



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



ESCUELA DE INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO AGROINDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Proyecto de investigación
previo a la obtención del título
de Ingeniería Agroindustrial

Proyecto de Investigación

**“ESTUDIO DE PARÁMETROS DE CALIDAD Y CARACTERÍSTICA
SENSORIAL DE DOS VARIEDADES DE PITAHAYA ROSA
(*Hylocereus undatus*), PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus
megalanthus*) PARA SU APLICACIÓN EN PROCESOS
AGROINDUSTRIALES”**

AUTOR

QUIJIJE RENDÓN ANDREINA ELIZABETH

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

JUAN ALEJANDRO NEIRA MOSQUERA PhD.

QUEVEDO - LOS RÍOS - ECUADOR

2021



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Andreina Elizabeth Quijije Rendón**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Andreina Elizabeth Quijije Rendón
C.C. # 1207169150



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ph.D. Juan Alejandro Neira Mosquera**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante, **Andreina Elizabeth Quijije Rendón** realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Estudio de parámetros de calidad y característica sensorial de dos variedades de pitahaya rosa (*Hylocereus undatus*), pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) para su aplicación en procesos agroindustriales**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



Firmado electrónicamente por:
**JUAN ALEJANDRO
NEIRA MOSQUERA**

PhD. Juan Alejandro Neira Mosquera
DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

2021



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Quevedo, 1 de junio del 2021

Ing. Washington Alberto Chiriboga Casanova. MSc.

DECANO DE LA FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

Mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto de investigación cuyo tema es titulado **“Estudio de parámetros de calidad y característica sensorial de dos variedades de pitahaya rosa (*Hylocereus undatus*), pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) para su aplicación en procesos agroindustriales”**, presentado por el estudiante **Andreina Elizabeth Quijije Rendón**, egresada de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Académico de Facultad de Ciencias de la Ingeniería que ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual avala los niveles de originalidad en un 92 % y similitud 8 %, del trabajo investigativo.

Valido este documento para que la estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo con lo que establece el Reglamento.



Por su atención deseo significar mis agradecimientos.
Cordialmente,



Firmado electrónicamente por:
**JUAN ALEJANDRO
NEIRA MOSQUERA**

PhD. Juan Alejandro Neira Mosquera
DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

Título:

“Estudio de parámetros de calidad y característica sensorial de dos variedades de pitahaya rosa (*Hylocereus undatus*), pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) para su aplicación en procesos agroindustriales”

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL
Ing. Flor Marina Fon Fay Vásquez, PhD

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Gina Guapi Alava, Msc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Denisse Zambrano Muñoz, Msc.

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR
2021

AGRADECIMIENTO

A Dios, por la vida y las bendiciones que derrama sobre mí, para poder disfrutar de los logros que son resultados de su ayuda infinita. A mis padres, por el amor, la dedicación y paciencia con la que cada día se preocupaban por el avance y desarrollo de esta tesis.

Gracias a mi esposo y a mi hijo, por su apoyo confiando en mí y en mis expectativas entendiendo los momentos en el que los estudios ocuparon mi tiempo y esfuerzo. A mi hermana, mis sobrinos, tías, primos, por su preocupación de verme realizada como profesional. Al Sr. Edison Espinoza y Maritza Martinez por ser incondicionales conmigo y brindarme una mano amiga cuidando a mi hijo con amor.

Expreso de manera especial mi agradecimiento al Dr. Juan Alejandro Neira Mosquera por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, siendo figura de inspiración y apoyo, involucrandome en distintas fuentes de aprendizaje que han permitido mi crecimiento y desarrollo profesional, considerandolo un gran amigo y maestro por sus sabios consejos desde que recibía clases con él hasta ahora siendo mi tutor de este proyecto de investigación.

A la Carrera de Ingeniería Agroindustrial y su personal docente por los valiosos conocimientos impartidos y a la prestigiosa Universidad Técnica Estatal de Quevedo por brindarme la oportunidad de formarme como profesional.

A la Exportadora “Ecuador Divine” al Ing. Juan Vera y al Sr. Pedro Vera por formar parte de este proyecto brindando las especificaciones y la materia prima para llevar a cabo esta investigación.

Al personal técnico de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP, Dr. Manuel Carrillo, Ing. Juan Carlos Jimenez, Ing. Betty Rivadeneria, Ing. Virginia Moreira, Ing. Gladys Rodriguez por el aporte brindado para la elaboración del presente trabajo.

A mi amigo el Ing. Jhoan Plua por su apoyo en el desarrollo de esta investigación, y mis amigas Dayanara Vásquez, Maria José Vergara, Maria Belén Vergara, Hillary Pastrano y Belen Pazmiño quienes siempre estuvieron dándome ánimo para continuar.

Andreina Elizabeth Quijije Rendón

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación principalmente a Dios, por la vida y por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, Ing. Raúl Quijije MsC. y Lcda. Maritza Rendón que han sabido formarme con buenos valores, principios, perseverancia y empeño, y todo ello de manera desinteresada y lleno de amor.

A mi esposo Josue Espinoza, que sin duda ha sabido estar conmigo en cada paso de mi vida, creíste en mí y sin duda me apoyaste, guiaste y sostuviste cuando más te he necesitado. A mi hijo Santiago por ser mi gran motivación, lo que le da sentido a mi vida para progresar, mi esfuerzo se lo dedico a ustedes.

A mi hermana Ing. Maritza Quijije y mis sobrinos Valentina y David, por el cariño incondicional que me dan en todo momento. A mis queridos tíos Tito, Anita, Karina, Patricia y Gina, y primas Carolina y Zamira por su preocupación y motivación constante.

Dedicado a todas aquellas personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional como ser humano.

Andreina Elizabeth Quijije Rendón

RESUMEN

La investigación tiene por objeto estudiar los parámetros de calidad y característica sensorial de dos variedades de pitahaya rosa (*Hylocereus undatus*), pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) para su aplicación en procesos agroindustriales, se estudió la caracterización de ambas variedades de tres zonas de producción, la elaboración de néctares a distintas concentraciones y la obtención de pulpa liofilizada. Para la evaluación del mejor tratamiento se consideró un balance de materia para el rendimiento de variedades, néctares y liofilización de la fruta, además de evaluación sensorial. En cuanto al desarrollo, se procedió a caracterizar físicamente (diámetro, longitud y peso) además de análisis bromatológicos (°Brix y pH) previamente a la elaboración de néctares y al proceso de liofilización. Para determinar diferencia entre las variedades se empleó modelos estadísticos, utilizando para la caracterización de pitahaya un ANOVA DBCA factorial AxBxC con 3 repeticiones, para la elaboración de néctares un ANOVA DBCA con arreglo AxB con 3 repeticiones, y para el proceso de liofilización un ANOVA con arreglo factorial AxB con 3 repeticiones. Para establecer los efectos entre los niveles de los tratamientos se aplicó una prueba de significación de Tukey ($p < 0.05$), los resultados de los datos fueron analizados mediante distintos paquetes estadísticos “INFOSTAT, STATGRAPHICS” y “STATISTICA”. Se pudo concluir en cuanto a la caracterización de las variedades de pitahaya que existió un mínimo porcentaje de variación en peso (0,76%-2,15%), diámetro (0,24%-0,36%), longitud (0,47%-0,76%), en °Brix (21,72) y pH (5,51), en sí se pudo determinar los mejores resultados en la variedad de pitahaya roja en lo que respecta a néctares: °Brix (12,15), pH (4,25), acidez (0,00038 g/L), absorbancia (3,05) y conductividad eléctrica (1,23 dS/m), además el estudio organoléptico permitió establecer como mejores resultados : relación pulpa: agua 1:3. En el proceso de liofilización presentó mejor resultado la pitahaya roja + grado de madurez comercial considerando: menor % de humedad (0,45%) y mayor % de pérdida de agua (78,22%).

ABSTRACT

The research project aims to study the quality parameters and sensory characteristics of two varieties of pink pitahaya (*Hylocereus undatus*) and yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) for their application in agro-industrial processes, for which the characterization of both was studied. varieties from three production areas, by making nectars at different concentrations and obtaining freeze-dried pitahaya pulp. For the evaluation of the best treatment, a balance of matter is considered to be able to determine the performance of the dragon fruit varieties, as well as the nectars and the freeze-drying of the fruit, in addition to applying a sensory evaluation. Regarding the development of the research, a physical characterization (diameter, length, and weight) was carried out, as well as bromatological analyzes ($^{\circ}$ Brix and pH) prior to the preparation of nectars and the lyophilization process. To determine the difference between the pitahaya varieties, statistical models (experimental designs) were used, using a completely random block ANOVA for the characterization of pitahaya with a factorial arrangement AxBxC with 3 repetitions, for the elaboration of nectars an ANOVA DBCA with arrangement AxB with 3 repetitions, and for the lyophilization process an ANOVA DBCA with factorial arrangement AxB with 3 repetitions. To establish the effects between the treatment levels, a Tukey significance test was applied ($p < 0.05$), the result of the data obtained was analyzed using different statistical packages "INFOSTAT, STATGRAPHICS" and "STATISTICA". Regarding the characterization of the pitahaya varieties, it was possible to conclude that there was a minimum percentage of variation in weight (0.76% -2.15%), diameter (0.24% -0.36%), length (0 , 47% -0.76%), in $^{\circ}$ Brix (21.72) and pH (5.51), if it was possible to determine the best results in the variety of red pitahaya with respect to nectars: $^{\circ}$ Brix (12, 15), pH (4.25), acidity (0.00038 g / L), absorbance (3.05) and electrical conductivity (1.23 dS / m), in addition to the organoleptic study we establish the best results: pulp ratio : water1: 3. In the freeze-drying process the red dragon fruit + degree of commercial maturity presented the best results, considering: lower% humidity (0.45%) and higher% water loss (78.22%).

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
Capítulo 1	iii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
ABSTRACT	xix
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de investigación	4
1.1.1. Planteamiento del problema	4
1.1.2. Formulación del problema	4
1.1.3. Sistematización del problema	5
1.2. Objetivos	6
1.2.1. Objetivo General	6
1.2.2. Objetivos específicos	6
1.3. Justificación	7
1.4. Planteamiento de hipótesis	8
1.4.1. Hipótesis nula	8
1.4.2. Hipótesis alternativa	8
CAPITULO II	9
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	9
2.1. Marco teórico	10
2.1.1. Producción de pitahaya en el Ecuador	10
2.1.2. Clasificación taxonómica de la pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>) y pitahaya rosa (<i>Hylocereus undatus</i>).	11
2.1.3. Generalidades	12
2.1.4. Postcosecha	12
2.1.4.1. Calidad	12

2.1.4.2.	<i>Clasificación</i>	13
2.1.4.3.	<i>Operaciones básicas de acondicionamiento</i>	13
2.1.5.	<i>Características del fruto</i>	15
2.1.6.	<i>Composición química de la pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus) y pitahaya rosa (Hylocereus undatus).</i>	15
2.1.7.	<i>Propiedades y beneficios</i>	16
2.1.8.	<i>Usos de la fruta y derivados</i>	18
2.1.9.	<i>Proceso de liofilización</i>	19
□	<i>Preparación del material</i>	21
□	<i>Congelación del material</i>	22
□	<i>Desecación primaria</i>	22
□	<i>Desecación secundaria</i>	23
2.2.	<i>Marco conceptual</i>	23
2.2.1.	<i>Pitahaya</i>	23
2.2.2.	<i>Néctar de fruta</i>	23
2.2.3.	<i>Requisitos específicos para los néctares de frutas</i>	24
2.2.4.	<i>Liofilización</i>	24
2.2.5.	<i>Grado de madurez</i>	24
2.2.5.1.	<i>Madurez fisiológica</i>	25
2.2.5.2.	<i>Madurez comercial</i>	25
2.3.	<i>Marco referencial</i>	25
2.3.1.	<i>Caracterización fisicoquímica y proximal del fruto de pitahaya amarilla [Selenicereus megalanthus] cultivada en Colombia</i>	25
2.3.2.	<i>Elaboración de néctar de pitahaya (Selenicereus megalanthus) con piña (Ananas comous) y maracuyá (Passiflora edulis) y su efecto en las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas</i>	26
2.3.3.	<i>Pitahaya (Hylocereus spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos</i>	27
2.3.4.	<i>Evaluación del proceso de liofilización en banana (musa x paradisíaca) como tecnología de transformación alimentaria” (evaluation of freeze-drying process in banana (musa x paradisíaca) as food processing technology)</i>	27
	CAPITULO III	29
	MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	29
3.1.	<i>Localización</i>	30
3.2.	<i>Tipo de investigación</i>	30
3.2.1.	<i>Investigación experimental</i>	30
3.2.2.	<i>Investigación analítica</i>	30
3.2.3.	<i>Investigación bibliográfica</i>	30

