.2	
T2	R1	9.3	9.5037
	R2	9.6	
	R3	9.5	
T3	R1	9.6	9.5037
	R2	9.8	
	R3	9.8	
T4	R1	9.2	9.5037
	R2	9.3	
	R3	9.4	
T5	R1	9.2	9.5037
	R2	9.8	
	R3	9.6	
T6	R1	9.8	9.5037
	R2	9.4	
	R3	9.5	
T7	R1	9.5	9.5037
	R2	9.4	
	R3	9.5	
T8	R1	9.7	9.5037
	R2	9.7	
	R3	9.6	
T9	R1	9.5	9.5037
	R2	9.6	
	R3	9.5	

ANEXO 03h

Tabla 24. DETERMINACIÓN DE pH y ACIDEZ

TRATS.	REPETICIÓN	pH	PROMEDIO pH	GASTO DE NaOH (ml)	% ACIDEZ	PROMEDIO %ACIDEZ
T1	R1	6.0	6.0	1.35	0.0864	0.09
	R2	6.0		1.35	0.0864	
	R3	6.0		1.35	0.0864	
T2	R1	6.0	6.0	1.50	0.0960	0.10
	R2	6.0		1.50	0.0960	
	R3	6.0		1.50	0.0960	
T3	R1	6.0	6.0	1.45	0.0928	0.09
	R2	6.0		1.50	0.0960	
	R3	6.0		1.45	0.0928	
T4	R1	5.9	5.9	1.65	0.1056	0.12
	R2	5.9		1.85	0.1184	
	R3	5.9		1.90	0.1216	
T5	R1	5.9	5.9	1.50	0.0960	0.11
	R2	5.9		1.70	0.1088	
	R3	5.9		1.74	0.1114	
T6	R1	5.9	5.9	1.50	0.0960	0.10
	R2	5.9		1.65	0.1056	
	R3	5.9		1.55	0.0992	
T7	R1	5.8	5.8	2.00	0.1280	0.13
	R2	5.8		2.00	0.1280	
	R3	5.8		2.00	0.1280	
T8	R1	5.8	5.8	1.25	0.0800	0.08
	R2	5.8		1.25	0.0800	
	R3	5.8		1.25	0.0800	
T9	R1	5.8	5.8	2.25	0.1440	0.14
	R2	5.8		2.15	0.1376	
	R3	5.8		2.25	0.1440	

ANEXO 03i

Tabla 25. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE HOJUELA DE YACÓN

TRATAMIENTO	□ DE ÁCIDO ASCÓRBICO (%)	TEMP.	HUMEDAD (%)	BRIX°	ACIDEZ	pH	PROTEÍNA (%)	GRASA (%)	FIBRA (%)	CENIZA(%)	CARBOHIDRATOS (%)
T1	0.5		3.67	9,27	0.09	6.0	3.48	1.66	2.88	3.27	85.04
T2	1.0	30°C	5.10	9,47	0.10	6.0	3.90	1.26	2.91	3.81	83.03
T3	1.5		4.63	9,73	0.09	6.0	3.35	1.40	2.93	3.66	84.03
T4	0.5		5.46	9,30	0.12	5.9	3.63	2.38	3.41	3.74	81.37
T5	1.0	35°C	7.07	9,53	0.11	5.9	2.93	2.06	2.46	3.56	81.92
T6	1.5		4.68	9,57	0.10	5.9	3.08	2.99	2.96	3.56	82.73
T7	0.5		6.79	9,47	0.13	5.8	4.05	2.50	3.27	3.78	79.61
T8	1.0	40°C	6.85	9,67	0.08	5.8	3.36	2.29	2.65	2.99	81.86
T9	1.5		5.84	9,53	0.14	5.8	4.47	3.22	3.29	4.11	79.06

