

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

AGROINDUSTRIAL



Presentado por:

ODALY ROMERO SAMANEZ

**CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y
ORGANOLÉPTICAS DEL ZUMO DE DOS VARIETADES
DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*).**

Asesor:

FLORENTINO LÁZARO MENDOZA MARÍN

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

ANDAHUAYLAS – APURÍMAC – PERÚ

2019



APROBACIÓN DEL ASESOR

Quién suscribe:

Phd: Florentino Lázaro Mendoza Marín

CERTIFICA,

Que, el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial, ODALY ROMERO SAMANEZ ha culminado satisfactoriamente el informe final de Tesis intitulado: **“CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y ORGANOLEPTICAS DEL ZUMO DE DOS VARIETADES DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*)”** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Agroindustrial.**

Andahuaylas, 24 de febrero del 2021.

Phd: Florentino Lázaro Mendoza Marín
Asesor

Bach. Odaly Romero Samanez
Tesista



FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

En la Av. 28 de julio N° 1103 del Local Académico SL02 (Santa Rosa) en el Salón de Grados de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas ubicado en el distrito de Talavera de la Reyna de la Provincia de Andahuaylas, siendo las 10:00 horas del día jueves 26 de diciembre del año 2019, se reunieron los docentes: Mg. Fredy Taipe Pardo, MSc. Carlos Alberto Ligarda Samanez, MSc. David Choque Quispe, en condición de integrantes del Jurado Evaluador del Informe Final de Tesis intitulado: "CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICA DEL ZUMO DE DOS VARIETADES DE YACÓN (SMALLANTHUS SONCHIFOLIUS)", cuya autora es la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial ODALY ROMERO SAMANEZ, el asesor Dr. Florentino Lázaro Mendoza Marín, con el propósito de proceder a la sustentación y defensa de dicha tesis.



Luego de la sustentación y defensa de la tesis, el Jurado Evaluador ACORDÓ: APROBAR por UNANIMIDAD a la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial ODALY ROMERO SAMANEZ, obteniendo la siguiente calificación y mención:

Table with 3 columns: Nota escala vigesimal (Numeros, Letras), and Mención. Handwritten values: 13, TRECE, REGULAR.

En señal de conformidad, se procedió a la firma de la presente acta en 03 ejemplares.

Mg. Fredy Taipe Pardo
Presidente del Jurado Evaluador

MSc. Carlos Alberto Ligarda Samanez
Primer Miembro del Jurado Evaluador

MSc. David Choque Quispe
Segundo Miembro del Jurado Evaluador



APROBACIÓN DEL JURADO DICTAMINADOR

LA TESIS: “**CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y ORGANOLEPTICAS DEL ZUMO DE DOS VARIEDADES DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*)**” para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, ha sido evaluada por el Jurado Dictaminador conformado por:

PRESIDENTE: Ingeniero en Industrias Alimentarias Mg. Fredy Taipe Pardo

PRIMER MIEMBRO: Ingeniero en Industrias Alimentarias MSc. Carlos Alberto Ligarda Samanez

SEGUNDO MIEMBRO: Ingeniero Químico MSc. David Choque Quispe

Habiendo sido aprobado por UNANIMIDAD, en la ciudad de Andahuaylas el día 26 del mes de diciembre de 2019

Andahuaylas, 24 de febrero de 2021.

Ingeniero en Industrias Alimentarias Mg. Fredy Taipe Pardo
PRESIDENTE DEL JURADO DICTAMINADOR

Ingeniero en Industrias Alimentarias MSc. Carlos Alberto Ligarda Samanez
PRIMER MIEMBRO DEL JURADO DICTAMINADOR

Ingeniero Químico MSc. David Choque Quispe
SEGUNDO MIEMBRO DEL JURADO DICTAMINADOR

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso por la sabiduría, la fuerza y la iluminación que me concedió para tomar decisiones y seguir adelante. A mis padres Mauricio Miguel y Juliana quienes me dieron su apoyo incondicional, a mis hermanas Najda, Ruth Melanie y Shirley de igual forma a mis sobrinos Nick Alexis y Yohann Zelic por motivar a seguir adelante, en especial a mi gran amor de mi vida por su comprensión y tener paciencia; y al final a mis amigas y profesores por su apoyo moral y su comprensión por incentivar a ser un mejor persona.

Odaly R.

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco a mis formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar a esta etapa de mi vida, la de ser un profesional.

Sencillo no ha sido el proceso, pero gracias a las ganas de transmitirme sus conocimientos y dedicación que los ha regido los jurados evaluadores como: Ing. Fredy Taipe Pardo, ing. Carlos Alberto Ligarda Samanez e ing. David Choque Quispe, he logrado importantes objetivos como culminar el desarrollo de mi tesis con éxito y obtener la titulación profesional.

Al asesor Dr. Florentino Lázaro Mendoza Marín quien estuvo guiando para realizar este trabajo de investigación.

A Grimaldo por su gran amor y por estar siempre en los momentos difíciles apoyándome cuando lo necesitaba.

Deseo expresar mis agradecimientos a todas las personas que de una u otra forma hicieron posible la culminación de mi meta brindando su apoyo incondicional.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | vi |
| ÍNDICE GENERAL..... | vii |
| ÍNDICE DE TABLAS | xi |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | xiii |
| GLOSARIO DE TÉRMINOS..... | xiv |
| RESUMEN..... | xv |
| ABSTRAC..... | xvii |
| CHUMASQA..... | xix |
| INTRODUCCIÓN..... | 14 |
| CAPITULO I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN | 16 |
| 1.1. Formulación del problema..... | 17 |
| 1.1.1.Problema general..... | 17 |
| 1.1.2.Problema específico | 17 |
| 1.2. Hipótesis de la investigación..... | 17 |
| 1.2.1.Hipótesis general..... | 17 |
| 1.2.2.Hipótesis específicos..... | 17 |
| 1.3. Objetivos de la investigación | 17 |
| 1.3.1.Objetivo general | 17 |
| 1.3.2.Objetivos específicos..... | 18 |
| CAPITULO II: ANTECEDENTES..... | 19 |
| 2.1. Internacional..... | 19 |
| 2.2. Nacional | 19 |
| CAPITULO III: MARCO TEÓRICO..... | 23 |
| 3.1. Revisión bibliográfica..... | 23 |
| 3.1.1.El yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) | 23 |

| | |
|--|----|
| 3.1.2.Descripción botánica | 24 |
| 3.1.3.Descripción taxonómica del yacón..... | 25 |
| 3.1.4.Composición química del yacón | 26 |
| 3.1.5.Características del yacón..... | 27 |
| 3.1.6.Características químicas del yacón | 28 |
| 3.1.7.Propiedades del yacón..... | 30 |
| 3.1.8.Variedades del yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) | 32 |
| 3.1.9.Pardeamiento enzimático | 33 |
| 3.1.10. Propiedades organolépticas | 34 |
| 3.1.10.1. Propiedades sensoriales | 34 |
| 3.1.10.2. Color | 35 |
| 3.1.10.3. Olor | 35 |
| 3.1.10.4. Sabor..... | 36 |
| 3.1.11.1. Tipos de pruebas..... | 37 |
| 3.1.11.1.1. Pruebas afectivas..... | 37 |
| 3.1.11.1.2. Pruebas descriptivas..... | 37 |
| 3.1.11.1.3. Pruebas discriminativas..... | 38 |
| 3.1.11.2. Escalas hedónicas graficas | 39 |
| 3.1.12. Normalidad | 39 |
| 3.1.12.1. Análisis no paramétricas | 39 |
| 3.2. Marco conceptual | 40 |
| CAPITULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 41 |
| 4.1. Lugar de ejecución | 41 |
| 4.2. Materia prima | 41 |
| 4.3. Material del estudio | 41 |
| 4.3.1.Población..... | 41 |
| 4.3.2.Muestra..... | 41 |

| | |
|--|-----------|
| 4.4. Diseño experimental | 41 |
| 4.5. Materiales | 42 |
| 4.6. Metodología..... | 43 |
| 4.6.1. Procedimiento experimental para la obtención de zumo de yacón | 43 |
| 4.7.1. Evaluación de las características fisicoquímicas..... | 47 |
| 4.7.2. Características organolépticas..... | 49 |
| 4.9. Análisis estadístico | 51 |
| 4.9.1. Pruebas paramétricas o cuantitativas..... | 51 |
| CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 54 |
| 5.1. Pruebas estadísticas de propiedades fisicoquímicas del zumo de yacón..... | 54 |
| 5.1.1. Densidad del zumo de yacón de dos variedades | 54 |
| 5.1.2. pH del zumo de yacón de dos variedades | 55 |
| 5.1.3. Sólidos solubles del zumo de yacón de dos variedades | 56 |
| 5.1.4. Acidez titulable del zumo de yacón..... | 57 |
| 5.1.5. Análisis de sodio | 58 |
| 5.1.6. Calcio del zumo de yacón de dos variedades | 59 |
| 5.1.7. Análisis de Magnesio del zumo de yacón de dos variedades | 60 |
| 5.1.8. Potasio del zumo de yacón de dos variedades..... | 60 |
| 5.1.9. Análisis de fósforo del zumo de yacón de dos variedades | 61 |
| 5.1.10. Carbohidratos del zumo de yacón de dos variedades | 62 |
| 5.1.11. Fibra del zumo de yacón de dos variedades | 63 |
| 5.1.12. Porcentaje de agua del zumo de yacón..... | 64 |
| 5.1.13. Ceniza del zumo de yacón de dos variedades | 65 |
| 5.1.14. Vitamina C del zumo de yacón de dos variedades..... | 66 |
| 5.1.15. Azúcares Reductores del zumo de yacón de dos variedades de yacón | 67 |
| 5.2. Características organolépticas del zumo de yacón..... | 68 |
| 5.2.1. Resultado de la prueba de normalidad..... | 68 |

| | |
|-----------------------------|----|
| CONCLUSIONES..... | 72 |
| RECOMENDACIONES | 73 |
| REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... | 74 |
| ANEXOS..... | 80 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Pag. |
|---|-------------|
| Tabla 1. Composición química del yacón..... | 26 |
| Tabla 2. Composición nutricional del yacón (100 g de raíz fresca sin cáscara) | 27 |
| Tabla 3. Nutricional del yacón | 30 |
| Tabla 4. Composición por 100 gramos de porción de comestible..... | 30 |
| Tabla 5. Características morfológicas de diferentes variedades de yacón..... | 32 |
| Tabla 6. Tipos de pruebas organolépticas | 37 |
| Tabla 7. Arreglo experimental - DCA | 42 |
| Tabla 8. Operacionalización de variable..... | 42 |
| Tabla 9. Materiales utilizados en la caracterización del zumo de yacón..... | 42 |
| Tabla 10. Escala Hedónica para el análisis de los atributos | 50 |
| Tabla 11. Características fisicoquímicas del zumo de yacón..... | 54 |
| Tabla 12. Densidad del zumo de yacón de dos variedades..... | 55 |
| Tabla 13. pH del zumo de yacón de dos variedades | 56 |
| Tabla 14. Solidos solubles del zumo de yacón de dos variedades (°Brix)..... | 57 |
| Tabla 15. Resultado del análisis de acidez titulable | 58 |
| Tabla 16. Sodio del zumo de yacón de dos variedades | 58 |
| Tabla 17. Resultado del análisis de calcio | 59 |
| Tabla 18. Magnesio del zumo de yacón de dos variedades | 60 |
| Tabla 19. Potasio del zumo de yacón de dos variedades | 61 |
| Tabla 20. Fosforo del zumo de yacón de dos variedades | 62 |
| Tabla 21. Carbohidratos del zumo de yacón de dos variedades..... | 63 |
| Tabla 22. Fibra del zumo de yacón de dos variedades..... | 63 |
| Tabla 23. Resultado del análisis de porcentaje de agua | 64 |
| Tabla 24. Ceniza del zumo de yacón de dos variedades | 65 |
| Tabla 25. Vitamina C del zumo de yacón de dos variedades | 66 |
| Tabla 26. Azucares reductores del zumo de yacón de dos variedades | 67 |
| Tabla 27. Determinación de la prueba de normalidad zumo de yacón blanco | 68 |
| Tabla 28. Determinación de la prueba de normalidad zumo de yacón amarillo | 69 |
| Tabla 29. Rangos promedios para aroma..... | 69 |
| Tabla 30. Rangos promedios Para color | 69 |
| Tabla 31. Rangos promedios Para sabor..... | 70 |
| Tabla 32. Prueba de Wilcoxon para el zumo de yacón de dos variedades | 70 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pag. |
|---|-------------|
| Figura 1. Reacciones de pardeamiento enzimático..... | 33 |
| Figura 2. Relación entre los cinco sentidos y las propiedades sensoriales de los alimentos..... | 34 |
| Figura 3. Flujograma cualitativa de la extracción del zumo de yacón | 45 |
| Figura 4. Diagrama de medias para la densidad del zumo de yacón..... | 55 |
| Figura 5. Diagrama de medias para el pH del zumo de yacón..... | 56 |
| Figura 6. Diagrama de medias para los solido solubles del zumo de yacón..... | 57 |
| Figura 7. Diagrama de medias para la acidez titulable del zumo de yacón | 58 |
| Figura 8. Diagrama de medias para el sodio del zumo de yacón | 59 |
| Figura 9. Diagrama de medias para el calcio del zumo de yacón..... | 59 |
| Figura 10. Diagrama de medias para magnesio del zumo de yacón | 60 |
| Figura 11. Diagrama de medias para potasio del zumo de yacón | 61 |
| <i>Figura 12. Diagrama de medias para fosforo del zumo de yacón.....</i> | <i>62</i> |
| Figura 13. Diagrama de medias para carbohidratos del zumo de yacón..... | 63 |
| Figura 14. Diagrama de medias para fibra del zumo de yacón | 64 |
| Figura 15. Diagrama de medias para el % de agua del zumo de yacón | 65 |
| Figura 16. Diagrama de medias para ceniza del zumo de yacón | 66 |
| Figura 17. Diagrama de medias para vitamina C del zumo de yacón | 67 |
| Figura 18. Diagrama de medias para azucares reductores del zumo de yacón..... | 68 |
| Figura 19. Diagrama radial del zumo de yacón de blanco y amarilla | 71 |
| Figura 20. Normalidad de aroma del ZYB..... | 96 |
| Figura 21. Normalidad para color del ZYB..... | 97 |
| Figura 22. Normalidad para sabor del ZYB..... | 97 |
| Figura 23. Normalidad para aroma del ZYA | 98 |
| Figura 24. Normalidad para color del ZYA..... | 99 |
| Figura 25. Normalidad para sabor del ZYA..... | 99 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | Pag. |
|---|-------------|
| Anexo 1. Resultado de análisis fisicoquímico del zumo de yacón blanco | 80 |
| Anexo 2. Resultados de análisis proximal del zumo de yacón blanco | 81 |
| Anexo 3. Resultado del análisis fisicoquímico del zumo de yacón amarillo | 82 |
| <i>Anexo 4. Resultado de análisis proximal del zumo de yacón amarilla</i> | <i>83</i> |
| Anexo 5. Análisis de varianza para la densidad del zumo de yacón..... | 84 |
| Anexo 6. Análisis de varianza para el pH del zumo de yacón..... | 84 |
| Anexo 7. Análisis de varianza para solidos solubles del zumo de yacón | 85 |
| Anexo 8. Análisis de varianza para Acidez titulable del zumo de yacón | 85 |
| Anexo 9. Análisis de varianza para sodio del zumo de yacón | 86 |
| Anexo 10. Análisis de varianza para Calcio del zumo de yacón | 86 |
| Anexo 11. Análisis de varianza para Magnesio del zumo de yacón..... | 87 |
| Anexo 12. Análisis de varianza para Potasio del zumo de yacón | 87 |
| Anexo 13. Análisis de varianza para Fosforo del zumo de yacón | 88 |
| Anexo 14. Análisis de varianza para carbohidratos del zumo de yacón..... | 88 |
| Anexo 15. Análisis de varianza para Fibra del zumo de yacón | 89 |
| Anexo 16. Análisis de varianza para porcentaje de agua del zumo de yacón..... | 89 |
| Anexo 17. Análisis de varianza para vitamina C del zumo de yacón | 90 |
| Anexo 18. Análisis de varianza para ceniza del zumo de yacón..... | 91 |
| Anexo 19. Análisis de varianza para azucares reductores del zumo de yacón | 92 |
| <i>Anexo 20. Datos individuales de análisis sensorial del zumo de yacón de dos variedades</i> | <i>93</i> |
| Anexo 21. Hoja de evaluación sensorial..... | 95 |
| Anexo 22. Análisis normalidad de los datos de evaluación sensorial | 96 |
| Anexo 23. Resultado estadístico de prueba de Friedman..... | 100 |
| Anexo 24. Fotografía del proceso de extracción y análisis del zumo de yacón... | 101 |
| Anexo 25. Matriz de Consistencia | 103 |

GLOSARIO DE TÉRMINOS

DCA : Diseño completamente al azar

pH : Potencial de hidrógeno

A : Nivel de significancia

ANOVA : Análisis de Varianza

ZYBT1 : Zumo de yacón blanco tratamiento 1

ZYAT2 : Zumo de yacón amarillo tratamiento 2

RESUMEN

El presente informe de investigación Características Físicoquímicas y Organolépticas del zumo de dos variedades de yacón (*Smallanthus sonchifolius*); surge a partir del conocimiento de las características sobresalientes en cuanto a físicoquímicas, baja capacidad calorífica y características organolépticas, propiedades que no son bien aprovechados por los agricultores quienes reportan importantes pérdidas post cosecha por deterioro de la calidad, además han hecho del yacón la preferida de los diabéticos y personas que valoran una alimentación sana; en los últimos años la tendencia de una alimentación sana ha generado un interés por parte de los consumidores hacia los alimentos funcionales que además de nutritivo, reducen el riesgo de padecer ciertas enfermedades cancerígenas. Entre ellos, el mejor producto es el yacón que contiene azúcares naturales de gran valor nutricional. El presente estudio se desarrolló con la finalidad de determinar y comparar las características físicoquímicas y organolépticas del zumo de dos variedades de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) blanca y amarilla, aplicándose el diseño experimental completamente al azar (DCA), para ver si existe una diferencia significativa entre los tratamientos realizándose la comparación de características físicoquímicas y organolépticas como: La densidad a través de densímetro, el pH con potenciómetro, sólidos solubles por refractómetro, acidez a través de titulación, sodio, calcio, magnesio (titulación con EDTA (Método 1-15), mientras para el potasio y fósforo se utilizó fotometría (Método 1-17), y para carbohidratos, fibra, ceniza, % de agua, vitamina C, azúcares reductores se realizó con espectrofotometría; así mismo las características organolépticas se determinó mediante la evaluación sensorial. En el análisis de los resultados se observó que el pH, sólidos solubles, la acidez, el magnesio, fósforo, carbohidrato, proteína, fibra, porcentaje de agua, ceniza, vitamina C y azúcares reductores no presenta una diferencia significativamente ($p\text{-value} > 0,05$), estadísticamente con 95% de confianza; mientras la densidad, sodio y calcio son diferentes significativamente ($p\text{-value} < 0,05$), realizados a las dos variedades del zumo de yacón. Así mismo las características organolépticas del zumo de yacón en los tratamientos ZYB y ZYA, al determinar la normalidad las pruebas son no paramétricas, por lo tanto se utilizó la prueba de Friedman y Wilcoxon en donde como resultado estadístico de ambas variedades son similares en los atributos aroma color, mientras existe mínima diferencia significativa en atributo sabor. Por lo tanto, podemos concluir que las variedades de yacón son buenos en las dos características

estudiadas en el presente informe, resultando que el zumo de yacón son recomendables para utilizar de distintas formas en los alimentos ya sea consumo directo o en sub productos enriquecidos con otros productos.

Palabras claves: zumo, características fisicoquímicos, atributos sensoriales.

ABSTRAC

This research report Physicochemical and Organoleptic Characteristics of the juice of two varieties of yacón (*Smallanthus sonchifolius*); It arises from the knowledge of the outstanding characteristics in terms of physicochemical, low calorific capacity and organoleptic characteristics, properties that are not well used by farmers who report significant post-harvest losses due to quality deterioration, in addition they have made yacón the preferred of diabetics and people who value a healthy diet; In recent years, the trend of a healthy diet has generated an interest on the part of consumers towards functional foods that, in addition to being nutritious, reduce the risk of suffering from certain cancerous diseases. Among them, the best product is yacón, which contains natural sugars of great nutritional value. The present study was developed in order to determine and compare the physicochemical and organoleptic characteristics of the juice of two varieties of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) white and yellow, applying the completely randomized experimental design (DCA), to see if there is a significant difference. between treatments, comparing physicochemical and organoleptic characteristics such as: density through a density meter, pH with potentiometer, soluble solids by refractometer, acidity through titration, sodium, calcium, magnesium (titration with EDTA (Method 1-15), while for potassium and phosphorus photometry was used (Method 1-17), and for carbohydrates, fiber, ash,% water, vitamin C, reducing sugars it was performed with spectrophotometry; likewise the organoleptic characteristics were determined by the evaluation sensory. In the analysis of the results, it was observed that the pH, soluble solids, acidity, magnesium, phosphorus, carbohydrate, protein, fiber, percentage of water, ash, vitamin C and reducing sugars do not present a significant difference (p-value > 0.05), statistically with 95% confidence; while the density, sodium and calcium are significantly different (p-value <0.05), made to the two varieties of yacon juice. Likewise, the organoleptic characteristics of yacon juice in the ZYB and ZYA treatments, when determining normality, the tests are non-parametric, therefore the Friedman and Wilcoxon test was used where, as a

statistical result of both varieties, they are similar in attributes. Color aroma, while there is a minimal significant difference in flavor attribute. Therefore, we can conclude that the yacón varieties are good in the two characteristics studied in this report, resulting in that yacón juice is recommended for use in different ways in food, either direct consumption or in by-products enriched with other products.

Keywords: juice, physicochemical characteristics, sensory attributes.

CHUMASQA

Kay llamkay (investigación) rurakurqa anchapas yachanapaq, imaynas llakumi kanman yaku miskiyinimpi chaypaqmi iskay llakumita qawarikurqa yuraqta qinallataq qilluta, kay qillqapiqa qawarikun mayqinsi llallinman llimpimpi qinallataq asnaynimpi (características fisicoquímicas y organolépticas), tarpuqkunam willakumku ancha usuchisqankumanta, paykunam ninku; llakumipa rurunqa usun allaruptyikum manaña allin yaku miskiyin kamtinmi nispá, ninkutaqmi kay ruruqa aswan miski mikuyumi, munanku lliw ancha miskisapa (azúcar) yawarnimpi runakuna kaptin, chaynallataqsi kanan watakunaqa achka runakunas aswan miraron kawsaqchallampi mikuyta munaspaku, chaynallataqsi allinyachin ima unquykunamantapas aslla miskiyiniyuq kaspá. Kay qillqa rurakurqa mayqin rurus aswan llallinman utaq chaynalla kanman chay qawarinanchispaq, chaypaqmi churapakurqa diseño experimental completamente al azar (DCA) nisqa, chaytaq qawarichiwanchik mayqinsi allin kanman (diferencia significativa), llimpimpi qinallataq asnaynimpi (comparación de características fisicoquímicas y organolépticas), chay risqinapaqmi churapakun kaykuna: Densidad nisqanta qawarikurqa densímetro nisqawan, pH nisqatataq potenciómetro nisqawan, chaynallataq sólidos solubles nisqata qawarikurqa refractómetro nisqawan, acidez chaytataq titulación nisqawan, sodio, magnesio nisqatataq titulación EDTA (método 1-15) nisqawan, chaynallataq potasio- fosforo chaypaqtaq fotometría nisqawan (método 1-17), carbohidratos, fibra, uchpa, % yaku, vitamina C, azúcar reductores chaykunatataq qawarikurqa espectrofotometría nisqawan.

Qinallataqmi asnayninkunata qawarikurqa evaluación sensorial nisqawan, Chaymi lliw características fisicoquímicas nisqankunaqa mana ancha llallinakuy kanchu, kaytaq kan 95% de confianza nisqaman qina. Densidad, sodio, clacio nisqakunataq aswan qawarikun ancha diferencia significativa ($p\text{-value} < 0.05$) kaytaqa qawarikun iskaynin llakumimanta. Chaynallataq iskaynin llakumi qawarichiwanchik asnaynim imaynam kanku normalidad nisqapi chaymi nillanchik mana paramétricas nisqanta, aswansi asnaynimpitaq karum aslla diferencia nisqan, chaymi iskaynin llakumi allin kay qillqapi

rurakusqanman qina, aswansi miskintaqa mikukuswan, utaq upyakuswan
sapallantapas utaq huk mikunakunawan tupaykachispa.