3.3. Métodos de investigación	31
3.3.1. Método deductivo-Inductivo	31
3.3.2. Método analítico	31
3.4. Fuentes de recopilación de información	31
3.5. Diseño de la investigación	31
3.5.1. Factores de estudio	32
3.5.2. Tratamientos	33
3.5.3. Variables del estudio	35
3.5.3.1. Variables de estudio para la caracterización de dos variedades de pitahaya <i>Selenicereus megalanthus</i> (pitahaya amarilla), pitahaya <i>Hylocereus undatus</i> (pitahaya rosa)	35
3.5.3.2. Variables de estudio para la caracterización de néctares	35
3.5.3.3. Proceso de liofilización	36
3.6. Instrumentos de investigación	36
3.6.1. Manejo del experimento	36
3.6.1.1. Caracterización de la pitahaya	36
3.6.1.2. Elaboración de néctar de pitahaya	36
3.6.1.3. Diagrama de flujo de elaboración de néctar de pitahaya	38
3.6.1.4. Proceso de liofilización	39
3.6.2. Análisis físico-químicos (caracterización de pitahaya)	41
Peso	41
Diámetro y Longitud	41
° Brix	42
pH	42
3.6.3. Análisis fisicoquímicos (néctar de pitahaya)	42
°Brix	42
pH	42
Acidez	43
Absorbancia	43
Conductividad eléctrica	44
3.6.4. Análisis para el proceso de liofilización	44
Humedad	44
3.7. Tratamientos de los datos	45
3.8. Recursos humanos y materiales	45
CAPITULO IV	46
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46

4.5. Análisis del rendimiento mediante balance de materiales para identificar su factibilidad en la industria.	85
4.5.1. Rendimiento mediante balance de materiales para identificar la factibilidad de las variedades de pitahaya en relación con las zonas de producción (Vinces, Balzar, Rocafuerte)	85
$\text{Rendimiento} = \frac{1021\text{g}}{2047\text{ g}} \times 100\%$	85
$\text{Rendimiento} = 49,88\%$	85
$\text{Rendimiento} = \frac{1312\text{ g}}{2187\text{ g}} \times 100\%$	85
□ a1b0	85
□ Aob1	92
4.5.3. Rendimiento del proceso de liofilización	93
$\text{Rendimiento} = \frac{\text{gramos producto liofilizado}}{\text{gramos de fruta inicial}} \times 100\%$	93
□ a0b0	93
$\text{Rendimiento} = \frac{78,73\text{ g}}{200\text{ g}} \times 100\%$	93
$\text{Rendimiento} = 39,37\%$	93
□ a0b1 $\text{Rendimiento} = \frac{70,66\text{ g}}{200\text{ g}} \times 100\%$	93
4.6. DISCUSIÓN	94
4.6.1. Respecto a los resultados obtenidos de análisis Físico-químicos para la Caracterización de pitahaya	94
4.6.1.1. Variedades de pitahaya (Factor A)	94
4.6.1.2. Zonas de producción (Factor B)	94
4.6.1.3. Partes del fruto (Factor C)	95
4.6.1.4. Variedades de pitahaya* Zonas de producción* Partes del fruto (Interacción A*B*C)	95
4.6.2. Respecto a los resultados obtenidos de análisis físico-químicos del néctar de pitahaya	96
4.6.2.1. Variedades de pitahaya (Factor A)	96
4.6.2.2. Relación Pulpa: Agua (Factor B)	97
4.6.2.3. Variedades de pitahaya * Relación Pulpa: Agua (Interacción A*B)	98
4.6.3. Respecto a los resultados obtenidos de análisis fisicoquímicos del proceso de liofilización	99
4.6.3.1. Variedades de pitahaya (Factor A)	99
4.6.3.2. Grado de madurez (Factor B)	100
4.6.3.3. Variedad de pitahaya * grado de madurez (Interacción A*B)	100
CAPITULO V	102
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	102

5.1. CONCLUSIONES	103
CAPITULO VI	105
BIBLIOGRAFIA	105
CAPITULO VI	110
ANEXOS	110

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación taxonómica de la pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>) y pitahaya rosa (<i>Hylocereus undatus</i>)	11
Tabla 2 Composición química de la pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>) y pitahaya rosa (<i>Hylocereus undatus</i>)	15
Tabla 3 Factores de estudio para la caracterización de la pitahaya.....	32
Tabla 4 Factores de estudio para la caracterización de néctares	32
Tabla 5 Factores de estudio para el proceso de liofilización	33
Tabla 6 Factores de estudio para la caracterización de la pitahaya.....	33
Tabla 7 Factores de estudio para la caracterización de néctares	34
Tabla 8 Factores de estudio para el proceso de liofilización	34
Tabla 9 Mediciones experimentales del estudio de parámetros de calidad y característica sensorial de pitahaya <i>Hylocereus undatus</i> (pitahaya rosa), <i>Selenicereus megalanthus</i> (pitahaya amarilla).	35
Tabla 10 Mediciones experimentales del estudio de parámetros de calidad y característica sensorial de néctares de pitahaya.....	35
Tabla 11 Mediciones experimentales del estudio de parámetros de calidad y característica sensorial de pitahaya liofilizada.....	36
Tabla 12 Recursos humanos, materia prima, materiales y equipos de laboratorio utilizados en la caracterización de la pitahaya, elaboración de néctares y proceso de liofilización.....	45
Tabla 13. Análisis descriptivo del peso (g) de dos variedades de pitahayas de diferentes localidades con el transcurso de cinco días	49
Tabla 14. Análisis descriptivo del diámetro (cm) de dos variedades de pitahayas de diferentes localidades con el transcurso de cinco días.....	50
Tabla 15. Análisis descriptivo de la longitud (cm) de dos variedades de pitahayas de diferentes localidades con el transcurso de cinco días.....	51
Tabla 16. Análisis de varianza para °Brix de la pitahaya.....	52
Tabla 17. Análisis de varianza para el pH de la pitahaya.....	53
Tabla 18. Medias de resultados de análisis químicos de pitahaya, variedades (Factor A)	54
Tabla 19. Medias de resultados de análisis químicos de la pitahaya, zonas de producción (Factor B).....	55

<i>Tabla 20. Medias de resultados de análisis químicos de pitahaya, parte del fruto (Factor C)</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 21. Medias de resultados de análisis químicos de la fruta, variedades de pitahaya + zona de producción + parte del fruto (Interacción A*B*C)</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 22. Análisis de varianza para °Brix del néctar de pitahaya</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 23. Análisis de varianza para pH del néctar de pitahaya</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 24. Análisis de varianza para Acidez del néctar de pitahaya.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 25. Análisis de varianza para Absorbancia del néctar de pitahaya.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 26. Análisis de varianza para conductividad eléctrica del néctar de pitahaya</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 27. Medias de resultados de análisis fisicoquímicos del néctar de pitahaya, variedades (Factor A)</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 28. Medias de resultados de análisis fisicoquímicos del néctar de pitahaya, Relación Pulpa:Agua (Factor B)</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 29. Medias de resultados de análisis fisicoquímicos del néctar de pitahaya, variedades de pitahaya + Relación Pulpa: Agua (Interacción A*B).....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 30. Análisis de varianza para el atributo color</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 31. Análisis de varianza para el atributo olor</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 32. Análisis de varianza para el atributo sabor.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 33. Análisis de varianza para el atributo consistencia.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 34. Análisis de varianza para el atributo consistencia.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 35. Análisis de varianza para % de pérdida de agua</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 36. Análisis de varianza para % de humedad</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 37. Medias de resultados de análisis fisicoquímicos de la pitahaya liofilizada, variedades (Factor A)</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 38. Medias de resultados de análisis fisicoquímicos de la pitahaya liofilizada, grados de madurez (Factor B).....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 39. Medias de resultados de análisis fisicoquímicos de la pitahaya liofilizada, variedades de pitahaya + el grado de madurez (Interacción A*B).....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 40. Análisis de varianza para el atributo color</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 41. Análisis de varianza para el atributo sabor.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 42. Análisis de varianza para el atributo aroma</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 43. Análisis de varianza para el atributo aspecto.....</i>	<i>84</i>

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas del proceso de liofilización	21
Figura 2 Diagrama de flujo de elaboración de néctar de pitahaya	38
Figura 3. Pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>) grado de madurez fisiológico	39
Figura 4. Pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>) grado de madurez comercial	39
Figura 5. Pitahaya rosa (<i>Hylocereus undatus</i>) grado de madurez fisiológico.....	40
Figura 6. Pitahaya rosa (<i>Hylocereus undatus</i>) grado de madurez comercial	40
Figura 7. Coloración de la variedad de pitahaya amarilla en diferentes estados de madurez.....	47
Figura 8. Coloración de la variedad de pitahaya roja en diferentes estados de madurez	48
Figura 9. Gráfico de medias del peso de las pitahayas considerando la variedad y la localidad	50
Figura 10. Gráfico de medias del diámetro de las pitahayas considerando la variedad y la localidad	51
Figura 11. Gráfico de medias de la longitud de las pitahayas considerando la variedad y la localidad	52
Figura 12. Diagramas de cajas y bigotes de análisis químicos de pitahaya, variedades (Factor A).....	54
Figura 13. Diagramas de cajas y bigotes de análisis químicos de pitahaya, zonas de producción (Factor B)	55
Figura 14. Diagramas de cajas y bigotes de análisis químicos de pitahaya, parte del fruto (Factor C).....	56
Figura 15. Diagramas de cajas y bigotes de análisis químicos de la fruta variedades de pitahaya + zona de producción + parte del fruto (Interacción A*B*C)	57
Figura 16. Diagramas de cajas y bigotes de análisis fisicoquímicos del néctar de pitahaya, variedades (Factor A)	62
Figura 17. Diagramas de cajas y bigotes de análisis fisicoquímicos del néctar de pitahaya, Relación Pulpa:Agua (Factor B)	64
Figura 18. Diagramas de cajas y bigotes de análisis fisicoquímicos del néctar de pitahaya, variedades de pitahaya + Relación Pulpa: Agua (Interacción A*B)	66
Figura 19. Resultado de evaluación del color de néctar de pitahaya	70
Figura 20. Resultado de evaluación del olor de néctar de pitahaya.....	71
Figura 21. Resultado de evaluación del sabor de néctar de pitahaya	72

Figura 22. Resultado de evaluación del color de néctar de pitahaya	73
Figura 23. Resultado de evaluación del color de néctar de pitahaya	74
Figura 24. Diagramas de cajas y bigotes de análisis fisicoquímicos de la pitahaya liofilizada, variedades (Factor A).....	76
Figura 25. Diagramas de cajas y bigotes de análisis fisicoquímicos de la pitahaya liofilizada, Relación grados de madurez (Factor B).....	77
Figura 26. Diagramas de cajas y bigotes de análisis fisicoquímicos de la pitahaya liofilizada, variedades de pitahaya + grado de madurez (Interacción A*B)	79
Figura 27. Resultado de evaluación del color de la pitahaya liofilizada.....	81
Figura 28. Resultado de evaluación del sabor de la pitahaya liofilizada	82
Figura 29. Resultado de evaluación del aroma de la pitahaya liofilizada	83
Figura 30. Resultado de evaluación del aspecto de la pitahaya liofilizada.....	84