ANEXO 03j

Tabla 26. DETERMINACIÓN DE COLORIMETRÍA

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
L	60.7	61.5	60.6	66.9	60.8	68	55.6	68.1	65.4
a	9.4	7.1	1.2	5	6.5	3.3	9.2	6.3	7.3
b	34.8	25.8	26.9	29.5	31	27.6	28.9	31.9	28.6
c	36	26.8	26.9	29.9	31.6	27.8	30.3	32.5	29.5
h	74.9	74.5	87.3	80.4	78.1	83.1	72.4	78.9	75.6
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
L	62.6	61.2	68.1	69	68.2	64.1	58.8	70.8	66.2
a	7.6	5.3	4.5	3.7	4.1	8.1	8.6	6.6	7.9
b	34.2	27.9	28.9	28.1	28	31.9	30.9	34.5	26.7
c	35	28.3	29.2	28.3	28.3	32.9	32	35.1	27.8
h	77.4	79.3	81.1	82.5	81.7	75.7	74.4	79.1	73.4
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
L	63.8	62.2	65.8	70.3	68.1	69.1	63.7	63.3	59
a	5.7	4.1	5.6	4.1	3.9	2.9	9.1	5.7	10.3
b	30.2	27.7	31.5	29.1	26.2	27.2	27.8	26.7	27.8
c	30.7	28	32	29.4	26.5	27.4	29.2	27.3	29.6
h	79.3	81.5	80	82	81.5	83.9	71.8	78	69.7

ANEXO 03k

Tabla 27. CUADRO RESUMEN DE DETERMINACIÓN DE COLORIMETRÍA

	PATRÓN	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	
L	64.1	62.37	61.63	64.83	68.73	65.70	67.07	59.37	67.40	63.53	L= 64.1
a	6.9	7.57	5.50	3.77	4.27	4.83	4.77	8.97	6.20	8.50	a= 6.9
b	28.2	33.07	27.13	29.10	28.90	28.40	28.90	29.20	31.03	27.70	b= 28.2
c	29	33.90	27.70	29.37	29.20	28.80	29.37	30.50	31.63	28.97	c= 29
h	76.3	77.20	78.43	82.80	81.63	80.43	80.90	72.87	78.67	72.90	n= 76.3

ANEXO 03I



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS



"AÑO DEL DIÁLOGO Y RECONCILIACIÓN NACIONAL"

RESULTADO DE ANALISI FÍSICO QUIMICO

MUESTRA : Yacón.

Solicitante: José Alfredo Palomino Mallqui.

Lugar de Procedencia: Huánuco.

Fecha: 23-03-2018

N°.	Descripción de Resultados	Resultados	Metodos
1	pH	6.00 Directa	Potenciometría
2	°Brix	12 °Brix	Refractometría
3	Acidez Total	1.28 %	Titulación



Alipio Ortega Rodríguez
Ing. Alipio Ortega Rodríguez
Jefe de Laboratorio de Análisis de Alimentos

- **Determinación de índice de madurez del yacón**

En función a los resultados de grados °Brix y acidez total se expresó el índice de madurez, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

Índice de Madurez = °Brix / % Acidez

Entonces:

Índice de madurez = $12 / 1.28 = 9.375$

ANEXO 04a

Tabla 28. ANÁLISIS DUNCAN PARA PROTEINAS

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F	SIGNIFICANCI A
ACIDO ASCORBICO	0.51	2	0.26	4.41	0.0276 *
TEMPERATURA	2.51	2	1.25	21.61	0.0001 **
ACIDO ASCORBICO*TEMPERATURA	2.71	4	0.68	11.7	0.0001 **
ERROR	1.04	18	0.006		
TOTAL	6.78	26			
CV=6,72					

DUNCAN PARA ACIDO ASCORBICO			
CONCENTRACIÓN	PROMEDI O	n	CATEGORÍA S
0.5	3.72	9	A
1.50	3.63	9	AB
1.0	3.4	9	B

DUNCAN PARA TEMPERATURA			
TEMPERATURA EN °C	PROMEDI O	N	CATEGORÍA S
40°	3.96	9	A
30°	3.58	9	B
35°	3.22	9	C

DUNCAN PARA INTERACCIÓN			
AC.ASCORB*TEMPERATUR A	PROMEDI O	n	CATEGORÍA S
1.50*40°	4.47	3	A
0.50*40°	4.05	3	B
1.00*30°	3.9	3	BC
0.50*35°	3.63	3	BCD
0.50*30°	3.48	3	CDE
1.00*40°	3.36	3	DEF
1.50*30°	3.35	3	DEF
1.50*35°	3.08	3	EF
1.00*35°	2.93	3	F

