

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



**INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DEL ZUMO EN LA
BEBIDA A PARTIR DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*).**

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

LEÓN SALAZAR, Carlos Edwardo

HUÁNUCO - PERÚ

2016

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, en especial a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, en donde nos formaron profesionalmente.
- Al Ing. Michael Rubio Gabriel por su asesoramiento y apoyo para el desarrollo y ejecución del presente trabajo de investigación.
- A los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial por brindarnos sus consejos, enseñanza y dedicación incondicional.

RESUMEN

En la actualidad, la agroindustria se encuentra en constante crecimiento con productos innovadores en beneficio para el ser humano, aprovechando los recursos agroindustriales que tenemos en el Perú, siendo uno de ellos el yacón. Es por ello que en la investigación se evaluó la influencia del zumo concentrado, en la determinación de los parámetros para obtener la bebida a partir de yacón.

La caracterización fisicoquímica del zumo de yacón reportó 0.3% de proteínas, 12.5 % de carbohidratos, 0.20% de grasa, 82.30 % de humedad, 0.25% de cenizas totales, 6.60 de pH, 1.6 % de fibra cruda, 15.50% sólidos solubles (°brix), 7.50 % de azúcares reductores, 53kcal de aporte energético y 8.00 mg/g de oligosacáridos.

Para la determinación de los parámetros, se determinó la concentración óptimo de °Brix y pH para lo cual se trabajó con 9 tratamientos siendo ellos: T₁ = (0.8 °Brix y 3.0 pH con 27% de zumo), T₂= (0.8 °Brix y 3.5 pH con 27% de zumo), T₃= (0.8 °Brix y 4.0 pH con 27% de zumo), T₄= (10 °Brix y 3.0 pH con 33% de zumo), T₅= (10 °Brix y 3.5 pH con 33% de zumo), T₆= (12°Brix y 4.0 pH con 33% de zumo), T₇= (12°Brix y 3.0 pH con 40% de zumo), T₈= (12°Brix y 3.5 pH con 40% de zumo) y T₉= (12°Brix y 4.0 pH con 40% de zumo). Los parámetros evaluados sensorialmente fueron realizados a 15 panelistas semi entrenados, quienes juzgaron la calidad del producto en cuanto a los atributos de sabor, color, consistencia y apariencia general, donde la mejor concentración de °Brix y pH de la bebida fue el tratamiento T₈ con 3.5 pH y 12 °Brix con 40% de zumo concentrado.

Asimismo se realizó la evaluación de la estabilidad microbiológica de la bebida, para los tres tratamientos que tuvieron más aceptabilidad por parte de los panelistas, estando dentro de ellos el mejor tratamiento (T₈) y los tratamientos (T₇ Y T₉) respectivamente, el monitoreo de los agentes microbiológicos duró 45 días a temperatura ambiente, donde el tratamiento T₇ (12 °Brix y 3.0 pH con 40 % de zumo concentrado), es el que se mantuvo más estable durante los 45 días respecto a mohos, , mientras que para levaduras

y coliformes no hubo diferencias significativas entre los tres tratamientos manteniendo la misma estabilidad hasta el día 15.

Palabra claves: bebida, Zumo concentrado de yacón.

ABSTRACT

At present, the agroindustry is in constant growth with innovative products for the benefit for the human being, agro-industrial by taking

advantage of the resources that we have in Peru, one of them being the yacon. It is for this reason that the investigation evaluated the influence of concentrated juice, in the determination of the parameters to obtain the drink from yacon.

The physicochemical characterization of the yacon juice reported 0.3% protein, 12.5% of carbohydrates, 0.20% fat, 82.30 % moisture, 0.25% of total ashes, pH 6.60, 1.6% crude fiber, 15.50% soluble solids (°Brix), 7.50 % of sugars, 53kcal of energy intake and 8.00 mg/g of oligosaccharides.

For the determination of the parameters, it was determined the optimum concentration of °Brix and pH for which work with 9 treatments being them: T1 = (0.8 °Brix and 3.0 pH with 27% of juice), T2= (0.8 °Brix and 3.5 pH with 27% of juice), T3= (0.8 °Brix and 4.0 pH with 27% of juice), T4=(10 °Brix and 3.0 pH with 33% of juice), T5=(10 °Brix and 3.5 pH with 33% of juice), T6=(12°Brix and 4.0 pH with 33% of juice), T7=(12°Brix and 3.0 pH with 40% of juice), T8=(12°Brix and 3.5 pH with 40% of juice) and T9=(12°Brix and 4.0 pH with 40% of juice). Sensory parameters evaluated were made to 15 semi- trained panelists, who judged the quality of the product regarding the attributes of flavor, color, texture and general appearance, where the best concentration of °Brix and pH of the drinking was the treatment T8 with 3.5 pH and 12 °Brix with 40% of concentrated juice.

There was also the assessment of the microbiological stability of the drink, for the three treatments that had more acceptability by the panelists, being inside of them the best treatment (T8) and the treatments (T7 and T9) respectively, the monitoring of microbiological agents lasted 45 days at room temperature, where the treatment T7 (12 °Brix and 3.0 pH with 40 % of concentrated juice), is the one that remained more stable during the 45 days of molds, yeast , while for coliform and there were no significant differences among the three treatments while maintaining the same stability until the day 15.

Keywords: drink, concentrated juice of yacón.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	6
I. INTRODUCCIÓN.....	10

II.	MARCO TEÓRICO	11
2.1.	GENERALIDADES DEL YACÓN (<i>Smallanthus sonchifolius</i>)	11
2.1.1.	Taxonomía del yacón.....	111
2.1.2.	Descripción morfológica.....	11
2.1.3.	Composición química de yacón	124
2.1.4.	Cosecha y post cosecha del yacón.....	144
2.1.5.	Variedades del yacón	135
2.1.6.	Requerimientos edafoclimáticos	16
2.1.7.	Formas de consumo	17
2.1.8.	Fructooligosacáridos.....	18
2.1.9.	Bebida funcional	19
2.1.10.	Elaboración de bebida de yacón.....	19
2.2.	GENERALIDADES DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	231
2.3.	ANTECEDENTES.....	24
2.4.	HIPÓTESIS.....	245
2.4.1.	Hipótesis general	245
2.4.2.	Hipótesis específicas	255
2.5.	VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	255
2.5.1.	Variable independiente	255
2.5.2.	Variable dependiente	256
2.5.3.	Operacionalización de variables	266
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	278
3.1.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	278
3.1.1.	Tipo de investigación	278
3.1.2.	Nivel de investigación	278
3.2.	LUGAR DE EJECUCIÓN.....	278
3.3.	POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS	288
3.3.1.	Población.....	288
3.3.2.	Muestra.....	288
3.3.3.	Unidad de análisis.....	288
3.4.	TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	289

3.5.	PRUEBA DE HIPÓTESIS	30
3.5.1.	Diseño de la investigación	31
3.5.2.	Datos a registrarse.....	33
3.5.3.	Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información	33
3.6.	MATERIALES Y EQUIPOS.....	34
3.6.1.	Materiales de proceso.....	34
3.6.2.	Materiales de laboratorio.....	34
3.6.3.	Materiales de escritorio y otros	34
3.6.4.	Equipos.....	34
3.6.5.	Reactivos	34
3.6.6.	Materia prima.....	34
3.6.7.	Insumos	34
3.7.	CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	35
3.7.1.	Caracterización fisicoquímica del zumo de yacón.....	35
3.7.2.	Evaluación de los parámetros óptimos, para la obtención de la bebida a partir de yacón.....	36
3.7.3.	Evaluación Sensorial de la bebida a partir de yacón	38
3.7.4.	Evaluación de la estabilidad de la bebida a partir de yacón durante el almacenamiento a temperatura ambiente	38
IV.	RESULTADOS	40
V.	DISCUSIÓN.....	43
VI.	CONCLUSIONES	51
VII.	RECOMENDACIONES	52
VIII.	LITERATURA CITADA.....	53
	ANEXO.....	57

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día existe una gran preocupación en la alimentación y salud de las poblaciones, en los países occidentales han provocado un intenso interés en la identificación de nuevos alimentos e ingredientes funcionales, para prevenir enfermedades específicas como: diabetes, obesidad, etc. (Santana 2008). Destacando América del Sur con una amplia variedad de plantas, que

son claramente poco utilizados. Uno de estos activos redescubierto, es el yacón (*Smallanthus sonchifolius*), fuente muy abundante de fructooligosacáridos (FOS).

A diferencia de otras fuentes de FOS, el yacón es tan rico, que una dosis efectiva está garantizada por el consumo de sólo una cantidad moderada de la raíz (Faustino 2012). Siendo ésta raíz tuberosa oriunda de la región andina, domesticada hace varios siglos por los pobladores de las culturas pre-incas (Seminario *et al.* 2003) y apreciado por poseer un carbohidrato dulce llamado inulina no metabolizable, por lo que reduce el nivel de glucosa en la sangre y estimula el páncreas y también incrementa la microflora de bífido bacterias del intestino grueso reduciendo la formación de toxinas.

Por lo anteriormente mencionado, en la presente investigación se aprovechó el yacón para elaborar una bebida funcional cumpliendo con los parámetros tecnológicos y que posean buena aceptabilidad donde se consideró los siguientes objetivos específicos:

- Determinar las características fisicoquímicas del zumo de yacón.
- Determinar los parámetros óptimos de pH, °brix y porcentaje de pulpa, para la obtención de la bebida a partir del zumo concentrado de yacón.
- Determinar la estabilidad microbiológica de la bebida en condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. GENERALIDADES DEL YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*)

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es una especie herbácea perteneciente a la Familia Astereaceae. Es originario de los valles andinos,

región de clima templado y de altitud entre 2 000 a 3 400m que se extiende desde Colombia hasta el noreste de Argentina (Santana 2008).

La raíz tuberosa ha recibido diferentes nombres en los idiomas andinos dominantes Aymara y quechua, “yakku” y “unison” palabras que significan agua. “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. 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, países europeos Japón, Nueva Zelanda y Brasil (Faustino 2012). Es una planta de crecimiento rápido y se adapta fácilmente, sobreviviendo aun en los suelos pobres, en dclimas fríos y se ha comprobado el crecimiento a nivel del mar. Se cultiva ampliamente en huertos familiares de valles Quechuas y Yungas como cultivom 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 (Seminario *et al.* 2003).

2.1.1. Taxonomía del yacón

Mindani (2008) muestra la siguiente clasificación taxonómica:

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”



Figura 2. Planta de yacón

Fuente: Seminario *et al.* (2003)

2.1.2. Descripción morfológica

Es una planta herbácea que mide entre unos 2.5 metros de altura, es una planta rústica. 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 cm 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 este 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 (Faustino 2012).