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“ESTUDIO DE PARÁMETROS DE CALIDAD Y CARACTERÍSTICA SENSORIAL DE DOS VARIEDADES DE PITAHAYA ROSA (<i>Hylocereus undatus</i>), PITAHAYA AMARILLA (<i>Selenicereus megalanthus</i>) PARA SU APLICACIÓN EN PROCESOS AGROINDUSTRIALES”			
Autor:	Quijije Rendón Andreina Elizabeth			
Palabras clave:	Caracterización	Pitahaya	Liofilización	Néctar
Editorial:	Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2021			
	RESUMEN La investigación tiene por objeto estudiar los parámetros de calidad y característica sensorial de dos variedades de pitahaya rosa (<i>Hylocereus undatus</i>), pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>) para su aplicación en procesos agroindustriales, se estudió la caracterización de ambas variedades de tres zonas de producción, la elaboración de néctares a distintas concentraciones y la obtención de pulpa liofilizada. Para la evaluación del mejor tratamiento se consideró un balance de materia para el rendimiento de variedades, néctares y liofilización de la fruta, además de evaluación sensorial. En cuanto al desarrollo, se procedió a caracterizar físicamente (diámetro, longitud y peso) además de análisis bromatológicos (°Brix y pH) previamente a la elaboración de néctares y al proceso de liofilización. Para determinar diferencia entre las variedades se empleó modelos estadísticos, utilizando para la caracterización de pitahaya un ANOVA DBCA factorial AxBxC con 3 repeticiones, para la elaboración de néctares un ANOVA DBCA con arreglo Ax B con 3 repeticiones, y para el proceso de liofilización un ANOVA con arreglo factorial Ax B con 3 repeticiones. Para establecer los efectos entre los niveles de los tratamientos se aplicó una prueba de significación de Tukey ($p < 0.05$), los resultados de los datos fueron analizados mediante distintos paquetes estadísticos “INFOSTAT, STATGRAPHICS” y “STATISTICA”. Se pudo concluir en cuanto a la caracterización de las variedades de pitahaya que existió un mínimo porcentaje de variación en peso (0,76%-2,15%), diámetro (0,24%-0,36%), longitud (0,47%-0,76%), en °Brix (21,72) y pH (5,51), en sí se pudo determinar los mejores resultados en la variedad de pitahaya roja en lo que respecta a néctares: °Brix (12,15), pH (4,25), acidez (0,00038 g/L), absorbancia (3,05) y conductividad eléctrica (1,23 dS/m), además el estudio organoléptico permitió establecer como mejores resultados : relación pulpa: agua 1:3. En el proceso de liofilización presentó mejor resultado la pitahaya roja + grado de madurez comercial considerando: menor % de humedad (0,45%) y mayor % de pérdida de agua (78,22%). ABSTRACT The research project aims to study the quality parameters and sensory characteristics of two varieties of pink pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>) and yellow pitahaya (<i>Selenicereus megalanthus</i>) for their application in agro-industrial processes, for which the characterization of both was studied. varieties from three production areas, by making nectars at different concentrations and obtaining freeze-dried pitahaya pulp. For the evaluation of			

	the best treatment, a balance of matter is considered to be able to determine the performance of the dragon fruit varieties, as well as the nectars and the freeze-drying of the fruit, in addition to applying a sensory evaluation. Regarding the development of the research, a physical characterization (diameter, length, and weight) was carried out, as well as bromatological analyzes ($^{\circ}$Brix and pH) prior to the preparation of nectars and the lyophilization process. To determine the difference between the pitahaya varieties, statistical models (experimental designs) were used, using a completely random block ANOVA for the characterization of pitahaya with a factorial arrangement AxBxC with 3 repetitions, for the elaboration of nectars an ANOVA DBCA with arrangement AxB with 3 repetitions, and for the lyophilization process an ANOVA DBCA with factorial arrangement AxB with 3 repetitions. To establish the effects between the treatment levels, a Tukey significance test was applied ($p < 0.05$), the result of the data obtained was analyzed using different statistical packages "INFOSTAT, STATGRAPHICS" and "STATISTICA". Regarding the characterization of the pitahaya varieties, it was possible to conclude that there was a minimum percentage of variation in weight (0.76% -2.15%), diameter (0.24% -0.36%), length (0 , 47% -0.76%), in $^{\circ}$Brix (21.72) and pH (5.51), if it was possible to determine the best results in the variety of red pitahaya with respect to nectars: $^{\circ}$Brix (12, 15), pH (4.25), acidity (0.00038 g / L), absorbance (3.05) and electrical conductivity (1.23 dS / m), in addition to the organoleptic study we establish the best results: pulp ratio : water1: 3. In the freeze-drying process the red dragon fruit + degree of commercial maturity presented the best results, considering: lower% humidity (0.45%) and higher% water loss (78.22%).
Descripción:	154 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm
URI:	

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, las diversas especies de “Pitahaya” definidas por el Código Internacional de Nomenclatura Botánica, son conocidas como frutas exóticas que cuando llegan a su madurez, la cáscara puede mostrar el color amarillo, rojo, rosado y/o violáceo; mientras que, en su interior la pulpa exhibe el color blanco, rojo o amarillo, conteniendo diminutas semillas negras en abundancia, según la especie. Por lo general son cactus que pertenecen a la familia Cactaceae o cactácea, unas tienen apariencia arbórea (tallos fuertes y columnares), y otras de crecimiento trepador (tallos flexibles, largos y triangulares) y prosperan especialmente en zonas semiáridas [1].

Las frutas de Pitahaya que comúnmente se cultivan en la costa ecuatoriana, son: La “Pitahaya roja, rosada o rosa” (*Hylocereus undatus*, R. Haworth, 1918) sin espina en los frutos, pero con brácteas; y la “Pitahaya amarilla” (*Selenicereus megalanthus*, K. Schum., 1953), que tiene frutos con espinas; pero ambas especies de Pitahaya se caracterizan por ser trepadoras. Sus frutos contienen un 90% de agua y almacenan un alto contenido de azúcar, son ricas en fibras y presentan bajas calorías; además proveen importantes minerales como hierro, calcio, fósforo y potasio, así como infinidad de vitaminas C, E y B (B1, B2, B3), ayudan a incrementar los glóbulos rojos y por ende a fortalecer el sistema inmunológico [2].

Por su valor energético 50 kcal / fruta, es considerada una fruta de muy alta importancia, pues los beneficios de la pitahaya se asocian al retraso del envejecimiento, mejoramiento del sistema inmunológico, disminuye el estreñimiento y fortalecimiento de los dientes y huesos [3].

Según Huachi [1], originalmente en el país se ha cultivado algunas especies de “Pitahayas” introducidas desde Colombia; pero hace varios años el Banco Central del Ecuador (2015), reportó una de ellas, la cual fue recolectada en un sector del cantón Palora, ubicada al noroccidente de la provincia de Morona Santiago, relatándose que la recolección botánica se encuentra en el cantón Nanegal, provincia de Pichincha, y las muestras de esta planta fueron identificadas y certificadas en el Herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), quienes señalan que la especie es *Stenocereus queretaroensis*. Actualmente este cultivo cubre una superficie promedio de 50 ha a nivel nacional [1].

Sin embargo, dada la falta de información local, la actual investigación planteó el estudio de algunos parámetros de calidad y característica sensorial en los dos tipos de Pitahaya (P. rosa y P. amarilla) de crecimiento trepador, con el propósito de identificar su aplicación para los procesos agroindustriales del entorno, tomando en cuenta sus múltiples beneficios y características organolépticas, tales como: Apariencia, textura, sabor y aroma. Las variedades en estudio provinieron de distintas zonas de influencia de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y pertenecen a tres provincias dedicadas a la producción, en este caso Vinces (Los Ríos), Balzar (Guayas) y Rocafuerte (Manabí) en donde se realizó los trabajos de caracterización físico-químico, elaboración y evaluación de néctares a distintas formulaciones en función de la relación pulpa : agua, así como el grado de madurez (comercial y fisiológico) de los dos tipos de Pitahayas durante el proceso de liofilización como método de conservación para estas frutas.

CAPITULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

La fruta dragón más conocida como pitahaya, como cualquier otro fruto cumple con diversas características organolépticas al ser una fruta exótica y atrayente por su color rojo tentación, aunque hay también una versión amarilla, además de su carnosidad expide un olor muy agradable, y alberga abundantes y diminutas semillas, las cuales son favorables para la elaboración de productos agroindustriales, debido a su contenido de antioxidantes, mucílagos, ácido ascórbico, fenoles, vitamina C, también contiene vitaminas del grupo B, minerales como calcio, fósforo, hierro, y tiene alto contenido en agua y posee proteína vegetal y fibra soluble; las semillas, que son comestibles, contienen ácidos grasos beneficiosos y una de sus propiedades más destacadas es su acción antiinflamatoria y antioxidante, por todo ello la OMS recomienda su consumo. Sin embargo, el poco estudio de sus características fisicoquímicas realizado en el país para su posterior aprovechamiento de las dos variedades existentes, no ha permitido la transformación industrial como nuevas alternativas para el sector agropecuario. Considerando que en la actualidad la sociedad está adquiriendo nuevas tendencias alimentarias, debido a factores relacionados con enfermedades modernas asociados con hábitos alimentarios, esto ha convertido al consumidor en más exigente en demandar productos que además de ser innovadores aporten con múltiples beneficios para su salud. En Ecuador existen pocas alternativas de conservación que permita al productor mejorar sus ingresos, por ello es necesario el estudio de las características fisicoquímicas de las dos variedades para aplicar el proceso de liofilización como método de conservación el cual uno de sus mayores beneficios será mantener las propiedades nutricionales de la fruta.

1.1.2. Formulación del problema

El desconocimiento de los parámetros de calidad y característica sensorial de las dos variedades de pitahaya rosa (*Hylocereus undatus*), pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) no permite su industrialización para incrementar valor al producto.

1.1.3. Sistematización del problema

¿Cuáles son las zonas de mayor producción de pitahaya en el Ecuador?

¿Qué influencia tiene la utilización de las dos variedades de pitahaya *Hylocereus undatus* (pitahaya rosa), *Selenicereus megalanthus* (pitahaya amarilla) en la elaboración de néctares aplicando dos tipos de concentraciones?

¿De qué manera incide el grado de madurez de las dos variedades de pitahaya *Hylocereus undatus* (pitahaya rosa), *Selenicereus megalanthus* (pitahaya amarilla) para el proceso de liofilización?

¿Cuáles son los parámetros físicos de las dos variedades de pitahaya *Hylocereus undatus* (pitahaya rosa), *Selenicereus megalanthus* (pitahaya amarilla) y sus posteriores procesos en la elaboración de néctares y liofilización?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Estudiar los parámetros de calidad y característica sensorial de dos variedades de pitahaya pitahaya rosa (*Hylocereus undatus*), pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) para su posterior aplicación en procesos agroindustriales

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar la caracterización físico químico de dos variedades de pitahaya *Hylocereus undatus* (pitahaya rosa), *Selenicereus megalanthus* (pitahaya amarilla) considerando tres zonas de producción (Vinces, Balzar y Rocafuerte)
- Analizar la incidencia de tres formulaciones en concentraciones de pulpa y agua de las variedades estudiadas para la obtención de néctares
- Establecer el proceso de liofilización considerando el grado de madurez (fisiológica y comercial) de las dos variedades de pitahaya *Hylocereus undatus* (pitahaya rosa), *Selenicereus megalanthus* (pitahaya amarilla)
- Determinar rendimiento mediante balance de materiales para identificar su factibilidad en la industria

1.3. Justificación

La pitahaya de las variedades: *Hylocereus undatus* (pitahaya rosa) y *Selenicereus megalanthus* (pitahaya amarilla), en estudio presentan gran productividad en el Ecuador, debido a su rentabilidad y demanda en mercados regionales e internaciones, además de sus múltiples propiedades con las que cuenta el fruto, brinda en la actualidad nuevas alternativas para su aprovechamiento en el sector agroindustrial, ya que presenta un alto contenido de agua y carbohidratos, además se le reconocen propiedades medicinales importantes como: regulación de la presión arterial, ya que la pulpa de esta deliciosa fruta contiene una sustancia denominada captina el cual actúa en el organismo como tonificante cardiaco; su valor energético y su contenido de hierro es más elevado que en la mayoría de las verduras; éste último favorece a la producción de glóbulos rojos, recomendable así en casos de desnutrición o descompensaciones de hierro; sin dejar de lado su alto contenido de °Brix que le confiere un potencial comercial y agroindustrial para el procesamiento de la pulpa (congelamientos, deshidratación, fermentación, entre otros) o la producción de alimentos procesados (mermeladas, almíbar, dulces, néctares, helados, entre otros).

En la actualidad, los consumidores se inclinan por la tendencia de alimentos que aporten múltiples beneficios nutricionales, tal es el caso del consumo de productos que incluyen este fruto, buscando en ellos las mejores características para beneficio de su salud. El consumidor alcanzará su gratificación al obtener un producto de calidad, sin observar tanto el precio.

El presente trabajo de investigación se realizó con el fin de establecer de manera clara, el estudio de parámetros de calidad y características sensoriales de dos variedades de pitahaya para su aplicación en procesos agroindustriales, considerando si estas variedades varían significativamente en tres zonas de producción: Vines, Balzar y Rocafuerte, en sus características físico químicas, además de su aplicación en la elaboración de néctares a distintas concentraciones en relación de pulpa y agua, ya que en la actualidad el mercado de bebidas funcionales que encierran néctares, jugos, aguas saborizadas, refrescos y más, ha crecido de una forma acelerada; los consumidores ahora no solo se conforman con ingerir bebidas refrescantes, sino que también buscan una fuente de alimentos nutritiva y natural; además se realiza este estudio para evaluar el grado de madurez fisiológico y comercial de la fruta para el proceso de liofilización como método de conservación en la que se pretende principalmente mantener sus propiedades nutricionales.

1.4. Planteamiento de hipótesis

1.4.1. Hipótesis nula

Ho. - Las variedades de pitahaya amarilla y rosa no influyen en el estudio de su caracterización.

Ho. – Las zonas de producción como son Vines, Balzar y Rocafuerte no influyen en el estudio de caracterización.

Ho. - Las variedades de pitahaya amarilla y rosa no influyen en los resultados finales de néctares.

Ho. – Los diferentes tipos de concentración no influyen en los resultados finales de néctares.

Ho. - Las variedades de pitahaya amarilla y rosa no influyen en los resultados finales para el proceso de liofilización.