ANEXO 04b

Tabla 29. ANÁLISIS DUNCAN PARA HUMEDAD

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F	SIGNIFICANCIA
ACIDO ASCORBICO	8.39	2	4.19	4.45	0.0269 *
TEMPERATURA	18.90	2	9.45	10.02	0.0012 **
ACIDO ASCORBICO*TEMPERATURA	5.62	4	1.41	1.49	0.2464 ns
ERROR	16.97	18	0.94		
TOTAL	49.87	26			
CV=17,44					

DUNCAN PARA ACIDO ASCORBICO			
CONCENTRACIÓN	PROMEDIO	n	CATEGORÍAS
1.50	5.05	9	A
0.50	5.31	9	A
1.00	6.34	9	B

DUNCAN PARA TEMPERATURA			
TEMPERATURA EN °C	PROMEDIO	N	CATEGORÍAS
30°	4.47	9	A
35°	5.74	9	B
40°	6.5	9	B

DUNCAN PARA INTERACCIÓN			
AC.ASCORB*TEMPERATURA	PROMEDIO	n	CATEGORÍAS
0.50*30°	3.67	3	A
1.50*30°	4.63	3	AB
1.50*35°	4.68	3	AB
1.00*30°	5.10	3	ABC
0.50*35°	5.46	3	ABCD
1.50*40°	5.84	3	BCD
0.50*40°	6.79	3	CD
1.00*40°	6.85	3	CD
1.00*35°	7.07	3	D

ANEXO 04c
ANÁLISIS DUNCAN

Tabla 30. ANÁLISIS DUNCAN PARA GRASA

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F	SIGNIFICANCIA	
ACIDO ASCORBICO	2.02	2	1.01	3.51	0.0516	ns/*
TEMPERATURA	7.90	2	3.95	13.70	0.0002	**
ACIDO ASCORBICO*TEMPERATURA	1.00	4	0.25	0.87	0.5008	ns
ERROR	5.19	18	0.29			
TOTAL	16.12	26				
CV=24,47						

DUNCAN PARA ACIDO ASCORBICO			
CONCENTRACIÓN	PROMEDIO	n	CATEGORÍAS
1.00	1.87	9	A
0.50	2.18	9	AB
1.50	2.54	9	B

DUNCAN PARA TEMPERATURA			
TEMPERATURA EN °C	PROMEDIO	N	CATEGORÍAS
30°	1.44	9	A
35°	2.48	9	B
40°	2.67	9	B

DUNCAN PARA INTERACCIÓN			
AC.ASCORB*TEMPERATURA	PROMEDIO	n	CATEGORÍAS
1.00*30°	1.26	3	A
1.50*30°	1.40	3	AB
0.50*30°	1.66	3	ABC
1.00*35°	2.06	3	ABCD
1.00*40°	2.29	3	BCDE
0.50*35°	2.38	3	BCDE
0.50*40°	2.50	3	CDE
1.50*35°	2.99	3	DE
1.50*40°	3.22	3	E

ANEXO 04d
ANÁLISIS DUNCAN

Tabla 31. ANÁLISIS DUNCAN PARA FIBRA

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F	SIGNIFICANCIA
ACIDO ASCORBICO	1.28	2	0.64	7.52	0.0042 **
TEMPERATURA	0.13	2	0.06	0.75	0.4866 ns
ACIDO ASCORBICO*TEMPERATURA	0.86	4	0.22	2.54	0.0759 ns
ERROR	1.53	18	0.09		
TOTAL	3.81	26			
CV=9,82					

DUNCAN PARA ACIDO ASCORBICO			
CONCENTRACIÓN	PROMEDIO	n	CATEGORÍAS
0.50	3.19	9	A
1.50	3.06	9	A
1.00	2.67	9	B

DUNCAN PARA TEMPERATURA			
TEMPERATURA EN °C	PROMEDIO	N	CATEGORÍAS
40°	3.07	9	A
35°	2.94	9	A
30°	2.91	9	A

DUNCAN PARA INTERACCIÓN			
AC.ASCORB*TEMPERATURA	PROMEDIO	n	CATEGORÍAS
0.50*35°	3.41	3	A
1.50*40°	3.29	3	A
0.50*40°	3.27	3	A
1.50*35°	2.96	3	AB
1.50*30°	2.93	3	AB
1.00*30°	2.91	3	AB
0.50*30°	2.88	3	AB
1.00*40°	2.65	3	B
1.00*35°	2.46	3	B