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 g. y el rendimiento por planta puede llegar a ser de 2 a 3 kg (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 oligofruktanos (polímeros de fructosa) haciéndolo un alimento ideal para los diabéticos (Chivarri 2007).

Las mejores condiciones para el desarrollo del yacón se encuentra 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 1 100 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).

2.1.3. Composición química de yacón

En el cuadro 1 se muestra el valor nutricional, 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).

Cuadro 1. Composición química y nutricional 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
Solidos solubles %	14.2
pH	6.43
Acidez (exp. en ácido cítrico) %	0.293
Azúcares reductores (exp. glucosa b.s) %	5.5
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

Fuente: Seminario *et al.* (2003) y Manrique *et al.* (2004).

2.1.4. Cosecha y post cosecha del yacón

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

Las raíces deben de desenterrarse cuidadosamente porque son muy quebradizas. Esta labor se hace manualmente, removiendo la mayor cantidad de tierra posible alrededor de la planta, para que al momento de remover la corona con las raíces, se haga el menor esfuerzo posible. Después los tubérculos se retiran de la corona, evitando producir el mínimo de heridas sobre toda en la zona de unión. Se deben almacenar sobre estibas, siendo muy cuidadosos para evitar dañarlas. Para su consumo, las raíces son

expuestas a la luz del sol por unos pocos días, para incrementar su dulzor por la pérdida de agua (alrededor del 40% de su peso fresco) y porque una parte importante de los FOS se convierten en azúcares simples (Grau y Rea, 2007).

2.1.5. Variedades del yacón

En el norte peruano (Cajamarca, Lambayeque, Amazonas, Piura) se han descrito ocho cultivares cuyas características diferenciales se refieren a color externo de la raíz, color principal y secundario de la pulpa, color de tallo, tonalidad en el color de la flor, forma de hoja, color de brote, ramificación del tallo y ciclo vegetativo.

Cuadro 2. Principales variedades de yacón

variedad	color pulpa	color piel	período vegetativo
Qello Ilakjum	Amarillo	Crema	240-260 días
Yurac Ilakjum	Blanco	Rosado	270-290 días
Checche Ilakjum	Amarillo	Crema	260-280 días
Yurac checche	Crema	oscuro	265-289 días
Culli Ilakjum	Blanco	Púrpura	228-240 días

Fuente: Mesa, 1995.

2.1.6. Requerimientos edafoclimáticos

a. Suelo:

El yacón se adapta a una gran variedad de suelos, pero son preferibles los terrenos ricos en materia orgánica, moderadamente profundos y sueltos (franco, arenosos), con buena estructura y bien drenados (Montalvo, A, 1996 citado por Álvarez G et al, 2012). Pueden tolerar un amplio rango de PH, (desde ácido a ligeramente alcalino). Se debe tomar en cuenta no sembrar en suelos arcillosos, ya que estos acumulan mucha humedad y causan enfermedades en las raíces que afectan la producción.

b. Clima:

El cultivo se desarrolla bien en las montañas y en los valles interandinos, con temperaturas medias anuales de 14 a 20 °C. Las

temperaturas menores a 10 °C retardan su crecimiento y alargan el periodo vegetativo, reduciendo los rendimientos. Si la temperatura excede los 26°C, y la humedad del suelo es insuficiente, la planta se estresa y marchita excesivamente, afectando su normal desarrollo. El yacón es muy susceptible a las heladas, pero esta limitante se compensa con una excelente capacidad de rebrote. (Suquilanda, M. 2010).

c. Altitud:

Su hábitat original son las tierras altas de los Andes, desde el sur de Colombia hasta el norte de Argentina, entre los 1800 y 2800 msnm, en climas templados montañosos. Sin embargo, se adapta fácilmente a una diversidad amplia de climas y suelos, desde el nivel del mar hasta los 3500 msnm (Muñoz, 2009).

d. Tasa de extracción de nutrientes:

En Botucaru Brasil, cerca de Sao Paulo, en clima húmedo subtropical, el investigador Amaya Robles llevó a cabo un experimento en un cultivo de yacón. Se realizó la aplicación de nitrógeno en cantidades de 0, 80, 160, 240 kilos por hectárea y 0, 100 y 200 kilos de potasio por hectárea. De este estudio, se concluyó que la mejor combinación en esa localidad, para un rendimiento de 51,4 toneladas por hectárea, era de 160 kilos de nitrógeno y 100 kilos de potasio por hectárea (Seminario J, et al. 2003).

2.1.7. Formas de consumo

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.

a. 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.

b. 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 cm. y extenderlas sobre una bandeja, las cuales se introducen dentro de un horno que esté a una temperatura de 60 a 70 °C por unas 24 horas. Para evitar el pardeado, se recomienda sumergir las rodajas recién cortadas de una solución de jugo de limón 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.

c. 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 Picante, 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).

2.1.8. Fructooligosacáridos

Los fructooligosacáridos (FOS), también conocidos como oligofructanos u oligofructosa, 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).

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).

2.1.9. Bebida funcional

Martínez (2004) señala que las bebidas funcionales son productos que poseen componentes fisiológicos que complementan su aporte nutricional y que representan un beneficio extra para la salud de las personas, como por ejemplo en el metabolismo del colesterol, la mineralización ósea y la reducción de riesgos de enfermedad.

Dentro de los ingredientes que pueden ayudar en este beneficio, tenemos al lactato de calcio. Prácticamente todo tipo de bebidas, como el agua mineral, leche de soya, bebidas energéticas, néctares o jugos, ya tienen una línea de productos fortificados con calcio, como un valor agregado del producto. Cuando se fortifican bebidas, la solubilidad, características de disolución y estabilidad de los ingredientes son temas de extrema importancia. Una sal de calcio con buena solubilidad, es el lactato de calcio, sin olvidar que la solubilidad está fuertemente influida por el pH del sistema; ya que la solubilidad de las sales de calcio se incrementa cuando el pH decrece.

2.1.10. Elaboración de bebida de yacón

En la Figura 3 se presenta el Flujograma de elaboración de una bebida a partir de yacón y la descripción de operaciones como lo indica Sequeiros (2003).

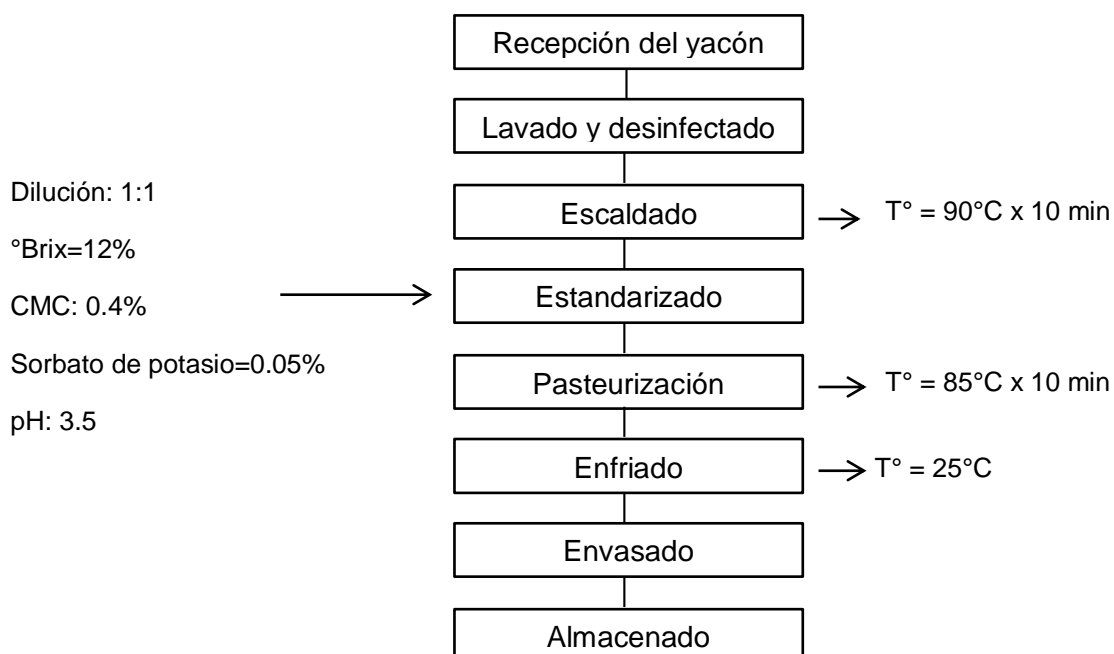


Figura 3. Flujograma de elaboración de la bebida a partir de yacón.

Fuente: Sequeiros (2003).

- a. **Recepción de materia prima:** Recepcionar el yacón procedente de la sierra teniendo en cuenta su presencia, turgencia e integridad.
- b. **Lavado y desinfectado:** Para remover la tierra que se encuentra impregnada es necesario el uso de escobillas para una buena remoción. La dilución se realiza con una solución clorada a 50 ppm.
- c. **Escaldado:** Con la finalidad de mejorar el color, destruir carga de harina, eliminar oxígeno y ablandar la pulpa para la siguiente etapa que es a 90°C durante 10 minutos.
- d. **Dilución:** Permite estandarizar el producto y mejorar las características organolépticas. Se utiliza agua y pulpa en proporciones indicadas en el diagrama experimental.
- e. **Estandarizado:** El estandarizado se realizará de la siguiente manera: Dilución: 1:1, °Brix=12%, CMC: 0.4% , Sorbato de potasio=0.05% y pH: 3.5
- f. **Pasteurización:** La pasteurización se realizará a 85°C durante 10 minutos con la finalidad de eliminar la carga microbiana y que el producto se presente aséptico de tal modo se mantenga estable durante el almacenaje.
- g. **Enfriado:** Reducir la temperatura hasta su condición óptima de envasado de tal modo que se elimine el oxígeno contenido en el producto.

- h. Envasado:** Se utilizará envases de vidrio y eventualmente envases de plástico según disponibilidad de los mismos.
- i. Almacenado:** Dado las bondades del producto es conveniente una buena conservación, las temperaturas de refrigeración son las que mejor mantienen la integridad del producto.

2.2. GENERALIDADES DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

2.2.1. Criterio microbiológico:

El criterio microbiológico define la aceptabilidad de un producto y/o ingrediente alimentario en base a la presencia o ausencia, o el número de microorganismos (y/o sus toxinas) por unidad de masa, volumen, área o lote (3). (Mitt. Lebensm. Hyg. 2004). El criterio microbiológico contempla además, los métodos de ensayo para la detección o cuantificación del o de los microorganismos, el plan que define el número de muestras del lote a ser analizadas; y el número de unidades de muestras defectuosas. (Ministerio de Fomento; 1998).

2.2.2. Análisis microbiológico de los alimentos

El análisis microbiológico en la industria de alimentos se constituye en una herramienta básica para el control de materias primas, procesos y productos y manipuladores, ya que permite establecer el valor grado de contaminación biológica de estos, por esta razón el control microbiológico es parte fundamental en todo el proceso (Carrascal, et al., 2003).