Ho. – Los tipos de madurez fisiológica y comercial no influyen en los resultados finales para el proceso de liofilización.

1.4.2. Hipótesis alternativa

Ha.- Las variedades de pitahaya amarilla y rosa influyen en el estudio de su caracterización.

Ha.- Las zonas de producción como son Vines, Balzar y Rocafuerte influyen en el estudio de caracterización.

Ha.- Las variedades de pitahaya amarilla y rosa influyen en los resultados finales de néctares.

Ha.- Los diferentes tipos de concentración influyen en los resultados finales de néctares.

Ha.- Las variedades de pitahaya amarilla y rosa influyen en los resultados finales para el proceso de liofilización.

Ha.- Los tipos de madurez fisiológica y comercial influyen en los resultados finales para el proceso de liofilización.

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco teórico

2.1.1. Producción de pitahaya en el Ecuador

Los orígenes del cultivo de pitahaya comenzaron hace 10 años en el sector noroccidente de la provincia de Pichincha, pero en el Ecuador apenas inició su producción. Luego surgió una variedad de la pitahaya en el oriente ecuatoriano, que se diferenciaba de la anterior; presentando mejores características como: mayor peso, mas pulpa, mas grados brix y su apariencia mejorada en relación a la fruta procedente de Colombia [4].

En Ecuador la producción de pitahaya, conocida comúnmente como “fruta del dragón”, es cambiante cada año, existen dos temporadas con cosecha más alta; una se da entre los meses de febrero y marzo, mientras que la segunda entre los meses de julio y agosto. Teniendo en cuenta la estacionalidad de la cosecha de la fruta por los cambios que hay en la demanda, habrá escasez y en ocasiones exceso de oferta [4].

En el Oriente ecuatoriano, los meses de mayor cosecha son en febrero y marzo, obteniendo casi el 60% de producción anual, mientras que en los meses de junio, septiembre, noviembre, y los primeros días de diciembre, su producción apenas es del 40% [4].

La pitahaya en la región Sierra ha mantenido problemas en cuanto a expansión de tierras para su cultivo, ya que la zona es alta y por lo tanto es difícil para sembrar. Las áreas de mayor densidad de hectáreas labradas se encuentran en el oeste de la provincia de Pichincha, aproximadamente con 70000 has., siendo así una de las limitantes más importantes del Ecuador [4].

A inicios del año 2002 se fundó la Asociación de Productores de Pitahaya del Ecuador (APPE) y en el año 2005 se efectuaron las primeras exportaciones de la fruta hacia el mercado exterior. Para el 2015, la pitahaya paloreña ya se incluye en la canasta de productos de exportación del Ecuador hacia otros países del mundo, marcando un notorio crecimiento en 28 países que importan la fruta. Ya en el año 2019, el cultivo de la pitahaya superó los \$35,3 millones de dólares favorablemente [5].

En el 2005 la fruta de la pitahaya entró con gran acogida al mercado mundial. En la actualidad, la fruta del dragón es un producto insólito con gran aportación en las exportaciones no tradicionales del país [5].

Estados Unidos, en el año 2019 importó 3.267,83 toneladas métricas (Tm) de pitahaya, volviéndose así, el principal importador de la fruta en tan solo 3 años, imponiéndose a Hong Kong que hasta el año 2018 era quien compraba esta fruta [5].

Existen tres países pioneros en consumir la fruta del dragón, tales como: Asia (42%), Estados Unidos (50,6%) y Europa (4,1%). Debido a que la fruta de la pitahaya es exótica, se pretende ingresar con mayor productividad y rendimiento en China y Rusia, para así ganar nuevos mercados. En Ecuador, el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), ahora MAG, en conjunto con otras instituciones y multinacionales continúan en la búsqueda de obtener una mayor difusión [5].

En el Banco Central del Ecuador, según sus datos oficiales, reflejan una cantidad significativa de exportación al año (\$45 millones de dólares); en primer lugar se encuentra el banano y plátano, luego se posesiona la pitahaya como la segunda fruta de exportación, ganándole en un corto plazo al mango. Si adicionalmente se suman \$35 millones, en una perspectiva justa, esto permitirá las exportaciones a Perú y Colombia, entonces el negocio total de esta industria intensiva en mano de obra alcanzará los \$80 millones de dólares, incluso mas [6].

2.1.2. Clasificación taxonómica de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y pitahaya rosa (*Hylocereus undatus*).

Tabla 1 Clasificación taxonómica de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y pitahaya rosa (*Hylocereus undatus*)

Pitahaya amarilla		Pitahaya rosa	
Reino:	Plantae	Reino:	Plantae
División:	Magnoliophita	División:	Magnoliophita
Clase:	Magnoliopsida	Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Caryophyllale	Orden:	Caryophyllale
Familia:	Cactaceae – cactácea	Familia:	Cactaceae – cactácea
Género:	Selenicereus	Género:	Hylocreea
Especie:	Megalanthus	Especie:	Undatus
Tribu:	Hylocereeae	Tribu:	Hylocereeae
Categoría	Fruta	Categoría	Fruta
Nombre científico:	Selenicereus megalanthus	Nombre científico:	Hylocereus undatus

Fuente: [7]

2.1.3. Generalidades

- **Raíz.** - La fruta tiene dos tipos de raíz que tienen la función de absorber fluidos, estos son: raíces primarias y secundarias. Las raíces primarias están ubicadas dentro del suelo, y a su vez forman mantos de raicillas encajando en el suelo; y las raíces secundarias, son aquellas que se manifiestan fuera del suelo [8].

- **Tallo.**- La fruta de la pitahaya presenta una peculiar diferencia en su tallo, puesto que abarca mucha agua, manifiesta grosor en su parte externa y se acomoda a climas desérticos o extremos, además contiene diminutos orificios o estomas hundidos [8].

Un dato importante es que manifiesta la presencia de mucílagos, y a su vez, ésta ayuda a controlar la disminución de agua. Otra característica de los tallos es que pueden llegar a medir casi dos metros de largo, no contienen hojas pero si espinillas que favorecen a la diferenciación de su variedad [8].

- **Flores.** - En esta fruta sus flores presentan una forma tubular, tienen el ovario con un solo lóbulo, manifiestan numerosos estambres, brácteas totalmente verdes o verdes con orillas rojas, pétalos color blanco brillante. Tiene una medida de unos 40 cm. de largo, la flor solo se abre por las noches y por esta razón es nombrada como la “reina de la noche”. Ya cuando la flor se poliniza, empieza a secarse y se presenta de manera colgante, dando apertura a que el fruto en la base se forme [8].
- **Frutos.** - Se caracterizan por tener una forma ovoide. En la variedad de las amarillas; éstas presentan mamilas o brácteas, denominadas así a las protuberancias que se encuentran presentes alrededor del fruto, en cada una de ellas nacen de 4 a 8 espinas, que en el momento de su cosecha empiezan siendo moradas, y en el transcurso de su maduración cambian de coloración a un tono marrón. En cambio en la variedad roja; el fruto muestra una corteza más delicada en su manejo, teniendo una textura “lisa”. Contiene gran cantidad de semillas con coloración negras o cafés [8].

2.1.4. Postcosecha

2.1.4.1. Calidad

Las características físicas mínimas que debe reunir la fruta del dragón son: intactas y sin daños, además su principal característica es que son de forma ovoide, su consistencia es firme y aspecto fresco, la longitud del pedúnculo es de aproximadamente 15 a 20 mm, deben estar sanos (sin ataques de insectos o enfermedades), limpios (sin espinas), sin

objetos extraños principalmente visibles en el orificio apical, sin humedad externa anormal, sin olor y sabor extraño que no sea característico propia de la fruta, además que basándose en el Codex Alimentarius no debe sobrepasar los límites de residuos de plaguicidas [9].

2.1.4.2. Clasificación

Según su calidad, la fruta puede clasificarse en:

- **Categoría Extra:** debe cumplir con las características físicas mínimas mencionadas anteriormente y no tener defectos, sin embargo, solo se aceptan leves alteraciones presentes en la cáscara, siempre y cuando no altere o modifique el aspecto particular del producto.
- **Categoría I:** debe cumplir con las propiedades físicas mínimas mencionadas con anterioridad, y puede aceptar la deformación del fruto tales como: alargamiento casi nulo en el ápice, rozaduras de curación que no excedan de 1 cm^2 , y la longitud del pedúnculo no debe exceder los 25 mm.
- **Categoría II:** incluye frutas que no se pueden clasificar en ninguna de las dos categorías anteriormente mencionadas. Debe cumplir las características físicas mínimas que fueron descritas en los párrafos anteriores, además que la fruta debe presentar y perdurar todas las peculiaridades esenciales de calidad, excepto por la forma ovalada, se permiten manchas superficiales o raspaduras cicatrizadas pero no deben exceder los 2 cm^2 [9].

2.1.4.3. Operaciones básicas de acondicionamiento

Recolección: cuando la fruta presenta una maduración que está entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$, es el momento ideal para cosecharla, es decir la fruta estará como comúnmente se la denomina “pintona”, de textura consistente y homogénea. La cosecha se la debe efectuar de forma manual por motivo del carácter espinoso de la planta, teniendo en cuenta que al realizarla se debe utilizar guantes y tijeras para cortar la fruta del dragón exactamente por el pedúnculo evitando perjudicar la rama; se almacena en cestas las cuales se trasladan para el centro de acopio, despensa o lugar de transformación [9].

- **Desespinado:** se efectúa este trabajo para retirarle las espinas que contiene el fruto, antes o después de la recolección se puede realizar esta operación, además es ideal el

uso de guantes, cepillos, brochas con las cuales se desprenden las espinas evitando estropear el producto [9].

- **Pesado, lavado y clasificación:** una vez que es trasladado al centro de acopio, es primordial realizar el pesado de los frutos para identificar la cantidad que se obtuvo, asegurando la inocuidad de procesos posteriores se debe cumplir con la limpieza, que consta de utilizar agua y cepillos de cerdas suaves para retirar la mugre, residuos de flores secas u hormigas y también el restante de espinas que quedaron, después se hace un lavado por inmersión de Tego 51, y luego en una solución de Mertec 450, y por último se organiza el producto tomando en cuenta grados de madurez y sus tamaños [9].
- **Encerado:** esta intervención opcional, se basa en revestir de cera el fruto, aplicando artificialmente una capa, teniendo como objetivo proteger de forma adecuada evitando la presencia de organismos que causan descomposición, además de imposibilitar condiciones anaeróbicas dentro del fruto; otra de las finalidades de esta operación es de disminuir la transpiración de tejidos, manteniendo la humedad del fruto y desarrollando un mejor aspecto destacando su brillo habitual. Se puede aplicar de distintas formas: por inmersión, aspersión, escobillado o nebulización [9].
- **Retraso de la madurez:** para conseguir el retraso de maduración es necesario conocer que la fruta del dragón es suficientemente sensible al etileno, pero se puede destruir aplicando sales: como el permanganato de potasio (KmnO_4), el cual no debe estar en contacto de manera directa con el producto [9].
- **Empaque:** se emplean canastillas plásticas de 60 x40 cm y se empaacan con un límite de dos capas, teniendo en cuenta el calibre del fruto y el peso que no puede excederse de 13Kg. También se pueden empacar en envases rígidos tales como: madera, cartón corrugado, o la combinación de los mismos, si se trata de uso para el mercado de exportación, abarcando entre 4 a 12 unidades dependiendo del calibre, en una sola capa, cubriendo en papel de seda cada fruta, cada caja teniendo un peso neto entre 1 y 3 Kg. Se exhiben con separadores y con una capa que amortigua en la base [9].
- **Almacenamiento:** se guardan en lugares refrigerados o parcialmente frescos. La temperatura ideal para el acopio es de 3 a 8 °C, con humedad relativa de 85 a 90% por un plazo máximo de 25 días. Además, se reservan en atmósferas modificadas, con temperaturas de 3 y 8 °C en un período de 30 días con 10% de CO_2 y 3% de O_2 [9].

2.1.5. Características del fruto

- Sus atributos primordiales son: sabor dulce y fragante, aspecto interno.
- Se conserva el fruto en temperaturas entre 4 y 6 °C, con grado de humedad alto alrededor de 80 a 85% , teniendo como resultado el almacenamiento hasta 4 semanas, asegurando sus óptimas condiciones.
- La maduración tiene lugar a temperatura ambiente de 20 °C, ya alcanzado su total madurez se conserva a temperatura entre 0 y 4 °C durante unos días.
- Tanto la variedad amarilla como la rosa presentan su forma ovoide.
- La principal característica de la variedad de pitahaya amarilla es presentar corteza con espinas, mientras que la variedad roja tiene corteza gruesa y con brácteas.
- La pulpa de ambas variedades son de color blanco, están llenas de numerosas y diminutas semillas de coloración negra, y es agradablemente aromática.
- En cuanto a su coloración, la pitahaya amarilla en sus inicios es verde y en el transcurso de su maduración finalmente se vuelve amarilla, mientras que la variedad roja inicialmente tiene una combinación entre rosa y verde hasta que su maduración alcanza por completo en toda su corteza, volviéndola roja.
- Ambas variedades brindan un sabor exquisito, como agua azucara, muy delicada y fina [10].