Qillqakuna risqinapaq: yaku miskiyin, características fisicoquímicas nisqan, siqapa
musyaynin.

INTRODUCCIÓN

La investigación surge a partir del conocimiento de las características sobresalientes en cuanto a sus características fisicoquímicas y baja capacidad calórica del yacón; propiedades que no son aprovechados por los agricultores quienes reportan importantes pérdidas post cosecha por deterioro de la calidad. Además, la comercialización de yacón en la región Apurímac en especial en la provincia de Andahuaylas, se realiza en forma fresca, a precios bajos, los que incide negativamente en la realidad y sostenibilidad de esta actividad.

También se evidencia la ausencia de alternativas tecnológicas que permiten no solo diversificar los productos de yacón, prolonguen su tiempo de cosecha y a la vez otorguen mayor valor agregado, prestándose como una alternativa viable la tecnología de extracción del zumo de yacón aplicando metodologías de procesos adecuados.

Por esta razón, se realizó el empleo de yacón como materia prima de un producto que conserva la calidad sensorial y las características fisicoquímicas, a través de un proceso tecnológico apropiado que cumpla con los requisitos y/o estándares de calidad de la autoridad competente (DIGESA, 2008).

La presente investigación se divide en cinco capítulos:

En el Capítulo I, se expone la descripción y formulación del problema, hipótesis y los objetivos de la investigación.

El Capítulo II, contiene los antecedentes internacionales, nacionales y locales en la presente investigación.

El Capítulo III, contiene el marco teórico donde se fundamenta todos los conceptos a utilizarse en la presente investigación.

El Capítulo IV, corresponde al diseño metodológico que comprende la definición operacional de variables, hipótesis de la investigación, tipo y diseño, población, muestra, procedimiento, técnicas e instrumentos de recolección de datos y método de análisis de datos.

El capítulo V, corresponde a la interpretación de los resultados y discusión.

Así mismo contiene conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas; así como también, los anexos correspondientes: los instrumentos de medición de las variables, la validación del juicio de expertos y las bases de datos correspondientes.

El presente trabajo describe la manera en que se puede producir zumo de yacón utilizando una tecnología sencilla, que requiere modestas inversiones y puede ser implementada en comunidades rurales remotas. Así, a través de la transformación de productos agrícolas primarios, se promueve la generación y retención del valor agregado en las zonas productoras del yacón. Además, debido a que una buena parte del yacón satisface los requerimientos de calidad para el consumo fresco y el procesamiento industrial.

CAPITULO I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio de las características fisicoquímicas, han hecho del yacón la preferida de las personas que valoran la alimentación; no obstante, los agricultores reportan importantes pérdidas post cosecha por deterioro de la calidad. Además, la comercialización de yacón en la región de Apurímac, se realiza en forma fresca, a precios ínfimos, lo que incide negativamente en la rentabilidad y sostenibilidad de esta actividad.

Esta problemática se debe a la ausencia de alternativas tecnológicas que permitan no solo diversificar los productos de yacón, sino que prolonguen su tiempo de conservación y a la vez otorguen mayor valor agregado, uno de ellas sería mediante la extracción del zumo aplicando metodologías de procesos adecuados.

Por otro lado, el problema más importante en la extracción del zumo es el desconocimiento de las características fisicoquímicas y organoléptica del zumo de yacón de dos variedades en donde se sabrá que si se puede digerir sin dificultades y sin limitaciones de edades la cual beneficiará a toda la población que consuma; para la determinación de estos parámetros se requiere el conocimiento de varios factores, y por lo tanto garantizan la estabilidad del producto procesado. En este sentido, se empleó el yacón para diseñar un nuevo producto que conserve la calidad sensorial, químico-proximal a través de un proceso tecnológico apropiado que cumpla con los requisitos y/o estándares de calidad de la autoridad competente. Hoy en día no existen proyectos basados en la industrialización de yacón, la producción y el consumo de yacón en nuestra región no es tan significativo como en otras regiones y países, es por lo cual se tuvo la idea de investigar las características fisicoquímicas y organolépticas del zumo de yacón que debe ser el más consumido por sus beneficios, orgánico y natural sin contraindicaciones a corto, mediano o largo plazo, debido a que el yacón contiene un azúcar muy beneficioso para los diabéticos y no produce ningún tipo de alteración, siendo un buen alimento para cualquier edad, además es muy bueno para el consumo humano para lo cual se realizara evaluaciones fisicoquímicas y organolépticas para destinar a diferentes formas de consumo ya sea para consumo directo o dar alternativas de consumo del zumo de yacón (DIGESA, 2008).

Actualmente la región Apurímac no cuenta con una comercialización masiva de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), tubérculo poco conocido por sus habitantes los cuales ignoran las propiedades medicinales y la gran variedad de productos que se pueden producir para el consumo de las personas, especialmente de quienes padezcan diabetes y problemas renales, es importante resaltar que para estas últimas existe un mercado reducido de este tipo de productos en nuestra región.

1.1. Formulación del problema

1.1.1. Problema general

¿Qué características fisicoquímicas y organolépticas presenta el zumo de dos variedades de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) amarilla y blanca?

1.1.2. Problema específico

- ❖ ¿Qué características fisicoquímicas presenta el zumo de dos variedades de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) amarilla y blanca?
- ❖ ¿Qué características organolépticas presenta el zumo de dos variedades de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) amarilla y blanca?

1.2. Hipótesis de la investigación

1.2.1. Hipótesis general

Las características fisicoquímicas y organolépticas del zumo de dos variedades de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) blanca y amarilla son diferentes.

1.2.2. Hipótesis específicos

- ❖ Las características fisicoquímicas del zumo de dos variedades de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) blanca y amarilla son diferentes.
- ❖ Las características organolépticas del zumo de dos variedades de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) blanca y amarilla son diferentes.

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- ❖ Determinar y comparar las características fisicoquímicas y organolépticas del zumo de dos variedades de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) blanca y amarilla.

1.3.2. Objetivos específicos

- ❖ Determinar las características fisicoquímicas del zumo de dos variedades de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) blanca y amarilla.
- ❖ Determinar las características organolépticas del zumo de dos variedades de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) blanca y amarilla.

CAPITULO II: ANTECEDENTES

2.1. Internacional

Nina (2013), Menciona en su investigación el análisis fisicoquímico, fotoquímico de la raíz de “yacón” proveniente de tres regiones: Cuñapata de la provincia Muñecas, Inquisivi de la provincia Inquisivi, Pusa de la provincia Larecaja del departamento de La Paz se ha transformado la raíz seca en infusión del que se obtuvo el rendimiento y la valoración organoléptica por grupo etareo, en el departamento de La Paz. Los resultados obtenidos señalan que el “yacón” corresponde a la especie botánica *Smallanthus sonchifolius* (poeep.) H. Rob., en las tres regiones. Sin embargo, se encontraron diferencias fenotípicas relacionadas con el color de la raíz. El análisis fisicoquímico ha mostrado que la mayor concentración de azúcares se encuentra en raíces de yacón provenientes de Cuñapata e Inquisivi bien sea la variedad denominada en el trabajo magenta ó amarillo. En análisis fotoquímico se ha encontrado en la raíz en base seca taninos, flavonoides e índoles de la variedad magenta y excepto índoles en la variedad denominada amarillo. La transformación en infusión ha resultado en un rendimiento de 97,6% con la variedad amarillo proveniente de Cuñapata. En la valoración organoléptica se obtuvo una aceptación de 85% (bueno) en adultos, 75 % (bueno) en adolescentes y 74,3 % (bueno) en estudiantes universitarios, considerándose a la infusión aceptable para el consumo de la población.

2.2. Nacional

Contreras y Purisaca (2018), En su investigación menciona que las bebidas pueden ser funcionales dependiendo si llevan un ingrediente que enriquezca al producto, brindándole un beneficio al consumidor final, o si el producto final ofrece un beneficio interesante al mismo debido a su composición. El objetivo de su estudio fue elaborar y evaluar una bebida funcional a partir del yacón (*Smallantthus Sonchifolius*) y piña (*Ananas Comosus*) endulzado con stevia; teniendo como finalidad ofrecer un producto con propiedades funcionales, las cuales están enfocadas principalmente en el uso del yacón y stevia. Se inicia con la caracterización de la materia prima (Yacón y Piña), para luego realizar la formulación de la bebida, considerando dos variables independientes: Proporción (30% y.70%P, 50% y -50%P, 70% y -30%P) y Dilución pulpa: agua (1:1; 1:1.5 y 1:2); y variables dependientes: color, olor, sabor, aceptabilidad general (atributos sensoriales) y %FOS (1-Kestose y Nystose), pH, acidez, °Brix, color instrumental (fisicoquímicos).

Para la selección de su tratamiento óptimo, lo realizó una prueba de preferencia (evaluación sensorial subjetiva) por el tipo de Escala Hedónica (9 puntos) a 40 panelistas no entrenados, y una evaluación fisicoquímica; %FOS (1-Kestose y Nystose), pH, Acidez, °Brix y color instrumental, utilizando el modelo estadístico – Diseño factorial para su interpretación; obteniéndose dos tratamientos que no presentaron diferencia significativa entre ambas y que además obtuvo la mayor puntuación en cuanto a sus características sensoriales, siendo los tratamientos de código 357 (30% de yacón -70% de piña) y 574 (50% de yacón – 50% de piña), ambos con una dilución 1:1. De ese modo lo tomó en cuenta la composición nutricional (específicamente el %FOS) para lograr un mayor efecto positivo en el consumidor, quedando seleccionado el tratamiento de código 574 (50% de yacón – 50% de piña).

Finalmente lo realizó la caracterización del tratamiento óptimo, obteniéndose lo siguiente: pH de 3.58 ± 0.03 , 5 ± 0.01 °Brix, $0.036 \pm 0.01\%$ de acidez, densidad de $1.02 \pm 0.01\text{g/ml}$, viscosidad de 13.55 ± 0.15 cP, índice de color de -14.03 ± 1.65 , $91.33 \pm 0.01\%$ de humedad, $0.67 \pm 0.04\%$ de cenizas, 2.97 ± 0.01 mg Vit. C/100ml, $0.31 \pm 0.07\%$ de proteínas y FOS (1 –Kestose = 0.06% y Nystose = 0.13%), considerándose de forma adicional el análisis microbiológico, el cual reporto ausencia de mesófilos viables y coliformes totales. Por último, lo determinó que la vida útil del tratamiento óptimo fue de 15 días.

Flores y Gonzales (2017), En su investigación que lleva como objetivo de su investigación fue evaluar el efecto de la concentración del jarabe de yacón y el tiempo de inmersión en la calidad del yacón osmodeshidratado. Donde determinó los grados Brix, acidez titulable y pH del yacón y su composición química proximal; para la elaboración del yacón osmodeshidratado, donde las rodajas fueron sometidas a 3 niveles de concentración de jarabe de yacón: 1 (55 ° Brix), 2 (60 °Brix) y 3 (65 °Brix), y 3 niveles de tiempo de inmersión: 1 (8 horas), 2 (10 horas) y 3 (12 horas), obteniendo un total de nueve tratamientos: (11, 12, 13, 21, 22, 23, 31, 32, 33), luego cada uno de sus tratamientos fueron sometidos a un proceso de secado en estufa a 60°C/8 horas. Realizando el análisis sensorial con panelistas semis entrenados a cada uno de los tratamientos mediante el método de escala hedónica de 5 puntos, los resultados de la evaluación sensorial fueron sometidos a un análisis de varianza y la prueba Tukey al 5%, presentando como mejor tratamiento concentración de

jarabe – tiempo de inmersión 33 (65°Brix – 12 horas) con 47,5 °Brix; 0,402% de acidez titulable; 6 de pH; 8% de humedad, 0,58% proteína; 0,55% de grasa; 0,53% de fibra. En su conclusión, el efecto de la concentración del jarabe y tiempo de inmersión es a mayor concentración y mayor tiempo mejor aceptación de las rodajas del yacón osmodeshidratadas.

Muñoz y Blanco (2006), En su investigación realizó una evaluación del contenido de nutrientes de yacón proveniente de cinco departamentos del país: Cajamarca, Junín, Huánuco, Lima y Puno, determinándose el contenido de lípidos, carbohidratos, proteínas y minerales como magnesio, cobre y hierro, encontrándose en las muestras procedente de Lima mayor contenido de proteínas (4,52%) y cobre (1,14 mg/100g), mientras sus muestras provenientes de Huánuco tuvieron mayor contenido de magnesio (77,2 mg/100g). Presentan mayor contenido de grasa las muestras provenientes de Junín (0,87%) existiendo diferencia significativa con las de Lima (0,05%). Donde encontró diferencia significativa en el contenido de fibra siendo mayor en Cajamarca (3,31%), el contenido de los demás nutrientes determinados que fue similares.

Grandes (2008), E su investigación tuvo como objetivo de su trabajo fue desarrollar un néctar de mango y maracuyá, optimizando la formulación a través de pruebas sensoriales de doce formulaciones a diferentes proporciones de mango, maracuyá y azúcar. El análisis de correlación y regresión determinó las características organolépticas que definen fuertemente la calidad del néctar. La optimización de la formulación se apoyó de una gráfica que interpola las calificaciones del néctar. Se formó un panel de evaluadores semi-entrenados que evaluaron las doce formulaciones mediante una encuesta de escala no estructurada, donde se evaluó: color, dulzor, acidez, tipicidad del sabor, consistencia, tipicidad del olor e impresión general. Los parámetros físico-químicos calculados fueron: °Brix, acidez titulable, pH, viscosidad y °Brix/acidez titulable. El análisis de varianza ($p < 0.05$), el análisis de correlación y regresión determinaron que el dulzor, la tipicidad del sabor y del olor tienen alta correlación con la aceptación del néctar. La prueba de comparación múltiple de Fisher determinó que el color, acidez y consistencia no tienen diferencias significativas entre las formulaciones. La formulación óptima contiene 40% de mango, 10% maracuyá y 9,34% de azúcar.

2.3. Regional

Cárdenas (2019), En su investigación titulada “Determinación de parámetros para la elaboración de conservas de trozos y zumo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*)” lo desarrolló con el objetivo de “Determinar los parámetros óptimos para la elaboración de conservas de trozos y zumo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), en función del pH y concentración del líquido de gobierno”. En su investigación lo realizó bajo el enfoque cuantitativo y método hipotético deductivo con un tipo de investigación básica y nivel descriptivo. En su diseño de investigación utilizó el tipo experimental; y el muestreo fue no probabilístico por conveniencia y lo trabajó con un panel no entrenado compuesto por 32 jueces. Donde aplicó el estadístico de prueba Q de Cochran, rechazándose la hipótesis nula y aceptándose la hipótesis alterna; que los diferentes pH y concentraciones de líquido de gobierno si influyen significativamente en las características sensoriales de las conservas, y los parámetros óptimos para la elaboración de las conservas de yacón son los siguientes: Concentración del líquido de gobierno (zumo): pH 5 y 10 °Brix, con un nivel de significancia de 0.05 y $p = 0.0001 < 0.05$. Es decir que seis de los 18 atributos sensoriales son necesarios o imprescindibles (almíbar consistente, olor característico, buena presentación, sabor característico, dulce, color característico) y cinco atributos son negativos (color anormal, sabor extraño, desabrida, mala presentación, olor anormal). Los restantes son indiferentes (textura blanda, textura semi-blanda, ácido, muy dulce, astringente, almíbar diluido, textura firme), es decir que pueden o no estar presente en el producto ideal. El tiempo óptimo de su esterilización, y utilizó envases de hojalata tipo tuna de ½ libra de capacidad (307x113), fue de 34 minutos, a una temperatura de 240 °F. La conserva presentó 0.048 pulgadas de espesor de cierre y 0.116 pulgadas de altura de cierre; en promedio un vacío de 4 pulgadas de Hg, 4 mm de espacio libre, los cuales se encuentran dentro de los valores estándares. Así mismo, con un buen contenido, presentando una textura, olor, dulzor y sabor; firme, bueno, satisfactorio y normal, respectivamente. En cuanto al líquido de gobierno, este, presento un sabor dulce, con pH 5 y 10 °Brix. Además con 92.06 % de humedad, 0.33 % de proteína, 0.09 % de grasa, 0.66 % de ceniza, 6.86% de carbohidrato y 29.57 kcal; la prueba de esterilidad dio la calificación de comercialmente estéril; por tanto, el producto es de buena calidad y sin riesgo para la salud pública.

CAPITULO III: MARCO TEÓRICO

3.1. Revisión bibliográfica

3.1.1. El yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

Conforme señalan diversos investigadores, el yacón es una importante raíz que se desarrolla en los valles interandinos, así Velezmoro (2004) indica que “El yacón es una raíz con un sabor dulce y agradable al paladar, que crece en los valles interandinos templados” (p.4). Así mismo Coronado (2013) menciona que “El yacón es originario de los valles andinos, región de clima templado y de altitud entre 2,000 a 3,400 metros (m.s.n.m.) que se extiende desde Colombia hasta el noreste de Argentina” (p.9).

Manrique, Párraga y Hermann (2005), mencionan que:

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es el nombre con el que se conoce comúnmente a la planta y a su raíz reservante. A pesar de que el yacón es una raíz originaria de los andes es consumida desde época preincaica, no ha llegado a tener la trascendencia de otros cultivos andinos como la papa o el camote. Su cultivo ha sido relevado por mucho tiempo para la subsistencia de los agricultores pobres, principalmente para el autoconsumo y la comercialización eventual en ferias campesinas rurales. Sin embargo, debido a que recién se comienzan a conocer sus efectos promisorios en la salud, desde hace un par de años el yacón ha llegado a los mercados de las ciudades y han comenzado a desarrollarse actividades comerciales en torno a su cultivo y aprovechamiento (p.3).

Coronado (2013), manifiesta que:

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 acuoso o insípido. “Llaqon”, “llacum”, “llacumao” y “yacumpi” son palabras en quechua que designan al yacón. En el Ecuador “jicama”, “chicama”, “shicama”, “jiquima” o “jiquimilla”, son los nombres populares del yacón. De manera general el término yacón es el más utilizado principalmente en países como Colombia, Perú, Argentina, países europeos, Japón, Nueva Zelanda y Brasil (p.9).

Manrique et al., 2005 (citado en Polanco 2011), sostiene que:

Tradicionalmente, ha sido considerado una “fruta” por su gran contenido de jugo dulce, y su bajo contenido energético. Se consume como fruta fresca o deshidratada en diferentes grados, y aunque de manera ocasional y solo en algunas localidades, en forma de jale y de chicha. Es un buen rehidratante en fresco debido a su alto contenido de agua (p,18).

Coronado (2013), indica que

Es una planta de crecimiento rápido y se adapta fácilmente, sobreviviendo aún en los suelos pobres, en climas fríos y se ha comprobado el crecimiento a nivel del mar. Se cultiva ampliamente en huertos familiares y lo utilizan para su propio consumo o comercialización en ferias rurales representando una importante alternativa nutricional y económica para la agricultura de subsistencia y ocupando el lugar de frutas y vegetales en la dieta de pequeñas comunidades (p.9).

3.1.2. Descripción botánica

El yacón es una especie de la familia Asteraceae (también llamada compositae) y su nombre científico es *Smallanthus Sonchifolius*.

En la literatura científica se ha usado también *Polymnia sonchifolia* poepp. & Endl. Y *Polymnia edulis* Wedd. Para referirse al yacón. Originalmente el yacón se había sido clasificado dentro del género *Polymnia*. (Wells, 1965)

Sin embargo, algunos años más tarde Robinson (1978) determinó que muchas de las especies del género *Polymnia*, entre las cuales se encontraba el yacón, en realidad pertenecían al género *Smallanthus*. Las diferencias entre los dos géneros se refieren al patrón de estrías en la superficie del fruto (aquenio), la presencia de un verticilo externo de brácteas involucrales, la ausencia de glándulas en el apéndice de la antera, entre otros. En la actualidad el género *Smallanthus* es el más usado entre taxónomos para identificar al yacón. (Grau y Rea, 1997)

3.1.3. Descripción taxonómica del yacón

Según NTP-NA 0087 (2011, p.9) el yacón tiene una clasificación taxonómica de la siguiente manera:

| | |
|--------------|--------------------------------|
| Reino | Vegetal |
| División | Angiosperma |
| Clase | dicotiledónea |
| Orden | Asterales |
| Familia | Asteraceae |
| Genero | <i>Smallantus</i> |
| Especie | <i>Smallantus Sonchifolius</i> |
| Nombre común | Yacón |

3.1.4. Composición química del yacón

En la tabla uno se puede observar de manera resumida los principales componentes de la raíz de yacón, según diferentes investigadores.

Tabla 1. Composición química del yacón

| Características | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | |
|------------------------------------|---------|-------|-------|-------|--------|--------|
| | | | | | Mínimo | Máximo |
| Humedad | - | - | 86.09 | 88.45 | 84.80 | 92.70 |
| Grasa (b.s) | 0.1-0.3 | 0.16 | 0.04 | 0.01 | 0.02 | 0.30 |
| Energía (Kcal) | 54 | 29.44 | 86.9 | - | - | - |
| Proteínas (b.s) | 0.4-2.0 | 0.32 | 0.48 | 0.96 | 0.30 | 0.56 |
| Carbohidratos (b.s) | 12.5 | 6.68 | 11.99 | 9.37 | 9.23 | - |
| Fibra bruta (b.s) | 0.3-1.7 | 0.1 | 1.03 | 0.86 | 0.28 | 0.60 |
| Cenizas (b.s) | 0.3-2.0 | 0.81 | 0.37 | 0.35 | 0.26 | 0.53 |
| Solidos solubles | - | 11 | - | 8.6 | - | - |
| pH | - | 5.5 | - | 6.58 | - | - |
| Acidez (exp. Ácido cítrico) | - | 3.8 | - | - | - | - |
| Fosforo (mg) | 2100 | - | - | - | - | - |
| Calcio (%) | 2300 | - | - | - | - | - |
| Hierro (ppm) | 30 | - | - | - | - | - |

Fuente: Lopez (2007)¹, Chávez (2010)², Jimenez y Samman (2014)³, Coronado (2013)⁴. NTP-NA0087 (2011)⁵

Las partes utilizables de la planta de yacón, para consumo humano, son las hojas y en especial las raíces, las mismas que se describen a continuación. Las raíces del yacón son comestibles de estado natural o procesadas industrialmente, generalmente se comercializa como una fruta por su sabor agradable y dulce mientras que industrialmente se pretende incursionar en la fabricación de jugos diabéticos, chips secos, encurtidos de yacón y jarabe con alto contenido de fructooligosacaridos. (UNALM, 2007).

Tabla 2. Composición nutricional del yacón (100 g de raíz fresca sin cáscara)

| Compuesto | Rango |
|----------------------------|--------------|
| Agua | 85 - 90gr |
| Oligofructuosa (OF) | 6 - 12gr. |
| Azúcares simples* | 1.5 - 4gr. |
| Proteínas | 0.1 – 0,5gr. |
| Potasio | 185 - 295mg. |
| Calcio | 6 - 13mg. |
| Calorías | 14 - 22kcal |

*Incluye sacarosa, fructuosa y glucosa. Fuente. Ficha Técnica Yacón, Centro Internacional de la Papa (CIP) Perú. Manrique et al. (2004)

3.1.5. Características del yacón

En la etapa de cosecha del Yacón la región y el clima son aspectos determinantes sobre la composición final de la raíz tuberosa, de acuerdo a esta afirmación Dostert, sustenta que por medio de investigaciones llevadas a cabo en Brasil y Nueva Zelanda se analizó el periodo óptimo de cosecha en un rango de 7 a 8 meses, tiempo en el que la raíz tuberosa presenta mejores rendimientos y contenidos en FOS. De esta manera, el autor plantea que la producción depende del cultivo y generalidades como: la altitud, duración del día y fertilidad del suelo, además, señala 18 y 25 °C el rango de temperatura óptimo para el desarrollo de la planta (Dostert, 2009).

Al mismo tiempo VILHENA (2003), determinó el ciclo del cultivo de Yacón que garantiza un mayor contenido de FOS debido a los intereses de aprovechar su bajo nivel calórico y poder edulcorante, como alternativa en el mercado para la dieta de personas que presentan diabetes, entre otros.