Los principales objetivos del análisis microbiológico son:

- Asegurar que el alimento cumpla con las normas estatutarias.
- Que se ajuste a normas internas establecidas por la empresa que los procesa y a las que exija el comprador.

- Que las materias alimenticias que llegan a la planta para ser procesadas cumplan las normas exigidas y pactadas con el productor.
- Que se mantenga el control del proceso y la higiene de la línea de fabricación. (Hayes, 1993).

2.2.3. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.

Según MINSA, menciona en la Resolución Ministerial en la Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano los microorganismos a tener en cuenta para las bebidas no carbonatadas, identificados en el cuadro 2.

Cuadro 2. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.

Bebidas no carbonatadas						
Agente microbiano	Categoría	Clases	N	c	limite por ml	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10	10
Mohos	2	3	5	2	1	10
Levaduras	2	3	5	2	1	10
Coliformes	5	2	5	0	<3	—

a. Hongos y Levaduras

Los hongos y levaduras son microorganismos eucariotas, pueden ser unicelulares o pluricelulares. Las levaduras son hongos con forma oval (5-20 μm) inmóviles y que se dividen por diversos mecanismos, especialmente por gemación. Deben considerarse como hongos que han perdido su forma filamentosa y se han convertido en organismos unicelulares. (Tortora, 1993).

b. Coliformes totales

Grupo de microorganismos comprende varios géneros de la familia Enterobacteriaceae, capaces de fermentar la lactosa, están ampliamente difundidos en la naturaleza, agua y suelo. También son habitantes normales del tracto intestinal del hombre y animales de sangre caliente. Las bacterias coliformes son capaces de fermentar la lactosa a 35°C con producción de gas. Dentro de los coliformes totales se pueden distinguir dos tipos, por un lado están los coliformes fecales (CF), que provienen del tracto intestinal de animales de sangre caliente y que serían los mejores indicadores de riesgo de afecciones humanas, y por otro lado existe otro grupo de coliformes que son residentes naturales en el suelo y agua. (Madigan et al., 2004; Perdomo et al, 2001).

2.3. ANTECEDENTES

Chávez (2010) en su investigación "Elaboración y caracterización de un jarabe de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) procedente de la provincia de Huancabamba establecieron las condiciones óptimas a nivel de laboratorio para obtener la mayor concentración de azúcares (azúcar mas fructooligosacáridos) en jarabe de yacón sensorialmente aceptable. Los resultados de los análisis físicos y químicos para el jarabe de yacón fueron: 71 °Brix, humedad 29.61%, Proteína 0.06%, Grasa 1.78%, Ceniza 2.06%, Fibra cruda 0.2%, Glucosa libre 10.42%, Fructosa libre 19.52%, Sacarosa libre 6.25% y Fruto oligosacáridos 29.95%. Con respecto a los análisis

microbiológicos, se obtuvieron los siguientes resultados: Recuento de Mohos <10 UFC/g, recuento de levaduras osmófilas <10 UFC/g. El proceso de ebullición no interfiere con la calidad del producto en términos de contenido de FOS. El 83.2% de la raíz entra al proceso, la diferencia es el porcentaje de cáscara que se descarta. La eficiencia de conversión de raíces a jarabe es de 6.6%. El contenido de sólidos solubles en la materia prima es el componente más importante que afecta la eficiencia de conversión a jarabe. Por ejemplo, para obtener 1 kg de jarabe se necesitan aproximadamente 6 litros de jugo si éste tiene 12° Brix, pero se necesitarán 9 litros si el jugo tiene 8° Brix. Mejores coeficientes de producción se obtienen al procesar raíces grandes y uniformes, fáciles de pelar; esto garantiza una menor pérdida de materia prima durante el pelado. El costo fijo por día de producción es de S/. 25.2 nuevos soles, el costo variable para un día de producción de 30 Kg. de jarabe de yacón es de S/. 409.85 nuevos soles. El costo total de producción para un día es de S/. 435.05, y el costo de un frasco de jarabe de yacón de 300 g. es de S/: 4.3505 nuevos soles puesto en la ciudad de Lima. Para el mercado local se tiene un costo variable de S/. 379.85 nuevos soles y un costo total de producción diario de S/. 405.05 nuevos soles, reduciéndose a S/. 4.0505 nuevos soles el costo de producción de un frasco de 300 g. de jarabe de yacón.

Sequeiros (2003) en su investigación “Elaboración de una bebida nutritiva a base de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*)” obtuvieron resultados del análisis fisicoquímico del yacón fresco: 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 elaboración de la bebida nutritiva fueron: dilución del extracto de yacón de 1:1, 3.5 de pH, 0.4% de CMC, 12 °Brix con la adición de miel de abeja, 0.05% de sorbato de potasio y saborizada con piña.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. Hipótesis general

- Si logramos determinar la concentración del zumo entonces será posible obtener una bebida a partir de yacón.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Si logramos determinar las características fisicoquímicas del zumo, entonces obtendremos una bebida a partir de yacón.
- Si evaluamos las características sensoriales, lograremos determinar los parámetros óptimos de la bebida a partir de yacón significativamente aceptable.
- Evaluando la estabilidad microbiológica del producto en condiciones de almacenamiento en temperatura ambiente, entonces obtendremos una bebida a partir de yacón.

2.5. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

2.5.1. Variable independiente

X_1 = Concentración del zumo de yacón.

X_{11} : 27% de zumo concentrado de yacón con 08 °Brix

X_{12} : 33% de zumo concentrado de yacón con 10 °Brix

X_{13} : 40% de zumo concentrado de yacón con 12 °Brix

X_2 = pH de la bebida a partir de yacón.

X_{21} : 3.0 pH

X_{22} : 3.5 pH

X_{23} : 4.0 pH

X_3 = Estabilidad de la bebida a partir de yacón durante 45 días.

X_{31} : 0

X_{32} : 15

X_{33} : 30

X_{34} : 45

2.5.2. Variable dependiente

Y_1 = Características fisicoquímicas de la bebida a partir de yacón.

Y_2 = Características sensoriales de la bebida a partir de yacón (sabor, color, consistencia y aspecto general).

Y_3 = Características microbiológicas (mohos, levaduras, y coliformes totales).

2.5.3. Operacionalización de variables

En el cuadro 2 se muestra la Operacionalización de las variables en estudio.

Cuadro 3. Operacionalización de variables.

Variables	Dimensiones	Indicadores
Independiente:		
X_1 = concentración del zumo	°Brix	X_{11} : 27% de zumo concentrado de yacón con 08 °Brix. X_{12} : 33% de zumo concentrado de yacón con 10 °Brix. X_{13} : 40% de zumo concentrado de yacón con 12 °Brix.
X_2 = pH de la bebida a partir de yacón.	pH	X_{21} : 3.0 pH X_{22} : 3.5 pH X_{23} : 4.0 pH
X_3 = estabilidad microbiológica de la bebida a partir de yacón.	Días	0, 15, 30 y 45 días
Dependiente:		
Y_1 = Características fisicoquímicas de la bebida a partir de yacón.	Evaluación sensorial	Proteínas, carbohidratos, grasas, humedad, cenizas, acidez titulable, pH, sólidos solubles, azúcares reductores, aporte energético oligosacáridos.
Y_2 = Características Sensoriales de la bebida a partir de yacón.	Análisis fisicoquímicas	Sabor, color, consistencia y aspecto general.
Y_3 = Características microbiológicas	Análisis Microbiológicos	UFC de hongos, levaduras, coliformes.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de investigación

De acuerdo a la naturaleza del estudio, la investigación es de tipo Aplicada porque se utilizó los principios de las ciencias básicas (Zorrilla 1993).

3.1.2. Nivel de investigación

Es experimental, porque intencionalmente se manipula las variables independientes: concentración de extracto de yacón, °brix y pH en la elaboración de la bebida a partir de yacón.

3.2. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en los laboratorios fisicoquímico, microbiológico y planta procesadora de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNHEVAL y laboratorio externo (BIOVITAL ubicada en el Jr. Sinchi roca N° 243-Amarilis-Huánuco).

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS

3.3.1. Población

La población a estudiar fue la bebida a partir del zumo concentrado de yacón.

3.3.2. Muestra

La muestra para determinar los parámetro óptimos de pH y °Brix de la bebida a partir de yacón estuvo constituida por 3 repeticiones x 9 tratamientos x 0.3lt igual a 8.1lt de bebida.

3.3.3. Unidad de análisis

Frascos de 300ml con bebida a partir de yacón.

3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

3.4.1. Concentración de pH y Brix para la bebida a partir del yacón.

En los tratamientos de estudio que se muestran en el cuadro 4 se evaluó la concentración de pH y Brix en la bebida a partir del zumo de yacón.

Cuadro 4. Tratamientos para determinar la concentración óptima respecto al pH y Brix para la bebida a partir del zumo de yacón.

Tratamiento	pH	°Brix	Agua/zumo concentrado
T1	3.0	8.0	0.73/0.27
T2	3.5	8.0	0.73/0.27
T3	4.0	8.0	0.73/0.27

T4	3.0	10.0	0.67/0.33
T5	3.5	10.0	0.67/0.33
T6	4.0	10.0	0.67/0.33
T7	3.0	12.0	0.60/0.40
T8	3.5	12.0	0.60/0.40
T9	4.0	12.0	0.60/0.40

3.4.2. Estudio de la estabilidad microbiológica de la bebida en almacenamiento a temperatura ambiente.

Los 3 mejores tratamientos identificados a través de la evaluación sensorial fueron estudiados en almacenamiento a temperatura ambiente para evaluar su estabilidad microbiológica a través de los análisis microbiológicos de Mohos, Levaduras y Coliformes a los 0, 15, 30 y 45 días.

3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

3.5.1. Para determinar la concentración óptima de °brix en la bebida a partir de yacón.

Hipótesis nula

H₀: las diferentes concentraciones de zumo de yacón otorgan iguales características sensoriales en la bebida.

$$\mathbf{H_0:} \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = \tau_6 \dots \tau_9 = 0$$

Hipótesis de investigación

H₁: Al menos uno de las concentraciones de zumo otorga diferentes características sensoriales en la bebida.

$$\mathbf{H_1:} \text{ Al menos un } \tau_i \neq 0$$

3.5.2. Para determinar el pH adecuado para la bebida a partir del zumo concentrado de yacón.

Hipótesis nula

H₀: Los diferentes tratamientos de pH otorgan las mismas características sensoriales a la bebida a partir del zumo concentrado de yacón.

$$\mathbf{H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = \tau_6 \dots \tau_9 = 0}$$

Hipótesis de investigación

H₁: Al menos uno de los tratamientos de pH otorga diferentes características sensoriales a la bebida.

$$\mathbf{H_1: \text{Al menos un } \tau_i \neq 0}$$

3.5.3. Para determinar la estabilidad microbiológica de la bebida en almacenamiento a temperatura ambiente.

Hipótesis nula

H₀: En los diferentes tratamientos no hay incremento de carga microbiana referente al tratamiento inicial.

$$\mathbf{H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = \tau_6 \dots \tau_9 = 0}$$

Hipótesis de investigación

H₁: Al menos en uno de los tratamientos hay incremento de la carga microbiana referente al tratamiento inicial.

$$\mathbf{H_1: \text{Al menos un } \tau_i \neq 0}$$

3.5.4. Diseño de la investigación

a. En el estudio de las características sensoriales de la bebida a partir del zumo concentrado de yacón.