2.1.6. Composición química de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y pitahaya rosa (*Hylocereus undatus*).

Tabla 2 Composición química de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y pitahaya rosa (*Hylocereus undatus*)

Pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>)			Pitahaya rosa (<i>Hylocereus undatus</i>)		
Factor nutricional	Contenido	Unidad	Factor nutricional	Contenido	Unidad
Ácido ascórbico	4.0	mg	Ácido ascórbico	25.0	mg
Agua	85.4	g	Agua	89.4	g
Calcio	10.0	mg	Calcio	6.0	mg
Calorías	50.0		Calorías	36.0	
Carbohidratos	13.2	g	Carbohidratos	13.2	g
Cenizas	0.4	g	Cenizas	0.4	g
Fibra	0.5	g	Fibra	0.5	g
Fósforo	16.9	mg	Fósforo	16.0	mg
Grasa	0.1	g	Grasa	0.1	g
Hierro	0.3	g	Hierro	0.1	g
Niacina	0.2	mg	Niacina	0.2	mg
Proteínas	0.4	g	Proteínas	0.5	g

Fuente: [7]

La estructura química tanto de la pitahaya amarilla como rosa se diferencian tanto en su coloración externa del fruto como cualquier otra fruta tropical; contiene porciones altas de líquido en su interior (casi el 90% le corresponde al agua con sabor dulce), por cada 100g d fruta, 55g es de parte comestible [7].

Las betalaínas son otro compuesto que se encuentra en la cáscara y pulpa, los cuales son pigmentos que presentan propiedades antioxidantes y pueden ser empleados como un remplazo para los colorantes artificiales; éstos compuestos corresponden a los bioflavonoides que son derivados de la quercetina, los cuales se manifiestan como un tipo de pigmento rojo y amarillo indol, la variedad estructural de aquellos pigmentos ayudan a la solubilidad en agua produciendo dos grupos estructurales: (betacianinas) rojo violeta y (betaxantinas) amarilla naranja, que son sustancias parecidas a las vitaminas que en compañía con antioxidantes como la vitamina C trabajan en conjunto procurando producir la muerte celular prematura [1].

Además, las betalaínas favorecen a producir colágeno que ayudan a que la piel refleje juventud, también refuerza y fortalece los vasos sanguíneos y permite resistir alergias e infecciones de virus y bacterias [1]. Para el sector agroindustrial estas ventajas han permitido que el interés en los cultivos y comercialización se haya intensificado [11].

No obstante, hay otras características de las betalaínas que presentan gran utilidad como son: la inducción de la quinona reductasa, que es una enzima fuerte e intensa de detoxificación en la quimiopreención del cáncer y la actividad antiproliferativa de células de melanoma malicioso [11].

2.1.7. Propiedades y beneficios

Hay dos variedades comestibles de distinto tamaño y color, la pitahaya de variedad amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y la pitahaya de variedad roja (*Hylocereus undatus*), ambas que se originan de plantas de las Cactáceas. Ésta familia presenta más de 600 especies distinguidas como cactus, que son los encargados de producir mucílagos, ácidos orgánicos y glucósidos. La pitahaya contiene una porción de agua con un sabor azucarado, además son frutos que contiene bajo valor calórico, debido a que apenas tiene hidratos de carbono, destacando su cantidad de vitamina C en la pitahaya de variedad roja, más no en la amarilla [12].

La cantidad que se puede comer implica un 55% del peso total. La vitamina C participa en la formación de colágeno, dientes y huesos, glóbulos rojos y beneficia la absorción del hierro de los alimentos, la resistencia a las infecciones y su acción antioxidante [12].

Además, se describe a un fruto bastante particular referente a cualidades medicinales con una secuencia de aplicaciones que van a partir del alivio a inconvenientes estomacales hasta inconvenientes endocrinógenos y su optimización al mejoramiento del tracto digestivo [1]. Ejerce como un asombroso laxante y diurético, permitiendo favorecer el tracto digestivo, otorgando alivio a inconvenientes de estreñimiento, además es útil para dietas alimenticias bajas en calorías o para la pérdida de peso, debido a que brinda escasas de calorías aportando sensación de saciedad [13].

Es necesario consumir la pitahaya en combinación con otras frutas, debido que es baja en calorías y poco aporte nutritivo, para así enriquecerla en matices y nutrientes, por lo cual tienen la posibilidad de consumirla los niños, jóvenes, adultos, mujeres embarazadas o madres lactantes y los adultos mayores [12].

Por su limitado valor calórico, y en la situación de la variedad de pitahaya rosa por su aporte de vitamina C, son ideales para quienes presentan un riesgo alto de padecer carencias de mencionada vitamina, personas que no soportan los cítricos, el pimiento u otros vegetales, que son fuente casi única de vitamina C en la ingesta de alimentos o para personas cuyas necesidades nutritivas permanecen aumentadas. Varias de estas situaciones son: periodos de crecimiento, embarazo y lactancia materna [12].

La Organización Mundial de la Salud (OMS) aconseja consumir las semillas de este fruto por motivo que presentan ácidos grasos beneficiosos para la salud, acentuando su acción antiinflamatoria y antioxidante [14]. Estos ácidos grasos naturales son: ácido oleico 13.9%, ácido palmítico 14.4% y ácido linoleico 64.5%, siendo éste fundamental por motivo que trabaja en el organismo como buffer capturando el colesterol produciendo un efecto cardiotónico [1].

El consumo de la fruta del dragón aporta en múltiples aspectos:

- Retarda el envejecimiento celular.
- Fortalece el sistema inmunológico estimulando la producción de glóbulos blancos, rojos y plaquetas.

- Tiene efecto antiinflamatorio.
- Permite regular el tránsito intestinal, y sus semillas tienen efecto laxante.
- Regula el nivel de azúcar en sangre.
- Estimula la producción de colágeno.
- Ayuda a mejorar la absorción del hierro (imprescindible para evitar o combatir anemia ferropénica).
- Excelente para la formación de huesos y dientes.
- Ideal para el consumo de personas que realizan dietas para adelgazar, ya que es una fuente rica en agua y baja en hidratos de carbono [14].

2.1.8. Usos de la fruta y derivados

Existen algunas aplicaciones y usos que se le otorgan a esta fruta:

- Adicionalmente favorece a contrarrestar enfermedades branquiales.
- Aplicación en farmacéuticas para tónico cardiaco regulando la presión arterial, laxante, propiedades curativas y protectoras contra úlceras y acidez estomacales
- Con su extracto se utiliza para preparar jarabes.
- Dulces y otros confites con su fruta.
- En ganadería para vacas con retención de placenta y preparado con sal para refrescar al ganado.
- Se la utiliza para preparar refrescos, néctares, utilizando su pulpa y las semillas licuadas donde se obtiene un jugo rico en proteínas.
- Se lo utiliza para arreglos decorativos en platos gourmet, ensaladas y postres, en ocasiones también para arreglos florales y de frutas exóticas
- También de la corteza se extrae un látex que limpia, humecta y previene la vejez de la piel, aplicándola como crema y perfume.
- También con ella se elabora sorbetes, que son comúnmente utilizados [4].

La pitahaya comúnmente llamada fruta del dragón es empleada principalmente como alimento; su fruto es sin duda la parte que más se consume y a su vez sus semillas pueden ser utilizadas como prebióticos, debido a su contenido de oligosacáridos. Sin embargo, además, se ha informado que las flores se consumen como legumbres, los brotes tiernos como hortaliza, y los tallos también se aprovechan usándolos como forraje [11].

2.1.9. Proceso de liofilización

2.1.9.1. Generalidades

Los alimentos deshidratados resultan beneficiosos, convenientes y productivos una vez que se quieran mantener por periodos largos de tiempo o cuando no se obtienen alimentos frescos a la mano. Este proceso en la industria de alimentos se le ha otorgado como el mejor procedimiento de deshidratación, ya que mantiene las propiedades organolépticas y nutritivas del alimento [15].

La liofilización es una operación unitaria por la cual el agua congelada de un alimento pasa de manera directa del estado sólido al estado vapor, bajo una presión de elevado vacío. Es en la actualidad el procedimiento más aconsejable de deshidratación de alimentos y sistemas biológicos, sin embargo en contraparte muestra un limitante, que vienen a ser los precios de operación. A diferencia de los alimentos que son deshidratados convencionalmente, aplicar el método de liofilización, conserva la forma, sabor, aroma y coloración propia del producto, además de ayudar a la retención alta del valor nutricional [16].

2.1.9.2. Ventajas y desventajas de la liofilización

Como todo método de conservación, la liofilización cuenta con múltiples ventajas y desventajas que se describen a continuación:

Principales ventajas:

- Facilita el almacenamiento, transporte y conservación de productos.
- Ayuda a rescatar las propiedades del material conservado con sólo re-hidratarlo.
- Evita daños térmicos al material a preservar, ya que no se emplean altas temperaturas.
- Disminución de aditivos o conservantes.
- Conserva la estabilidad química del producto.
- Preserva el valor nutricional del alimento.
- Inhibe el desarrollo de microorganismos.
- Inhibe el deterioro por reacción química [17].

Principales desventajas:

- Prolongada duración de procesamiento del material.
- En algunos casos, consumo de energía alto.
- Inversión inicial alta [17].

2.1.9.3. Diferencias entre la liofilización y el secado convencional

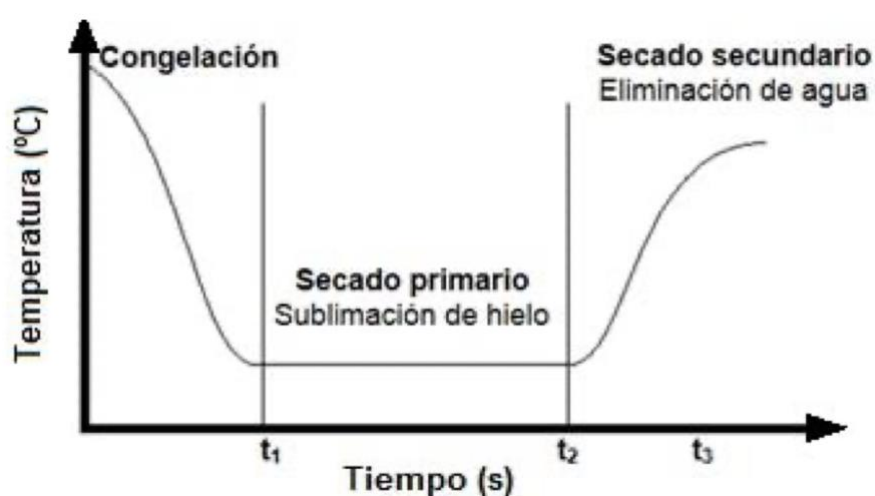
Hacer un proceso de secado convencional es bastante fácil, donde los productos tienen la posibilidad de ser alimentos u otro material biológico. Únicamente se debería fijar en un área caliente, árida y el interior líquido del agua se evaporará. El calor entrega la energía primordial para que las moléculas de agua se logren romper libremente y puedan transformarse de agua líquida a gas. Hay dos inconvenientes primordiales en esta clase de secado:

- Complejidad de eliminar el agua: existe dificultad al momento de remover toda el agua, debido a que la mayor parte del agua no se expone de manera directa al aire. Principalmente, se puede remover entre un 90 – 95%, lo cual retrasará la actividad bacteriana y enzimática, no obstante, no la parará de forma total.
- Cambio de características organolépticas: el calor implicado en el proceso de evaporación cambia perceptiblemente la forma, textura y la composición del material, de la misma forma como ocurre con el horno. Además, la energía térmica favorece las reacciones químicas que hacen cambiar la forma, gusto, olor o aspecto total [18].

2.1.9.4. Descripción del proceso de liofilización

El método de liofilización como todo procedimiento industrial, tiene una sucesión de etapas para conseguir la finalidad primordial, el cual es la conservación del material, en este caso, alimentos. Estas etapas corresponden: a preparar el material, congelarlo, realizar una desecación primaria y luego secundaria. Para una mayor interpretación se detallan cada una de ellas [17]:

Figura 1. Etapas del proceso de liofilización



Fuente: [15]

- **Preparación del material**

Es una de las etapas primordiales al aplicar este proceso de liofilización, ya que favorece preparar el material a conservar, teniendo en cuenta que después de terminar dicho procedimiento, los mismos no se pueden manipular hasta el momento de su re-hidratación. En ciertos alimentos, pueden presentar agujeros en la superficie para de esta forma incrementar su permeabilidad, previa limpieza [17].