El Yacón ha sido caracterizado por varios autores, Ramos, realizó estudios bromatológicos correspondientes a tres variedades nativas de Yacón, respecto a humedad 80.83%, proteínas 2.81, fibra bruta 4.21, extracto etéreo 0.29, cenizas 2.85, pH 6.35; acidez 0.30, carbohidratos y 90,1 expresado en g% expresado en base seca, con el fin de lograr valores próximos a un estándar en pos cosecha, que a su vez permite comparar con las diferentes variedades de esta raíz tuberosa (RAMOS, 2007).

3.1.6. Características químicas del yacón

Su principal aporte consiste en carbohidratos en forma de inulina (polímero de fructuosa), principal diferencia con el resto de tubérculos y raíces andinas que acumulan los carbohidratos en forma de almidón (polímeros de glucosa).

- a) **Agua.-** El yacón es una de las raíces reservantes comestibles con mayor contenido de agua. Entre el 83 y 87% del peso fresco de las raíces es agua (Mendieta, 2005), citado por (Nina, 2013).
- b) **Carbohidratos.-** Su principal aporte consiste en carbohidratos en forma de inulina (polímero de la fructosa), principal diferencia con el resto de tubérculos y raíces andinas que acumulan los carbohidratos en forma de almidón (polímeros de glucosa) (Mendieta, 2005), citado por (Nina, 2013).
 - ❖ Los carbohidratos constituyen aproximadamente el 90 % del peso seco de las raíces recién cosechadas, de los cuales entre 50 y 70 % son fructooligosacáridos (FOS).
 - ❖ El resto de carbohidratos lo conforman la sacarosa, fructosa y glucosa.
- c) **Azúcares.-** El contenido promedio de azúcares aumenta conforme se concentra en las raíces expuestas al sol, por ejemplo la fructosa varía de 2-22 g por 100 en raíces frescas; alfa glucosa de 2-7 g; beta glucosa de 2-6 g, y sacarosa de 2-4 g (Mendieta, 2005), citado por (Nina, 2013).
- d) Para el análisis se emplea: determinación cuantitativa de azúcares reductores y totales (Método de Lane y Eynon) (Análisis Bromatológico, 2005), citado por (Nina, 2013).

Existen diversos métodos de cuantificación de carbohidratos basados en la capacidad reductora de los azúcares que tienen libre el grupo carbonilo.

- e) **Proteínas.-** Están constituidas por aminoácidos individuales que van a formar cadenas largas, contienen C, H, O, N principalmente que es el que las confiere sus propiedades físicas. Las proteínas son esenciales para toda forma de vida su importancia fue reconocida desde hace muchos años por eso la palabra PROTEINA significa lo más importante en los animales, sirven de soporte para uñas, pelos músculos son constituyentes principales de las enzimas. Las proteínas de origen animal son proteínas por calidad y las de origen vegetal son proteínas por cantidad (Primo, 1998). El tubérculo fresco del yacón contiene 0.3 a 3.7 % de proteínas (Mendieta, 2005), Citado por (Nina, 2013).

- f) **Grasas.-** Son alimentos energéticos por excelencia a la vez son plásticos porque forman parte del tejido adiposo que sirve de sostén a diferentes órganos, casi siempre están asociados a vitaminas liposolubles como son la A, D, E y k, la molécula grasa típica es el glicerol, unido a tres ácidos grasos, o sea es un triglicérido (Primo, 1998), Citado por (Nina, 2013).
- g) **Fibra.-** Los hidratos de carbono no digeribles forman la “fibra” de la dieta, nombre que no es significativo porque puede ser fibrosa o no serlo. Forman parte de la “fibra” las hemicelulosas, gomas vegetales y pectinas no digeribles, y la celulosa y la lignocelulosa (celulosa unida a lignina) que suelen ser fibrosas. La “fibra” es importante para la salud; se hidrata y contribuye al volumen del bolo intestinal. Por otra parte, la “fibra” puede inhibir la absorción de algunos elementos minerales (Primo, 1998), Citado por (Nina, 2013).
- h) **Cenizas.-** Se denomina ceniza de un alimento al residuo que queda después de destruir toda la materia orgánica que tiene el alimento por lo tanto es un residuo mineral. Determinar las cenizas también es importante porque es un índice que junto con otros nos ayuda a caracterizar y evaluar la calidad del alimento (Primo, 1998), Citado por (Nina, 2013).
- i) **Minerales.-** Los más importantes son el calcio y el fósforo, la deficiencia de estos minerales causa problemas en los huesos y en los dientes, también se necesita calcio para la coagulación sanguínea para la actividad de algunas enzimas y para controlar el paso de los líquidos orgánicos, a través de las membranas celulares, el fósforo es un componente de todas las células vivas, método de producción de energía y colabora en el control de pH de la sangre (Primo, 1998), Citado por (Nina, 2013).
- j) La raíz fresca del yacón tiene un contenido bajo en minerales (Mendieta, 2005), Citado por (Nina, 2013).

Tabla 3. Nutricional del yacón

| | Porcentaje 1 | | Porcentaje 2 | | Porcentaje 3 | |
|-----------------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|
| | B. húmeda | B. seca | B. húmeda | B. seca | B. húmeda | B. seca |
| Agua | 92.7 | | 69.5 | | 86.6 | |
| Ceniza | 0.26 | 3.59 | 2.04 | 6.71 | 0.3 | 2.24 |
| Proteína | 0.44 | 6.02 | 2.22 | 7.31 | 0.3 | 2.24 |
| Grasa | 0.1 | 1.32 | 01 | 1.43 | 0.3 | 2.24 |
| Fibra | 0.28 | 3.88 | 1.75 | 5.73 | 0.3 | 3.73 |
| E.L.N. | 6.22 | 85.19 | 4.69 | 15.29 | 0.5 | 93.28 |
| Azucares | | | 19.67 | 64.53 | 12.5 | |

a) **Fuente:** (1) Bredeman (1948), (2) Calvino (1940), (3) Collazos (1993), citado en Taller GTZ por Campos (2009), Citado en su investigación por (Nina, 2013).

Tabla 4. Composición por 100 gramos de porción de comestible

| Composición | % |
|---------------------------|------|
| Agua (gr) | 86.6 |
| Proteína (gr) | 0.3 |
| Grasa (gr) | 0.3 |
| Carbohidratos (gr) | 12.5 |
| Fibra (gr) | 0.5 |
| Ceniza (gr) | 0.3 |
| Calcio (mg) | 23 |
| Fosforo (mg) | 21 |
| Hierro (mg) | 0.3 |
| Riboflavina (mg) | 0.11 |
| Niacina (mg) | 0.34 |
| Ácido ascórbico | 13.1 |

a) Fuente: Colección granja y negocios. (Mendieta, 2005), Citado por (Nina, 2013).

3.1.7. Propiedades del yacón

Según diversas investigaciones, al yacón se le atribuye grandes beneficios para quienes lo consumen, así López (2007, p.95-96) considera que el consumo de los FOS contribuye a la salud gracias a sus siguientes propiedades:

- Son reconocidos como los mejores prebióticos. Su efecto bifidogénico ha sido demostrado cuando, al no ser digeribles por las enzimas intestinales, alcanzan al colon donde son fermentados de forma anaerobia por la microflora e incrementan significativamente la población de bacterias benéficas o bifidobacterias. De esta manera se reprime el crecimiento de organismos patógenos en el colon, que son responsables de la producción de toxinas y compuestos potencialmente cancerígenos.
- Al beneficiar la multiplicación de las bifidobacterias (especialmente *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* sp.), actúan de forma positiva sobre el sistema digestivo. Ayudan a regular el tránsito intestinal, mejora el metabolismo intestinal y las deposiciones. Su ingesta contribuye también a controlar el estreñimiento y a mejorar la protección y el equilibrio del intestino.

Lachman et al. (2003) menciona las siguientes propiedades:

- Gracias a los diferentes investigadores se ha descubierto que el yacón es un alimento prebiótico, es decir, produce una fibra no digerible que favorece la salud del consumidor al estimular un grupo de bacterias benéficas, mejorando el balance intestinal y regulando de manera en el sistema digestivo. Así mismo, esta acción evita la formación de células cancerígenas en el colon.
- Igualmente, el yacón mejora la asimilación del calcio en el organismo; sintetiza las vitaminas de complejo B, las cuales son las encargadas de mantener en buenas condiciones el sistema nervioso y cuida la salud mental
- Otra propiedad del yacón es que fortalece el sistema inmunológico; reduce significativamente el nivel de colesterol, triglicéridos y glucosa en la sangre; además de encontrar el estreñimiento. Su consumo crónico reduce la pérdida de calcio y fósforo en los huesos. En Cajamarca, algunos pobladores tienen por costumbre comer yacón antes de dormir con la finalidad de retardar el envejecimiento.
- Tradicionalmente el yacón es consumido como fruta fresca o como puré, teniendo un sabor muy similar al puré de manzana. Sin embargo, debido al aumento de la demanda de este producto se está consumiendo de formas tan diversas como pasas de yacón- las cuales son producto de la deshidratación

al ambiente de este tubérculo-, hojuelas, jarabe de yacón, te de yacón, bebidas de yacón y harina de yacón. Asimismo, el yacón ha incursionado en la cocina Novoandina a tres de postres entre los cuales podemos encontrar la torta, helado, cóctel y mermelada de yacón, entre otros derivados.

3.1.8. Variedades del yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

Gordillo (2009) sostiene que:

Se estima que en el Perú hay 12 cultivares o variedades diferentes de yacón. Los departamentos de Cajamarca, Amazonas y Piura (en el Norte), Junín, Ayacucho (en el Centro) y Cusco, Apurímac y Puno (en el Sur) concentran la mayor variabilidad. Sin embargo, atendiendo a la clasificación y la forma como nombran los agricultores, son cuatro los de mayor distribución y cultivo (p.45).

En la Tabla 5 se muestran las características morfológicas de las cuatro variedades o cultivares de yacón, en cuanto al color externo principal de la raíz reservante, varía entre púrpura grisáceo y gris anaranjado; con relación al color principal de la pulpa de la raíz reservante, presentan tonos de amarillo anaranjado, blanco amarillento, naranja y blanco amarillento moteado.

Tabla 5. Características morfológicas de diferentes variedades de yacón

| Carácter Descripción | Cultivar I Morado purpura | Cultivar II Amarillo Intermedio Crespo | Cultivar III Hualqui Verde claro Anaranjado | Cultivar moteado Morado Moetado Checchje |
|---|---------------------------|--|---|--|
| Color de follaje | Verde oscuro | Verde amarillento | Verde amarillento | Verde amarillento |
| Ramificación del tallo | A través del tallo | Ausente | Ausente | A través del tallo |
| Color principal del tallo | Púrpura claro | Verde amarillento | Verde amarillento | Púrpura claro |
| Borde de lamina | Dentado | Doblemente dentado | dentado | dentado |
| Forma de la base de la lamina | Astada | Astada | truncada | Astada |
| Forma de lígula de la flor fémina | Oblonga | Oblonga | Ovalada | Oblonga |
| Color externo principal de la raíz reservante | Púrpura grisáceo | Gris anaranjado | Gris anaranjado | Púrpura grisáceo |

| | | | | |
|---------------------------------------|---------------------|-------------------------|---------|----------------------------|
| Color principal de la raíz reservante | Amarillo anaranjado | Blanco amarillento | Naranja | Blanco amarillento moteado |
| Color de los propágulos | Purpura grisáceo | Rojo purpura con blanco | Blanco | Rojo purpura |

Fuente: Gordillo (2009).

3.1.9. 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). Las fases de su transformación se muestran en la Figura 1.

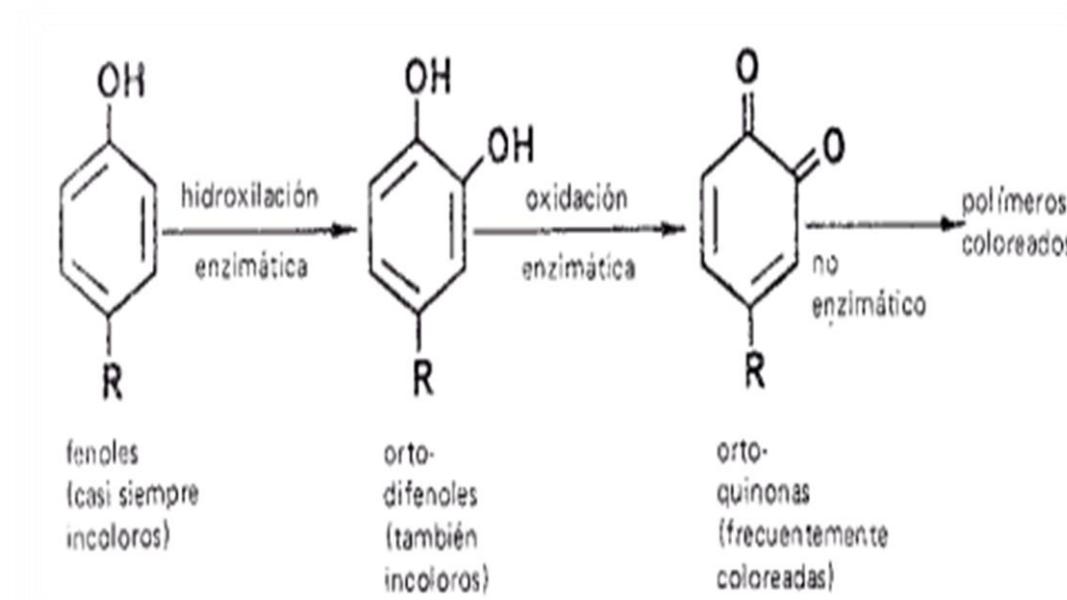


Figura 1. Reacciones de pardeamiento enzimático

Fuente: Cheftel, (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 en 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).

3.1.10. Propiedades organolépticas

Las propiedades organolépticas también denominadas sensoriales, son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos. Hay algunas propiedades que se perciben por medio de un solo sentido, mientras que otras son detectadas por dos o más sentidos. El análisis organoléptico sirve para obtener una lista de caracteres del alimento llamados propiedades organolépticas, es decir, propiedades percibidas por los sentidos. También es útil para cuantificar dichas propiedades (Ibáñez y Barcina, 2001).

La evaluación sensorial es importante para la inversión en mejora de la calidad de los alimentos, para el aseguramiento de la calidad, en el impacto de análisis sensorial, mercado y venta, para la producción, en la decisión de compras y la apertura económica (Latino, 2006).

3.1.10.1. Propiedades sensoriales

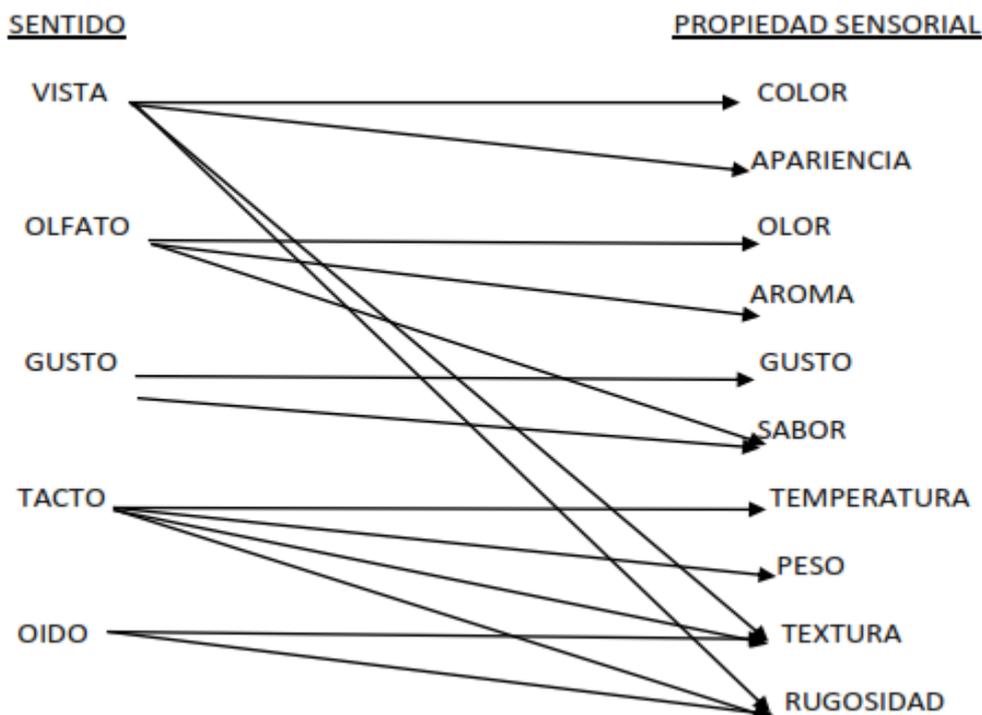


Figura 2. Relación entre los cinco sentidos y las propiedades sensoriales de los alimentos

Fuente: Anzaldúa (2005)

Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos. Hay algunas propiedades que se perciben

por medio de un solo sentido, mientras que otras son detectadas por dos o más sentidos (Anzaldúa, 2005).

3.1.10.2. Color

Esta propiedad es la percepción de la luz de una cierta longitud de onda reflejada por un objeto (Anzaldúa, 2005).

El color resulta de la interacción de la luz en la retina y un componente físico que depende de determinadas características de la luz. Estas características son, esencialmente el tono o matiz, saturación o pureza y la luminosidad o brillo (Sancho, 2002)

Existen tres colores simples o básicos (rojo, amarillo y azul) llamados también primarios y de estos se derivan, por combinación, todos los demás tintes o tonos (Anzaldúa, 2005).

El color de los alimentos contribuye gradualmente a nuestra apreciación estética de ellos. Además de proporcionar placer, el color de los alimentos se asocia con otros atributos. Por ejemplo, la madurez de las frutas como el plátano y las fresas se juzga por el color. El color se utiliza como índice de calidad de varios alimentos (Latino, 2006).

La evaluación del color en alimentos se realiza mediante la forma visual y/o instrumental. Para la medición del color puede usarse usando escalas de color, siendo las escalas verbales o descriptivas usadas comúnmente en pruebas de medición, ya sea para control de calidad, evaluación de proceso o desarrollo de nuevos productos. Para efectuar una medición visual de color es necesario que la iluminación del lugar de evaluación sea adecuada y, además, que la luz utilizada no proporcione color adicional alguno a los objetos. Las paredes del cuarto, así como la superficie de las mesas, deben ser de colores neutros, agradables, y no deben afectar al estado de ánimo de los evaluadores (Anzaldúa, 2005).

3.1.10.3. Olor

El olor es la percepción por medio de la nariz, de sustancias volátiles liberados en los objetos (Anzaldúa, 2005).

El olor de un alimento contribuye gradualmente al placer de comer. El olor, al igual que la apariencia puede ser índice valioso de la calidad de un alimento, e incluso de un buen estado y frescura (Latino, 2006).

En las evaluaciones de olor es muy importante que no haya contaminación de un olor con otro, por lo que las sustancias o alimentos que vayan a ser evaluados deberán ser mantenidos en recipientes herméticamente cerrados, y deberán usarse en forma tal que su olor pueda evaluarse sin que las otras muestras se contaminan con él (Anzaldúa, 2005).

3.1.10.4. Sabor

El sabor se percibe principalmente por la lengua, aunque también por la cavidad bucal (por el paladar blando, la pared posterior de la faringe y la epiglotis). Las papilas gustativas de la lengua registran los cuatro sabores básicos: dulce, ácido, salado y amargo, en determinadas zonas preferenciales de la lengua (Sancho, 2002).

El sabor es lo que diferencia a un alimento de otro y no el gusto, ya que, si se prueba un alimento con los ojos cerrados y la nariz tapada, solamente se podrá juzgar si es dulce, salado, amargo o ácido. En cambio, cuando se perciba el olor, se podrá decir, de que alimento se trata. Por ello, cuando se realizar pruebas de evaluación del sabor, no solo es importante que la lengua del juez este en buenas condiciones, sino que el juez no tenga problemas con su nariz y garganta. El sabor se ve influido por el color y la textura (Anzaldúa, 2005).

3.1.11. Pruebas organolépticas

El análisis de las propiedades organolépticas de los alimentos se lleva acabo de acuerdo con diferentes pruebas , según la finalidad para la cual se efectúa, en la que participan panelistas humanos que utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las propiedades organolépticas y la aceptabilidad de los productos alimenticios, y de muchos otros materiales. No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos. Siendo aplicable en muchos sectores, tales como desarrollo y mejoramiento de productos, control de calidad, estudios sobre almacenamiento y desarrollo de procesos (Anzaldúa-Morales, 1994).

Pedrero y Pangborn (1996) indica que una prueba organoléptica es el procedimiento que se lleva a cabo en la evaluación de las propiedades organolépticas de alimentos mediante la cual se recaba, de manera ordenada sistemática, información producto de las observaciones o percepciones humana dentro de un panel de evaluadores.

Existen tres tipos principales de pruebas: las pruebas afectivas, las discriminativas y las descriptivas como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Tipos de pruebas organolépticas

| | Afectiva | Discriminativa | Descriptiva |
|------------------------|---|--|---|
| <u>Objetivo</u> | Determinar si el evaluador gusta o disgusta, acepta o rechaza, o prefiere una muestra sobre otra. | Determinar las diferencias entre las muestras y su respectiva magnitud. | Determinar la magnitud de los atributos organolépticos. |
| <u>Pregunta</u> | ¿Qué tanto gusta o prefiere cada muestra? | ¿Las muestras son diferentes? | ¿Cómo difieren las muestras en cada atributo organoléptico? |
| <u>Tipos</u> | - De preferencia - Medición del grado de satisfacción - Aceptación | - Comparación pareada simple. - Triangular. - Dúo-trío. - Comparaciones múltiples | - Calificación con Escalas no estructuradas. - Calificación por medio de escalas de intervalo. - Calificación por medio de escalas estándar. - Estimación de magnitud. |

Fuente: Pedrero y Pangborn (1996).

3.1.11.1. Tipos de pruebas

En la evaluación sensorial existen tres grupos de pruebas sensoriales, estas son: afectivas, descriptivas y discriminativas.

3.1.11.1.1. Pruebas afectivas

Las pruebas afectivas son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta y lo rechaza, o si prefiere otro (Anzaldúa, 2005).

Por otra parte se necesitan como mínimo 30 personas para que los resultados sean significativos (personas tomadas al azar, deben ser consumidores habituales del producto que evaluarán) (Latino, 2006).

Las pruebas afectivas pueden clasificarse en tres tipos: pruebas de preferencia, pruebas de grado de satisfacción y pruebas de aceptación.

3.1.11.1.2. Pruebas descriptivas

Se trata de definir las propiedades de los alimentos y medirlos de manera más objetable posible; lo importante es destacar cual es la magnitud o intensidad de los

atributos de un alimento, este análisis también lo realizan personas entrenadas (Latino, 2006).

Las principales tipos de pruebas descriptivas son:

- Calificación con escalas no-estructuradas.
- Calificación con escalas de intervalo.
- Calificación con escalas estándar.
- Calificación proporcional (estimación de magnitud).

A continuación se describen las pruebas descriptivas comúnmente utilizadas para pruebas sensoriales:

a) Calificación con escalas no-estructuradas:

Sólo se cuenta con puntos extremos sobre una línea horizontal, un mínimo y un máximo, sobre la cual el juez o panelista deberá expresar la intensidad del atributo percibido marcando una línea dentro de los extremos. La ventaja de este método es que no hay necesidad de describir las características de los valores intermedios del atributo, salvo por los nombres que representen los extremos y a veces el centro de la línea horizontal. La desventaja es que la asignación de la intensidad queda a criterio de la persona, aportando mayor subjetividad a la calificación. Por tal motivo se sugiere que la línea mida entre 12 a 15 cm, para que el juez no se pierda ni tenga pocas posibilidades de diferenciar la intensidad del atributo que está evaluando. La interpretación de los resultados de calificaciones por medio de escalas no-estructuradas requiere en muchos casos una transformación de las lecturas de la encuesta o cuestionario a valores que puedan ser fácilmente interpretados y analizados (Pedrero y Pangborn, 1996).

b) Calificación con escalas de intervalo:

Corresponde a una escala en la cual no existen puntos extremos como el caso anterior, sino una serie de puntos intermedios. De esta forma, se soluciona en parte el problema de la subjetividad de las escalas no-estructuradas. Las escalas de intervalo suelen constar de 3, 4, 5, o más puntos. Es importante ofrecer a los jueces una descripción de cada uno de los puntos de la escala. Precisamente, ésta es su principal desventaja (Pedrero y Pangborn, 1996).