Para determinar la concentración de sólidos solubles y el mejor pH para obtención de la bebida se realizó una evaluación sensorial, la que se trabajó con la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significación $\alpha = 5\%$ y su correspondiente prueba de clasificación de tratamientos.

El procedimiento de la prueba de Friedman se resume de la siguiente manera:

Suma de los rangos de cada condición (tratamiento).

$$Rt = \sum_{j=1}^b Rij$$

Cálculo del estadístico de la prueba (T_2).

$$A_2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b Rij^2$$

$$B_2 = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k Ri^2$$

$$T_2 = \frac{(n-1) \left[B_2 - \left(\frac{bk(k+1)^2}{4} \right) \right]}{A_2 - B_2}$$

$$T_2 = \frac{(k-1) \left[bB - \left(\frac{b^2k(k+1)^2}{4} \right) \right]}{A_2 - \frac{bk(k+1)^2}{4}}$$

Cuando la hipótesis nula es rechazada, la prueba de Friedman presenta un procedimiento para comparar a los tratamientos por pares. Se dirá que los tratamientos i y j difieren significativamente si satisfacen la siguiente desigualdad:

$$t_{(1-\frac{\alpha}{2}), ((b-1)(k-1))} \sqrt{\frac{2b(A_2 - B_2)}{(b-1)(k-1)}}$$

Para las múltiples comparaciones los criterios de decisión son:

$$|R_i - R_j| > F \text{ se rechaza la } H_0$$

$$|R_i - R_j| \leq F \text{ se acepta la } H_0$$

b. En el estudio de las características microbiológicas de la bebida a partir del zumo concentrado de yacón.

Para determinar la estabilidad de la bebida sometido a 45 días de almacenamiento a temperatura ambiente, se trabajó con el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) evaluando el contenido de carga microbiana y algunas características fisicoquímicas.

Después se determinó el análisis de varianza con la cual se halló la diferencia estadísticas entre las muestras, posteriormente se buscó el mejor tratamiento con la prueba Tukey $\alpha=5\%$.

El modelo matemático correspondiente a un DBCA (Diseño de Bloque Completamente al Azar) tiene la ecuación siguiente:

$$Y_{ij}=\mu+T_i+B_j+E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : Característica microbiológicas dada por el j-ésimo tiempo de almacenamiento en el i-ésimo tratamiento.

μ : la media general

T_i : Efecto del i-ésimo tratamiento.

B_j : Efecto del j-ésimo bloque.

E_{ij} : error experimental

3.5.5. Datos a registrarse

En la investigación se registraron los siguientes datos: resultados obtenidos de la caracterización fisicoquímico del zumo de yacón, de la caracterización sensorial y microbiológica de la bebida a partir del zumo concentrado de yacón durante su almacenamiento.

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

La información se obtuvo mediante datos de fuente secundario y primario.

a. Técnicas de investigación documental o bibliográfica

Análisis documental: 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 registrándose aspectos importantes para el desarrollo de la investigación.

b. Técnicas de campo

Observación: Nos permitió recolectar los datos directamente del proceso para la obtención de la bebida funcional a partir de yacón y las evaluaciones sensoriales, microbiológicas y fisicoquímicas.

Instrumento de investigación documental: Se utilizaron lo siguiente: Fichas de investigación o 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 fueron ordenados y procesados por una computadora utilizando el software Microsoft Office con sus hojas: de texto Word y cálculos Excel. De acuerdo al diseño de investigación propuesto la presentación de los resultados en cuadros, tablas, gráficos según corresponda; y para el procesamiento de los datos estadísticos se utilizó el software estadístico SPSS 19.

3.6. MATERIALES Y EQUIPOS

3.6.1. Materiales de proceso

Envases de vidrio de 300 ml, Bandejas, jarras de ½ y 1 litro, cucharones, vasos descartables, cocina semi industrial de 2 hornillas, ollas de 5 y 10 litros, colador, gas y tela organza.

3.6.2. Materiales de laboratorio

Vasos de precipitado de 100 y 200 ml, papel filtrante (fundas de polietileno-polipropileno), botellas de vidrio con tapa rosca, embudos, espátula, y equipo de titulación, pipetas, placas petrifilm.

3.6.3. Materiales de escritorio y otros

Libreta de apuntes, lapiceros, tajador, resaltador, memoria USB, corrector, Lápices de carbón 2B, 3 millares de papel bond A4 de 80 gramos, ½ millar de papel bulky y Cámara fotográfica digital.

3.6.4. Equipos

Balanza analítica: Marca Ohaus Co y Suiza, pH-metro, Brixómetro y termómetro, despulpadora, Estufa: Marca MMM MEDCENTER EINRICHUNGEN y el Contador digital de colonias: Marca PVG INTERNATIONAL.

3.6.5. Reactivos

Metanol; Alcohol; fenolftaleína.

3.6.6. Materia prima

Se utilizó como materia prima el yacón procedente del distrito de ambo.

3.6.7. Insumos

Ácido ascórbico y bicarbonato.

3.7. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación, estuvo enfocado en la determinación de los parámetros óptimos y su evaluación organoléptica y de la bebida a partir de yacón tal como se muestra en la figura 4.

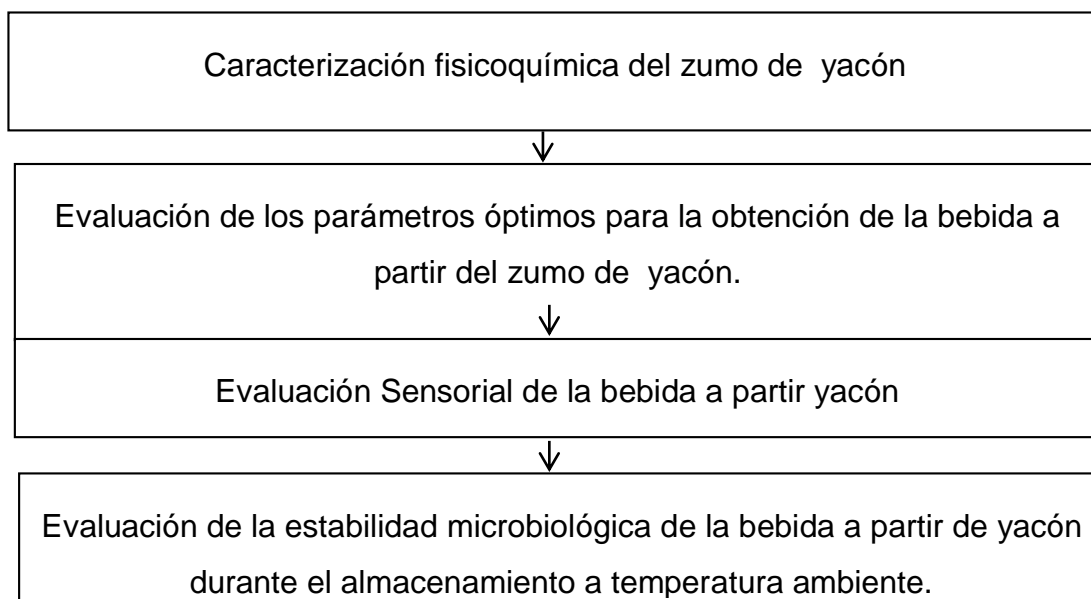


Figura 4. Esquema experimental para la conducción del trabajo de investigación

3.7.1. Caracterización fisicoquímica del zumo de yacón

Se realizaron los siguientes análisis fisicoquímicos:

Proteínas: por el método de Kjeldahl, Pearson (2000)

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

Grasa: por el método de Soxhlet, Matisseck (1992).

Humedad: por el método gravimétrico, (NTP 209.264-2001).

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

pH: método de potenciometría (AOAC 2001).

Fibra cruda: método de digestión ácida-alcalina, Matisseck (1992).

Sólidos solubles (°Brix): por refractómetro.

Azúcares reductores: método (DNS) recomendado por Miller (1959).

Aporte energético Kcal: por el método (AOAC 2001).

Oligosacáridos: por el método (AOAC 2001).

3.7.2. Evaluación de los parámetros óptimos para la obtención de la bebida a partir del zumo de yacón

Se utilizó el flujograma para el proceso de obtención de la bebida a partir de yacón, siguiendo las recomendaciones Sequeiros (2003).

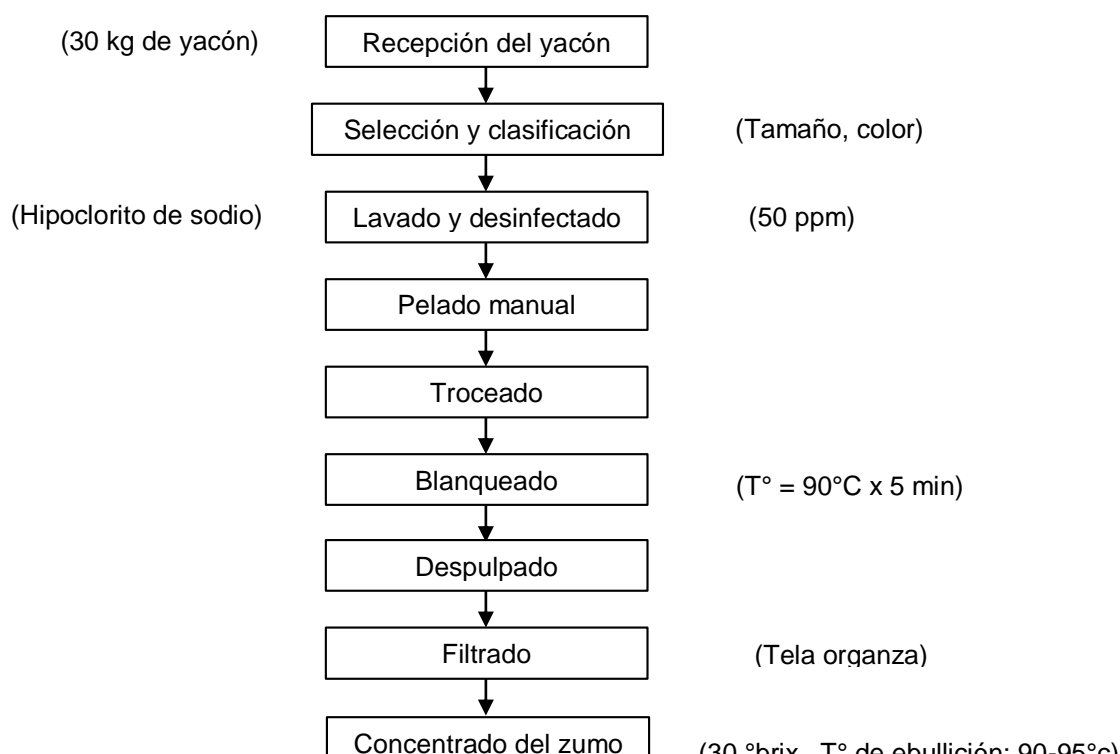


Figura 5. Flujograma para la elaboración de la bebida a partir de yacón cumpliendo los requisitos de calidad.