En algunos casos cuando se trabaja con líquidos, previo al proceso suelen a temperaturas bajas conservarse, para de esta forma ayudar al proceso de liofilización. En ocasiones se efectúa un calentamiento antes del material para intentar evaporar la mayor cantidad que se pueda de agua o líquido que el mismo pueda contener [17].

- **Congelación del material**

En este procedimiento, el material es sometido a temperaturas bajas para que el agua que contiene el producto, pase de una fase líquida a la fase sólida, procurando la distribución parcial del soluto y una concentración relativa de la congelación parcial del agua, con la finalidad de beneficiar la etapa del secado [15].

La congelación del material se efectúa utilizando equipos de congelación potentes y además se emplea un liofilizador compuesto que congela y sublima el material, siendo común para los dos equipos, al conducir el material a temperaturas desde los -20 °C hasta los -40 °C. En esta fase es fundamental tener una temperatura controlada a la cual ocasiona la máxima solidificación, la óptima velocidad de enfriamiento y la mínima temperatura de fusión incipiente. De esta forma, se asegura que el proceso de congelado presente su textura totalmente sólida, minimizando la disposición de líquido concentrado y facilitando la sublimación [17].

- **Desecación primaria**

En esta etapa se produce la sublimación del solvente congelado (normalmente agua). Para conseguirlo, se ubica el material congelado en la cámara del liofilizador, después se cierra la cámara logrando crear vacío en el interior empleando una bomba; una vez que se produjo el vacío, se realiza suministro de calor a la cámara hasta conseguir el valor ideal para sublimación, procurando no incrementar la temperatura [17].

Se debe tener en cuenta que la permeabilidad a la difusión de vapor incrementa con la porosidad y tamaño del poro, lo que significa en un aumento de la velocidad de sublimación [15].

Usualmente, este procedimiento se hace a través de radiación, conducción o aplicación de microondas, dependiendo el tipo de equipo que se tenga a disposición para efectuar la sublimación. Los niveles de vacío y calentamiento, además, van a variar teniendo en cuenta el material a tratar. Para conseguir la liofilización de manera eficaz, es fundamental mantener controlado en todos los tiempos, la temperatura del proceso, mantener constante la presión total y parcial del sistema [17].

- **Desecación secundaria**

En el momento que culmina el proceso de sublimación, se lleva a cabo un desecado secundario para suprimir cualquier remanente de líquido. Este desecado se efectúa a través de desorción, evaporando el agua no congelable que se localiza en el material desecado anteriormente; de esta forma, se adquieren resultados de humedad final del producto cercano e incluso inferior al 2%. En esta fase se lleva a efecto el máximo vacío posible, reduciendo la presión a su mínima expresión [17].

2.1.9.5. Aplicaciones de la liofilización

- Productos lácteos
- Vegetales y frutas
- Tintes, pigmentos o productos farmacéuticos.
- Comidas preparadas
- Carnes y productos del mar
- Café, té y otros extractos [19].

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Pitahaya

La pitahaya más conocida como “Fruta del Dragón” es una fruta exótica, cuya reputación se está extendiendo en todo el mundo. Su popularidad se debe a sus características fisicoquímicas y nutricionales, otorgándose como un alimento funcional, siendo ampliamente utilizado por sus excelentes características organolépticas y por su valor comercial agregado [20].

2.2.2. Néctar de fruta

Según la Norma INEN 2337 (Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales) (2008) néctar de fruta es el producto pulposo o no pulposo sin fermentar, pero susceptible de fermentación, obtenido de la mezcla del jugo de fruta o pulpa, concentrados o sin concentrar la mezcla de éstos, provenientes de una o más frutas con agua e ingredientes endulzantes o no [21].

2.2.3. Requisitos específicos para los néctares de frutas

Según la Norma INEN 2337 (Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales) (2008) los néctares de frutas deben cumplir con los siguientes requisitos específicos:

- El néctar puede ser turbio o claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta o frutas de las que procede.
- El néctar debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

Requisitos físicos – químicos

- El néctar de fruta debe tener un pH menor a 4,5 (determinado según NTE INEN 389).
- El contenido mínimo de sólidos solubles (°Brix) presentes en el néctar debe corresponder al mínimo de aporte de jugo o pulpa [21].

2.2.4. Liofilización

La liofilización es un proceso de conservación de los alimentos en el que se congela y se descongela el alimento pasando por el vacío y a presión atmosférica baja. El resultado es un alimento similar al deshidratado, sin agua, que se puede conservar durante mucho tiempo. Es por lo tanto el paso directo del hielo (sólido) a gas (vapor), sin que en ningún momento aparezca el agua en su estado líquido. Se obtiene una masa seca, esponjosa de más o menos el mismo tamaño que la masa congelada original, mejorando su estabilidad y siendo fácilmente redisuelta en agua.
[22].

2.2.5. Grado de madurez

Un punto óptimo de la madurez de la fruta es indispensable para que podamos tomarla con todas sus propiedades organolépticas desarrolladas. Conocer las características de la maduración y los procesos por los que pasa la fruta hasta llegar al momento más adecuado para su consumo es indispensable para ello. El grado de madurez es el índice más usado para la cosecha de frutos pero debe diferenciarse la madurez fisiológica de la madurez comercial. La primera es aquella que se alcanza luego que se ha completado el desarrollo mientras que la segunda se refiere al estado en el cual es requerido por el mercado [2].

2.2.5.1. Madurez fisiológica

El concepto de madurez fisiológica hace referencia al momento del proceso de maduración en que la fruta ha llegado a su máximo desarrollo y, por lo tanto, puede consumirse con todas las garantías. Hay que tener en cuenta que la calidad de los frutos depende de cuál es su estado en el momento del corte o recolección, así como de su manejo en todo el proceso de Postcosecha [2].

2.2.5.2. Madurez comercial

Finalmente, la madurez comercial es la que indica las condiciones que requiere el mercado en un fruto que vaya a ser vendido. No tiene por qué tener relación con los otros tipos de maduración. De todos modos, hay que tener en cuenta que los requisitos del mercado pueden relacionarse con la inmadurez, madurez óptima y sobremadurez de cada producto [2].

2.3. Marco referencial

2.3.1. Caracterización fisicoquímica y proximal del fruto de pitahaya amarilla [*Selenicereus megalanthus*] cultivada en Colombia

Según Cañar Sena, Dubert Yamil; Caetano, Creuci María; Bonilla Morales, Miguel Macgayver “La pitahaya amarilla Selenicereus megalanthus se ha convertido en uno de los principales productos exóticos de exportación para Colombia, quien en conjunto con Israel lideran el mercado mundial. Además, las propiedades fisicoquímicas del fruto permitan su uso para la transformación agroindustrial. Este trabajo tuvo como objetivo realizar la caracterización fisicoquímica y proximal del fruto de pitahaya amarilla en seis departamentos de Colombia. Se colectaron por triplicado frutos maduros en 26 fincas ubicadas en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Huila, Risaralda, Santander y Valle del Cauca. Se cuantificaron ocho descriptores físicos, cuatro químicos y ocho proximales de acuerdo con la NTC 3554 y AOAC 1997. El peso promedio de los frutos y pulpa evaluados fue de 231,47 g y 143,68 g respectivamente, y con correlación del valor máximo en 348,95 y 225,40 asociado a materiales del Valle del Cauca. El análisis químico de la pulpa de fruta fue en sólidos solubles ($^{\circ}\text{Brix} = 14,70$) y permitió clasificarlo como un alimento medianamente ácido ($\text{pH} = 4,74$), adicionalmente su relación cáscara/pulpa fue comercialmente viable ($> 60\%$). El carácter proximal destacable es la materia seca

(MS = 15,59). Los tres primeros componentes del ACP explican el 57% de la variabilidad de los frutos. En cuanto a variables de importancia industrial como peso del fruto y sólidos solubles, el Valle del Cauca posee los mejores cultivares. De tal manera, el departamento del Valle del Cauca concentra cultivares idóneos para la producción de frutos de alta calidad y altamente variables para un programa base de fitomejoramiento con perspectiva al desarrollo de procesos agroindustriales” [23].

2.3.2. Elaboración de néctar de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) con piña (*Ananas comous*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) y su efecto en las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas

Según el estudio realizado por Muñoz, José; Carranza, Neyda; Delgado, María; Alcívar, Anna; Muñoz, Angélica, 2019 mencionan que “Con el fin de elaborar un néctar de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) con piña (*Ananas comous*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) y su efecto en las características químicas, microbiológicas y organolépticas. Se aplicó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x3 con 3 repeticiones y para la comparación de promedios de los tratamientos se utilizó la prueba de TUKEY al 5%; de acuerdo a los resultados del ANOVA se aplicaron las respectivas técnicas: de observación; de campo; test y revisión bibliográfica. Se aplicó un test de escala hedónica de 7 puntos a 30 estudiantes de la carrera de Industrias Agropecuarias teniendo como mejor tratamiento el A₂B₁ (80% de pulpa de maracuyá y 20% de pulpa de pitahaya). Se realizó un análisis físicoquímicos y microbiológicos al mejor tratamiento en el que se obtuvo un pH de 3,13 y 15 °Brix, los mismos que estuvieron dentro de los límites permisibles que estipula la Norma INEN Ecuatoriana 2337. En los resultados microbiológicos hubo ausencia de coliformes fecales, mesófilos, hongos-levaduras. Con los resultados obtenidos se demostró que existió diferencia altamente significativa al 0,05% según TUKEY en los tratamientos estudiados, por lo cual se aceptó la hipótesis planteada” [24].

2.3.3. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos

Según, Verona Ruiz Anggie, Urcia Cerna Juan, Paucar Menacho Luz María, 2020, “La Pitahaya, conocida comúnmente como “fruta del dragón”, es un fruto originario de Centroamérica y la selva peruana cuyo fruto puede ser de diferentes colores como amarillo, púrpura, rojo y blanco. Este fruto presenta un alto valor nutricional, destacando el contenido de ácido ascórbico que se encuentra entre 4-25 mg/100g según su especie, teniendo el mayor valor la especie roja. La Pitahaya es un fruto con alta capacidad antioxidante, incluso superior al de otras cactáceas, como la tuna. Presenta compuestos bioactivos como las betalainas; que favorecen a los trastornos relacionados con el stress y posee efectos antiinflamatorio, además presenta betaninas y betacianinas; que son una fuente de colorante natural. Este trabajo de revisión tuvo como objetivo recopilar información sobre los estudios realizados a la Pitahaya relacionados con su cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos, por sus beneficios a la salud, tales como; evitar el envejecimiento prematuro, reducir los niveles de presión arterial y aliviar los problemas estomacales e intestinales, además el consumo de pitahaya es recomendado para contrarrestar enfermedades como la diabetes y cáncer al colon” [20].

2.3.4. Evaluación del proceso de liofilización en banana (*musa x paradisíaca*) como tecnología de transformación alimentaria” (evaluation of freeze-drying process in banana (*musa x paradisíaca*) as food processing technology)

Según en estudio realizado por Pino Falconi, Paúl Roberto; Villamar Manrique, Sonia Andrea; Basantes Basantes, Edwin Fernando; Zambrano Núñez, Telmo Marcelo, 2018 menciona que “La selección de bananas se realizó por el estado de madurez, obteniendo bananas en estado comercial para realizar el seguimiento de maduración en tres etapas, M1 (estado verdoso, día 0 de almacenamiento), M2 (estado amarillento 1, día 5 de almacenamiento) y M3 (estado amarillento 2, día 10 de almacenamiento). La liofilización se realizó en los 3 estados de maduración que constituyeron los 3 tratamientos, replicados en 3 ensayos. Se realizaron análisis físico (pesos y diámetros) a bananas frescas, análisis físicos (pesos, sólidos totales y color) entre las rodajas de bananas frescas y liofilizadas, análisis de composición nutricional (determinación de potasio, calcio y vitamina c) en

rodajas de bananas frescas y liofilizadas, análisis físicos (pesos, pérdida de humedad y sólidos totales) y análisis sensorial (ensayo simple y descriptivo) en las rodajas de bananas liofilizadas. Se utilizó un diseño aleatorizado, ANOVA con separación de medias, al 95%. El peso y diámetro en bananas frescas no se alteró en los días de almacenamiento. Los pesos entre las rodajas frescas y liofilizadas, si presentan diferencias estadísticas, los sólidos solubles no se ven modificados y en color en los 3 estados las rodajas liofilizadas son más claras, menos brillantes y tendientes a rojo, comparadas con la fruta fresca. Los resultados de la composición de potasio y sodio no se modifican, en el contenido de vitamina c si hay diferencias. Los pesos y pérdida de humedad entre las rodajas liofilizadas no presentan diferencias, los sólidos totales si indican diferencias. Las características organolépticas entre las rodajas liofilizadas no se afectaron, excepto el descriptor sabor, con mejor puntuación en el estado amarillento 1” [25]

CAPITULO III
MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

Las dos variedades de pitahaya *Hylocereus undatus* (pitahaya rosa), *Selenicereus megalanthus* (pitahaya amarilla) de las tres zonas distintas de producción (Vinces, Balzar y Rocafuerte) se obtuvieron desde el Centro de Acopio Exportadora Ecuador Divine Pitahaya ubicada en la parroquia San Carlos.