3.1.11.1.3. Pruebas discriminativas

Las pruebas discriminativas son aquellas en las que no se requieren conocer la sensación subjetiva que produce un alimento a una persona, sino que se desea establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras. Y en algunos casos la

magnitud o importancia de la diferencia (Anzaldúa, 2005). Son muy útiles cuando se hace cambios en formulaciones de un producto, cuando se desea establecer si hay o no diferencia entre dos o más sustitutos (el grupo entrenado o semientrenado para la evaluación sensorial, es de aproximadamente entre 10 y 20 personas) (Latino, 2006).

3.1.11.2. Escalas hedónicas graficas

Cuando hay dificultad para describir los puntos de una escala hedónica debido al tamaño de esta, o cuando los jueces tienen limitaciones para comprender las diferencias entre los términos mencionados en la escala (por ej. En los casos en que se emplean a niños como jueces), pueden utilizarse escalas gráficas (Anzaldúa, 2005).

3.1.12. Normalidad

Un procedimiento grafico para verificar el cumplimiento del supuesto de normalidad de los residuos consiste en graficar los residuos en papel o en la gráfica de la probabilidad normal que incluye casi en todos los paquetes estadísticos. Esta grafica del tipo X-Y tiene las escalas de tal manera que si los residuos siguen una distribución normal, al graficarlos tienden a quedar alineados un una línea recta; por lo tanto, si claramente no se alinean, se concluye que el supuesto de normalidad no es correcto. Cabe enfatizar el hecho de que ajuste de los puntos a una recta no tiene que ser perfecto, dado que el análisis de varianza resiste pequeñas y moderadas desviaciones al supuesto de normalidad (Gutiérrez y De la Vara, 2012).

3.1.12.1. Análisis no paramétricas

Para realizar los análisis no paramétricas debe partirse de las siguientes consideraciones:

1. La mayoría de estos análisis no requiere de presupuestos acerca de la forma de la distribución poblacional. Aceptan distribuciones no normales (distribuciones libres).
2. Los variables no necesariamente deben estar medidas en un nivel por intervalos o de razón; pueden analizar datos nominales u ordinales. Del hecho, si requieren aplicar análisis no paramétricos a datos por intervalo o razón, necesitan resumirse a categorías discretas (a unas cuantas). Las variables deben ser categóricas (Hernández, 2014)

3.2. Marco conceptual

Alimentos de baja acidez: Todo alimento excepto las bebidas alcohólicas, en el que uno de los componentes tenga un pH mayor a 4.6 y una actividad de agua mayor de 0.85 (NTS N° 071, 2008, p.2).

Alimentos ácido

Todo alimento cuyo pH natural sea de 4.6 o menor (NTS N° 071, 2008, p.2).

Envases de polietileno. - Son aquellos materiales que, compuestos por resinas, proteínas y otras sustancias, son fáciles de moldear y pueden modificar su forma de manera permanente a partir de una cierta compresión y temperatura.

Sólidos solubles: Es la unidad de medida de sólidos solubles presentes en una solución, expresados en porcentaje en peso de sacarosa (Seminario *et al*, 2003, p.15)

pH: Es un indicador de la acidez de una sustancia. Está determinado por el número de iones libres de hidrógeno (H⁺) en una sustancia.

Yacón: Es una planta arbustiva nativa de los andes, domesticada por la población tahuantisuyana, muy conocida por la población peruana prehispánica, por el dulzor de sus raíces engrosadas que las consumían como fruta fresca, o después de exponerla al sol por unos días para aumentar su dulzura (Seminario, 2003).

Características fisicoquímicas: Existe un gran número de análisis para las características físicas y químicas de las grasas, algunos tradicionales de rutina en la industria y otros que existen equipos más costosos. Los resultados ofrecen información sobre la naturaleza, el origen y el posible comportamiento de la grasa en diferentes condiciones de almacenamiento y procesamiento (Badui, 2006).

Caracterización organoléptica: "La caracterización sensorial de alimentos es una de las herramientas más potentes y utilizadas de la evaluación sensorial. Permite obtener una descripción completa de las características sensoriales de un producto. Algunas de sus aplicaciones son: Desarrollo de productos y procesos, mantenimiento de productos, control de calidad y determinación de vida útil Ares (2011, p.2).

Ácido ascórbico: Es una vitamina soluble en agua con propiedades antioxidantes. Dentro de tu cuerpo, el nutriente preserva la integridad celular neutralizando los radicales libres, que son moléculas tóxicas que pueden dañar las células sanas y causar enfermedades.

CAPITULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Lugar de ejecución

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Procesos Agroindustriales de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas, ubicada en el Local de Santa Rosa, distrito de Talavera, provincia de Andahuaylas, Región Apurímac. Así mismo el análisis fisicoquímico del zumo del yacón se realizó en el laboratorio de ciencias naturales: agua, suelos, minerales y medio ambiente (MC QUIMICA LAB) en la ciudad de Cusco.

4.2. Materia prima

Para la investigación se utilizó 30 kg de frutos de Yacón (*Smallanthus Sonchifolius*); 15 kg de variedad amarillo y 15 kg de variedad blanca, adquiridas en la feria dominical, en estado fresco, con consistencia firme, sanos, y exentos de podredumbre o deterioro. Con índice de madurez de 4.5, pH de 6, y un total de sólidos solubles entre 6 a 10 °Brix.

4.3. Material del estudio

El material del estudio para la investigación fueron 2 tratamientos con 3 repeticiones.

4.3.1. Población

Se consideró como población a la totalidad del zumo extraído del yacón en los tratamientos.

4.3.2. Muestra

La muestra para la investigación fue igual a la población de estudio a partir de cual se determina las propiedades fisicoquímicas y organolépticas del zumo de yacón.

4.4. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el diseño Completamente al Azar (DCA), es una prueba basada en el análisis de varianza, en donde la varianza total se descompone en la “varianza de los tratamiento” y la “varianza del error”. El objetivo es determinar si existe una diferencia significativa entre los tratamientos, para lo cual se compara si la “varianza del tratamiento” contra la “varianza del error” y se determina si la primera es lo suficientemente alta según la distribución.

Debido a que se manipuló dos variables - zumo de yacón blanco y zumo de yacón amarilla, con arreglo experimental se muestra en la Tabla 8.

Tabla 7. Arreglo experimental - DCA

| Tratamiento | Características fisicoquímicas | | |
|-----------------|--------------------------------|----|----|
| | R1 | R2 | R3 |
| T1= ZYVB | | | |
| T2= ZYVA | | | |

Donde:

ZYVB : Zumo de yacón variedad blanca

ZYVA : Zumo de yacón variedad amarilla

R : Replicas.

Tabla 8. Operacionalización de variable

| Variable | Tipo de variable | Indicadores |
|---------------------------------------|-----------------------|--|
| De entrada | | |
| Zumo de yacón blanco | Cualitativa continua | |
| Zumo de yacón amarillo | | |
| De salida | | |
| Características fisicoquímicas | Cuantitativa continua | Densidad Acidez pH brix Minerales (potasio, calcio, sodio, magnesio, hierro, fósforo). |
| Características organolépticas | Cuantitativa continua | Aroma, color y sabor |

Fuente: Elaboración propia

4.5. Materiales

Tabla 9. Materiales utilizados en la caracterización del zumo de yacón

| N° | Instrumentos | Cantidad |
|----|---|----------|
| 01 | Refractómetro manual de 0 a 100 °Brix. | 01 |
| 02 | Potenciómetro de mesa HANNA. | 01 |
| 03 | Balanza Analítica KERN. Capacidad de 200 g. Sensibilidad 0,01 g. | 01 |
| 04 | Balanza electrónica digital ACCURA capacidad máxima de 30 kg y mínima de 200 g. | 01 |
| 05 | Termómetro digital Desde -50 °C hasta +200 °C. | 01 |
| 06 | Extractor de 4 velocidades, con motor de 400 W. | 01 |
| | Materiales | |
| 07 | Recipientes de plástico (tinas) | 03 |

| | | |
|----------------|---|----|
| 08 | Jarras de plástico de 1 litro | 01 |
| 09 | Jarras de plástico de 2 litros | 02 |
| 10 | Olla de acero inoxidable de 3 litros | 01 |
| 11 | Baldes de plástico transparente de 8 litros | 01 |
| 12 | Cuchillo con mango de madera | 01 |
| 13 | Cucharones de madera | |
| 14 | Tabla de picar | 01 |
| Insumos | | |
| 16 | Sorbato de potasio granulado | |
| 17 | Ácido ascórbico | |

Fuente: Elaboración propia

4.6. Metodología

4.6.1. Procedimiento experimental para la obtención de zumo de yacón

El proceso para la obtención del zumo, se determinó realizándose estudios de laboratorio.

- a) **Yacón:** Las raíces frescos de yacón fue cosechado de un tiempo de cultivo de 8 meses.
- b) **Limpieza:** Las raíces frescos se limpiaron primero en seco, extrayendo la tierra excedente de su superficie.
- c) **Lavado:** Luego se realizó un lavado con abundante agua. Adicionalmente, conforme recomendación, se desinfectó en una solución al 50 ppm de hipoclorito de sodio, empleando una relación yacón: agua igual a 1: 2, a temperatura ambiente y durante 5 minutos, lo que permite reducir la carga microbiana adherida a las raíces (Rivera y Manrique, 2005).
- d) **Pelado:** Las raíces fueron peladas manualmente. A medida que se pelarán las raíces, se sumergirá en un recipiente conteniendo agua y ácido ascórbico, con el fin de retardar el pardeamiento.
- e) **Extracción del zumo - Estabilizado:** Se procedió a extraer el zumo de yacón a partir de la merma de la operación de cortado; dicha merma conformada por trozos deformes se introdujeron en un extractor de jugos, separándose el zumo, a la que se añadió ácido ascórbico al 0.05% para evitar también el pardeamiento enzimático producido por la polifenoloxidasas (Rivera y Manrique, 2005).

Las raíces de yacón previamente peladas y cortadas en rodajas se trituraron en un extractor. Para el control de pardeamiento se utilizó ácido ascórbico, esta opción consistió recibir el zumo en un recipiente con la solución

antioxidante de manera que entra inmediatamente en contacto con el antioxidante e impiden que puedan ocurrir las reacciones de oxidación.

- f) **Filtración:** El jugo de yacón que se obtiene del extractor contiene pequeños residuos de bagazo que deben ser eliminados por filtración antes que el zumo ingrese a concentrado.
- g) **Concentrado:** Para el efecto, el zumo obtenido se concentró en un recipiente de superficie amplia colocada a una fuente de calor.
- h) **Envasado:** Se envasó en frascos de vidrio a temperatura de 85 °C.
- i) **Enfriado:** El producto envasado debe ser rápidamente enfriado para formar un vacío en la botella y lograr la mejor conservación del zumo envasado.
- j) **Análisis:** Los análisis respectivos que se realizaron fueron fisicoquímicos y organolépticos del zumo de yacón.

Procedimiento de la extracción de zumo de yacón

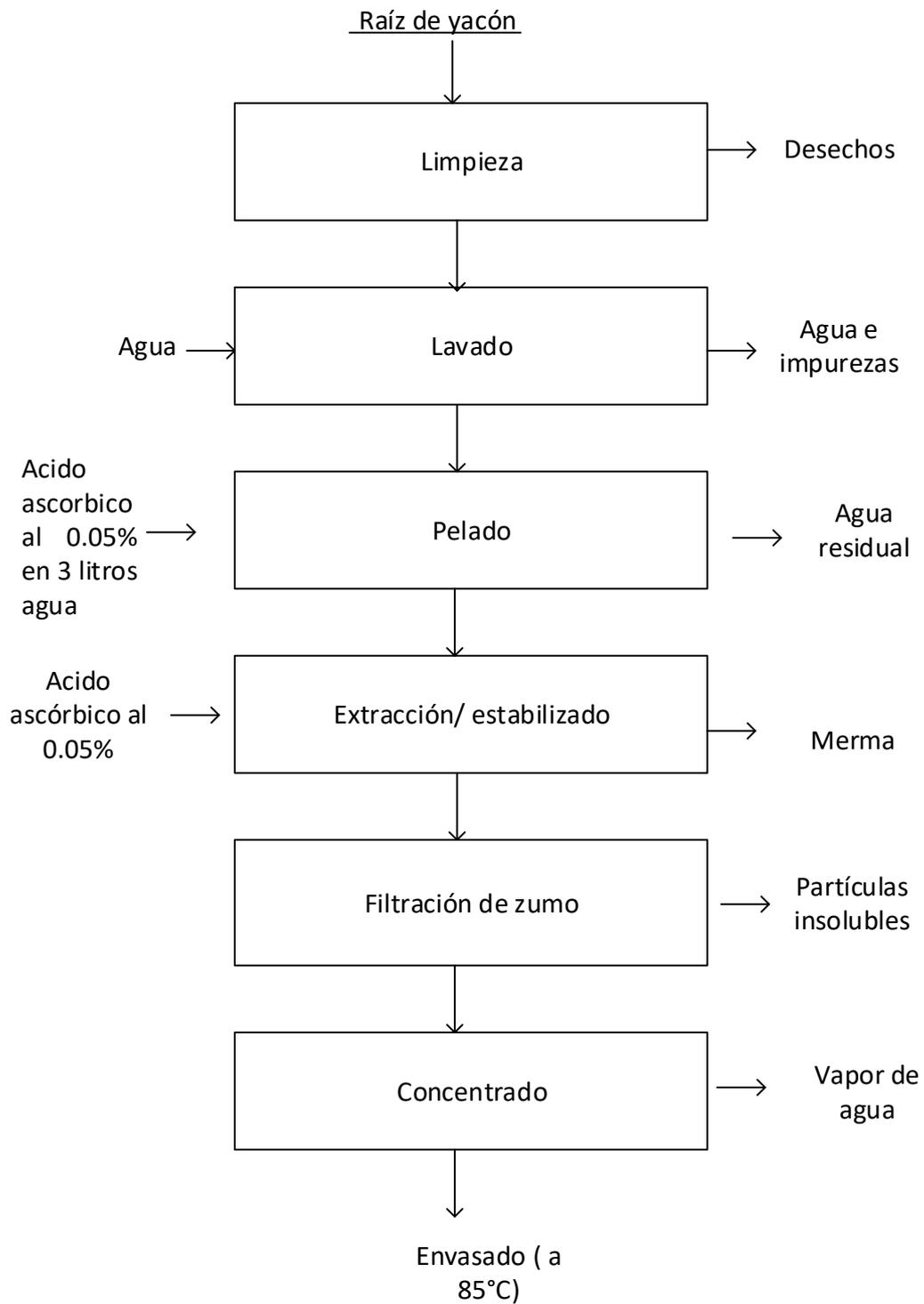


Figura 3. Diagrama de flujo cualitativa adaptado a Rivera y Manrique (2005)

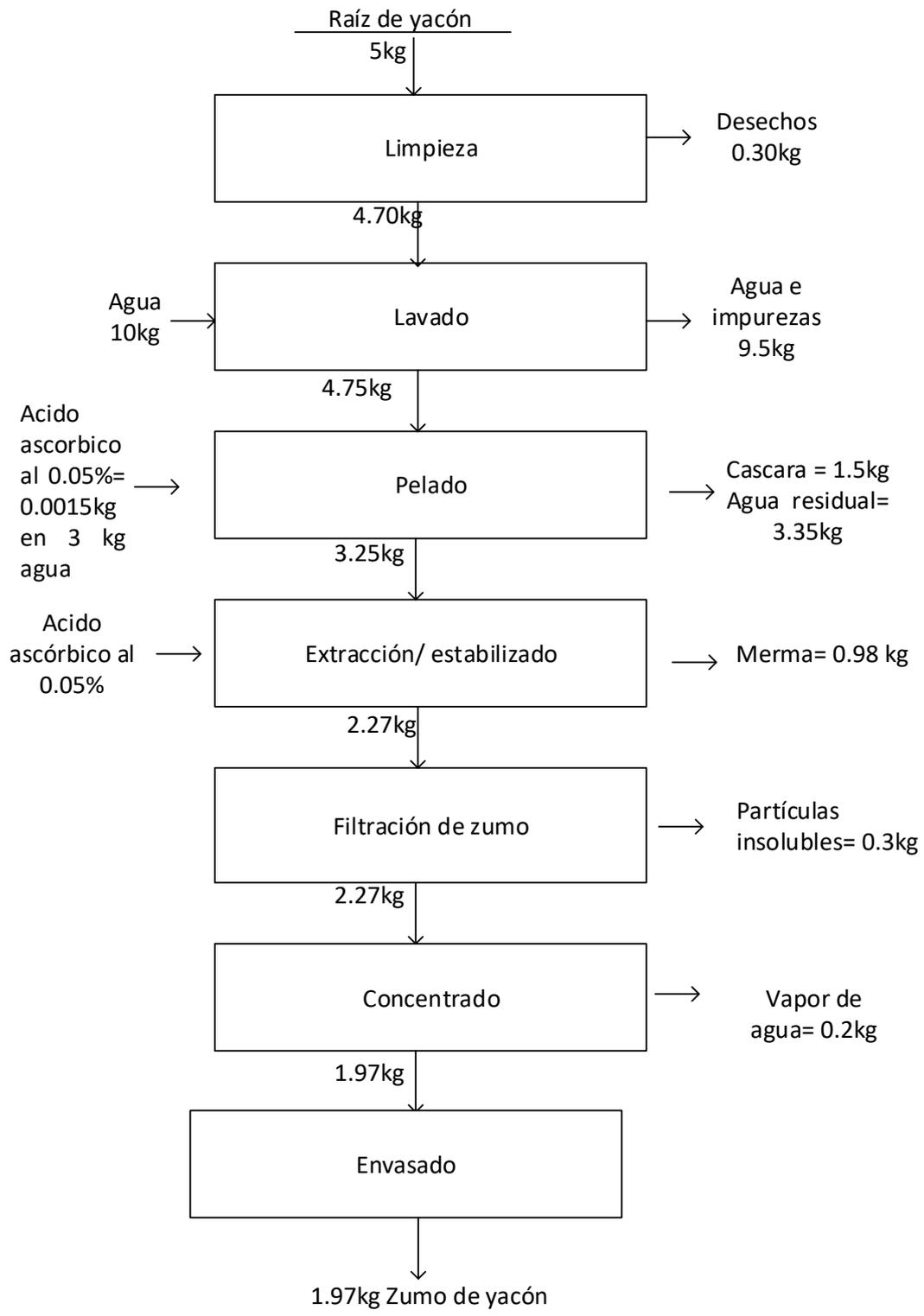


Figura 4. Diagrama de flujo cuantitativo

En la Figura 4, se presenta el balance de materia para el proceso de elaboración Del zumo de yacón.

El rendimiento se calcula en base a la siguiente ecuación:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{corriente salida}}{\text{corriente de entrada}} * 100\%$$
$$\text{Rendimiento} = \frac{1.97}{5 \text{ kg}} * 100 = 39.4\%$$

La cantidad de zumo de yacón obtenida a partir de 5 kg de yacón es de 1.97 kg, según el rendimiento el zumo de yacón se tiene que por cada kilogramo de yacón se obtienen 0.394 kg del zumo de yacón, y obteniéndose en el porcentaje en rendimiento es de 39.4 %.

4.7. Análisis experimentales

Se realizaron los siguientes análisis fisicoquímicos a las muestras de los tratamientos del zumo de yacón de las dos variedades de yacón.

4.7.1. Evaluación de las características fisicoquímicas.

El análisis fisicoquímico se realizó en materia prima y producto final según la metodología descritas a continuación.

Determinación del potencial de hidrógeno del pH (A.O.A.C., 1995)

- En primer lugar antes se calibra con agua destilada el potenciómetro
- Se agregó a un vaso precipitado 40 ml del zumo de yacón.
- Se homogenizó la muestra al ser analizada.
- Previamente se calibró con agua destilada y limpio el potenciómetro.
- Se introdujo el sensor del potenciómetro a la muestra
- Se dejó estabilizar la lectura del potenciómetro por algunos minutos.
- Y se anotó la lectura del potenciómetro.

Determinación de % acidez (A.O.A.C., 1995)

- Se ubicó la bureta en el soporte universal y aforo con hidróxido de sodio a 0,1N.
- Se colocó 10 ml de zumo de yacón en un vaso precipitado.
- Se colocó 3 a 5 gotas de fenolftaleína en el vaso de precipitación que contenía la muestra.

- Se tituló con hidróxido de sodio, hasta obtener una coloración rosada.
- Se verifico que la cantidad de hidróxido de sodio se consumió durante la coloración rosada, dato que fue utilizado en el formulario correspondiente.
- Para obtener la acidez del zumo, se utilizó la siguiente formula.

$$Acidez = \frac{V(NaOH) * N(NaOH) * 0,064 * 100}{Vm} \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

$V(NaOH)$: Volumen hidróxido de sodio consumido

$N(NaOH)$: Normalidad del hidróxido de sodio.

0,05% : Factor del ácido cítrico.

Vm : Volumen de muestra.

Determinación de los sólidos solubles (A.O.A.C., 1995)

- Se tomaron dos gotas de zumo de yacón.
- Se calibro el refractómetro antes de utilizar con agua destilada.
- Se dejó caer en el visor del refractómetro.
- Se hizo la lectura directamente, expresada en °Brix.
- Se ajustó la lectura según la temperatura de medición.

Determinación de minerales (sodio, calcio, potasio, magnesio, fosforo)

El término elementos minerales es poco preciso porque en los minerales se presentan elementos orgánicos como el carbono, el hidrógeno, el nitrógeno, el oxígeno y el azufre. Sirve, sin embargo, para agrupar aquellos elementos, en su mayoría metálicos, que se presentan en cantidades minoritarias en los alimentos, y que suelen determinarse como tales elementos más que como compuestos específicos o grupos de compuestos. Donde se utilizó para determinar los minerales es espectrofotometría.

Determinación de Cenizas

Todos los alimentos contienen elementos minerales formando parte de compuestos orgánicos e inorgánicos. Es muy difícil determinarlos tal y como se presentan en los alimentos. La incineración para destruir toda la materia orgánica cambia su naturaleza; las sales metálicas de los ácidos orgánicos se convierten en óxidos o carbonatos o reaccionan durante la incineración para formar fosfatos, sulfatos o

haluros. Algunos elementos, como el azufre y los halógenos, pueden no ser completamente retenidos en las cenizas perdiéndose por volatilización. (Método 1-9) pág.13

Determinación del contenido de agua - Por desecación en estufa hasta peso constante

Existen algunos métodos, especialmente la titulación de Karl Fischer, que determinan el contenido de agua por medio de una reacción estequiometría, pero la mayor parte de los habitualmente usados implican la deshidratación de la muestra, hasta peso constante, a determinadas temperaturas y presiones. En el transcurso de estos métodos pueden formarse hidratos, lo que dificulta más la eliminación del agua por volatilización

Determinación de azúcares reductores

Se usó el método del ácido 3,5 dinitrosalicílico, recomendado por Miller (1959), el resultado fue calculado como porcentaje de azúcares reductores expresados como fructosa.

El principio de acción de este método se basa en la reacción redox donde ocurre la oxidación de los grupos aldehídos de los azúcares a grupo carboxilo y la reducción del 3,5 dinitrosalicílico (DNS), a ácido 3, amino-5, nitrosalicílico bajo condiciones alcalinas.

4.7.2. Características organolépticas

Después que se sepa que hacer, las pruebas sensoriales nos señalaran como hacerlo. Se clasifican en dos grandes grupos, el primero está constituido por pruebas analíticas (laboratorio), el segundo por pruebas efectivas (de consumidor) que se realizan con consumidores (personas no entrenadas en técnicas sensoriales) y en condiciones que no le sean ajenas o extrañas para consumir el alimento en estudio. Espinoza, (2009).

Por lo tanto en la investigación se utilizó el segundo método de pruebas efectivas así como también denominado del tipo de prueba discriminativa (de consumidor) en donde el panelista expresa el nivel de grado, aceptación y preferencia de la bebida gasificada, con pruebas de satisfacción de ESCALA HEDÓNICA.

Con la participación de 20 jueces semi entrenados para esta prueba.

Tabla 10. Escala Hedónica para el análisis de los atributos (Aroma, Color y Sabor)

| Valor | Atributo: Color, Aroma y Sabor. |
|-------|---------------------------------|
| 1 | Muy agradable |
| 2 | Agradable |
| 3 | Poco agradable |
| 4 | Nada agradable |
| 5 | Desagradable |

Fuente: Espinoza, (2009).