ANEXO 04e

Tabla 32. ANÁLISIS DUNCAN PARA CENIZA

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F	SIGNIFICANCIA
ACIDO ASCORBICO	0.48	2	0.24	27.52	0.0001 **
TEMPERATURA	0.01	2	0.01	0.75	0.4860 ns
ACIDO ASCORBICO*TEMPERATURA	2.04	4	0.51	58.82	0.0001 **
ERROR	0.16	18	0.01		
TOTAL	2.68	26			
CV=2,58					

DUNCAN PARA ACIDO ASCORBICO			
CONCENTRACIÓN	PROMEDIO	n	CATEGORÍAS
1.00	3.45	9	A
0.50	3.6	9	B
1.50	3.78	9	C

DUNCAN PARA TEMPERATURA			
TEMPERATURA EN °C	PROMEDIO	N	CATEGORÍAS
30°	3.58	9	A
35°	3.62	9	A
40°	3.63	9	A

DUNCAN PARA INTERACCIÓN			
AC.ASCORB*TEMPERATURA	PROMEDIO	n	CATEGORÍAS
1.00*40°	2.99	3	A
0.50*30°	3.27	3	B
1.00*35°	3.56	3	C
1.50*35°	3.56	3	C
1.50*30°	3.66	3	CD
0.50*35°	3.74	3	D
0.50*40°	3.78	3	D
1.00*30°	3.81	3	D
1.50*40°	4.11	3	E

ANEXO 04f

Tabla 33. ANÁLISIS DUNCAN PARA CARBOHIDRATOS

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F	SIGNIFICANCIA
ACIDO ASCORBICO	0.55	2	0.27	0.21	0.8112 ns
TEMPERATURA	66.83	2	33.41	25.89	0.0001 **
ACIDO ASCORBICO*TEMPERATURA	21.53	4	5.38	4.17	0.0145 *
ERROR	23.23	18	1.29		
TOTAL	112.14	26			
CV=1,38					

DUNCAN PARA ACIDO ASCORBICO			
CONCENTRACIÓN	PROMEDIO	n	CATEGORÍAS
1.00	82.27	9	A
0.50	82.01	9	A
1.50	81.94	9	A

DUNCAN PARA TEMPERATURA			
TEMPERATURA EN °C	PROMEDIO	N	CATEGORÍAS
30°	84.03	9	A
35°	82.01	9	B
40°	80.18	9	C

DUNCAN PARA INTERACCIÓN			
AC.ASCORB*TEMPERATURA	PROMEDIO	n	CATEGORÍAS
0.50*30°	85.04	3	A
1.50*30°	84.03	3	AB
1.00*30°	83.03	3	ABC
1.50*35°	82.73	3	BC
1.00*35°	81.92	3	BC
1.00*40°	81.86	3	C
0.50*35°	81.37	3	CD
0.50*40°	79.61	3	DE
1.50*40°	79.06	3	E

ANEXO 04g

Tabla 34. ANÁLISIS DUNCAN PARA HUMEDAD

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F	SIGNIFICANCIA	
ACIDO ASCORBICO	0.36	2	0.18	7.76	0.0037	**
TEMPERATURA	0.04	2	0.02	0.84	0.4485	ns
ACIDO ASCORBICO*TEMPERATURA	0.16	4	0.04	1.76	0.1814	ns
ERROR	0.41	18	0.02			
TOTAL	0.97	26				
CV=1,59						

DUNCAN PARA ACIDO ASCORBICO			
CONCENTRACIÓN	PROMEDIO	n	CATEGORÍAS
1.50	9.61	9	A
1.00	9.56	9	A
0.50	9.34	9	B

DUNCAN PARA TEMPERATURA			
TEMPERATURA EN °C	PROMEDIO	N	CATEGORÍAS
40°	9.56	9	A
30°	9.49	9	A
35°	9.47	9	A

DUNCAN PARA INTERACCIÓN			
AC.ASCORB*TEMPERATURA	PROMEDIO	n	CATEGORÍAS
1.50*30°	9.73	3	A
1.00*40°	9.67	3	A
1.50*35°	9.57	3	AB
1.50*40°	9.53	3	ABC
1.00*35°	9.53	3	ABC
0.50*40°	9.47	3	ABC
1.00*30°	9.47	3	ABC
0.50*35°	9.30	3	BC
0.50*30°	9.27	3	C