Selección y clasificación: Se seleccionó el yacón separando las muestras que estaban golpeadas, resacas o en algunas ocasiones un poco negras debido a que se han golpeado con otras muestras o estaban en una parte peladas y debido al pardeamiento que presenta el yacón.

Lavado y desinfectado: El yacón se lavó con agua para eliminar la tierra adherida a 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 se realizó de forma manual con la ayuda de peladores de acero inoxidable.

Troceado: El yacón se redujo de tamaño a un espesor aproximado de 15mm. De esta manera se optimizó el proceso de blanqueado.

Blanqueado: Esta operación permitió someter a la materia prima a un baño de agua hirviente 90°C durante 5 min con la finalidad de: a) terminar la limpieza del producto, b) provocar la destrucción de enzimas (oxidasas) que pardea el producto, c) fijar y conservar el color, d) mejorar las condiciones del material para la desecación puesto que con esta operación se rompen las paredes celulares del material vegetal lo que facilita el proceso de evaporación.

Despulpado: Las muestras obtenidas después del blanqueado se despulparon para extraer el extracto del yacón.

Filtrado: Se sometió a un filtrado, para ello se acondiciono telas de lona (organza) cuya finalidad fue eliminar las partículas que acompañaban al zumo: sólidos insolubles y restos inorgánicos.

Concentrado: El zumo obtenido del filtrado fue concentrado con la ayuda de una olla y cocina semi-industrial, hasta llegar a 30 °Brix.

Estandarizado: En esta operación se realizó el estandarizado de cada tratamiento en estudio teniendo en cuenta la relación zumo concentrado del yacón y el agua. El pH se regulo con la adición de ácido cítrico y los sólidos solubles (°Brix) se regularon con la proporción de concentrado de yacón a utilizar en las formulaciones planteadas.

Tratamiento	Ph	°Brix	Agua/zumo concentrado
T1	3.0	8.0	0.73/0.27
T2	3.5	8.0	0.73/0.27
T3	4.0	8.0	0.73/0.27
T4	3.0	10.0	0.67/0.33
T5	3.5	10.0	0.67/0.33

T6	4.0	10.0	0.67/0.33
T7	3.0	12.0	0.60/0.40
T8	3.5	12.0	0.60/0.40
T9	4.0	12.0	0.60/0.40

Pasteurizado: La bebida funcional fue pasteurizada a una temperatura de 85°C durante 10 minutos.

Envasado: La bebida nutricional de fue envasado a una temperatura de 85°C en botellas de vidrio de 300 ml.

3.7.3. Evaluación Sensorial de la bebida

La evaluación Sensorial de las muestras se realizó con un panel de degustadores semi-entrenados, compuesto de 15 personas estudiantes de la EP de Ingeniería Agroindustrial de ambos sexos, de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Se evaluó diferentes atributos como el sabor, color, consistencia y aspecto general característicos; para ello utilizamos el método de análisis comparativo con escalas hedónicas de 1 a 7 puntos, establecido por Anzaldúa y Morales (2004) y el análisis estadístico a través de la prueba no paramétrica de Friedman.

Cuadro 5. Escala hedónica para la determinación de los atributos (sabor, consistencia, color y aspecto general).

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

Fuente: Anzaldúa y Morales (2004).

3.7.4. Evaluación de la estabilidad microbiológica de la bebida a partir de yacón durante el almacenamiento a temperatura ambiente

Se realizó la evaluación de la estabilidad de la bebida a través del análisis microbiológico realizado a los 0, 15, 30 y 45 días a temperatura ambiente.

a. Análisis microbiológico

Se llevó a cabo el monitoreo de los agentes microbianos de acuerdo a lo contemplado en el ítem 2.4.3.

Mohos: En base al R.M.591-2008 N.T.S. N° 071 MINSA/DIGESA

Levaduras: En base al R.M.591-2008 N.T.S. N° 071 MINSA/DIGESA.

Coliformes totales: En base al R.M.591-2008 N.T.S. N° 071 MINSA/DIGESA.

IV. RESULTADOS

4.1. DE LA CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL ZUMO DE YACÓN

En el cuadro 6 se visualiza los resultados de la caracterización físicoquímica del zumo de yacón.

Cuadro 6. Caracterización físicoquímica en 100ml del zumo de yacón.

Componentes	Unidades	Cantidad
Proteínas	%	0.3
Carbohidratos	%	12.5
Grasa	%	0.20
Humedad	%	82.30
Cenizas totales	%	0.25
Ph	--	6.60
Fibra cruda	%	1.6
Sólidos solubles	°brix	15.50

Azúcares reductores	%	7.50
Aporte energético	Kcal	53
Oligosacáridos	mg/g	8.00

Fuente:

BIOVITAL S.AC

En el cuadro 6 se observa la caracterización fisicoquímica del zumo de yacón donde se puede apreciar que los componentes en mayor cantidad en el yacón son la humedad con 82.30%, aporte energético con 53 kcal, sólidos solubles con 15.50%, carbohidratos con 12.5 gr y los oligosacáridos con 8.00 mg/g.

4.2. DE LA DETERMINACIÓN DE LOS PARAMETROS ÓPTIMOS MEDIANTE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA BEBIDA A PARTIR YACÓN

En la investigación se realizó la evaluación sensorial de diferentes concentraciones de °Brix (08, 10 y 12 con 27%, 33% y 40% de zumo concentrado de yacón respectivamente) y pH (3.0, 3.5 y 4.0), para la obtención de la bebida: el cual fue aplicado a 15 panelistas semi-entrenados para valorar los atributos sabor, consistencia, color y aspecto general; para determinar el mejor tratamiento, tal como se detalla a continuación:

Cuadro 7. Cuadro ANOVA para el atributo **SABOR** con $\alpha=0.5$

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	536.267	8	67.033	32.581	.000
Dentro de grupos	259.233	126	2.057		
Total	795.500	134			

Como se puede observar en el cuadro 7, el valor de $\alpha > \text{Sig.}$ ($0.05 > 0.000$), entonces se rechaza la hipótesis nula; concluyendo que existe diferencias significativas entre los tratamientos para el atributo sabor.

Cuadro 8. Comparación de los tratamientos sometidos a la prueba de Friedman para el atributo sabor.

Tratamientos	Medias	Significancia			
T8	6.67	a			
T6	5.27		b		
T9	4.93		b	c	
T7	4.47			c	
T5	4.40			c	d
T4	4.07				d
T3	4.00				d
T1	3.40				e
T2	3.13				e

En el cuadro 8 según la comparación de los tratamientos por la prueba de Friedman para el atributo sabor, se puede observar que el T₈ (3.5 de pH y 12.0°Brix) fue el mejor tratamiento, seguido del tratamiento T₆ (4.0 de pH y 10.0°Brix); en tanto, entre los niveles T₉ (4.0 de pH y 12.0°Brix), T₇ (3.0 de pH y 12.0°Brix) y T₅ (3.5 de pH y 10.0°Brix) no se encontró diferencias estadísticas significativas; seguido de los niveles, T₄ (3.0 de pH y 10.0°Brix) y T₃ (4.0 de pH y 8.0°Brix) donde tampoco se encontró diferencias estadísticas significativas; al igual que en los niveles siguientes como el T₁ (3.0 de pH y 8.0°Brix) y T₂ (3.5 de pH y 8.0°Brix) ya que son estadísticamente iguales con respecto al atributo sabor.

Cuadro 9. Cuadro ANOVA para el atributo **CONSISTENCIA** con $\alpha=0.5$

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	577.467	8	72.183	37.578	.000
Dentro de grupos	242.033	126	1.921		

Total	819.500	134
-------	---------	-----

Como se puede observar en el cuadro 9, el valor de $\alpha > \text{Sig.}$ ($0.05 > 0.000$), entonces se rechaza la hipótesis nula; concluyendo que existe diferencias significativas entre los tratamientos para el atributo consistencia.

10. Comparación de los tratamientos sometidos a la prueba de Friedman para el atributo consistencia

Tratamientos	Medias	Significancia		
T7	6.67	a		
T8	5.13		b	
T5	5.07		b	
T6	4.13			c
T3	4.13		c	d
T4	4.07		c	d
T2	3.73		c	d
T9	3.73			d
T1	2.73			e

En el cuadro 10 según la comparación de los tratamientos por la prueba de Friedman para el atributo consistencia, se puede observar que T₇ (3.0 de pH y 12.0°Brix) fue el mejor tratamiento, seguido del T₈ (3.5 de pH y 12.0°Brix) y T₅ (3.5 de pH y 10.0°Brix) entre los cuales no se encontró diferencias estadísticas significativas. En tanto los niveles T₆ (4.0 de pH y 10.0°Brix), T₃ (4.0 de pH y 8.0°Brix), T₄ (3.0 de pH y 10.0°Brix) y T₂ (3.5 de pH y 8.0°Brix) son estadísticamente iguales con respecto al atributo sabor, mientras que en los niveles T₉ (4.0 de pH y 12.0°Brix) y T₁ (3.0 de pH y 8.0°Brix) se encontró diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 11. Cuadro ANOVA para el atributo **COLOR** con $\alpha=0.5$

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	520.200	8	65.025	30.14	.000
Dentro de grupos	271.800	126	2.157	4	

Total	792.000	134
-------	---------	-----

De acuerdo al cuadro 11, el valor de $\alpha > \text{Sig. (0.05 > 0.000)}$, entonces se rechaza la hipótesis nula; concluyendo que existe diferencias significativas entre los tratamientos para el atributo color.