4.7.3. Preparación de la muestra

Las muestras o tratamientos de los zumos de yacón de dos variedades fueron preparadas en ml de tal manera que fueron para un solo bocado, los cuales sirvieron en vasos descartables, acondicionando en una mesa, las muestras de las formulaciones fueron colocadas en orden aleatoria, para su presentación a los panelistas. A cada panelista se le proporciono agua para luego probar cada tratamiento enjuague su boca y continúe con el siguiente.

El análisis sensorial, se realizó en un ambiente acondicionado para este fin, siendo la degustación por grupos de 4 personas.

La atribución fue registrada en una cartilla de evaluación la cual se muestra en el anexo 9.

4.8. Diseño de contrastación

Para la contratación de la experimentación se planteó las siguientes hipótesis estadísticas:

Hipótesis nula - H_0 : La media de los resultados de las características fisicoquímicas, organolépticas del zumo de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) de dos variedades en los tratamientos son iguales.

$$\bar{X}_i = \bar{X}_j$$

Hipótesis alterna - H_a : La media de los resultados de las características fisicoquímicas y organolépticas del zumo de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) de dos variedades en los tratamientos son diferentes.

$$\bar{X}_i \neq \bar{X}_j$$

Nivel de significancia (α)

Para el caso de comparación de tratamiento habitualmente se emplea $\alpha=0.05$

4.9. Análisis estadístico

4.9.1. Pruebas paramétricas o cuantitativas

De acuerdo a la formulación y a los objetivos, el diseño metodológico fue experimental- longitudinal – descriptivo (Gutiérrez y de la Vera, 2012), para lo cual se desarrolló las siguientes pruebas estándares.

Prueba ANOVA, LSD e intervalo de confianza (IC). Que se aplicaron en la comparación individual de la diferencia significativa entre los tratamientos, referidos a las propiedades fisicoquímicas del zumo de dos variedades de yacón.

Criterio para la prueba de hipótesis

Para probar cuál de los tratamientos son diferentes unos de otros, se consideró el siguiente criterio (Gutiérrez y de la Vera, 2012):

$|\bar{X}_i - \bar{X}_j| > T_\alpha$; Hay diferencia significativa entre tratamientos (diferentes estadísticamente)

$|\bar{X}_i - \bar{X}_j| < T_\alpha$; No hay diferencia significativa entre tratamientos (iguales estadísticamente).

Donde T_α , es el estadístico tukey:

$$T_\alpha = q_\alpha(k, N - k) \sqrt{\frac{CM_E}{n}}$$

Donde:

$q_\alpha(k, N-K)$, valor normalizado de la distribución Tukey

CM_E , cuadrado medio de error, obteniendo de la tabla ANOVA

N, número de datos

El número de datos de comparación entre tratamientos se realizó a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Número de comparaciones} = \frac{T(T - 1)}{2}$$

Para características fisicoquímicas

Hipótesis nula, H_0 : La media de las característica fisicoquímicas del zumo de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) blanco y amarilla no presentan diferencias significativas.

Hipótesis alterna, H_a : La media de las características fisicoquímicas del zumo de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) blanco y amarillo presentan diferencia significativa.

Criterio de prueba de hipótesis

Se rechaza H_0 , si $\alpha > p\text{-value}$

Donde p-value, es la probabilidad evaluada para una distribución normal de los datos cualitativos no paramétricos.

4.9.2. Pruebas no paramétricas o cualitativas

Para la prueba de organoléptica se utilizó la prueba de Friedman, test Wilcoxon pruebas no paramétricas, que permitió evaluar la diferencia significativa de los dos variedades referidos al análisis organoléptico.

Para realizar la comparación individual entre los tratamientos, y así determinar la diferencia mínima significativa.

Para características organolépticas

1. Para distribución normal

Hipótesis nula, H_0 : Las medias de las característica organolépticas del zumo de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) de blanco y amarilla presentan diferencias significativas

Hipótesis alterna, H_a : Las medias de las características organolépticas del zumo de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) de blanco y amarilla no presenta diferencia significativa.

Criterio de prueba de hipótesis

Se rechaza H_0 , si $\alpha > p\text{-value}$

2. Para prueba de Friedman

Hipótesis nula, H_0 : Las medias de las característica organolépticas del zumo de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) de blanco y amarilla no presentan diferencias significativas

Hipótesis alterna, H_a : Las medias de las características organolépticas del zumo de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) de blanco y amarilla presenta diferencia significativa.

Criterio de prueba de hipótesis

Se acepta H_0 , si $\alpha < p\text{-value}$

Para prueba de Wilcoxon

Hipótesis nula, H_0 : Las medias de las características organolépticas del zumo de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) de blanco y amarilla no presentan diferencias significativas

Hipótesis alterna, H_a : Las medias de las características organolépticas del zumo de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) de blanco y amarilla presenta diferencia significativa.

Criterio de prueba de hipótesis

Se acepta H_0 , si $\alpha < p\text{-value}$

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Pruebas estadísticas de propiedades fisicoquímicas del zumo de yacón

El análisis de las distintas características fisicoquímicas del zumo de yacón de dos variedades se ha realizado por triplicado, los datos individuales se muestran a continuación:

Tabla 11. Características fisicoquímicas del zumo de yacón

| Características | Valores promedio del zumo de yacón | | |
|-----------------------------|------------------------------------|--------------|---------|
| | ZYB | ZYA | p-value |
| Densidad g/ml | 1.13± 0,005 | 1.11± 0,001 | <0.05 |
| pH | 5.1± 0.1 | 4. 97± 0.1 | >0.05 |
| Solidos solubles (Brix) | 18.5± 0.5 | 18.5± 0.5 | >0.05 |
| Acidez titulable (%) | 0.31± 0.03 | 0.38± 0.07 | >0.05 |
| Sodio (mg/ml) | 20.67± 1.15 | 23.33± 1.15 | <0.05 |
| Calcio (mg/ml) | 52.67± 3.06 | 61.0± 3.61 | <0.05 |
| Magnesio (mg/ml) | 4.33± 0.58 | 4.33± 0.58 | >0.05 |
| Potasio (mg/ml) | 353.33± 5.78 | 386.67± 5.78 | <0.05 |
| Fosforo (mg/ml) | 37.67± 2.51 | 40.67± 1.15 | >0.05 |
| Carbohidrato (mg/ml) | 20.67± 0.58 | 23.67± 0.58 | <0.05 |
| Fibra (mg/ml) | 0.23± 0.03 | 0.22± 0.02 | <0.05 |
| Porcentaje de agua (mg/ml) | 81.67± 1.15 | 80.67± 0.58 | >0.05 |
| Ceniza (mg/ml) | 0.4± 0.0 | 0.37± 0.06 | >0.05 |
| Vitamina C (mg/ml) | 20.67± 0.58 | 21.33± 0.58 | >0.05 |
| Azúcares reductores (mg/ml) | 17.67± 0.58 | 18.33± 0.58 | >0.05 |

Las dos variedades son iguales significa que no existe diferencia significativa entre las dos variedades (p value >0.05), evaluada con el estadígrafo.

5.1.1. Densidad del zumo de yacón de dos variedades

Los resultados de la densidad se muestran en la Tabla 11, en donde la comparación de la densidad del zumo de yacón en las dos variedades el valor para el ZYB es de 1.13± 0,004 g/ml, mientras para el ZYA es de 1.10± 0,001 g/ml. De acuerdo a los resultados obtenidos existe una diferencia significativa, siendo el ZYB con mayor densidad.

Haciendo una comparación con el resultado obtenido por Chávez (2007), reportó en su trabajo de investigación un valor de 1,3 g/ml, entonces podemos concluir de

que los valores de este presente estudio se encuentran por debajo en cuanto a la densidad en los dos tratamientos. El valor p- value es menor de 0.05, por tanto la H_0 , se rechaza y H_a , se acepta.

Tabla 12. Densidad del zumo de yacón de dos variedades

| Variedad | $\bar{x} \pm s$ | p-value |
|----------|-----------------|---------|
| ZYB | 1.13± 0,005 | |
| ZYA | 1.10± 0,001 | <0.05 |

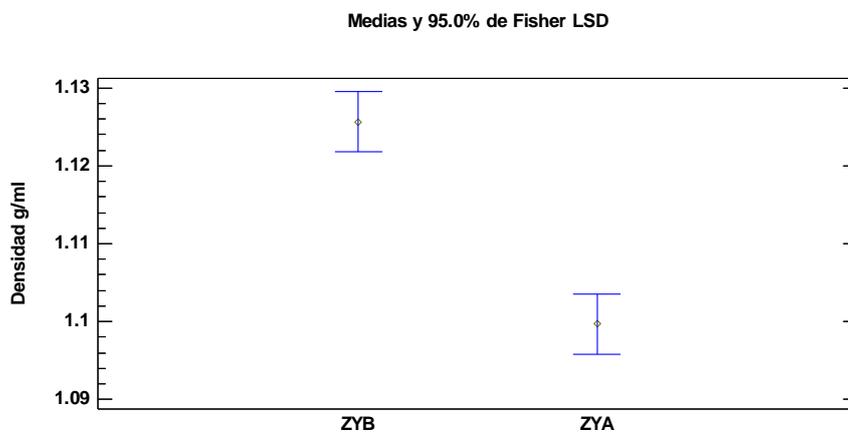


Figura 5. Diagrama de medias para la densidad del zumo de yacón

5.1.2. pH del zumo de yacón de dos variedades

Los resultados de pH del zumo de yacón se muestran en la Tabla 12, se observa los valores de pH para cada tratamiento, para el caso del zumo de yacón blanca, presenta un valor medio 5.1 ± 0.1 , mientras para el zumo de yacón amarilla 4.97 ± 0.1 , la aplicación de prueba LSD, indica que los dos tratamientos presenta un pH similar como lo muestra en la (Figura 5), de acuerdo al resultado obtenido no existe diferencia significativa.

Los resultados de Ramos (2007), Roberfroid (1993) y Cisneros (2002), Vilhera, Camara y Kakihara (2000) y Vilhera, Camara y Kakihara (2000) obtuvieron los valores de 6.28, 6.17 a 6.52, 4 a 7 y 5.53. Mientras para Palomino y Rios (2004), el pH y los Solidos solubles aumentan y la acidez disminuye, en el proceso de maduración del yacón. Podemos concluir que los valores de este presente estudio en cuanto al pH de los dos tratamientos se encuentran dentro de valores obtenidos

de los investigadores. El valor p- value es mayor de 0.05, por tanto la H_0 , se acepta y H_a , se rechaza.

Tabla 13. pH del zumo de yacón de dos variedades

| Variedad | $\bar{x} \pm s$ | p-value |
|----------|-----------------|---------|
| ZYB | 5.1± 0.1 | >0.05 |
| ZYA | 4.97± 0.1 | |

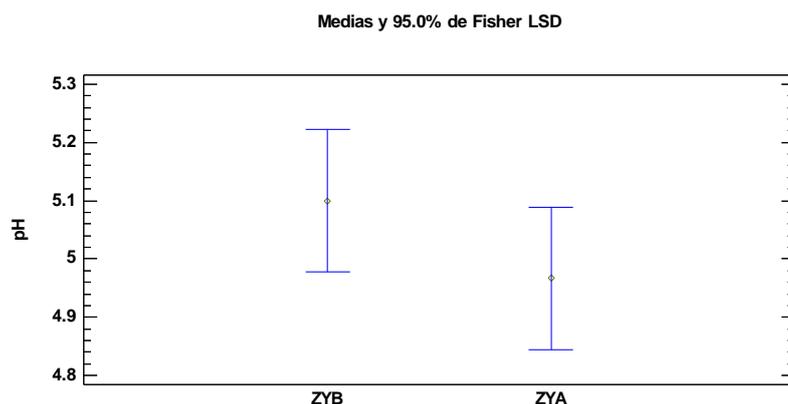


Figura 6. Diagrama de medias para el pH del zumo de yacón

5.1.3. Sólidos solubles del zumo de yacón de dos variedades

Los resultados de sólidos solubles del zumo de yacón se muestran en la Tabla 13, el cual ZYB presenta un valor de $18.5 \pm 0.5^\circ\text{Brix}$, y que está es igual con el ZYA que tiene el valor de $18.5 \pm 0.5^\circ\text{Brix}$ que es el zumo de yacón amarilla, donde no existe una diferencia significativa entre las medias con el nivel de confianza del 95,0%, es así que al realizar el LSD, del zumo de yacón blanca y amarilla no muestran diferencia significativa como se muestra en la (figura 6), se puede graficar este hecho, donde se observa claramente que la proyección de sus intervalos se encuentra entre sí mismo, esto es índice de que el sólidos solubles se puede considerar similar estadísticamente.

El resultado obtenido del sólidos solubles del zumo de yacón de dos variedades está relacionada con la cantidad de sólidos solubles que se concentra al momento de la concentración del zumo del yacón, haciendo una comparación con el resultado obtenido por Manrique (2005) obtuvo entre 8 a 12°Brix , mientras Revira y Manrique (2005) obtuvieron un 20°Brix en su investigación, podemos concluir que los valores

del presente estudio está dentro del rango en cuanto a solidos solubles. El valor de p-value es mayor que 0.05, por tanto la H_0 , se acepta y H_a , se rechaza.

Tabla 14. Solidos solubles del zumo de yacón de dos variedades (°Brix)

| Variedad | $\bar{x} \pm s$ | p-value |
|----------|-----------------|---------|
| ZYB | 18.5± 0.5 | >0.05 |
| ZYA | 18.5± 0.5 | |

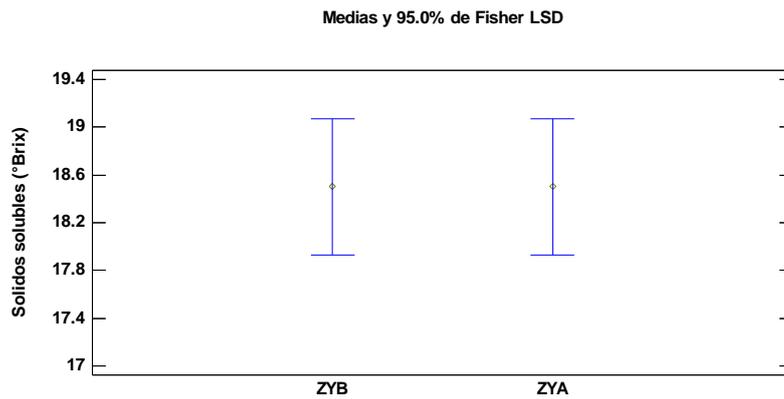


Figura 7. Diagrama de medias para los solidos solubles del zumo de yacón

5.1.4. Acidez titulable del zumo de yacón

Los resultados del acidez titulable, se muestra en la Tabla 14, nos indica que el acidez esta $0.31 \pm 0.03\%$ para el zumo de yacón blanco y $0.38 \pm 0.07\%$ para el zumo de yacón amarillo, al realizar la comparación entre los variedades mediante el LSD que las dos variedades son similares en la figura 7.

Haciendo una comparación con los resultados obtenidos por Contreras y Purisaca (2018), Palomino y Ríos (2004) obtuvieron el valor de $0.31 \pm 0.02\%$ de ácido málico, 0.32% ácido málico; podemos concluir de que los valores del presente estudio se encuentra dentro de los valores obtenidos según los autores. Además Carvalho (2000), menciona la diferencia del contenido de ácido es influenciado por factores ambientales tales como las condiciones climáticas, el tipo del suelo, las prácticas culturales y madurez fisiológica. El valor de p-value es mayor que 0.05, por tanto la H_0 , se acepta y H_a , se rechaza.

Tabla 15. Resultado del análisis de acidez titulable

| Variedad | $\bar{x} \pm s$ | p-value |
|----------|-----------------|---------|
| ZYB | 0.31± 0.03 | >0.05 |
| ZYA | 0.38± 0.07 | |

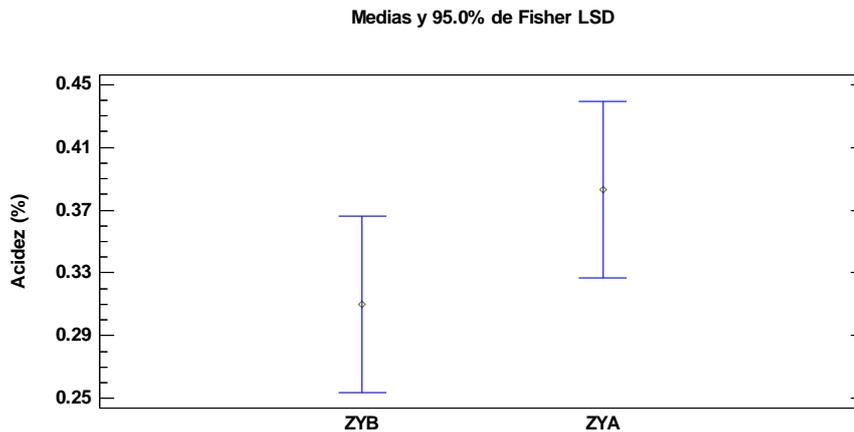


Figura 8. Diagrama de medias para la acidez titulable del zumo de yacón

5.1.5. Análisis de sodio

Los resultados de sodio del zumo de yacón de dos variedades se muestran en la Tabla 15, se observa que los valores de sodio para cada tratamiento del zumo de yacón, para el caso del zumo de variedad blanca, presenta un valor medio 20.67 ± 1.15 mg, mientras para el zumo de variedad amarilla el contenido de sodio incrementa a un valor 23.33 ± 1.15 mg, y de igual forma se muestra en el LSD en la figura 9 son diferentes.

Haciendo comparaciones con el reporte de Rivera y Manrique (2005) obtuvieron como resultado de 20 mg a 25 mg en su investigación. La cual el resultado de esta investigación está dentro del rango obtenido de los investigadores. Por lo tanto el valor de p-value es mayor que 0.05, por tanto la H_0 , se acepta y H_a , se rechaza.

Tabla 16. Sodio del zumo de yacón de dos variedades

| Variedad | $\bar{x} \pm s$ | P-value |
|----------|-----------------|---------|
| ZYB | 20.67± 1.15 | <0.05 |
| ZYA | 23.33± 1.15 | |

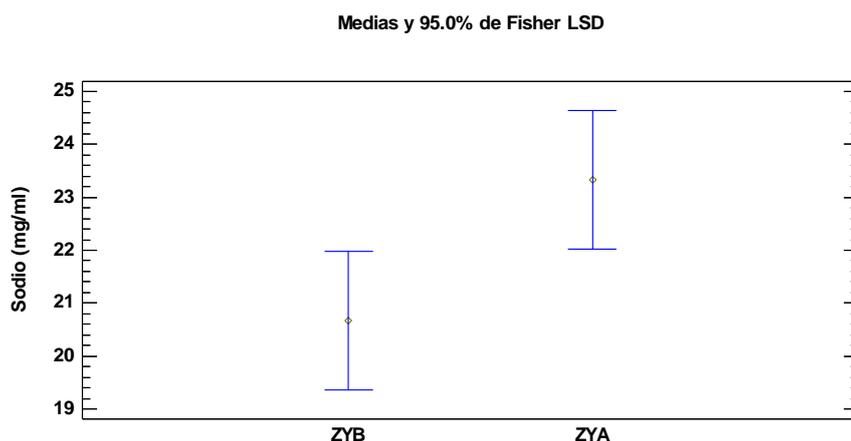


Figura 9. Diagrama de medias para el sodio del zumo de yacón

5.1.6. Calcio del zumo de yacón de dos variedades

Los resultados del contenido de calcio del zumo de yacón de dos variedades, se muestran en la Tabla 16, los valores obtenidos del ZYB es 52.67 ± 3.06 mg y ZYA fue 61.0 ± 3.61 mg. Haciendo una comparación con los autores Collazos (2009), López (2007) y Grau y Rea (1997) obtuvieron los siguientes valores, 23mg, 23mg, 23mg. La diferencia de los resultados de esta investigación es alto a diferencia de resultados de autores en cuanto al calcio. Por lo tanto el valor de p-value es mayor que 0.05, por tanto la H_0 , se rechaza y H_a , se acepta.

Tabla 17. Resultado del análisis de calcio

| Variedad | $\bar{x} \pm s$ | p-value |
|----------|------------------|---------|
| ZYB | 52.67 ± 3.06 | <0.05 |
| ZYA | 61.0 ± 3.61 | |

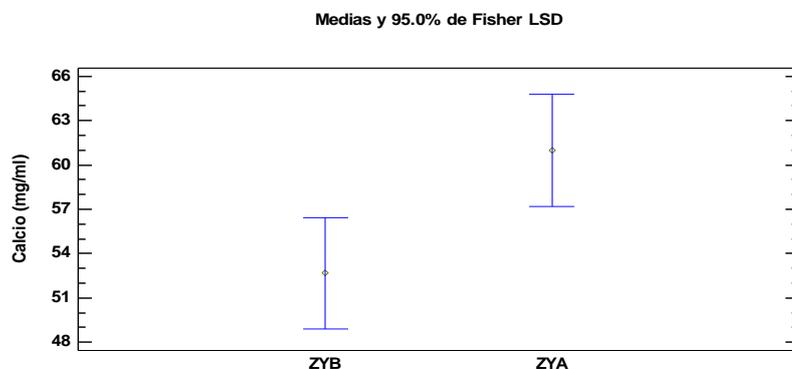


Figura 10. Diagrama de medias para el calcio del zumo de yacón

5.1.7. Análisis de Magnesio del zumo de yacón de dos variedades

Los resultados del magnesio del zumo de yacón se muestra en la Tabla 18, donde que presenta un valor de 4.33 ± 0.58 mg el zumo de yacón blanco mientras tanto del zumo de yacón amarilla tiene el mismo valor 4.33 ± 0.58 mg, de igual forma podemos notar en la figura 10, de acuerdo al resultado obtenido no existe una diferencia significativa.

Haciendo una comparación con el resultado obtenido por Lachmann et al. (2003) es 0.54 mg/100ml; podemos concluir de que los valores del presente estudio se encuentra por encima en cuanto al magnesio. El valor p- value es mayor de 0.05, por tanto la H_0 , se acepta y H_a , se rechaza.

Tabla 18. Magnesio del zumo de yacón de dos variedades

| Variedad | $\bar{x} \pm s$ | p-value |
|----------|-----------------|---------|
| ZYB | 4.33 ± 0.58 | >0.05 |
| ZYA | 4.33 ± 0.58 | |

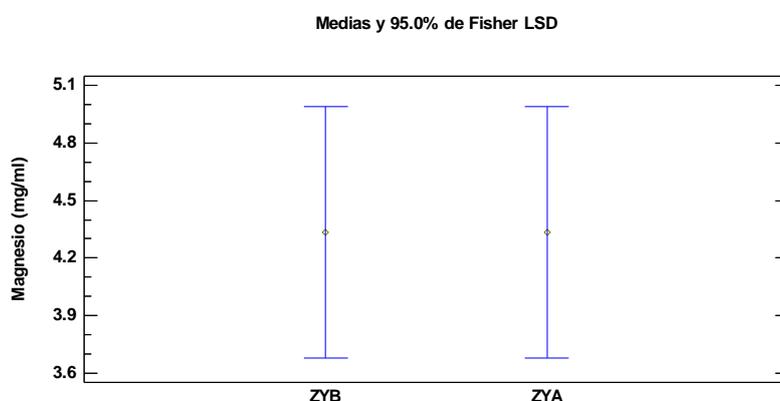


Figura 11. Diagrama de medias para magnesio del zumo de yacón

5.1.8. Potasio del zumo de yacón de dos variedades

Los resultados del contenido de potasio, se muestran en la Tabla 19, donde los valores de ZYB fue 353.33 ± 5.78 mg, y ZYA fue 386.67 ± 5.78 mg, donde existe una diferencia significativa estadísticamente al 95%.

Haciendo una comparación con el resultado obtenido por Rivera y Manrique (2005) obtuvieron un resultado del contenido de potasio un valor de 290 mg a 380 mg;

podemos concluir que los valores del presente estudio se encuentran dentro del rango en cuanto al potasio. El valor p- value es mayor de 0.05, por tanto la H_0 , se acepta y H_a , se rechaza.