ANEXO 04h

Tabla 35. ANÁLISIS DUNCAN PARA °BRIX

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F	SIGNIFICANCIA
ACIDO ASCORBICO	0.0018	2	0.00089	44.40	0.0001 **
TEMPERATURA	0.0027	2	0.00140	68.50	0.0001 **
ACIDO ASCORBICO*TEMPERATURA	0.0100	4	0.00130	62.79	0.0001 **
ERROR	0.0004	18	0.00002		
TOTAL	0.0149	26			
CV=4,26					

DUNCAN PARA ACIDO ASCORBICO			
CONCENTRACIÓN	PROMEDIO	n	CATEGORÍAS
1.50	0.11	9	A
0.50	0.11	9	A
1.00	0.09	9	B

DUNCAN PARA TEMPERATURA			
TEMPERATURA EN °C	PROMEDIO	N	CATEGORÍAS
40°	0.12	9	A
35°	0.11	9	B
30°	0.09	9	C

DUNCAN PARA INTERACCIÓN			
AC.ASCORB*TEMPERATURA	PROMEDIO	n	CATEGORÍAS
1.50*40°	0.14	3	A
0.50*40°	0.13	3	B
0.50*35°	0.12	3	C
1.00*35°	0.11	3	D
1.50*35°	0.10	3	DE
1.00*30°	0.10	3	E
1.50*30°	0.09	3	EF
0.50*30°	0.09	3	FG
1.00*40°	0.08	3	G

ANEXO 04i

Tabla 36. ANÁLISIS DUNCAN PARA pH

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F	SIGNIFICANCIA
ACIDO ASCORBICO	0.0000	2	0.00000	0.00	0.9900
TEMPERATURA	0.1800	2	0.09000	9.00	0.0020
ACIDO ASCORBICO*TEMPERATURA	0.0000	4	0.00000	0.00	0.9900
ERROR	0.1800	18	0.01000		
TOTAL	0.3600	26			
CV=1,69					

ns

**

ns

DUNCAN PARA ACIDO ASCORBICO			
CONCENTRACIÓN	PROMEDIO	n	CATEGORÍAS
1.50	5.90	9	A
1.00	5.90	9	A
0.50	5.90	9	A

DUNCAN PARA TEMPERATURA			
TEMPERATURA EN °C	PROMEDIO	N	CATEGORÍAS
40°	5.80	9	A
35°	5.90	9	B
30°	6.00	9	C

DUNCAN PARA INTERACCIÓN			
AC.ASCORB*TEMPERATURA	PROMEDIO	n	CATEGORÍAS
0.50*40°	5.80	3	A
1.00*40°	5.80	3	A
1.50*40°	5.80	3	A
1.50*35°	5.90	3	AB
1.00*35°	5.90	3	AB
0.50*35°	5.90	3	AB
0.50*30°	6.00	3	B
1.50*30°	6.00	3	B
1.00*30°	6.00	3	B

ANEXO 04j

Tabla 37. ANÁLISIS DUNCAN PARA L*

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F	SIGNIFICANCIA
ACIDO ASCORBICO	14.4500	2	7.23000	0.71	0.5062
TEMPERATURA	96.0100	2	48.01000	4.70	0.0228
ACIDO ASCORBICO*TEMPERATURA	113.1000	4	28.28000	2.77	0.0593
ERROR	183.9500	18	10.22000		
TOTAL	407.5100	26			
CV=4,96					

ns

*

ns

DUNCAN PARA ACIDO ASCORBICO			
CONCENTRACIÓN	PROMEDIO	n	CATEGORÍAS
1.50	65.14	9	A
1.00	64.91	9	A
0.50	63.49	9	A

DUNCAN PARA TEMPERATURA			
TEMPERATURA EN °C	PROMEDIO	N	CATEGORÍAS
35°	67.17	9	A
40°	63.43	9	B
30°	62.94	9	B

DUNCAN PARA INTERACCIÓN			
AC.ASCORB*TEMPERATURA	PROMEDIO	n	CATEGORÍAS
0.50*35°	68.73	3	A
1.00*40°	67.40	3	AB
1.50*35°	67.07	3	AB
1.00*35°	65.70	3	AB
1.50*30°	64.83	3	ABC
1.50*40°	63.53	3	ABC
0.50*30°	62.37	3	BC
1.00*30°	61.63	3	BC
0.50*40°	59.37	3	C