El proceso de elaboración de néctares se realizó en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

El proceso de liofilización se desarrolló en las instalaciones de Ecuaforestar ubicada en Km. 111 Vía Esmeraldas – Santo Domingo, Recinto El Limón, Parroquia La Unión del Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

3.2. Tipo de investigación

3.2.1. Investigación experimental

En el estudio de la caracterización permitió la manipulación de las variedades de pitahaya *Hylocereus undatus* (pitahaya rosa), *Selenicereus megalanthus* (pitahaya amarilla) (variables dependientes) y cada una de las zonas de producción: Vinces, Balzar y Rocafuerte (variable independiente), en el cual se determinó el efecto de las variedades de pitahaya en la elaboración de néctares y en el proceso de liofilización como método de conservación.

3.2.2. Investigación analítica

Este tipo de investigación permitió analizar e interpretar los diversos datos obtenidos en la investigación, tales como: características físico-químicas y característica sensorial de las variedades de pitahaya *Hylocereus undatus* (pitahaya rosa), *Selenicereus megalanthus* (pitahaya amarilla) y el efecto en la elaboración de néctares y el proceso de liofilización.

3.2.3. Investigación bibliográfica

Mediante la investigación bibliográfica se logró obtener información de: libros, artículos científicos, informes y fichas técnicas que tienen referencia en cuanto a las variedades de pitahaya *Hylocereus undatus* (pitahaya rosa), *Selenicereus megalanthus* (pitahaya amarilla) y el producto final (néctares), para poder así realizar una comparación válida con los resultados obtenidos.

3.3. Métodos de investigación

3.3.1. Método deductivo-Inductivo

Mediante este método se comparó los resultados obtenidos sobre las variables físico-químicas y característica sensorial de las variedades de pitahaya *Hylocereus undatus* (pitahaya rosa), *Selenicereus megalanthus* (pitahaya amarilla) y el producto final, así como también la evaluación de las hipótesis y determinación de conclusiones de los objetivos planteados en la investigación.

3.3.2. Método analítico

Mediante el método analítico se logró determinar cuál es el mejor tratamiento en cuanto a características físico - química de las variedades de pitahaya *Hylocereus undatus* (pitahaya rosa), *Selenicereus megalanthus* (pitahaya amarilla) por medio de las tres zonas de producción (Vinces, Balzar y Rocafuerte) en su efecto para la elaboración de néctares.

3.4. Fuentes de recopilación de información

Los datos recopilados, fueron obtenidos en artículos científicos, libros, pdf, fichas técnicas y Normativas de normalización (INEN, CODEX STAN) demostrando que esta investigación ha sido desarrollada, mediante sustentación científica y reglamentaria.

3.5. Diseño de la investigación

La investigación en curso fue fundada en un diseño de $A*B*C$ con los niveles $A=2$, $B=3$, $C=2$ para la caracterización de la pitahaya, siendo: Factor A= Variedades de pitahaya (*Selenicereus megalanthus* (pitahaya amarilla), *Hylocereus undatus* (pitahaya rosa)), Factor B= Zonas de producción (Vinces, Balzar, Rocafuerte), Factor C= Parte del fruto (Borde, pulpa) dando como resultado un total de 12 tratamientos que serán sometidos con 3 repeticiones, obteniéndose un total de 36 unidades experimentales.

Para la elaboración de néctares de pitahaya se procedió a plantear un diseño de $A* B$ con los niveles de $A=2$, $B=3$, donde: Factor A= Variedades de pitahaya *Selenicereus megalanthus* (pitahaya amarilla), *Hylocereus undatus* (pitahaya rosa)), Factor B= Tipos de concentración en relación pulpa – agua (1/2, 1/3, 1/4), dando como resultado un total de 6 tratamientos que serán sometidos con 3 repeticiones, obteniéndose un total de 18 unidades experimentales.

Para el proceso de liofilización como método de conservación de la pitahaya se planteó un diseño A * B con los niveles de A=2, B =2, donde Factor A= Variedades de pitahaya *Selenicereus megalanthus* (pitahaya amarilla), *Hylocereus undatus* (pitahaya rosa)), Factor B= Madures de la fruta (fisiológica, comercial), dando como resultado un total de 4 tratamientos que serán sometidos con 3 repeticiones, obteniéndose un total de 12 unidades experimentales.

3.5.1. Factores de estudio

En las siguientes tablas se muestran los factores de estudio utilizados en esta investigación.

Tabla 3 Factores de estudio para la caracterización de la pitahaya

<i>Factores de estudio</i>	<i>Simbología</i>	<i>Descripción</i>
Factor A: Variedades de pitahaya	a ₀	Pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>)
	a ₁	Pitahaya rosa (<i>Hylocereus undatus</i>)
Factor B: Zonas de producción	b ₀	Vinces
	b ₁	Balzar
	b ₂	Rocafuerte
Factor C: Partes del fruto	c ₀	Borde del fruto
	c ₁	Pulpa central

Autor: Quijije, A. (2021)

Tabla 4 Factores de estudio para la caracterización de néctares

<i>Factores de estudio</i>	<i>Simbología</i>	<i>Descripción</i>
Factor A: Variedades de pitahaya	a ₀	Pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>)
	a ₁	Pitahaya rosa (<i>Hylocereus undatus</i>)
Factor B: Tipos de concentración	b ₀	1:2
	b ₁	1:3
	b ₂	1:4

Autor: Quijije, A. (2021)

Tabla 5 Factores de estudio para el proceso de liofilización

Factores de estudio	Simbología	Descripción
Factor A: Variedades de pitahaya	a ₀	Pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>)
	a ₁	Pitahaya rosa (<i>Hylocereus undatus</i>)
Factor B: Grado de madurez	b ₀	Fisiológica
	b ₁	Comercial

Autor: Quijije, A. (2021)

3.5.2. Tratamientos

En las siguientes tablas se muestran los tratamientos de estudio utilizados en esta investigación.

Tabla 6 Factores de estudio para la caracterización de la pitahaya

Nº.	Simbología	Descripción
1	a ₀ b ₀ c ₀	Pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>) + Vines + borde
2	a ₀ b ₀ c ₁	Pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>) + Vines + pulpa
3	a ₀ b ₁ c ₀	Pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>) + Balzar + borde
4	a ₀ b ₁ c ₁	Pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>) + Balzar + pulpa
5	a ₀ b ₂ c ₀	Pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>) + Rocafuerte + borde
6	a ₀ b ₂ c ₁	Pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>) + Rocafuerte + pulpa
7	a ₁ b ₀ c ₀	Pitahaya rosa (<i>Hylocereus undatus</i>) + Vines + borde
8	a ₁ b ₀ c ₁	Pitahaya rosa (<i>Hylocereus undatus</i>) + Vines + pulpa
9	a ₁ b ₁ c ₀	Pitahaya rosa (<i>Hylocereus undatus</i>) + Balzar + borde
10	a ₁ b ₁ c ₁	Pitahaya rosa (<i>Hylocereus undatus</i>) + Balzar + pulpa

11	a ₁ b ₂ C ₀	Pitahaya rosa (<i>Hylocereus undatus</i>) + Rocafuerte + borde
12	a ₁ b ₂ C ₁	Pitahaya rosa (<i>Hylocereus undatus</i>) + Rocafuerte + pulpa

Autor: Quijije, A. (2021)

Tabla 7 Factores de estudio para la caracterización de néctares

Nº.	Simbología	Descripción
1	a ₀ b ₀	Pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>) + 1:2
2	a ₀ b ₁	Pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>) + 1:3
3	a ₀ b ₂	Pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>) + 1:4
4	a ₁ b ₀	Pitahaya rosa (<i>Hylocereus undatus</i>) + 1:2
5	a ₁ b ₁	Pitahaya rosa (<i>Hylocereus undatus</i>) + 1:3
6	a ₁ b ₂	Pitahaya rosa (<i>Hylocereus undatus</i>) + 1:4

Autor: Quijije, A. (2021)

Tabla 8 Factores de estudio para el proceso de liofilización

Nº.	Simbología	Descripción
1	a ₀ b ₀	Pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>) + madurez fisiológica
2	a ₀ b ₁	Pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>) + madurez comercial
3	a ₁ b ₀	Pitahaya rosa (<i>Hylocereus undatus</i>) + madurez fisiológica
4	a ₁ b ₁	Pitahaya rosa (<i>Hylocereus undatus</i>) + madurez comercial

Autor: Quijije, A. (2021)

3.5.3. Variables del estudio

3.5.3.1. Variables de estudio para la caracterización de dos variedades de pitahaya *Selenicereus megalanthus* (pitahaya amarilla), pitahaya *Hylocereus undatus* (pitahaya rosa)

Tabla 9 Mediciones experimentales del estudio de parámetros de calidad y característica sensorial de pitahaya Hylocereus undatus (pitahaya rosa), Selenicereus megalanthus (pitahaya amarilla).

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS
Peso
Diámetro
Longitud
°Brix
pH

Autor: Quijije, A. (2021)

3.5.3.2. Variables de estudio para la caracterización de néctares

Tabla 10 Mediciones experimentales del estudio de parámetros de calidad y característica sensorial de néctares de pitahaya

MEDICIONES EXPERIMENTALES	
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS	PERFIL SENSORIAL
°Brix	Evaluación visual (color)
pH	Evaluación del aroma
Acidez	Evaluación de sabores
Conductividad eléctrica	Evaluación de consistencia
Absorbancia	Evaluación de aceptabilidad

Autor: Quijije, A. (2021)

3.5.3.3. Proceso de liofilización

Tabla 11 Mediciones experimentales del estudio de parámetros de calidad y característica sensorial de pitahaya liofilizada

MEDICIONES EXPERIMENTALES	
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS	PERFIL SENSORIAL
% pérdida de agua	Evaluación visual (color)
% humedad	Evaluación del sabor
	Evaluación del aroma
	Evaluación del aspecto

Autor: Quijje, A. (2021)

3.6. Instrumentos de investigación

3.6.1. Manejo del experimento

3.6.1.1. Caracterización de la pitahaya

El proceso comenzó con la recepción de 2 kg de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y 2 Kg de Pitahaya rosa (*Hylocereus undatus*) desde el Centro de Acopio de la Exportadora Ecuador Divine Pitahaya ubicada en la parroquia San Carlos, de cada unas de las tres zonas distintas de producción (Vinces, Balzar, Rocafuerte) las cuales fueron lavadas con la finalidad de eliminar la suciedad y/o restos de tierra que presente la fruta utilizando 10mL de cloro por 1litro de agua, luego se procedió a secar y almacenar en fundas ziploc. Se tomó análisis físico (peso, longitud, diámetro) durante 5 días consecutivos en todas las frutas de ambas variedades tomando en cuanto que mantenían un grado de madurez de 2 a 2,5 evitando su sobremaduración, además de realizar análisis visual en los cambios de color de las dos variedades de pitahaya en el transcurso de los días; y en cuanto análisis químicos se evaluó °Brix y pH.

3.6.1.2. Elaboración de néctar de pitahaya

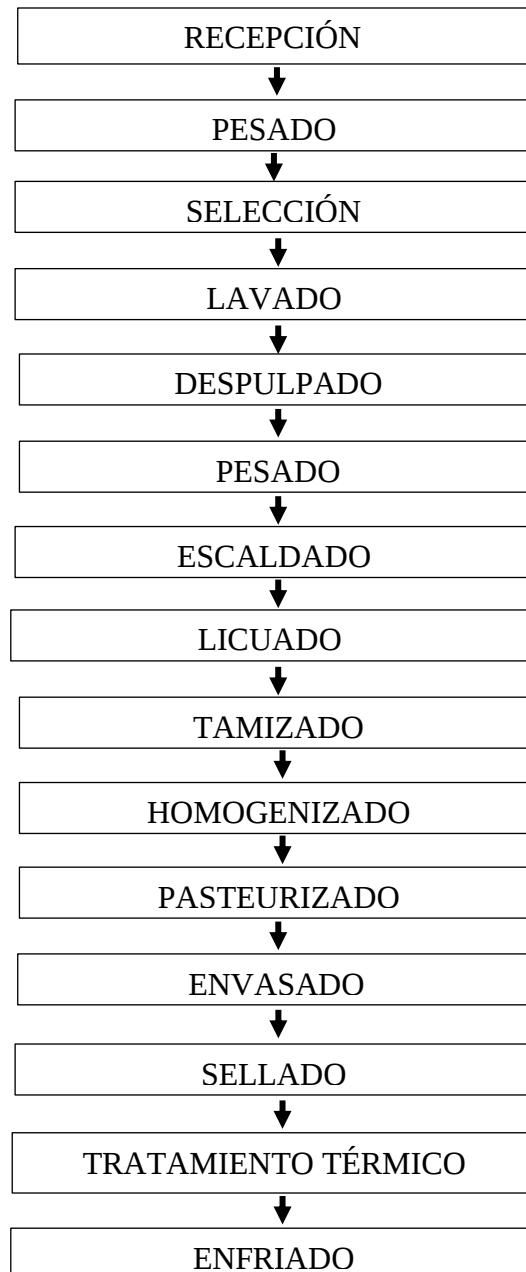
- Recepción: se recibió las dos variedades de pitahayas (amarillas y rosas) libres de ramas y hojas.