Tabla 19. Potasio del zumo de yacón de dos variedades

| Variedad | $\bar{x} \pm s$ | p-value |
|----------|-----------------|---------|
| ZYB | 353.33± 5.78 | <0.05 |
| ZYA | 386.67± 5.78 | |

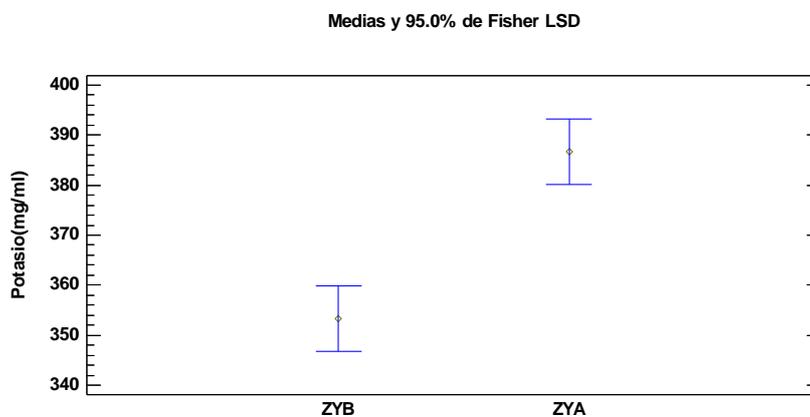


Figura 12. Diagrama de medias para potasio del zumo de yacón

5.1.9. Análisis de fósforo del zumo de yacón de dos variedades

Los resultados de fósforo de zumo de yacón, se muestra en la Tabla 20, donde ZYB presenta un valor de 37.67± 2.51 mg/ml, mientras ZYA presenta un valor de 40.67± 1.15 mg/ml, por ello existe una ligera variabilidad con la variedad amarilla y así al realizar el LSD, el tratamiento T1 y T2 no hay diferencia significativa, en la figura 13, se puede graficar este hecho, donde se observa claramente que hay proyección de sus intervalos se superponen, esto es índice de que el fósforo puede ser considerando similar estadísticamente.

Haciendo una comparación con los resultados obtenidos por (Grau y Rea, 1997) el resultado de fósforo en yacón encontró de alrededor del 21.00 mg b.s.; y los valores si se comparan con los datos señalados por Guzmán (2011) de 24 mg /ml y según Mendieta (2005) el contenido de fósforo en base a la húmeda es 21 mg/ml, podemos

concluir de que el presente estudio se encuentra encima en cuanto al fosforo. El valor p- value es mayor de 0.05, por tanto la H_0 , se acepta y H_a , se rechaza.

Tabla 20. Fosforo del zumo de yacón de dos variedades

| Variedad | $\bar{x} \pm s$ | p-value |
|----------|-----------------|---------|
| ZYB | 37.67± 2.51 | >0.05 |
| ZYA | 40.67± 1.15 | |

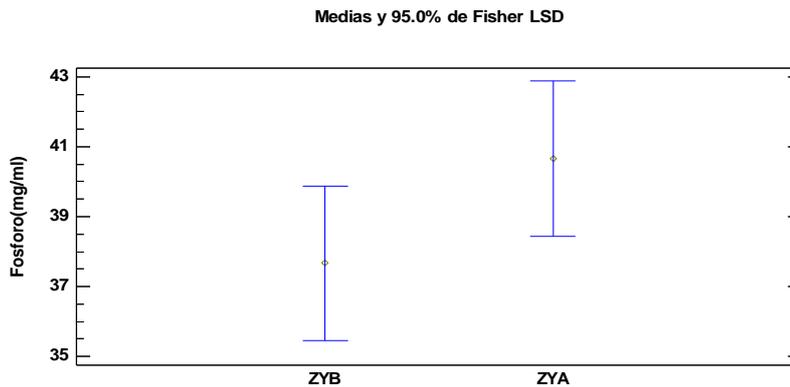


Figura 13. Diagrama de medias para fosforo del zumo de yacón

5.1.10. Carbohidratos del zumo de yacón de dos variedades

Respecto a los resultados de carbohidratos del zumo de yacón de dos variedades, se muestran en la Tabla 21, indica que el carbohidrato del zumo de yacón blanco es 20.67 ± 0.58 g/ml un valor que se aproxima al resultado obtenido un valor de 14.27 g/ml de acuerdo a Caxi, (2013), mientras que el zumo de yacón amarilla presenta un valor de 23.67 ± 0.58 g/ml, por lo tanto no existe una diferencia significativa. De acuerdo al investigador Chirinos, (1999) la composición relativa de los diferentes azucares varían debido a diferentes factores como el cultivo, la época de siembra y cosecha, tiempo y temperatura en poscosecha. Haciendo la comparación con los valores obtenidos por los autores está por encima en cuanto a los carbohidratos. La aplicación de test LSD indica que ningún tratamiento presenta carbohidratos similares (letras diferentes sobre los valores). En la Figura 14. El valor p- value es mayor de 0.05, por tanto la H_0 , se acepta y H_a , se rechaza.

Tabla 21. Carbohidratos del zumo de yacón de dos variedades

| Variedad | $\bar{x} \pm s$ | p-value |
|----------|-----------------|---------|
| ZYB | 20.67± 0.58 | <0.05 |
| ZYA | 23.67± 0.58 | |

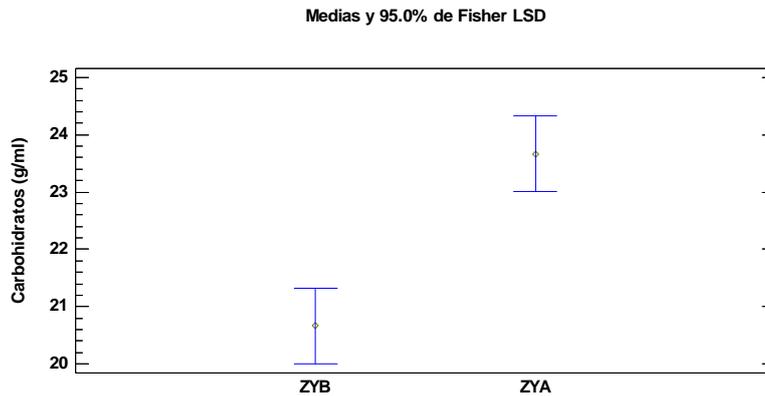


Figura 14. Diagrama de medias para carbohidratos del zumo de yacón

5.1.11. Fibra del zumo de yacón de dos variedades

Los resultados de las medias de fibra del zumo de yacón se muestran en la Tabla 22, indica que el ZYB presenta un valor medio 0.23 ± 0.03 gr, mientras en el ZYA presenta un valor 0.22 ± 0.02 gr, al realizar la prueba de LSD en la figura 15 nos indica respecto al contenido de fibra similar estadísticamente en ambos variedades por tanto no existe una diferencia significativa.

Haciendo una comparación con los resultados obtenidos por Hermann, et al, (1999) tuvo los siguientes valores de 0.36, 0.35, 0.37 gr, podemos decir en concluir de que los valores obtenidos se encuentran por debajo en cuanto a la fibra. El valor p- value es mayor de 0.05, por tanto la H_0 , se acepta y H_a , se rechaza.

Tabla 22. Fibra del zumo de yacón de dos variedades

| Variedad | $\bar{x} \pm s$ | p-value |
|----------|-----------------|---------|
| ZYB | 0.23± 0.03 | >0.05 |
| ZYA | 0.22± 0.02 | |

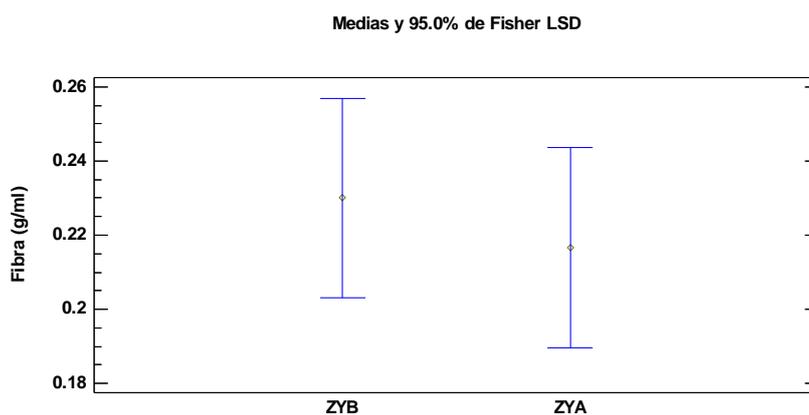


Figura 15. Diagrama de medias para fibra del zumo de yacón

5.1.12. Porcentaje de agua del zumo de yacón

Los resultados del porcentaje de agua del zumo de yacón de dos variedades, se muestran en la Tabla 23, el zumo de yacón blanca tiene un intervalo de confianza con un valor de $81.67 \pm 1.15\%$, mientras en zumo de yacón amarilla un valor de $80.67 \pm 0.58\%$, esto indica que las dos variedades de yacón contienen similares porcentajes de agua. Al realizar el test de LSD se aprecia que los dos tratamientos son similares respecto al porcentaje de agua; por lo tanto la media es 80.60% en la Figura 16 de igual forma los intervalos de los dos tratamientos son similares.

Haciendo una comparación con los resultados obtenidos por Ramos, (2007) el porcentaje de agua tuvo los valores de 92.7% , 86.6% y 82.3% respectivamente que es similar al resultado obtenido en esta investigación. El valor p- value es mayor de 0.05 , por tanto la H_0 , se acepta y H_a , se rechaza.

Tabla 23. Resultado del análisis de porcentaje de agua

| Variedad | $\bar{x} \pm s$ | p-value |
|----------|------------------|---------|
| ZYB | 81.67 ± 1.15 | >0.05 |
| ZYA | 80.67 ± 0.58 | |

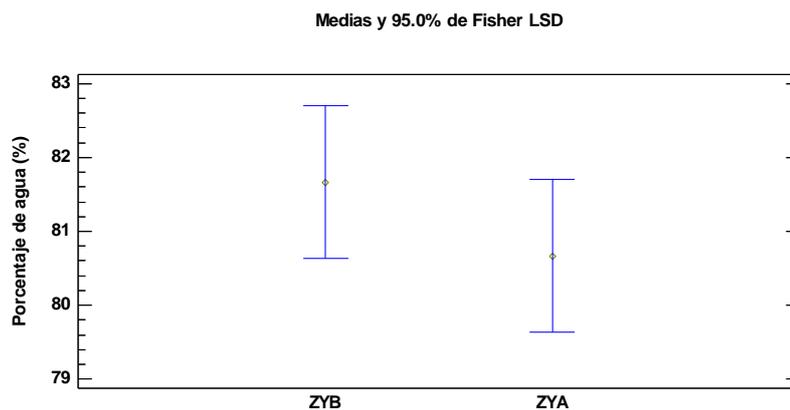


Figura 16. Diagrama de medias para el % de agua del zumo de yacón

5.1.13. Ceniza del zumo de yacón de dos variedades

Los resultados de ceniza del zumo de yacón se muestran en la Tabla 24, respecto al contenido de ceniza del zumo de yacón, el ZYB presenta un valor de 0.4 ± 0.0 mg, y para el ZYA presenta un valor de 0.37 ± 0.06 mg, donde no muestra diferencia significativa, así como se observa en la figura 16, en esta gráfica se observa claramente que la proyección de intervalo son similares.

Haciendo una comparación con los resultados obtenidos por Nina, (2013) el porcentaje de cenizas por variedad fue: amarillo 0.39 mg en base húmeda y 4.98 mg en base seca; magenta 0.33 mg en base húmeda y 4.04 mg en base seca, en donde el valor 0.33mg es el resultado de media en esta investigación; mientras para (Chavez, 2007) el resultado fue un valor de 0.81 mg en concentración más alta. El valor p- value es mayor de 0.05, por tanto la H_0 , se acepta y H_a , se rechaza.

Tabla 24. Ceniza del zumo de yacón de dos variedades

| Variedad | $\bar{x} \pm s$ | p-value |
|----------|-----------------|---------|
| ZYB | 0.4 ± 0.0 | >0.05 |
| ZYA | 0.37 ± 0.06 | |

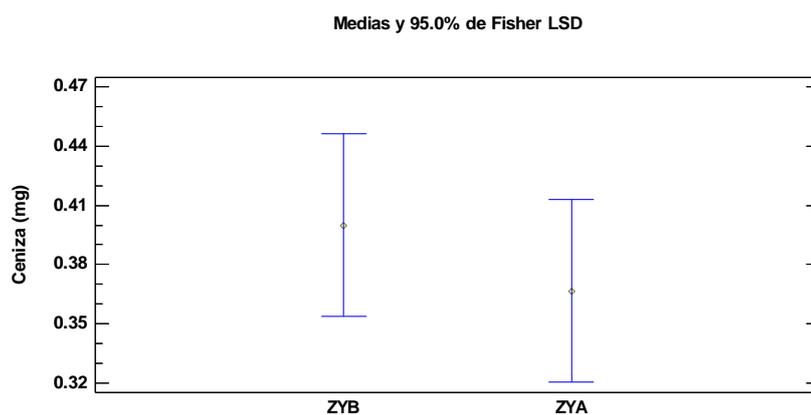


Figura 17. Diagrama de medias para ceniza del zumo de yacón

5.1.14. Vitamina C del zumo de yacón de dos variedades

Los resultados de la vitamina C del zumo de yacón, se muestra en la Tabla 25, al respecto para ZYB presenta un valor de 20.67 ± 0.58 C/ml, y para el ZYA presenta un valor de 21.33 ± 0.58 C/ml, resultando similares es así que al realizar el LSD, el ZYB y ZYA no muestran diferencias significativas, en la figura 18, donde se observa claramente la igualdad su proyección de sus intervalos, Por lo cual las medias de las dos variedades son iguales estadísticamente. El valor p- value es mayor de 0.05, por tanto la H_0 , se acepta y H_a , se rechaza.

Tabla 25. Vitamina C del zumo de yacón de dos variedades

| Variedad | $\bar{x} \pm s$ | p-value |
|----------|------------------|---------|
| ZYB | 20.67 ± 0.58 | >0.05 |
| ZYA | 21.33 ± 0.58 | |

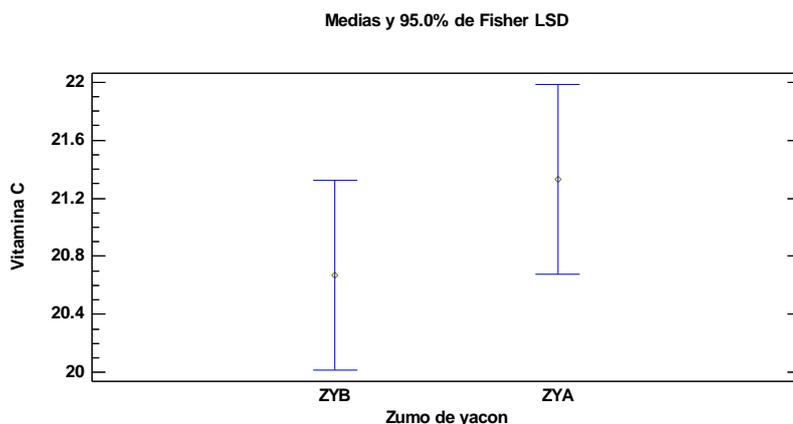


Figura 18. Diagrama de medias para vitamina C del zumo de yacón

5.1.15. Azúcares Reductores del zumo de yacón de dos variedades de yacón

Los resultados de azúcares reductores del zumo de yacón de dos variedades, se muestran en la Tabla 26, se observa los valores para cada tratamiento del zumo, para el caso de ZYB, presenta un valor medio 17.67 ± 0.58 gr, mientras para el ZYA, presenta un valor medio 18.33 ± 0.58 gr, al realizar el LSD se aprecia que los dos tratamientos son similares respecto al azúcares reductores, aunque en la figura 19 el intervalos de ZYB se interactúa con ZYA, esto quiere decir que los azúcares reductores son similares en ambas variedades.

Según (Nina, 2013), el porcentaje de azúcares reductores por variedad fue: amarillo 15.65 gr en base húmeda y 16.96 gr en base seca; magenta 12.77 gr en base húmeda y 15.14 gr de azúcares reductores. El valor p- value es mayor de 0.05, por tanto la H_0 , se acepta y H_a , se rechaza.

Tabla 26. Azúcares reductores del zumo de yacón de dos variedades

| Variedad | $\bar{x} \pm s$ | p-value |
|----------|------------------|---------|
| ZYB | 17.67 ± 0.58 | >0.05 |
| ZYA | 18.33 ± 0.58 | |

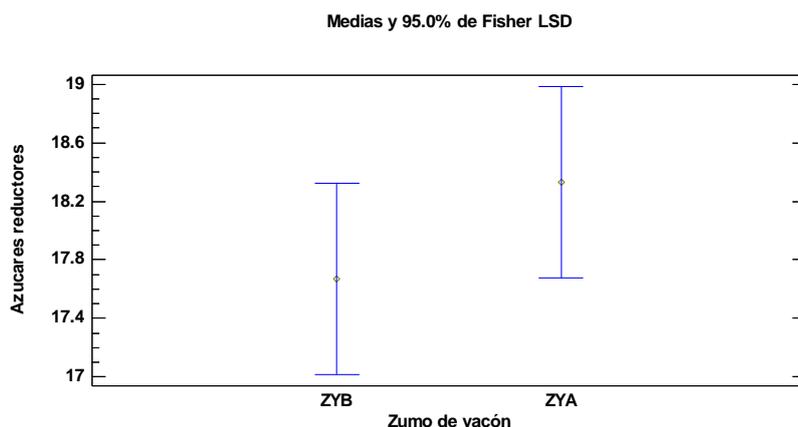


Figura 19. Diagrama de medias para azúcares reductores del zumo de yacón

5.2. Características organolépticas del zumo de yacón

La evaluación sensorial se desarrolló considerándose panelistas semientrenados, estos fueron personas consumidores del zumo de yacón, los resultados de la evaluación individual por atributos y tratamientos se muestra en el (Anexo 20).

5.2.1. Resultado de la prueba de normalidad

En la Tabla 27 y Tabla 28 se observa los resultados de la prueba de normalidad, se aplicó para cada tratamiento donde el valor p-value es menor de 0.05, por lo que los dos tratamientos de la investigación no tienen distribución normal (anexo 22) se observa que la mayoría de los datos están centrados en la evaluación de los panelistas.

Tabla 27. Determinación de la prueba de normalidad zumo de yacón blanco

| Prueba organoléptica | p-value |
|----------------------|---------|
| Aroma | 0.00049 |
| Color | 0.00009 |
| Sabor | 0.00032 |

Tabla 28. Determinación de la prueba de normalidad zumo de yacón amarillo

| Prueba organoléptica | p-value |
|-----------------------------|----------------|
| Aroma | 0.00049 |
| Color | 0.00053 |
| Sabor | 0.00011 |

PRUEBA DE FRIEDMAN

En la Tabla 29 indica que p-value es 0.782 y es mayor a 0.05, por lo que se acepta la hipótesis nula es decir los resultados de la media entre los aromas son iguales para los dos tratamientos.

Tabla 29. Rangos promedios para aroma

| Tratamiento | Estadístico | Atributos | |
|--------------------|--------------------|------------------|---------|
| | | Aroma | p-value |
| ZYB | Rango | 1.53 | |
| ZYA | Rango | 1.48 | 0,782 |

En la Tabla 30 indica que p-value es 0.739 y es mayor a 0.05, por lo que se acepta la hipótesis nula es decir los resultados de la media entre los colores son iguales para los dos tratamientos o variedades.

Tabla 30. Rangos promedios Para color

| Tratamiento | Estadístico | Atributos | |
|--------------------|--------------------|------------------|---------|
| | | Aroma | p-value |
| ZYB | Rango | 1.48 | |
| ZYA | Rango | 1.53 | 0,739 |

En la Tabla 31 indica que p-value es 0.134 y es mayor a 0.05, por lo que se acepta la hipótesis nula es decir los resultados de los rangos promedios entre los sabores son similares para los dos tratamientos.

Tabla 31. Rangos promedios Para sabor

| Tratamiento | Estadístico | Atributos | |
|-------------|-------------|-----------|---------|
| | | Sabor | p-value |
| ZYB | Rango | 1.65 | |
| ZYA | Rango | 1.35 | 0,134 |

Asimismo se ha realizado la evaluación del prueba de Wilcoxon, para los atributos de los tratamientos, así como para los jueces o panelistas, los resultados (p-value) se muestran en la Tabla 32, donde el valor p-value >0.05, indica que se acepta la hipótesis nula, es decir no existe diferencia significativa para los variedades de yacón.

Tabla 32. Prueba de Wilcoxon para el zumo de yacón de dos variedades

| Estadístico | ZYA-ZYB | | |
|-------------|---------|--------|--------|
| | AROMA | COLOR | SABOR |
| Z | 0,000 | -0.312 | -1.264 |
| p-value | 1,000 | 0.755 | 0,206 |

En la Figura 20 ya no se observa los tres atributos de las dos variedades de yacón donde el atributo aroma y color son similares entre las dos variedades, mientras que hay una mínima diferencia significativa en atributo, sabor es ligeramente mejor del zumo de yacón blanco que del amarillo. Las medias de la puntuación de los tres atributos la variedad blanca oscila entre el rango de 1.53 a 1.65, por lo tanto es mejor que amarilla que oscila entre el rango de 1.35 a 1.53 como se muestra en la figura 20.

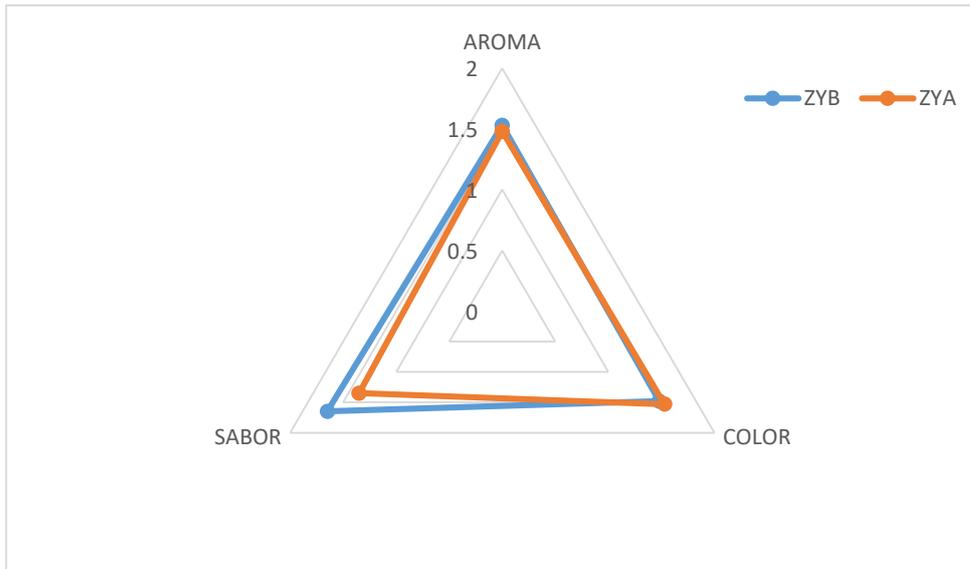


Figura 20. Diagrama radial del zumo de yacón de blanco y amarilla

Numéricamente se observaron puntuaciones cuyos calificativos fue para el zumo de los dos variedades de yacón, en donde no hay diferencia significativa es independiente para cada variedad.

Haciendo una comparación con los resultados obtenidos por Ares *et al* (2014) citado por Cárdenas (2019), sobre la media muestra los atributos con un impacto medio significativo, identificándose los atributos necesarios o imprescindibles (sabor característico, olor característico, color característico, almíbar consistente, dulce y buena presentación). Según Ramos (2007), la variedad blanca tuvo los siguientes resultados; Aroma: insípido, Color: blanquecino, Sabor dulce; para la variedad amarilla fue Aroma: insípido, Color: blanco amarillento, Sabor: dulce.

Según Grandes (2008), el parámetro sensorial llamado "Impresión general" representa la adición subjetiva de todas las impresiones sensoriales como una expresión de arte. El parámetro "Nota" consiste en la adición (objetiva) ponderada de cada uno de los siete parámetros sensoriales (color, dulzor, acidez, tipicidad del sabor, consistencia, tipicidad del olor e impresión general). Definitivamente, en este parámetro influye directamente en mayor o menor medida. El mismo análisis se desarrolla para el parámetro impresión general y se deduce que la tipicidad del olor, la tipicidad del sabor, el dulzor y la consistencia están fuertemente relacionados con la impresión general a un nivel de significancia de 0,01.