Cuadro 12. Comparación de los tratamientos sometidos a la prueba de Friedman para el atributo color

Tratamientos	Medias	Significancia		
T8	6.53	a		
T9	5.67		b	
T7	5.00		b	
T5	4.60		b	c
T4	4.33			c d
T6	4.27			c d
T3	4.27			d
T2	3.87			d
T1	3.27			e

En el cuadro 12 según la comparación de los tratamientos por la prueba de Friedman para el atributo color, se puede observar que T₈ (3.5 de pH y 12.0°Brix) fue el mejor tratamiento, seguido del tratamiento T₉ (4.0 de pH y 12.0°Brix) y T₇ (3.0 de pH y 12.0°Brix) entre los cuales no se encontró diferencias estadísticas significativas. En tanto los niveles T₅ (3.5 de pH y 10.0°Brix), T₄ (3.0 de pH y 10.0°Brix) y T₆ (4.0 de pH y 10.0°Brix) son estadísticamente iguales, al igual que los niveles siguientes como el T₃ (4.0 de pH y 8.0°Brix) y T₂ (3.5 de pH y 8.0°Brix) donde tampoco se encontró diferencias estadísticas significativas con respecto al atributo color, mientras que el tratamiento T₁ (3.0 de pH y 8.0°Brix) es estadísticamente diferente respecto a los demás niveles.

Cuadro 13. Cuadro ANOVA para el atributo **ASPECTO GENERAL** con $\alpha=0.05$

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	713.933	8	89.242	113.504	.000
Dentro de grupos	99.067	126	.786		
Total	813.000	134			

Como se puede observar en el cuadro 13, el valor de $\alpha > \text{Sig.}$ ($0.05 > 0.000$), entonces se rechaza la hipótesis nula; concluyendo que existe diferencias significativas entre los tratamientos para el aspecto general.

Cuadro 14. Comparación de los tratamientos sometidos a la prueba de Friedman para el atributo aspecto general

Tratamientos	Medias	Significancia
T8	6.73	a
T9	5.67	b
T7	5.33	b
T6	5.00	c
T5	4.60	d
T3	3.80	e
T2	3.80	e
T4	3.80	e
T1	3.47	f

En el cuadro 14 según la comparación de los tratamientos por la prueba de Friedman para el atributo aspecto general, se observa que el tratamiento T₈ (3.5 de pH y 12.0°Brix) fue el mejor tratamiento, seguido de los tratamientos T₉ (4.0 de pH y 12.0°Brix) y T₇ (3.0 de pH y 12.0°Brix) entre los cuales no se encontró diferencias estadísticas significativas. En tanto los niveles T₆ (4.0 de pH y 10.0°Brix) y T₅ (3.5 de pH y 10.0°Brix) son estadísticamente diferentes, seguido de los niveles T₃ (4.0 de pH y 8.0°Brix), T₂ (3.5 de pH y 8.0°Brix) y T₄ (3.0 de pH y 10.0°Brix) donde no se encontró diferencias estadísticas significativas. Mientras que el tratamiento T₁ (3.0 de pH y 8.0°Brix) es estadísticamente diferente respecto a los demás niveles para el atributo aspecto general.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la evaluación sensorial, en la obtención de la bebida de yacón, existe diferencias significativas entre los

tratamientos para cada uno de los atributos; donde realizando la comparación por el método estadístico de la prueba de Friedman, el mejor tratamiento fue el T₈ (3.5 de pH y 12.0°Brix) con 40 % de zumo concentrado.

4.3. DE LA ESTABILIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA BEBIDA A PARTIR DE YACÓN DURANTE EL ALMACENAMIENTO A TEMPERATURA AMBIENTE.

En esta etapa de la investigación se realizó la evaluación de la estabilidad de la bebida durante 45 días, a los 3 mejores tratamientos en orden descendente de acuerdo al atributo aspecto general siendo ellos: T₇ con 3.0 de pH y 12.0°Brix, T₈ con 3.5 de pH y 12.0°Brix y T₉ con 4.0 de pH y 12.0°Brix, mediante la caracterización microbiológica; teniendo como soporte el R.M.591-2008 N.T.S °N071 MINSA/DIGESA Para la elaboración de alimentos y bebidas. Para lo cual los siguientes resultados se detallan a continuación:

Mohos

Cuadro 15. Evaluación de la estabilidad microbiológica de la bebida respecto a mohos

Tratamientos	Días			
	0	15	30	45
T7	0 ufc	7 ufc	16 ufc	64 ufc
T8	1 ufc	9 ufc	19 ufc	65 ufc
T9	1 ufc	8 ufc	20 ufc	65 ufc

Cuadro 16. Análisis de varianza de mohos

Origen	suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	8.167	2	4.083	6.391	.033
Tiempo	7444.917	3	2481.639	3884.304	.000
Error	3.833	6	.639		
Total	13759.000	12			

Como se aprecia en el cuadro 16, existen diferencias significativas entre los tratamientos, esto debido a que la significancia de 0.033 es menor que el error de 0.05.

Cuadro 17. Clasificación Tukey con $\alpha=0.05$

Tratamientos	Media	Significancia	
		1	2
T7	21.7500	a	
T8	23.5000		b
T9	23.5000		b

De acuerdo a la clasificación Tukey, el tratamiento T₇ (3.0 de pH y 12.0°Brix) es el que ocupa el primer lugar, dado que se mantiene más estable microbiológicamente durante los 45 días.

Levaduras

Cuadro 18. Evaluación de la estabilidad microbiológica de la bebida respecto a levaduras

Tratamientos	Días			
	0	15	30	45
T7	1 ufc	8 ufc	25 ufc	80 ufc
T8	0 ufc	8 ufc	28 ufc	81 ufc
T9	1 ufc	9 ufc	26 ufc	83 ufc

Cuadro 19. Análisis de varianza de levaduras

Origen	suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	3.167	2	1.583	1.267	.348
Tiempo	11927.000	3	3975.667	3180.533	.000
Error	7.500	6	1.250		
Total	22146.000	12			

Como se aprecia en el cuadro 19, no existen diferencias significativas entre los tratamientos, esto debido a que la significancia de 0.348 es mayor que el error de 0.05.

Cuadro 20. Clasificación Tukey con $\alpha=0.05$

Tratamientos	Media	Significancia
		1
T7	28.5000	a
T8	29.2500	a
T9	29.7500	a

De acuerdo a la clasificación Tukey, el tratamiento T₇ (3.0 de pH y 12.0°Brix) T₈ (3.5 de pH y 12.0°Brix) y T₉ (4.0 de pH y 12.0°Brix), tienen la misma estabilidad microbiológica.

Coliformes totales

Cuadro 21. Evaluación de la estabilidad microbiológica de la bebida respecto a coliformes totales

Tratamientos	Días			
	0	15	30	45
T7	0 ufc	0 ufc	2 ufc	3 ufc
T8	0 ufc	0 ufc	4 ufc	4 ufc
T9	0 ufc	0 ufc	4 ufc	4 ufc

Cuadro 22. Análisis de varianza de coliformes totales

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	1.167	2	.583	1.615	.275
Tiempo	33.333	3	11.111	30.769	.000
Error	2.167	6	.361		
Total	70.000	12			

Como se aprecia en el cuadro 22, no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Esto se asume debido a que la significancia de 0.275 es mayor a que el error de 0.05.

Cuadro 23. Clasificación Tukey con $\alpha=0.05$

Tratamientos	Media	Significancia
		1
T7	1.2500	a
T9	1.7500	a
T8	2.0000	a

De acuerdo a la clasificación Tukey, el tratamiento T₇ (3.0 de pH y 12.0°Brix) T₈ (3.5 de pH y 12.0°Brix) y T₉ (4.0 de pH y 12.0°Brix), tienen la misma estabilidad microbiológica.

V. DISCUSIÓN

5.1. DE LA CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL ZUMO DE YACÓN

De acuerdo al análisis fisicoquímico, en el cuadro 07 se observa que el zumo de yacón presenta: 0.3% de proteínas, 12.5 % de carbohidratos, 0.20% de grasa, 82.30 % de humedad, 0.25% de cenizas totales, 6.60 de pH, 1.6 % de fibra cruda, 15.50% sólidos solubles (°Brix), 7.50 % de azúcares reductores, 53 kcal de aporte energético y 8.00 mg/g de oligosacáridos.

Por lo que nuestros resultados se asemejan en cuanto se refiere al contenido del pH y sólidos solubles (°Brix), con lo mencionado por Sequeiros (2003) en su investigación "Elaboración de una bebida nutritiva a base de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*)" donde en la caracterización de yacón obtuvo 78.7% de humedad, 0.68% de cenizas, 6.3 de pH y 14.75 de °Brix.

5.2. DE LA DETERMINACIÓN DE LOS PARAMETROS ÓPTIMOS MEDIANTE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA BEBIDA A PARTIR YACÓN

La bebida a partir del yacón asumió una evaluación organoléptica cuyos atributos de calidad del producto estuvo valorado en una escala de 1 a 7 y que fue utilizada posteriormente por los paneles de evaluación sensorial tal como nos indica (Wittig 2001).

Los resultados del análisis sensorial de la comparación de los tratamientos sometidos a la prueba de Friedman para los atributos sabor, aroma, color y consistencia general evaluados por los panelistas, reportaron la mejor calidad del producto con los mejores parámetros para la elaboración de la bebida a partir del yacón con 40% de zumo concentrado perteneciente al tratamiento T₈ con pH y °Brix de 3.5% y 12 % respectivamente, cuyos resultados concuerdan con Sequeiros (2003) que en la obtención de su bebida nutritiva a base de yacón reporto 3.5 de pH y 12 de °Brix.

5.3. DE LA EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD MICROBIOLÓGA DE LA BEBIDA A PARTIR DE YACÓN DURANTE EL ALMACENAMIENTO A TEMPERAURA AMBIENTE.

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), fue el tratamiento T₇, el que se mantuvo más estable durante los 45 días, encontrándose dentro de los parámetros microbiológicos permitidos hasta hasta el día 15, según la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, donde establece que para las bebidas no carbonatas, los microorganismos no deben exceder a 10 ufc.

En tanto en lo que respecta a levaduras no hubo diferencia significativa entre los tres tratamientos (T₇ con 3.0de pH y 12.0°Brix, T₈ con 3.5 de pH y 12.0°Brix y T₉ con 4.0 de pH y 12.0°Brix), manteniéndose estable hasta el día 15, de acuerdo a la Norma Sanitaria que establece los criterios

microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.

En lo correspondiente a la presencia de coliformes totales fue el tratamiento T₇ el que se encontró dentro de los límites permisibles hasta el día 30, según MINSA, donde menciona; que los microorganismos que se debe tener en cuenta para bebidas no carbonatas referente a coliformes totales, no debe exceder a 3ufc.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a la determinación de los parámetros óptimos en la obtención del zumo concentrado a partir del yacón utilizando los diferentes análisis estadísticos, organolépticos, fisicoquímicos, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- El zumo de yacón presenta 0.3% de proteínas, 12.5 % de carbohidratos, 0.20% de grasa, 82.30 % de humedad, 0.25% de cenizas totales, 6.60 de pH, 1.6 % de fibra cruda, 15.50% solidos solubles (°brix), 7.50 % de azúcares reductores, 53 kcal de aporte energético y 8.00 mg/g de oligosacáridos.
- El mejor tratamiento para la elaboración del zumo concentrado a partir del yacón es el tratamiento T₈ con 3.5 de pH , 12 °brix y 40% de zumo, ya

que presentó buena calidad organoléptica para las características sabor, color, consistencia y aspecto general.