ANEXO 04k

Tabla 38. ANÁLISIS DUNCAN PARA a*

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F	SIGNIFICANCIA
ACIDO ASCORBICO	10.8800	2	5.44000	1.98	0.1660
TEMPERATURA	50.5100	2	25.26000	9.21	0.0018
ACIDO ASCORBICO*TEMPERATURA	24.5700	4	6.14000	2.24	0.1053
ERROR	49.3800	18	2.74000		
TOTAL	135.3500	26			
CV=27,42					

ns

**

ns

DUNCAN PARA ACIDO ASCORBICO			
CONCENTRACIÓN	PROMEDIO	n	CATEGORÍAS
1.00	5.51	9	A
1.50	5.68	9	A
0.50	6.93	9	A

DUNCAN PARA TEMPERATURA			
TEMPERATURA EN °C	PROMEDIO	N	CATEGORÍAS
35°	4.62	9	A
30°	5.61	9	A
40°	7.89	9	B

DUNCAN PARA INTERACCIÓN			
AC.ASCORB*TEMPERATURA	PROMEDIO	n	CATEGORÍAS
1.50*30°	3.77	3	A
0.50*35°	4.27	3	A
1.50*35°	4.77	3	AB
1.00*35°	4.83	3	AB
1.00*30°	5.50	3	ABC
1.00*40°	6.20	3	ABCD
0.50*30°	7.57	3	BCD
1.50*40°	8.50	3	CD
0.50*40°	8.97	3	D

ANEXO 04I

Tabla 39. ANÁLISIS DUNCAN PARA b*

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F	SIGNIFICANCIA
ACIDO ASCORBICO	17.2700	2	8.63000	1.72	0.2078
TEMPERATURA	4.8300	2	2.41000	0.48	0.6265
ACIDO ASCORBICO*TEMPERATURA	54.7600	4	13.69000	2.72	0.0622
ERROR	90.5200	18	5.03000		
TOTAL	167.3800	26			
CV=7,66					

ns

ns

ns

DUNCAN PARA ACIDO ASCORBICO			
CONCENTRACIÓN	PROMEDIO	n	CATEGORÍAS
0.50	30.39	9	A
1.00	28.86	9	A
1.50	28.57	9	A

DUNCAN PARA TEMPERATURA			
TEMPERATURA EN °C	PROMEDIO	N	CATEGORÍAS
30°	29.77	9	A
40°	29.31	9	A
35°	28.73	9	A

DUNCAN PARA INTERACCIÓN			
AC.ASCORB*TEMPERATURA	PROMEDIO	n	CATEGORÍAS
0.50*30°	33.07	3	A
1.00*40°	31.03	3	AB
0.50*40°	29.20	3	AB
1.50*30°	29.10	3	AB
0.50*35°	28.90	3	AB
1.50*35°	28.90	3	AB
1.00*35°	28.40	3	B
1.50*40°	27.70	3	B
1.00*30°	27.13	3	B

ANEXO 05

PANEL FOTOGRÁFICO DEL TRATAMIENTO HIDROTÉRMICO Y LA OBTENCIÓN DE LAS HOJUELAS DE YACÓN



Figura 7. Tratamiento hidrotérmico con 1.5gr de concentración de ac. ascórbico



Figura 8. Secado de las hojuelas de Yacón



Figura 9. Secado de las hojuelas de Yacón

PANEL FOTOGRÁFICO DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL



Figura 10. Los 9 tratamientos a evaluarse



Figura 11. 1er panelista evaluando las hojuelas de yacón



Figura 12. Análisis sensorial



Figura 13. Análisis sensorial



Figura 14. Análisis sensorial



Figura 15. Análisis sensorial

PANEL FOTOGRÁFICO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA



Figura 16. Determinación de grasa



Figura 17. Determinación de grasa – pesado de balón



Figura 18. Determinación de ceniza



Figura 19. Determinación de fibra



Figura 20. Crisoles de porcelana (ceniza) y vidrio (fibra) a estufa

PANEL FOTOGRÁFICO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA



Figura 21. Determinación de proteínas - Digestión



Figura 22. Determinación de proteínas - Destilación



Figura 23. Determinación de proteínas - Titulación