CONCLUSIONES

- En las características fisicoquímicas del zumo de las dos variedades de yacón (***Smallanthus Sonchifolius***) blanca y amarilla como: pH, sólidos sólidos, acidez titulable, magnesio, potasio, fósforo, fibra, % de agua, Ceniza, Vitamina C y Azúcares reductores no presentan una diferencia significativa donde el ($p\text{-value} > 0,05$), mientras la densidad, sodio, calcio y carbohidratos sí presentan una diferencia significativa donde el ($p\text{-value} < 0,05$) con 95% de confianza.
- La evaluación de las características organolépticas del zumo de dos variedades de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) blanca y amarilla, comparado entre las dos variedades, indican que el sabor presenta una diferencia significativa entre los mismos, a diferencia que en el aroma y color no presenta una diferencia significativa, por consiguiente podemos decir que no hubo una alteración en el aroma y color del zumo de yacón.

RECOMENDACIONES

- Profundizar o ampliar el estudio sobre las características fisicoquímicas y organolépticas sobre el zumo de yacón, puesto que la razón principal de la amplia utilización del producto en los alimentos, bebido y medicinal.
- Incentivar el procesamiento y consumo de frutas silvestres de la región, en productos tales como mermeladas néctares, conservas, jaleas, además zumo de yacón.
- Para los zumos o alimentos que se oxidan fácilmente utilizar embaces de vidrio para evitar el pardeamiento del zumo del yacón u otros zumos que se oxidan fácilmente.
- Determinar el tiempo de vida en anaquel del zumo de yacón.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- Álvarez, G. S. (2012). *Manual técnico para el cultivo de Jimaca (smallanthus sonchifolius)*. Universidad Nacional de Loja- Ecuador.
- Analisis, B. (2005). *“Manual de Procedimientos Técnicos para el control Físico Químico y Microbiológico de los Alimentos”*. Facultad de Tecnología. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz - Bolivia.
- Anzaldúa Morales, A. (2005). *La evaluación sensorial de los alimentos en la práctica y en la teoría*. Zaragoza, España:: Acribia. S.A.
- Ares, G. (2011). *Nuevas metodologías para la caracterización sensorial de alimentos. Simposio llevado a cabo en el V congreso internacional de desarrollo e innovación de alimentos - INNOVA,*. Uruguay.
- Badui, s. (2006.). *Química de los Alimentos*. Mexico: Pearson Educacion.
- Cárdenas, F. (2019). *Tesis: Determinación de parámetros para la elaboración de conserva de rodajas y zumo concentrado de yacón (Smallanthus Sonchifolius)*. Abancay - Perú.
- Cetrera, F. (2007). *Análisis Sensorial. Ingeniería en Alimentos*. Buenos Aires- Argentina .
- Cheftel, j., Cheftel, H., y Besancon, P. (2000). *Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos*. Acribia. Vol, I. Zaragoza.
- Contreras, E y Purisaca, J. . (2018). *Tesis: Elaboración y evaluación de bebida funcional a partir de yacón (Smallanthus sonchifolius) y piña (Ananas comosus) edulzado con stevia*. Chimbote - Perú.
- Coronado, A. (2013). *Elaboración de la harina de yacón (Smallanthus sonchifolius) y su influencia en el crecimiento de dos bacterias prebióticas (Tesis de post grado)*.
- Caxi, M. (2013). *Evaluación de la vida útil de un néctar a base de yacón (Smallanthus sonchifolius), maracuya amarilla (Passiflora edulis) y stevia (stevia rabaudiana) en función de las características físicoquímicas y sensoriales*. Tacna - Perú.

- Cisneros - Zevallos, L. (2002). *Characterization and Evaluation of fructooligosaccharides on Yacon Roots (smallanthus sonchifolius Poepp, & Endl). During Storage. Departament of Horticulture. Texas.*
- Collazos, C. (2009). *La composición de alimenos de mayor consumo en el Perú.* Lima- Perú: 6ta edición.
- Chavez, J. (2007). *Elaboración y Caracterización de un jarabe de yacón (Smallanthus Sonchifolius) procedente de la proviencia de Huancabamba , Escuela profesional de Ingenieia Agroindustrial e Industrias alimentarias. Universidad Nacional de Piura- Perú.*
- Díaz, C. (2003). *Oligosacáridos en Fórmulas Infantiles: La inulina y la oligofructosa, nuevos ingredientes funcionales en alimentos.* Obtenido de <http://www.uanl.mx/publicaciones/respyn/especiales/ee-52003/conferencias/09.pdf>.
- DIGESA. (2008). *Norma sanitaria aplicable a la fabricación de alimentos envasados de baja acidez y acidificados destinados al consumo humano. NST N°069-MINSA/DIGESA-V.01. .*
- Dominguez, W. (2000). *Evaluación de sorbetes y bebidas elaboradas a base de concentrado proteicos del suero de queso. Tesis de Ing. Agr. Zamorano - Honduras.*
- Dosetr, N. (2009). *Hojas Botánicas: Yacón - Smallanthus sonchifolius.* Lima.
- Fennema O. y Tannenbaum. (2008). *Química de los Alimentos (3ra Edic.).* Zaragoza España: Acribia.
- Flores, V y Gonzales, E. (2017). *Tesis: Efecto de la concentracion del jarabe de yacón y el tiempo de inmersion en la calidad del yacón osmodeshidratado.* Lambayeque - Perú.
- F. Leslie Hart, Harry Johnstone Fisher (1971). *Análisis Moderno de los Alimentos.* EDITORIAL ACRIBIA. Zaragoza – España.
- Gonzales, F. (2009). *Estrategia de diferenciación de productos de consumo para su posicionamiento en la preferencia del consumidor.* Mexico D.F.: Instituto Plitécnico Nacional,.

- Gonzales, J. (2011). *Elaboración y evaluación nutricional de una bebida proteica a base de lactosuero y chocho como suplemento alimenticio*. Escuela Superior politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Gordillo, G. (2009). *Efecto hipoglucemiante del extracto acuoso de las hojas de Samallanthus sonchifolius (Yacón) en pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2*. (Tesis de Maestría). Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/88177439/TESIS-MAESTRIA-YACON>.
- Grau y Rea. (1997). *Yacon, Smallanthus sonchifolius (poep, y endl.) H. robinson*, Ing: Hermann M y J Heller (eds): *Andean roots and tubers: Ahipa, arracacha, maca yacón. Promoting the conservation and use of underutilized and negaglected crops*. 21. Italy: Institute. Rome, p: 199- 242.
- Gutiérrez, H. y De la Vara, R. (2012). *Análisis y Diseño de Experimentos*; Mexico: edit Mc Graw Hill, tercera edición.
- Guzman, R., y Grau, A. (2011). *El yacón y sus curvas de secado*”. *Investigacion y Desarrollo. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologia. Univerisdad Nacional de Tucuman*. Argentina.
- H., R. (1978). *Studies in the Heliantheae (Asteraceae). XII. Restablishment of the genus Samallanthus*. . *Phytologia* 39 (1) 25- 53.
- Hernandez,R. (2014). *Metodologia de la investigacion*. Mexico: Mc Graw Hill, Sexta Edicion.
- Hermann M. Manrique, I y Párraga, A. . (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)*. peru .
- Hidalgo, V. (2007). *Exportaciones e importaciones de bebidas de jugos*. Funcionario del Banco Central del Ecuador: partida 20.09,.
- Iachman, J., Fernández, E., & Orsák, M. (2003). *Yacón (Smallanthus sonchifolia (poepp.et Endl) H. Robinson) chemical composition and use - a review*. *Plant Soil Environmet*. 49(6): 283- 290.
- Latino, G. (2006).

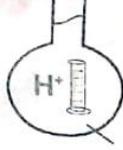
- López, L. (2007). *Valorización de la raíz de yacón: Obtención de un jarabe rico en fructooligosacáridos*. Medellín - Colombia: Repositorio Universidad Privada Boliviana.
- López, S. y Serna, L. (2010). *Manual del laboratorio de análisis de alimentos, Facultad de Tecnología, Escuela de Química*. . tesis de la Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira – España.
- López, T. (2007). *Valorización de la raíz de Yacón: Obtención de un jarabe rico en Fructooligosacáridos. Investigación & Desarrollo*.
- Madrigal, L. Sangronis, E. (2007). *La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales*.
- Manrique, I. (2003). El yacon , fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Lima. *Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (Cosude)*.
- Manrique, I. e. (2004). *Yacón, wenk técnica. Centro Internacional de la papa (CIP)*. . Lima Perú.
- Manrique, I., Párraga, A., y Hermann, M. . (2005). *Jarabe de Yacón: Principios y Procesamiento*. Lima, Perú.
- Martínez, C. (2014). *Cuáles son las propiedades medicinales de la stevia*.
- Mendieta, Q. (2005). *Cultivo y Producción El Yacón: Ripalme E.I.R.* Lima - Perú.
- Meyer, M. (2002). *Evaluación organoléptica. Control de calidad de productos*. Mexico: Trillas.
- Muñoz, A; Blanco, T; Servan, K; y Alvarado, C. (2006). Evaluación del contenido nutricional de yacon (*Plomonia sonchifolia*) procedente de sus principales zonas de producción nacional. *Horizonte Medico* , Volumen 6, N° 2.
- Nina, L. (2013). *Análisis fisicoquímico, fitoquímico de la raíz de yacon (Smallanthus sonchifolius) proveniente d etres regiones de la paz y transformacion en infusion*. La paz - Bolivia.
- NTP-NA 0087. (2011). *Norma Técnica Peruana aplicado a “Productos naturales: Yacón (Smallanthus sonchifolius). Definiciones, clasificación y requisitos”*. .

- P., C. (1999). *Inulin and oligofructose: Safe intakes and legal status. Journal of Nutrition* 129.
- Palomino, R.G y Rios, A.C. (2004). *Obtención y caracterización Físicoquímica del harina de yacon (smallanthus sonchifolius)*.
- Paz, H. (1997). *“Conservación in-situ de la diversidad biológica de raíces y Tubérculos andinos con énfasis y criterios campesinos en la comunidad de chullina Departamento de La Paz”*. Facultad de Agronomía UMSA. Bolivia.
- Polanco, P. (2011). *Caracterización morfológica y molecular de materiales de yacón (Samallanthus sonchifolius Poep. & Endl) H. Robinson Colectados en la eco región eje cafetero de Colombia. (Tesis de Maestría)*. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/3715/1/7206010.2>.
- Primo, E. (1998). *“Química de los Alimentos”*. Madrid España.: Sentisis S.A.
- Ramos, R. (2007). Estudio químico - bromatológico de algunas variedades de yacon (samllanthus sonchifolius) de la Provincia de Sandia - Puno. . *Tesis para optar al título Profesional de químico. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima - Perú*.
- Rivera, D y Manrique I. (2005). *Zumo de Yacón - Ficha Técnica. Centro Internacional de la Papa (CIP) www.cipotato.org/artc/cipcrops/fichazumoyacon.pdf - ISBN 92-9060-251-1*. Lima - Perú.
- Roberfroid, M. (2002). *Functional food: concepts and application to inulin and oligofructose. British Journal of Nutrition. pag (139-143)*.
- Sancho, J. y. (2002). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. México D.F.: Alfaomega Grupo Editor. S.A. de C.V. .
- Seminario, J. (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.
- Seminario, J., Manrique I. y Valderrama M. (2003). *El yacón: Fundamentos para el aprovechamientos de un recurso promisorio, Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca y Agencia suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUD)*. Lima- Perú.

- Sequeiros, N. y. (2003). *Elaboración de una bebida nutritiva a base de yacón (tesis de Grado)*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Argentina.
- Silvia, D. (2014). *Nutricionista uso correcto de las bebidas hidratantes*. Obtenido de <http://www.contigosalud.com/uso-correcto-de-las-bebidas-hidratantes>.
- UNALM. (2007). *Programa de la Investigación y Proyección Social en Raíces y Tuberosas*. Universidad Nacional Agraria la Molina Red Informática- Lima - Perú.
- Valderrama, M. (2005). *Manual del cultivo de yacón. Experiencias de introducción y manejo técnico en el valle de Condebamba. Programa PYMAGROS (Convenio COSUDE-MINAG) PYMAGROS (Convenio COSUDE- MINAG)*. . Cajamarca, Perú.
- Velezmoro, J. J. (2004). *Perfil del mercado del yacón. Programa Desarrollo Rural Sostenible. Universidad del Pacifico*. . Cajamarca-Perú.
- Vilhena, C. (2003). *Contenido de fructanos en raíces tuberosas de yacón (polymnia Sonchifoia)*. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 4(001), 35-40.
- Vilhena, S.M.C.; Cámara, F.L.A Y Kakihara, T.S.O. (2000). *Cultivo de yacón no Brasil. Horticultura Brasileira*, . 5-8.
- Villacres, E. Rubio, A. y Cuadrado, L. (2007). *Jimaica raíz andina con propiedades nutraceuticas INIAP*. . Quito- Ecuador.: Bolitín técnico N° 128.
- Villareal, Y.; Mejía, F.; Osorio, O. y Cerón F. (2013). *Efecto de pasteurización sobre características sensoriales y concentración de Vitamina C en jugos de frutas. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustria.*, 62-75.
- Wells, J. (1965). *A taxonomic study of polymnia (compositae)*. . Brittonia 17: 144-159.

ANEXOS

Anexo 1. Resultado de análisis fisicoquímico del zumo de yacón blanco



MC QUIMICALAB

De: Ing. Mario Cumpa Cayuri
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES;
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
RUC N° 10238409077 - TELÉF. 271966 COVIDUC A4 - CEL 984687752

INFORME N° LQ 0110-18
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE ZUMO DE YACÓN

SOLICITA : Bachiller de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial – UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS – Andahuaylas.
- Odaly Romero Samanez.

TESIS : "CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y ORGANOLEPTICA DE DOS VARIETADES DE YACÓN (SMALLANTHUS SONCHITOLIUS)"

MUESTRAS : Zumo de Yacón - VB.
M1.- VB – R1 pH = 5 Brix = 20
M2.- VB – R2 pH = 5 Brix = 20
M3.- VB – R3 pH = 5 Brix = 20

FECHA DE INFORME : 21/06/18

RESULTADOS

| DETERMINACIONES FISICO-QUIMICAS | UNIDAD | M1 | M2 | M3 |
|---------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|
| Densidad | g/cm ³ | 1.123 | 1.131 | 1.123 |
| Ácido titulable (ácido cítrico) | g/100ml | 0.28 | 0.32 | 0.33 |
| Sodio (Na) | mg/100ml | 22 | 24 | 24 |
| Calcio (Ca) | mg/100ml | 60 | 65 | 58 |
| Magnesio (Mg) | mg/100ml | 4 | 5 | 4 |
| Potasio (K) | mg/100ml | 390 | 380 | 390 |
| Fósforo (P) | mg/100ml | 42 | 40 | 40 |
| Hierro (Fe) | mg/100ml | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| pH | | 5.2 | 5.0 | 5.1 |
| °Brix | | 18.5 | 20 | 18.5 |

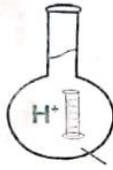


MARIO CUMPA CAYURI
INGENIERO QUIMICO
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 16188



MC QUIMICA LAB CUSCO
Lic. Maria L. Gutierrez Holgado
ADMINISTRADORA

Anexo 2. Resultados de análisis proximal del zumo de yacón blanco



MC QUIMICALAB

De: Ing. Mario Cumpa Cayuri

LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES:
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE

RUC N° 10238409077 - TELÉF. 271966 COVIDUC A4 - CEL 984687752

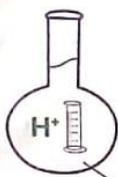
| ANALISIS PROXIMAL | UNIDAD | M1 | M2 | M3 |
|--------------------|----------|------|------|------|
| Carbohidratos | g/100ml | 23 | 24 | 24 |
| Proteínas | g/100ml | 0.15 | 0.15 | 0.15 |
| Grasas | g/100ml | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Fibra | g/100ml | 0.20 | 0.24 | 0.21 |
| Porcentaje de agua | % | 81 | 80 | 81 |
| Ceniza | g/100ml | 0.3 | 0.4 | 0.4 |
| Vitamina C | mg/100ml | 22 | 21 | 21 |
| Azúcar Reductor | g/100ml | 18 | 19 | 18 |

METODO DE ANALISIS: Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists: Análisis Moderno de los Alimentos F.LESLIE HART.A.M AND HARRY JOHNSTONE FISHER, PH.D. Editorial Acribia.


MARIO CUMPA CAYURI
INGENIERO QUIMICO
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 16188


MC QUIMICALAB CUSCO
Lic. Maria L. Gutierrez Holgado
ADMINISTRADORA

Anexo 3. Resultado del análisis fisicoquímico del zumo de yacón amarillo



MC QUIMICALAB

De: Ing. Mario Cumpa Cayuri

LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES:
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE

RUC N° 10238409077 - TELÉF. 271966 COVIDUC A4 - CEL 984687752

INFORME N°LQ 0109-18

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE ZUMO DE YACÓN

SOLICITA :

Bachiller de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial – UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS – Andahuaylas.
- Odaly Romero Samanez.

TESIS :

"CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y ORGANOLEPTICA DE DOS VARIETADES DE YACÓN (SMALLANTHUS SONCHITOLIUS)"

MUESTRAS : Zumo de Yacón - VA.

M1.- VA – R1 pH = 5 Brix = 20

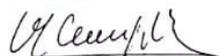
M2.- VA – R2 pH = 5 Brix = 20

M3.- VA – R3 pH = 5 Brix = 20

FECHA DE INFORME : 21/06/18

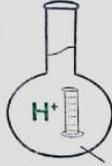
RESULTADOS

| DETERMINACIONES FISICO-QUIMICAS | UNIDAD | M1 | M2 | M3 |
|---------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|
| Densidad | g/cm ³ | 1.101 | 1.099 | 1.099 |
| Ácido titulable (ácido cítrico) | g/100ml | 0.38 | 0.45 | 0.32 |
| Sodio (Na) | mg/100ml | 20 | 22 | 20 |
| Calcio (Ca) | mg/100ml | 50 | 52 | 56 |
| Magnesio (Mg) | mg/100ml | 4 | 4 | 5 |
| Potasio (K) | mg/100ml | 350 | 350 | 360 |
| Fósforo (P) | mg/100ml | 40 | 35 | 38 |
| Hierro (Fe) | mg/100ml | 0.05 | 0.04 | 0.04 |
| pH | | 4.9 | 4.9 | 5.1 |
| ° Brix | | 19.0 | 18.5 | 18.0 |


MARIO CUMPA CAYURI
INGENIERO QUIMICO
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 16188


MC QUIMICALAB CUSCO
Lic. María L. Gutiérrez Holgado
ADMINISTRADORA

Anexo 4. Resultado de análisis proximal del zumo de yacón amarilla



MC QUIMICALAB

De: Ing. Mario Cumpa Cayuri

LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES:
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE

RUC N° 10238409077 - TELÉF. 271966 COVIDUC A4 - CEL 984687752

| ANÁLISIS PROXIMAL | UNIDAD | M1 | M2 | M3 |
|--------------------|----------|------|------|------|
| Carbohidratos | g/100ml | 21 | 20 | 21 |
| Proteínas | g/100ml | 0.15 | 0.15 | 0.15 |
| Grasas | g/100ml | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Fibra | g/100ml | 0.24 | 0.25 | 0.20 |
| Porcentaje de agua | % | 81 | 83 | 81 |
| Ceniza | g/100ml | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| Vitamina C | mg/100ml | 21 | 21 | 20 |
| Azúcar Reductor | g/100ml | 18 | 17 | 18 |

METODO DE ANALISIS: Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists: Análisis Moderno de los Alimentos F.LESLIE HART.A.M AND HARRY JOHSTONE FISHER, PH.D. Editorial Acribia.


MARIO CUMPA CAYURI
INGENIERO QUIMICO
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 15188


MC QUIMICA LAB CUSCO
Lic. Maria L. Gutierrez Holgado
ADMINISTRADORA

Anexo 5. Análisis de varianza para la densidad del zumo de yacón

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 0.001014 | 1 | 0.001014 | 89.47 | 0.0007 |
| Intra grupos | 0.0000453333 | 4 | 0.0000113333 | | |
| Total (Corr.) | 0.00105933 | 5 | | | |

Método: 95.0 porcentaje LSD

| | Casos | Media | Grupos Homogéneos |
|--------------|-------|---------|-------------------|
| Densidad ZYB | 3 | 1.09967 | X |
| Densidad ZYA | 3 | 1.12567 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|-----------|------|------------|-------------|
| ZYB - ZYA | * | 0.026 | 0.00763174 |

* indica una diferencia significativa.

Anexo 6. Análisis de varianza para el pH del zumo de yacón

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 0.0266667 | 1 | 0.0266667 | 2.29 | 0.2051 |
| Intra grupos | 0.0466667 | 4 | 0.0116667 | | |
| Total (Corr.) | 0.0733333 | 5 | | | |

Método: 95.0 porcentaje LSD

| | Casos | Media | Grupos Homogéneos |
|----|-------|---------|-------------------|
| YA | 3 | 4.96667 | X |
| YB | 3 | 5.1 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|-----------|------|------------|-------------|
| YB - YA | | 0.133333 | 0.24486 |

* indica una diferencia significativa.

Anexo 7. Análisis de varianza para solidos solubles del zumo de yacón

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 0 | 1 | 0 | 0.00 | 1.0000 |
| Intra grupos | 1.0 | 4 | 0.25 | | |
| Total (Corr.) | 1.0 | 5 | | | |

Método: 95.0 porcentaje LSD

| | Casos | Media | Grupos Homogéneos |
|----|-------|-------|-------------------|
| YA | 3 | 18.5 | X |
| YB | 3 | 18.5 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|-----------|------|------------|-------------|
| YB - YA | | 0 | 1.13348 |

* indica una diferencia significativa.

Anexo 8. Análisis de varianza para Acidez titulable del zumo de yacón

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 0.00806667 | 1 | 0.00806667 | 3.27 | 0.1448 |
| Intra grupos | 0.00986667 | 4 | 0.00246667 | | |
| Total (Corr.) | 0.0179333 | 5 | | | |

Método: 95.0 porcentaje LSD

| | Casos | Media | Grupos Homogéneos |
|----|-------|----------|-------------------|
| YB | 3 | 0.31 | X |
| YA | 3 | 0.383333 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|-----------|------|------------|-------------|
| YB - YA | | -0.0733333 | 0.11259 |

* indica una diferencia significativa.

Anexo 9. Análisis de varianza para sodio del zumo de yacón

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 10.6667 | 1 | 10.6667 | 8.00 | 0.0474 |
| Intra grupos | 5.33333 | 4 | 1.33333 | | |
| Total (Corr.) | 16.0 | 5 | | | |

Método: 95.0 porcentaje LSD

| | Casos | Media | Grupos Homogéneos |
|----|-------|---------|-------------------|
| YB | 3 | 20.6667 | X |
| YA | 3 | 23.3333 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|-----------|------|------------|-------------|
| YB – YA | * | -2.66667 | 2.61767 |

* indica una diferencia significativa.

Anexo 10. Análisis de varianza para Calcio del zumo de yacón

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 104.167 | 1 | 104.167 | 9.33 | 0.0379 |
| Intra grupos | 44.6667 | 4 | 11.1667 | | |
| Total (Corr.) | 148.833 | 5 | | | |

Método: 95.0 porcentaje LSD.

| | Casos | Media | Grupos Homogéneos |
|----|-------|---------|-------------------|
| YB | 3 | 52.6667 | X |
| YA | 3 | 61.0 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|-----------|------|------------|-------------|
| YB – YA | * | -8.33333 | 7.57542 |

* indica una diferencia significativa.

Anexo 11. Análisis de varianza para Magnesio del zumo de yacón

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 0 | 1 | 0 | 0.00 | 1.0000 |
| Intra grupos | 1.33333 | 4 | 0.333333 | | |
| Total (Corr.) | 1.33333 | 5 | | | |

Método: 95.0 porcentaje LSD

| | Casos | Media | Grupos Homogéneos |
|----|-------|---------|-------------------|
| YA | 3 | 4.33333 | X |
| YB | 3 | 4.33333 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|-----------|------|------------|-------------|
| YB – YA | | 0 | 1.30883 |

* indica una diferencia significativa.

Anexo 12. Análisis de varianza para Potasio del zumo de yacón

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 1666.67 | 1 | 1666.67 | 50.00 | 0.0021 |
| Intra grupos | 133.333 | 4 | 33.3333 | | |
| Total (Corr.) | 1800.0 | 5 | | | |

Método: 95.0 porcentaje LSD

| | Casos | Media | Grupos Homogéneos |
|----|-------|---------|-------------------|
| YB | 3 | 353.333 | X |
| YA | 3 | 386.667 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|-----------|------|------------|-------------|
| YB – YA | * | -33.3333 | 13.0883 |

* indica una diferencia significativa.