- De los tres tratamientos evaluados microbiológicamente fue el tratamiento T₇ el que se mantuvo más estable durante los 45 días, respecto a la presencia de mohos y coliformes totales. Mientras que para levaduras los tres tratamientos presentaron la misma estabilidad hasta el día 15.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda elaborar bebida a partir del zumo concentrado del yacón con 3.5 de pH y 12 °Brix, ya que el producto presentó buena calidad microbiológica y aceptabilidad organoléptica para los atributos sabor, aroma, color.
- Realizar un estudio de la elaboración de una bebida a partir del yacón con la utilización de saborizantes naturales, para aumentar el valor funcional del producto y mejorar sus características sensoriales.
- Realizar un estudio de factibilidad técnico – económico para la instalación de una planta de producción de bebida elaborado a partir del zumo concentrado del yacón.

- Realizar un estudio de la vida útil de la bebida a partir del zumo concentrado del yacón utilizando algunos conservantes o métodos de conservación sin afectar su composición funcional.
- Realizar un estudio sobre la caracterización fisicoquímica del yacón en fresco ya que no existe suficiente información respecto a los componentes que contiene.
- Se recomienda expandir la industrialización del yacón por sus propiedades nutraceúticas y beneficios que posee hacia la salud humana, innovando en productos como: Hojuelas, pasas, jarabe y néctar.
- Realizar estudios para controlar la oxidación del yacón de forma orgánica sin necesidad de usar químicos.

VIII. LITERATURA CITADA

1. Álvarez G et al, (2012). El yacón: la dulce raíz de agua, requerimientos edafoclimáticos,suelo;https://colectivodeabogados.org/IMG/pdf/el_yacon.pdf.
2. Amaya, J. (2002). Efectos de doses crescentes de nitrogeênio e potássio na produtividade de yacón (*Polymnia sonchifolia* Poep. & Endl.). Tese do título de Mestre em Agronomia. Univesidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Botucatu, Brasil, 58 p.
3. Anzaldúa y Morales. “La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica”. Editorial Acribia. Zaragoza España. 2004.
4. AOAC. International official methods of analysis. 16° edición, quinta revisión 2001; Volumen 1: capítulo 4 página 25-26, capítulo 32 página 1-12.

5. Carrascal, et al. (2003). "Estudio comparativo en técnicas de recuento rápido en el mercado y placas petrifilm 3mtm para el análisis de alimentos" , Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, carrera de Microbiología Industrial. Bogotá. diciembre de 2008.
6. Cordier J. Microbiological criteria – Purpose and limitations. Mitt. Lebensm. Hyg. 2004; 95:28-31. 2.1.10. Generalidades de las características microbiológicas.
7. 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.
8. 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.
9. Faustino, A. (2012). Tesis Extrato Acuoso de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) deshidratado por atomizacáo. Universidad Federal de Goias, Goiania.
10. Grau, A., & 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 Reserch, Gatersleben/Internatioanl Plant Genetics Resources Institute. (págs. 199- 242).
11. Hayes, (1993). "Estudio comparativo en técnicas de recuento rápido en el mercado y placas petrifilm 3mtm para el análisis de alimentos" , Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, carrera de Microbiología Industrial. Bogotá. Diciembre de 2008.
12. Madigan et a.,(2004); Perdomo et al,(2001). "Estudio comparativo en técnicas de recuento rápido en el mercado y placas petrifilm 3mtm para

- el análisis de alimentos” , Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, carrera de Microbiología Industrial. Bogotá. Diciembre de 2008.
13. Martínez, L. 2004. Significado nutricional de los compuestos fenólicos en la dieta. Lima, Perú. Vol 50.
 14. Manrique, I. H. (2004). Yacón Ficha Técnica. Centro Internacional de la Papa CIP. Lima, Perú.
 15. Manrique, I., Párraga, A., & Hermann, M. (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.
 16. Mayta, P., Payano, J., Peláez, J., Pérez, M., Pichardo, L., & Pucán, L. (11 de 9 de 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.
 17. Mesa, (1995.), Agronomía de los cultivos andinos, Variedades del yacón, CAPÍTULO IV, página 59.
 18. Mindani CG. (2008). Tesis: “Influencia de las condiciones de proceso en el secado por liofilización del yacón (*Smallanthus sonchifolius*)”. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú.
 19. Mitt. Lebensm. Hyg. (2004). “Estudio comparativo en técnicas de recuento rápido en el mercado y placas petrifilm™ 3mtm para el análisis de alimentos”, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, carrera de Microbiología Industrial. Bogotá. Diciembre de 2008.
 20. Ministerio de Fomento; (1998). “Estudio comparativo en técnicas de recuento rápido en el mercado y placas petrifilm™ 3mtm para el análisis de alimentos”, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, carrera de Microbiología Industrial. Bogotá. Diciembre de 2008.

21. 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.
22. Muñoz, (2009). El yacón: la dulce raíz de agua, requerimientos edafoclimáticos, clima; https://colectivodeabogados.org/IMG/pdf/el_yacon.pdf.
23. Norma Venezolana 409:1998. Alimentos. Principios generales para el establecimiento de criterios microbiológicos (1ª. revisión). Caracas, Venezuela: Ministerio de Fomento; 1998.
24. Niness KR. 1999. Inulin and oligofructose: What are they? *Journal of Nutrition*. Pág. 129.
25. 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>.
26. Perdomo et al, (2001). "Estudio comparativo en técnicas de recuento rápido en el mercado y placas petrifilmtm 3mtm para el análisis de alimentos", Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, carrera de Microbiología Industrial. Bogotá. Diciembre de 2008.
27. 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.
28. 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.
29. 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.

30. Suquilanda, M. 2010). El yacón: la dulce raíz de agua, requerimientos edafoclimáticos, clima; https://colectivodeabogados.org/IMG/pdf/el_yacon.pdf.
31. Tortora, (1993) “Estudio comparativo en técnicas de recuento rápido en el mercado y placas petrifilm™ 3mtm para el análisis de alimentos”, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, carrera de Microbiología Industrial. Bogotá. Diciembre de 2008.
32. Zorrilla arena, L. Santiago. 1993. Introducción a la metodología de la investigación. Edit. Ediciones cal y arena.

ANEXOS

ANEXO 01
EVALUACIÓN
SENSORIAL

Cuadro 24. Evaluación sensorial de la bebida a partir del zumo concentrado del yacón para el atributo sabor

TRATAMIENTOS	PANELISTAS															MEDIAS
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
T₁	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.40
T₂	2.00	3.00	3.00	2.00	4.00	4.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.13
T₃	5.00	4.00	4.00	5.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00
T₄	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.07
T₅	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.40
T₆	6.00	6.00	5.00	6.00	5.00	5.00	6.00	5.00	6.00	5.00	4.00	4.00	5.00	5.00	6.00	5.27
T₇	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	6.00	4.00	3.00	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.47
T₈	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.67
T₉	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	7.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.93

Cuadro 25. Comparación de las medias para el atributo sabor

Tratamientos Comparados	$ R_i - R_j $	Significancia
T1y T2	0.50	Ns
T1y T3	23.50	*
T1y T4	26.00	*
T1y T5	40.00	*
T1y T6	67.00	*
T1y T7	45.50	*
T1y T8	97.50	*
T1y T9	56.50	*
T2y T3	24.00	*
T2y T4	26.50	*
T2y T5	40.50	*
T2y T6	67.50	*
T2y T7	46.00	*
T2y T8	98.00	*
T2y T9	57.00	*
T3y T4	2.50	Ns
T3y T5	16.50	Ns
T3y T6	43.50	*
T3y T7	22.00	*
T3y T8	74.00	*
T3y T9	33.00	*
T4y T5	14.00	Ns
T4y T6	41.00	*
T4y T7	19.50	*
T4y T8	71.50	*
T4y T9	30.50	*
T5y T6	27.00	*
T5y T7	5.50	Ns
T5y T8	57.50	*
T5y T9	16.50	Ns
T6y T7	21.50	*
T6y T8	30.50	*
T6y T9	10.50	Ns
T7y T8	52.00	*
T7y T9	11.00	Ns
T8y T9	41.00	*

Cuadro 26. Medias homogéneas del atributo sabor

Tratamientos Comparados	R_i	Medias	Significancia		
T8	133.00	6.67	A		
T6	102.50	5.27		B	
T9	92.00	4.93		B	c
T7	81.00	4.47			c
T5	75.50	4.40			c d
T4	61.50	4.07			d
T3	59.00	4.00			d
T1	35.50	3.40			e
T2	35.00	3.13			e

Cuadro 27. Evaluación sensorial de la bebida a partir del zumo concentrado del yacón para el atributo color

TRATAMIENTOS	PANELISTAS															MEDIAS
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
T₁	2.00	2.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.27
T₂	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	5.00	3.87
T₃	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	3.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.27
T₄	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	3.00	3.00	4.00	6.00	5.00	4.00	4.33
T₅	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.60
T₆	4.00	5.00	3.00	3.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	3.00	4.00	5.00	6.00	4.00	5.00	4.27
T₇	6.00	5.00	5.00	5.00	6.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	6.00	4.00	5.00	5.00
T₈	6.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	5.00	7.00	6.53
T₉	7.00	5.00	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	5.00	6.00	6.00	7.00	5.00	5.67

Cuadro 28. Comparación de las medias para el atributo color

Tratamientos Comparados	$ R_i - R_j $	Significancia
T1y T2	21.50	*
T1y T3	36.50	*
T1y T4	38.00	*
T1y T5	50.50	*
T1y T6	36.00	*
T1y T7	64.00	*
T1y T8	101.50	*
T1y T9	84.00	*
T2y T3	15.00	Ns
T2y T4	16.50	Ns
T2y T5	29.00	*
T2y T6	14.50	Ns
T2y T7	42.50	*
T2y T8	80.00	*
T2y T9	62.50	*
T3y T4	1.50	Ns
T3y T5	14.00	Ns
T3y T6	0.50	Ns
T3y T7	27.50	*
T3y T8	65.00	*
T3y T9	47.50	*
T4y T5	12.50	Ns
T4y T6	2.00	Ns
T4y T7	26.00	*
T4y T8	63.50	*
T4y T9	46.00	*
T5y T6	14.50	Ns
T5y T7	13.50	Ns
T5y T8	51.00	*
T5y T9	33.50	*
T6y T7	28.00	*
T6y T8	65.50	*
T6y T9	48.00	*
T7y T8	37.50	*
T7y T9	20.00	*
T8y T9	17.50	*

Cuadro 29. Medias homogéneas del atributo color

Tratamientos Comparados	R_i	Medias	Significancia		
T8	128.50	6.53	a		
T9	111.00	5.67		b	
T7	91.00	5.00		b	
T5	77.50	4.60		b	C
T4	65.00	4.33		C	d
T6	63.00	4.27		C	d
T3	63.50	4.27			d
T2	48.50	3.87			d
T1	27.00	3.27			e

Cuadro 30. Evaluación sensorial de la bebida a partir del zumo concentrado del yacón para el atributo consistencia

TRATAMIENTOS	PANELISTAS															MEDIAS
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
T₁	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00	2.00	3.00	4.00	4.00	2.73
T₂	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	5.00	5.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.73
T₃	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.13
T₄	4.00	3.00	3.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.07
T₅	6.00	5.00	6.00	5.00	4.00	5.00	6.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	6.00	5.07
T₆	4.00	4.00	3.00	3.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	3.00	3.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.13
T₇	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	6.00	7.00	6.00	7.00	6.00	7.00	7.00	6.67
T₈	5.00	4.00	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	5.00	5.13
T₉	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.73

Cuadro 31. Comparación de las medias para el atributo consistencia.