Anexo 13. Análisis de varianza para Fosforo del zumo de yacón

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 13.5 | 1 | 13.5 | 3.52 | 0.1338 |
| Intra grupos | 15.3333 | 4 | 3.83333 | | |
| Total (Corr.) | 28.8333 | 5 | | | |

Método: 95.0 porcentaje LSD

| | Casos | Media | Grupos Homogéneos |
|----|-------|---------|-------------------|
| YB | 3 | 37.6667 | X |
| YA | 3 | 40.6667 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|-----------|------|------------|-------------|
| YB - YA | | -3.0 | 4.43847 |

* indica una diferencia significativa.

Anexo 14. Análisis de varianza para carbohidratos del zumo de yacón

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 13.5 | 1 | 13.5 | 40.50 | 0.0031 |
| Intra grupos | 1.33333 | 4 | 0.333333 | | |
| Total (Corr.) | 14.8333 | 5 | | | |

Método: 95.0 porcentaje LSD

| | Casos | Media | Grupos Homogéneos |
|-------------------|-------|---------|-------------------|
| carbohidratos ZYB | 3 | 20.6667 | X |
| Carbohidratos ZYA | 3 | 23.6667 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|---------------------------------------|------|------------|-------------|
| carbohidratos ZYB - Carbohidratos ZYA | * | -3.0 | 1.30883 |

* indica una diferencia significativa.

Anexo 15. Análisis de varianza para Fibra del zumo de yacón

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 0.000266667 | 1 | 0.000266667 | 0.47 | 0.5304 |
| Intra grupos | 0.00226667 | 4 | 0.000566667 | | |
| Total (Corr.) | 0.00253333 | 5 | | | |

Método: 95.0 porcentaje LSD

| | Casos | Media | Grupos Homogéneos |
|----|-------|-----------|-------------------|
| YA | 3 | 0.03 | X |
| YB | 3 | 0.0433333 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|-----------|------|------------|-------------|
| YB - YA | * | 0.0133333 | 0.00925485 |

* indica una diferencia significativa.

Anexo 16. Análisis de varianza para porcentaje de agua del zumo de yacón

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 1.5 | 1 | 1.5 | 1.80 | 0.2508 |
| Intra grupos | 3.33333 | 4 | 0.833333 | | |
| Total (Corr.) | 4.83333 | 5 | | | |

Método: 95.0 porcentaje LSD

| | Casos | Media | Grupos Homogéneos |
|----|-------|---------|-------------------|
| YA | 3 | 80.6667 | X |
| YB | 3 | 81.6667 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|-----------|------|------------|-------------|
| YB - YA | | 1.0 | 2.06945 |

* indica una diferencia significativa.

Anexo 17. Análisis de varianza para vitamina C del zumo de yacón

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 0.666667 | 1 | 0.666667 | 2.00 | 0.2302 |
| Intra grupos | 1.33333 | 4 | 0.333333 | | |
| Total (Corr.) | 2.0 | 5 | | | |

Método: 95.0 porcentaje LSD

| | Casos | Media | Grupos Homogéneos |
|----|-------|---------|-------------------|
| YB | 3 | 20.6667 | X |
| YA | 3 | 21.3333 | X |

| Contraste | Sig. | Diferencia | +/- Límites |
|-----------|------|------------|-------------|
| YB - YA | | -0.666667 | 1.30883 |

* indica una diferencia significativa.

Anexo 18. Análisis de varianza para ceniza del zumo de yacón

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|---------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Entre grupos | 0.00166667 | 1 | 0.00166667 | 1.00 | 0.3739 |
| Intra grupos | 0.00666667 | 4 | 0.00166667 | | |
| Total (Corr.) | 0.00833333 | 5 | | | |

Método: 95.0 porcentaje LSD

| | <i>Casos</i> | <i>Media</i> | <i>Grupos Homogéneos</i> |
|----|--------------|--------------|--------------------------|
| YA | 3 | 0.366667 | X |
| YB | 3 | 0.4 | X |

| <i>Contraste</i> | <i>Sig.</i> | <i>Diferencia</i> | <i>+/- Límites</i> |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| YB - YA | | 0.0333333 | 0.0925485 |

* indica una diferencia significativa.

Anexo 19. Análisis de varianza para azúcares reductores del zumo de yacón

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|---------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Entre grupos | 0.666667 | 1 | 0.666667 | 2.00 | 0.2302 |
| Intra grupos | 1.33333 | 4 | 0.333333 | | |
| Total (Corr.) | 2.0 | 5 | | | |

Método: 95.0 porcentaje LSD

| | <i>Casos</i> | <i>Media</i> | <i>Grupos Homogéneos</i> |
|-----|--------------|--------------|--------------------------|
| ZYB | 3 | 17.6667 | X |
| ZYA | 3 | 18.3333 | X |

| <i>Contraste</i> | <i>Sig.</i> | <i>Diferencia</i> | <i>+/- Límites</i> |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| ZYB - ZYA | | -0.666667 | 1.30883 |

* indica una diferencia significativa.

Anexo 20. Datos individuales de análisis sensorial del zumo de yacón de dos variedades

Para el zumo de yacón blanco

| Panelista | ZUMO DE YACÓN BLANCA | | |
|-----------|----------------------|-------|-------|
| | AROMA | COLOR | SABOR |
| 1 | 2 | 2 | 3 |
| 2 | 4 | 3 | 2 |
| 3 | 3 | 4 | 3 |
| 4 | 3 | 3 | 4 |
| 5 | 3 | 3 | 2 |
| 6 | 2 | 2 | 3 |
| 7 | 3 | 2 | 3 |
| 8 | 2 | 3 | 3 |
| 9 | 4 | 3 | 2 |
| 10 | 3 | 3 | 3 |
| 11 | 2 | 4 | 2 |
| 12 | 3 | 3 | 3 |
| 13 | 3 | 2 | 2 |
| 14 | 2 | 3 | 3 |
| 15 | 3 | 4 | 3 |
| 16 | 4 | 3 | 4 |
| 17 | 3 | 3 | 3 |
| 18 | 3 | 2 | 3 |
| 19 | 2 | 3 | 3 |
| 20 | 3 | 2 | 3 |

Para el zumo de yacón amarillo

| Panelista | ZUMO DE YACÓN AMARILLA | | |
|-----------|------------------------|-------|-------|
| | AROMA | COLOR | SABOR |
| 1 | 3 | 3 | 3 |
| 2 | 2 | 3 | 2 |
| 3 | 4 | 4 | 3 |
| 4 | 2 | 3 | 4 |
| 5 | 2 | 2 | 3 |
| 6 | 2 | 3 | 2 |
| 7 | 4 | 3 | 3 |
| 8 | 3 | 2 | 2 |
| 9 | 3 | 3 | 2 |
| 10 | 3 | 2 | 4 |
| 11 | 2 | 3 | 2 |
| 12 | 3 | 2 | 3 |
| 13 | 3 | 3 | 2 |
| 14 | 3 | 4 | 3 |
| 15 | 3 | 3 | 2 |
| 16 | 2 | 2 | 3 |
| 17 | 4 | 4 | 2 |
| 18 | 3 | 3 | 3 |
| 19 | 2 | 3 | 2 |
| 20 | 3 | 3 | 2 |

Anexo 21. Hoja de evaluación sensorial

Panelista: -----fecha: -----

Marque con una "X" la alternativa que usted considere

AROMA

| rango | Apreciación | Código | |
|-------|----------------|--------|----|
| | | T1 | T2 |
| 1 | Muy agradable | | |
| 2 | Agradable | | |
| 3 | Poco agradable | | |
| 4 | Nada agradable | | |
| 5 | Desagradable | | |

COLOR

| rango | Apreciación | Código | |
|-------|----------------|--------|----|
| | | T1 | T2 |
| 1 | Muy agradable | | |
| 2 | Agradable | | |
| 3 | Poco agradable | | |
| 4 | Nada agradable | | |
| 5 | Desagradable | | |

SABOR

| rango | Apreciación | Código | |
|-------|----------------|--------|----|
| | | T1 | T2 |
| 1 | Muy agradable | | |
| 2 | Agradable | | |
| 3 | Poco agradable | | |
| 4 | Nada agradable | | |
| 5 | Desagradable | | |

Anexo 22. Análisis normalidad de los datos de evaluación sensorial

PARA COLOR

Prueba de Normalidad para **aroma** del ZYB

| <i>Prueba</i> | <i>Estadístico</i> | <i>Valor-P</i> |
|-------------------------------|--------------------|----------------|
| Estadístico W de Shapiro-Wilk | 0.796639 | 0.00048609 |

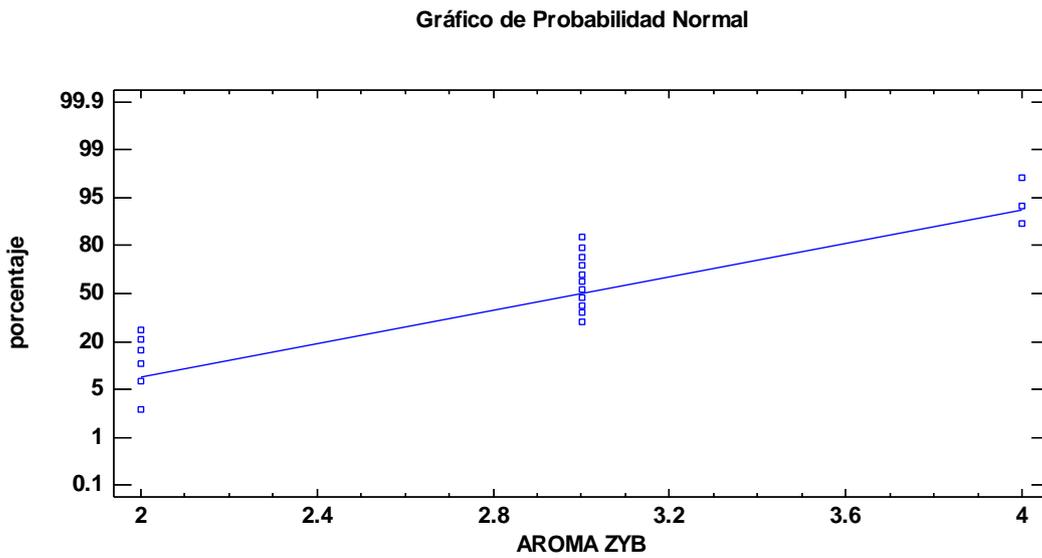


Figura 21. Normalidad de aroma del ZYB

PARA COLOR

Prueba de Normalidad para **color** del ZYB

| <i>Prueba</i> | <i>Estadístico</i> | <i>Valor-P</i> |
|-------------------------------|--------------------|----------------|
| Estadístico W de Shapiro-Wilk | 0.752883 | 0.0000868999 |

Gráfico de Probabilidad Normal

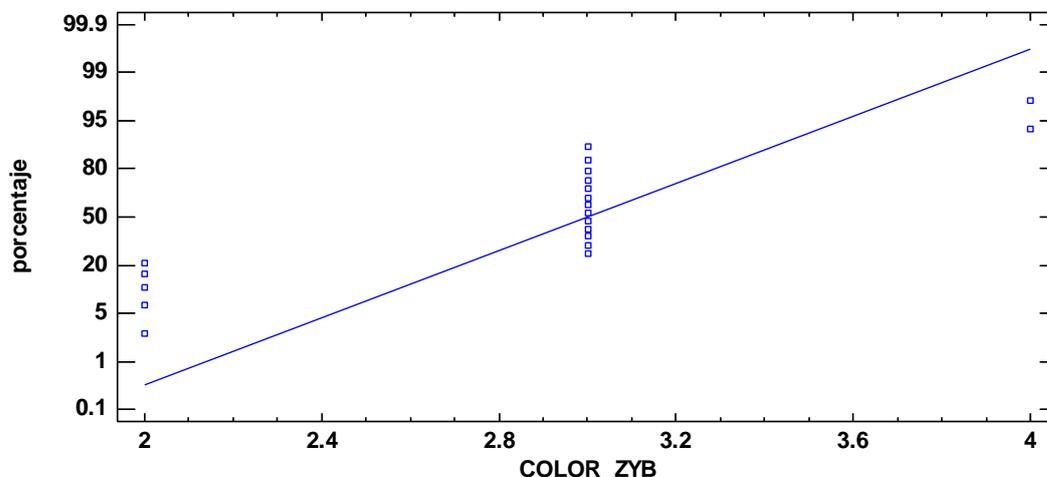


Figura 22. Normalidad para color del ZYB

PARA SABOR

Prueba de Normalidad para **sabor** del ZYB

| <i>Prueba</i> | <i>Estadístico</i> | <i>Valor-P</i> |
|-------------------------------|--------------------|----------------|
| Estadístico W de Shapiro-Wilk | 0.78621 | 0.000319555 |

Gráfico de Probabilidad Normal

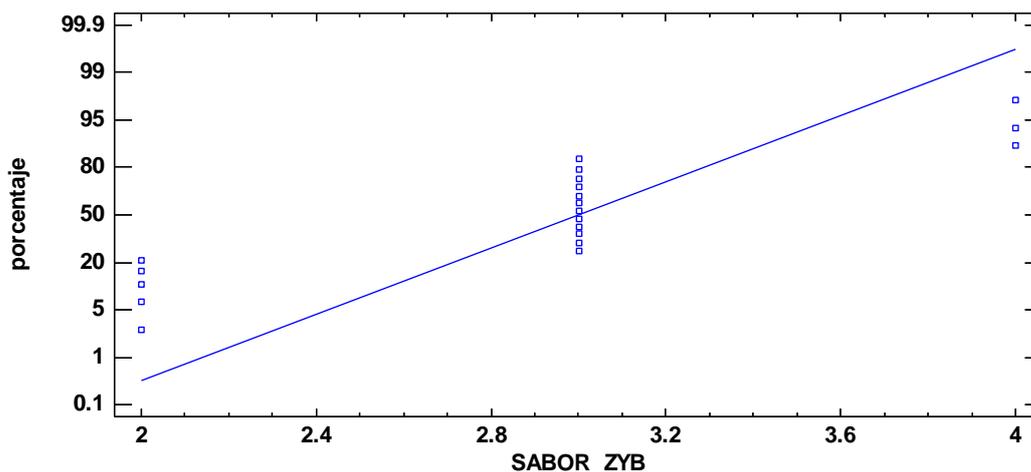


Figura 23. Normalidad para sabor del ZYB

AROMA DE ZUMO AMARILLO

PARA AROMA

Prueba de Normalidad para **aroma** del ZYA

| <i>Prueba</i> | <i>Estadístico</i> | <i>Valor-P</i> |
|-------------------------------|--------------------|----------------|
| Estadístico W de Shapiro-Wilk | 0.796639 | 0.00048609 |

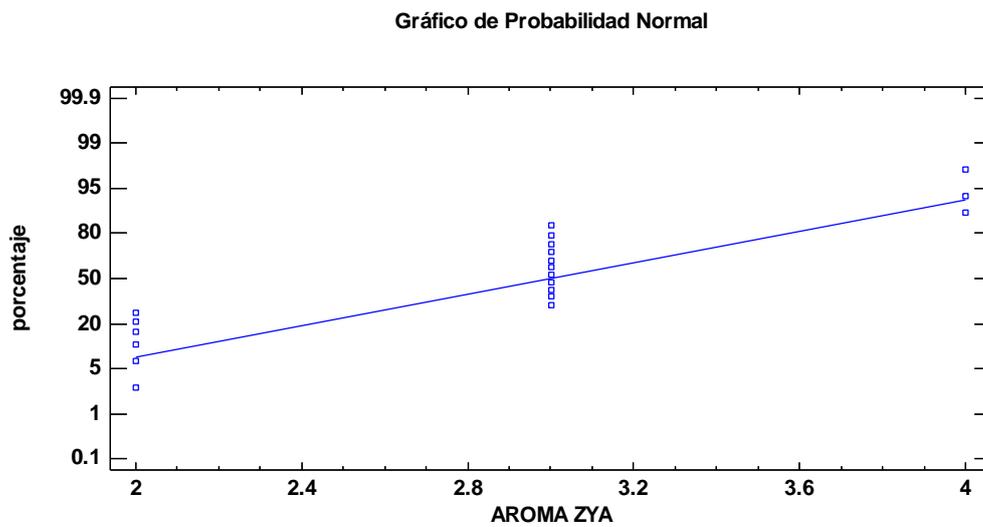


Figura 24. Normalidad para aroma del ZYA

PARA COLOR

Prueba de Normalidad para **color** del ZYA

| <i>Prueba</i> | <i>Estadístico</i> | <i>Valor-P</i> |
|-------------------------------|--------------------|----------------|
| Estadístico W de Shapiro-Wilk | 0.798984 | 0.000534591 |

Gráfico de Probabilidad Normal

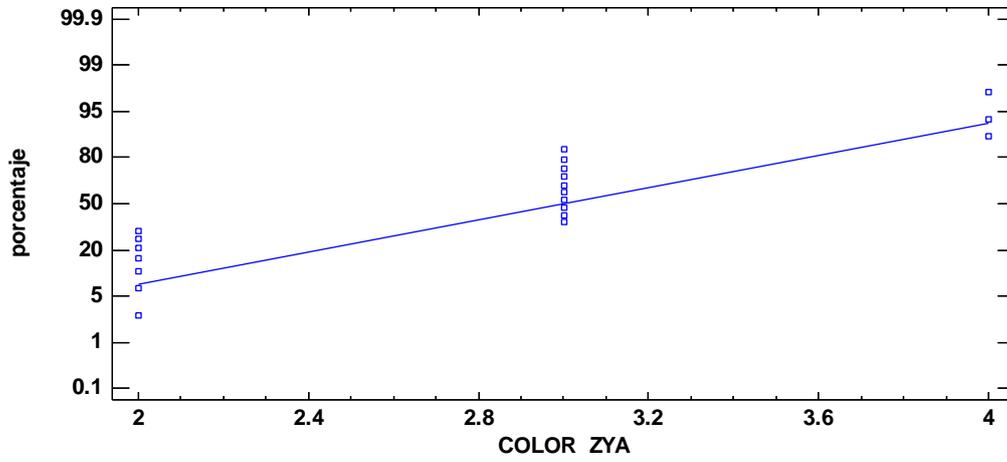


Figura 25. Normalidad para color del ZYA

PARA SABOR

Prueba de Normalidad para **sabor** del ZYA

| Prueba | Estadístico | Valor-P |
|-------------------------------|-------------|-------------|
| Estadístico W de Shapiro-Wilk | 0.758151 | 0.000106362 |

Gráfico de Probabilidad Normal

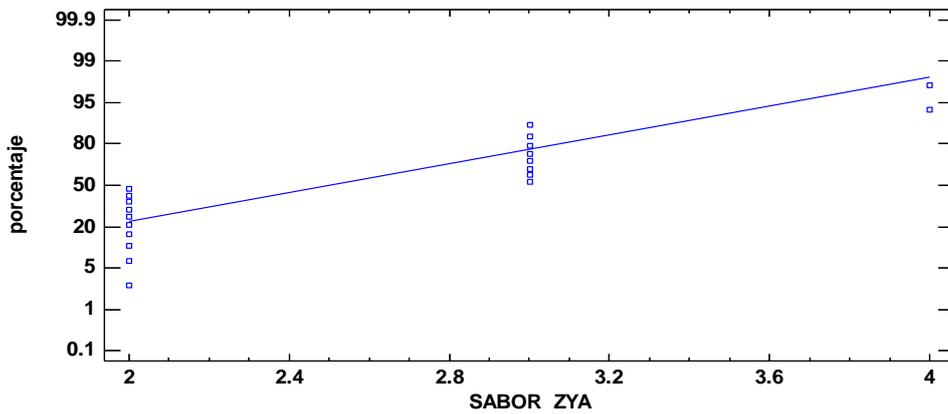


Figura 26. Normalidad para sabor del ZYA

Anexo 23. Resultado estadístico de prueba de Friedman

Para sabor

| Estadísticos | Valor |
|-----------------|-------|
| N | 20 |
| Chi- cuadrado | 0,077 |
| gl | 1 |
| Sig. asintótica | 0,782 |

Para color

| Estadísticos | Valor |
|-----------------|-------|
| N | 20 |
| Chi- cuadrado | 0,111 |
| gl | 1 |
| Sig. asintótica | 0,739 |

Para sabor

| Estadísticos | Valor |
|-----------------|-------|
| N | 20 |
| Chi- cuadrado | 2,250 |
| gl | 1 |
| Sig. asintótica | 0,134 |

Anexo 24. Fotografía del proceso de extracción y análisis del zumo de yacón

Planta de yacón



Yacón



Zumo de yacón blanco



Zumo de yacón amarillo



Análisis de acidez titulable.



Análisis de azúcares reductores



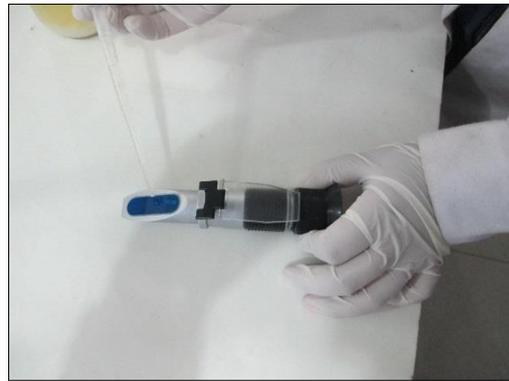
Análisis de la densidad



Análisis de fosfatos



Análisis de solidos solubles



Análisis de solidos totales



Anexo 25. Matriz de Consistencia

| | PROBLEMA | HIPÓTESIS | OBJETIVO | DEFINICIÓN DE OPERACIONES | | | | | | RECOLECCIÓN DE DATOS | |
|----|---|---|--|--------------------------------|--|-------------|----------------------------|---------------|------------------|----------------------|---------------|
| | | | | Variables | Definición conceptual | Dimensiones | Indicador | Valor escalar | Diseño de método | Técnica | Instrumento |
| G | ¿Qué características fisicoquímicas y organolépticas presenta el zumo de dos variedades de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) de la amarilla y blanca? | Las características fisicoquímicas y organolépticas del zumo de dos variedades de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) amarilla y blanca son diferentes. | Determinar y comparar las características fisicoquímicas y organolépticas del zumo de dos variedades de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) amarilla y blanca. | Variedad amarilla y blanca | Contenido de agua o zumo de frutas, tubérculos entre otros. | Líquido | % yacón | ml | Experimental | Líquido | Jarra |
| E1 | ¿Qué características fisicoquímicas presenta el zumo de dos variedades de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) de la amarilla y blanca? | Las características fisicoquímicas del zumo de dos variedades de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) amarilla y blanca son diferentes. | Determinar las características fisicoquímicas del zumo de dos variedades de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) amarilla y blanca. | Características fisicoquímicas | Permiten el analizar de sus características fisicoquímicas de los alimentos o bebidas. | Físicas | pH | Escala | Instrumental | M. Potenciómetro | pH-metro |
| | | | | | | | Acidez titulable | % | Instrumental | M. titulimétrico | |
| | | | | | | | Sólidos solubles | °Brix | Instrumental | M. Gravimétrico | Refractómetro |
| | | | | | | | Densidad | | Instrumental | | Densímetro |
| | | | | | | | Viscosidad | Centipoises | Instrumental | M. viscosímetro | Viscosímetro |
| | | | | | | | Color | Luminosidad | Instrumental | M. CIELAB | Colorímetro |
| | | | | | | Químicas | Minerales (Na, Ca, Mg, k,) | Mg/100g | Descriptivo | Espectrofotometría | Espectrómetro |
| E2 | ¿Qué características organolépticas presenta el zumo de dos variedades de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) de la amarilla y blanca? | Las características organolépticas del zumo de dos variedades de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) amarilla y blanca son diferentes. | Determinar las características organolépticas del zumo de dos variedades de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) amarilla y blanca. | Características organolépticas | Es una prueba de degustación o cata para determinar la calidad del producto. Se usa el olfato, gusto, vista y el tacto | Físico | Aroma | | Sensorial | Escala hedónica | Encuesta |
| | | | | | | | Color | | Sensorial | Escala hedónica | Encuesta |
| | | | | | | | Sabor | | Sensorial | Escala hedónica | Encuesta |