Tratamientos Comparados	$ R_i - R_j $	Significancia
T1y T2	31.00	*
T1y T3	46.50	*
T1y T4	42.50	*
T1y T5	77.00	*
T1y T6	46.50	*
T1y T7	111.00	*
T1y T8	79.50	*
T1y T9	29.50	*
T2y T3	15.50	*
T2y T4	11.50	Ns
T2y T5	46.00	*
T2y T6	15.50	*
T2y T7	80.00	*
T2y T8	48.50	*
T2y T9	1.50	Ns
T3y T4	4.00	Ns
T3y T5	30.50	*
T3y T6	0.00	Ns
T3y T7	64.50	*
T3y T8	33.00	*
T3y T9	17.00	*
T4y T5	34.50	*
T4y T6	4.00	Ns
T4y T7	68.50	*
T4y T8	37.00	*
T4y T9	13.00	Ns
T5y T6	30.50	*
T5y T7	34.00	*
T5y T8	2.50	Ns
T5y T9	47.50	*
T6y T7	64.50	*
T6y T8	33.00	*
T6y T9	17.00	*
T7y T8	31.50	*
T7y T9	81.50	*
T8y T9	50.00	*

Cuadro 32. Medias homogéneas del atributo consistencia

Tratamientos Comparados	R_i	Medias	Significancia		
T7	134.50	6.67	A		
T8	103.00	5.13	b		
T5	100.50	5.07	b		
T6	70.00	4.13	C		
T3	70.00	4.13	C	d	
T4	66.00	4.07	C	d	
T2	54.50	3.73	C	d	
T9	53.00	3.73	d		
T1	23.50	2.73			e

Cuadro 33. Evaluación sensorial de la bebida a partir del zumo concentrado del yacón para el atributo aspecto general

TRATAMIENTOS	PANELISTAS															MEDIAS
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
T₁	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.47
T₂	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.80
T₃	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.80
T₄	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.80
T₅	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.60
T₆	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	5.00	5.00	4.00	5.00	6.00	5.00	5.00	5.00	5.00
T₇	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	5.00	6.00	5.00	5.00	6.00	5.00	5.00	5.00	5.33
T₈	7.00	7.00	7.00	6.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	6.00	7.00	7.00	7.00	6.00	6.00	6.73
T₉	5.00	5.00	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	5.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	5.67

Cuadro 34. Comparación de las medias para el atributo aspecto general.

Tratamientos Comparados	$ R_i - R_j $	Significancia
T1y T2	13.00	*
T1y T3	13.00	*
T1y T4	12.50	*
T1y T5	46.00	*
T1y T6	60.50	*
T1y T7	71.50	*
T1y T8	102.50	*
T1y T9	81.50	*
T2y T3	0.00	Ns
T2y T4	0.50	Ns
T2y T5	33.00	*
T2y T6	47.50	*
T2y T7	58.50	*
T2y T8	89.50	*
T2y T9	68.50	*
T3y T4	0.50	Ns
T3y T5	33.00	*
T3y T6	47.50	*
T3y T7	58.50	*
T3y T8	89.50	*
T3y T9	68.50	*
T4y T5	33.50	*
T4y T6	48.00	*
T4y T7	59.00	*
T4y T8	90.00	*
T4y T9	69.00	*
T5y T6	14.50	*
T5y T7	25.50	*
T5y T8	56.50	*
T5y T9	35.50	*
T6y T7	11.00	*
T6y T8	42.00	*
T6y T9	21.00	*
T7y T8	31.00	*
T7y T9	10.00	Ns
T8y T9	21.00	*

Cuadro 35. Medias homogéneas del atributo aspecto general

Tratamientos Comparados	R_i	Medias	Significancia		
T8	133.00	6.73	a		
T9	112.00	5.67		b	
T7	102.00	5.33		b	
T6	91.00	5.00		C	
T5	76.50	4.60		d	
T3	43.50	3.80			e
T2	43.50	3.80			e
T4	43.00	3.80			e
T1	30.50	3.47			f

ANEXO 02
FICHA DE
EVALUACIÓN
SENSORIAL

FICHA DE EVALUACION SENSORIAL

Prueba sensorial de escala hedónica de siete puntos

Producto:

Hora:..... Fecha:.....

Lugar:.....

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

Características de calidad	Puntaje	Alternativas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
77OLOR	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 03
ANÁLISIS DE
LABORATORIO

Cuadro 36. Análisis microbiológico del tratamiento 7 para determinar la estabilidad de la bebida a partir de yacón durante el almacenamiento a temperatura ambiente.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO T7						
RESULTADOS						
PARAMETRO	UNIDADES	DIAS				L.M.P.*
		0	15	30	45	
Mohos	UFC/ml	0	7	16	64	10
Levaduras	UFC/ml	1	8	25	80	10
Coliformes totales	UCF/ml	0	0	2	3	<3
Escherichia coli	UCF/ml	0	0	0	0	0

Cuadro 37. Análisis microbiológico del tratamiento 8 para determinar la estabilidad de la bebida a partir de yacón durante el almacenamiento a temperatura ambiente

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO T8						
RESULTADOS						
PARAMETRO	UNIDADES	DIAS				L.M.P.*
		0	15	30	45	
Mohos	UFC/ml	1	9	19	65	10
Levaduras	UFC/ml	0	8	28	81	10
Coliformes totales	UCF/ml	0	0	4	4	<3
Escherichia coli	UCF/ml	0	0	0	0	0

Cuadro 38. Análisis microbiológico del tratamiento 9 para determinar la estabilidad de la bebida a partir de yacón durante el almacenamiento a temperatura ambiente.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO T9						
RESULTADOS						
PARAMETRO	UNIDADES	DIAS				L.M.P.*
		0	15	30	45	
Mohos	UFC/ml	1	8	20	65	10
Levaduras	UFC/ml	1	9	26	83	10
Coliformes totales	UCF/ml	0	0	4	3	<3
Escherichia coli	UCF/ml	0	0	0	0	0

Cuadro 39. MOHOS

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: MOHOS					
Origen	suma de cuadrados	Gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	7453.083 ^a	5	1490.617	2333.139	.000
Interceptación	6302.083	1	6302.083	9864.130	.000
TRTAMIENTOS	8.167	2	4.083	6.391	.033
TIEMPO	7444.917	3	2481.639	3884.304	.000
Error	3.833	6	.639		
Total	13759.000	12			
Total corregido	7456.917	11			

HSD Tukey^{a,b}

TRTAMIENTOS	N	Subconjunto	
		1	2
7.00	4	21.7500	
8.00	4		23.5000
9.00	4		23.5000
Sig.		1.000	1.000

Cuadro 40. LEVADURAS

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: LEVADURAS					
Origen	suma de cuadrados	Gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	11930.167 ^a	5	2386.033	1908.827	.000
Interceptación	10208.333	1	10208.333	8166.667	.000
TRTAMIENTOS	3.167	2	1.583	1.267	.348
TIEMPO	11927.000	3	3975.667	3180.533	.000
Error	7.500	6	1.250		
Total	22146.000	12			
Total corregido	11937.667	11			

HSD Tukey^{a,b}

TRTAMIENTOS	N	Subconjunto
		1
7.00	4	28.5000
8.00	4	29.2500
9.00	4	29.7500
Sig.		.323

Cuadro 41. COLIFORMES

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: COLIFORMES					
Origen	suma de cuadrados	Gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	34.500 ^a	5	6.900	19.108	.001
Interceptación	33.333	1	33.333	92.308	.000
TRATAMIENTOS	1.167	2	.583	1.615	.275
TIEMPO	33.333	3	11.111	30.769	.000
Error	2.167	6	.361		
Total	70.000	12			
Total corregido	36.667	11			

HSD Tukey^{a,b}

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto
		1
7.00	4	1.2500
9.00	4	1.7500
8.00	4	2.0000
Sig.		.259

ANEXO 04
PANEL
FOTOGRAFÍCO

PANEL FOTOGRÁFICO DEL PROCESO



FIG.1 Pelado del yacón



Fig. 2 Despulpado del yacón



Fig. 3 Tamizado del zumo de yacón



Fig. 4 Toma de brix del zumo de yacón



Fig. 5 Toma de pH del zumo de yacón



Fig. 6 pasteurizado de la bebida

PANEL FOTOGRÁFICO DEL ANÁLISIS SENSORIAL DE LA BEBIDA

FIG. 7. Análisis sensorial de la bebida a partir del zumo concentrado de yacón

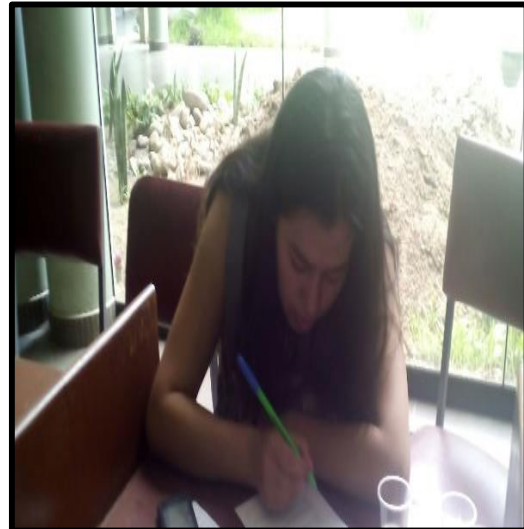


FIG. 8. Análisis sensorial de la bebida a partir del zumo concentrado de yacón



FIG. 9. Análisis sensorial de la bebida a partir del zumo concentrado de yacón



FIG. 10. Análisis sensorial de la bebida a partir del zumo concentrado de yacón

PANEL FOTOGRÁFICO DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO



Fig. 11 siembra de la muestra



Fig. 12 Almacenamiento de la
muestras



Fig. 13 conteos de mohos