- Pesado: Consistió en cuantificar la materia prima (pitahaya) que entrará al proceso, es fundamental este paso para determinar rendimientos.
- Selección: en esta operación se eliminaron las frutas golpeadas y que presentaron contaminación por microorganismos.
- Lavado: se realizó con la finalidad de eliminar la suciedad y/o restos de tierra o cualquier partícula extraña que pueda estar adherida a la fruta, este procedimiento se puede realizar por inmersión, agitación o por aspersión o rociada. Una vez lavada la fruta se recomienda un desinfectado, para lo cual, se sumergió la fruta utilizando 1ppm de hipoclorito de sodio por litro de agua.
- Despulpado: Se retiró de forma manual con cuchillos toda la piel de la pitahaya, obteniendo la pulpa.
- Pesado: se pesó la pulpa y corteza
- Escaldado: se escaldó las pulpas junto con 1 litro de agua a 85°C durante 30 minutos.
- Licuado: se licuaron las pulpas junto con el litro de agua y se le añadió ácido ascórbico evitando la oxidación posterior de la fruta.
- Tamizado: se tamizó la mezcla de pitahaya logrando filtrar todo tipo de semilla de mayor tamaño que se encuentren presentes.
- Homogenización: a la mezcla anterior se le añadió el agua restante que mediante cálculos se evaluó; para calcular el agua que se va a utilizar se relaciona a las diferentes concentraciones que se planteó en el diseño experimental: (1:2, 1:3; 1:4) donde la parte 1 representa pulpa y los demás la parte de agua empleada, a los 80 °C se le adicionó azúcar ya mezclada con carboximetilcelulosa (CMC) y el sorbato de potasio.
- Pasteurización: el néctar fue sometido a un proceso de pasteurización a una temperatura de 85 °C por 3 minutos.
- Envasado: Se lo realizó en caliente a una temperatura de 85°C.
- Sellado: se colocó la tapa de forma manual.
- Tratamiento térmico: Una vez envasado se llevó a esterilización a 90° C por 20 minutos.

- Enfriado: se realizó rápidamente para conservar su calidad y asegurar la formación del vacío dentro de la botella.
- Almacenado: En lugares frescos, limpio y seco, para garantizar su conservación

3.6.1.3. Diagrama de flujo de elaboración de néctar de pitahaya

Figura 2 Diagrama de flujo de elaboración de néctar de pitahaya



3.6.1.4. Proceso de liofilización

El proceso comenzó con la recepción de 3 frutas de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) grado de madurez fisiológico y 3 frutas de la misma variedad en grado de madurez comercial, 3 frutas de Pitahaya rosa (*Hylocereus undatus*) grado de madurez fisiológico y 3 frutas de la misma variedad en grado de madurez comercial, desde el Centro de Acopio Exportadora Ecuador Divine Pitahaya ubicada en la parroquia San Carlos.

Figura 3. Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) grado de madurez fisiológico

Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*)
Grado de madurez fisiológico



Autor: Quijije, A. (2021)

Figura 4. Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) grado de madurez comercial

Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*)
Grado de madurez comercial



Autor: Quijije, A. (2021)

Figura 5. Pitahaya rosa (*Hylocereus undatus*) grado de madurez fisiológico

Pitahaya rosa (*Hylocereus undatus*)

Grado de madurez fisiológico



Autor: Quijije, A. (2021)

Figura 6. Pitahaya rosa (*Hylocereus undatus*) grado de madurez comercial

Pitahaya rosa (*Hylocereus undatus*)

Grado de madurez comercial



Autor: Quijije, A. (2021)

Se procedió a pesar cada una de las frutas con su respectiva variedad y grado de madurez, luego se despulpó, se pesó la corteza y pulpa, además se realizaron análisis previo de pH y °Brix inicial, se pesaron 200 gramos y se homogenizó pulpa incluyendo semilla sin agua. Para poder almacenar, las mismas se guardaron en cajas Petri las cuales se tararon, y se procedió a envasar; estas cajas Petri llenas con la muestra y rotuladas se guardaron en fundas ziploc para evitar su deshidratación y se almacenaron en congelación a -50°C, para favorecer el proceso de liofilización.

Una vez congelado la pulpa se procedió a liofilizar en un equipo Freeze Dryer, el cual está diseñado para trabajar con una bomba de vacío rotatoria y utiliza un sistema termoeléctrico Peltier. Puede alcanzar temperaturas de trabajo por debajo de -60°C lo que le permitió la sublimación controlada de muestras congeladas bajo vacío; éste liofilizador cuenta con principales piezas como: unidad de refrigeración, sistema de control, sistema de vacío e intercambiador de calor.

Las muestras se sometieron a temperaturas bajas (-50°C) evitando que se formen cristales de hielo de mayor tamaño, asegurando por completo obtener una contextura de la muestra totalmente sólida. Luego ocurrió un proceso de deshidratación en el cual se encendió la bomba de vacío, reduciendo la presión y generando vacío, se aplicó inyectando calor progresivamente sin subir la temperatura, facilitando que el hielo se evapore, a esto se denomina fenómeno de la sublimación (sólido a gas) que es sublimar o retirar el agua presente en el fruto.

Finalmente ocurrió una segunda deshidratación, el cual evaporó el agua no congelada que aun se encontraba en la muestra, con la finalidad de conseguir que el porcentaje de humedad final sea aproximadamente del 4% al 2%, para ello se redujo la presión al mínimo y se subió la temperatura. El tiempo del proceso de liofilización fue de 72 horas y 46 minutos.

3.6.2. Análisis físico-químicos (caracterización de pitahaya)

Peso

Se tomaron los pesos de cada fruta durante 5 días consecutivos mediante una balanza analítica, para en el transcurso de los días mencionados observar la variación.

Diámetro y Longitud

Mediante un calibre que es el instrumento de medición utilizado, permitió determinar los centímetros del fruto en cuanto a diámetro y longitud, durante 5 días consecutivos, para en el transcurso de los días mencionados, observar su variación.

° Brix

Según la Norma NTE INEN 380 (1985) indica el uso del refractómetro en el cual se colocó de 2 a 3 gotas de la muestra en el prisma fijo del refractómetro y se ajustó inmediatamente el prisma movable. Luego se procedió a leer el valor del índice de refracción.

pH

El procedimiento para la determinación del pH se hizo siguiendo lo propuesto por la Norma NTE INEN 381 (1985). En la determinación del pH se utilizó un potenciómetro calibrado en donde se fraccionó en pequeñas partes la muestra, se trituró mediante un mortero y se pesó 25 g de la muestra con aproximación al 0,01 g, transfiriendo a un matraz Erlenmeyer, añadiendo 50cm³ de agua destilada, se mezcló hasta obtener un líquido de aspecto uniforme, y se introdujo el electrodo para conocer el pH de la muestra.

3.6.3. Análisis fisicoquímicos (néctar de pitahaya)

°Brix

Según la Norma NTE INEN 380 (1985-12) indica el uso del refractómetro para productos líquidos: se mezcló bien la muestra y se usó directamente para la determinación, que consistió en colocar de 2 a 3 gotas de la muestra en el prisma fijo del refractómetro y ajustar inmediatamente el prisma movable. Leer el valor del índice de refracción.

pH

El procedimiento para la determinación del pH se hizo siguiendo lo propuesto por la Norma NTE INEN 389 (1985-12). En la determinación del pH se colocó la muestra en un vaso de precipitación, si existen partículas en suspensión, dejar en reposo el recipiente para que el líquido se decante, para determinar el pH se introdujo los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que éstos no toquen las paredes del recipiente ni las partículas sólidas, en caso de que existan. Realizar la lectura.

Acidez

Siguiendo lo propuesto por la Norma NTE INEN 381(1985-12) para productos líquidos, se mezcló la muestra y se filtró utilizando algodón o papel filtro, luego se colocó 25 cm³ del líquido filtrado en un matraz volumétrico de 250 cm³ y diluir a volumen con agua destilada previamente hervida y enfriada, mezclando luego perfectamente la solución. Se colocó de 25 a 100 cm³ de la muestra preparada según la acidez esperada, y sumergir los electrodos en la muestra. Se añadió 10 a 50 cm³ de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, agitando hasta alcanzar pH 6, determinado con el potenciómetro; se continuó añadiendo lentamente solución de 0,1 N de hidróxido de sodio hasta obtener pH 7, luego se adicionó la solución en cuatro gotas por vez, registrando el volumen de la misma y el pH obtenido después de cada adición, hasta alcanzar pH 8,3 aproximadamente.

La acidez para productos líquidos se determina mediante la ecuación siguiente:

$$A = \frac{(V1N1M)10}{V2}$$

Siendo:

A= g de ácido en 1000 cm³ de producto.

V1= cm³ de NaOH usados para la titulación de la alícuota.

N1= normalidad de la solución de NaOH.

M= peso molecular del ácido considerado como referencia.

V2= volumen de la alícuota tomada para el análisis.

Absorbancia

Basandose en la Norma NTE INEN 2142:98, se utilizó un espectrofotómetro con medidas a una longitud de onda de 340 nm (ultra-violeta), se calibró el equipo el cual demoró 30 minutos en precalentamiento, una vez que se ha precalentado se buscó cubetas

de cuarzo las cuales tienen que estar completamente limpias y libre de manchas ya que pueden afectar el paso de la luz. Se tomó 1ml de la muestra y se pasó a la cubeta, tomando la lectura en los carriles de disección; una vez insertadas las cubetas en los carriles se necesitó uno que sea control (agua), se tomó la lectura al control para evaluar la densidad óptica del control y se comparó con los tratamientos (néctar) una vez tomado los valores se presionó enter y vuelve a calibración inicial para tomar un nuevo valor y se vuelve a repetir con los tratamientos siguientes.

Conductividad eléctrica

En la determinación de conductividad eléctrica se colocó la muestra en un vaso de precipitación, si existen partículas en suspensión, dejar en reposo el recipiente para que el líquido se decante, se introdujo los electrodos del conductivimetro en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que éstos no toquen las paredes del recipiente ni las partículas sólidas, en caso de que existan. Realizar la lectura.

3.6.4. Análisis para el proceso de liofilización

Humedad

La determinación de la humedad comenzó tomando los crisoles necesarios para el número de muestras, previamente limpios y se introdujo por alrededor de 15 minutos en la estufa a 100 °C, luego se pesaron los crisoles y se los identificó, posteriormente se introdujo en los crisoles 2g de muestra y se llevaron a la estufa a 100 °C por un tiempo de 10 horas, transcurrido este tiempo nuevamente se procedió a pesar.

$$H = \frac{w2 - w1}{w0} \times 100\%$$

W0: peso de la muestra en g

W1: peso de la caja Petri mas la muestra despues del secado en g

W2: peso de la caja Petri mas la muestra antes del secado en g

3.7. Tratamientos de los datos

Para el análisis estadístico de los resultados de cada una de las variables de estudio se procedió a realizar un análisis de varianza (ANOVA) y para establecer diferencia significativa entre los tratamientos que actúan se aplicó una prueba de Tukey ($p \leq 0,05$), este análisis se realizó en los softwares estadísticos “STATISTICA INFOSTAT y STATGRAPHICS”.

3.8. Recursos humanos y materiales

Tabla 12 Recursos humanos, materia prima, materiales y equipos de laboratorio utilizados en la caracterización de la pitahaya, elaboración de néctares y proceso de liofilización

Recurso humano	Materia prima	Materiales y equipos	Otros	Material de laboratorio
PhD Juan Alejandro Neira (Tutor) Andreina Quijije Rendón	Pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>) Pitahaya rosa (<i>Hylocereus undatus</i>) Agua Carboximetilcelulosa (CMC) Ácido ascórbico Azúcar Sorbato de potasio	Calibrador Refractómetro Termómetro pH-metro conductímetro botellas de vidrio tapas cuchillo ollas licuadora tablas de picar colador cucharas embudo papel filtro espectrofotómetro liofilizador fundas ziploc cooler paquetes de hielo en gel	Cámara fotográfica Computador Vehículo	Balanza analítica Materiales de vidriería cajas petri

Autor: Quijije, A. (2021)

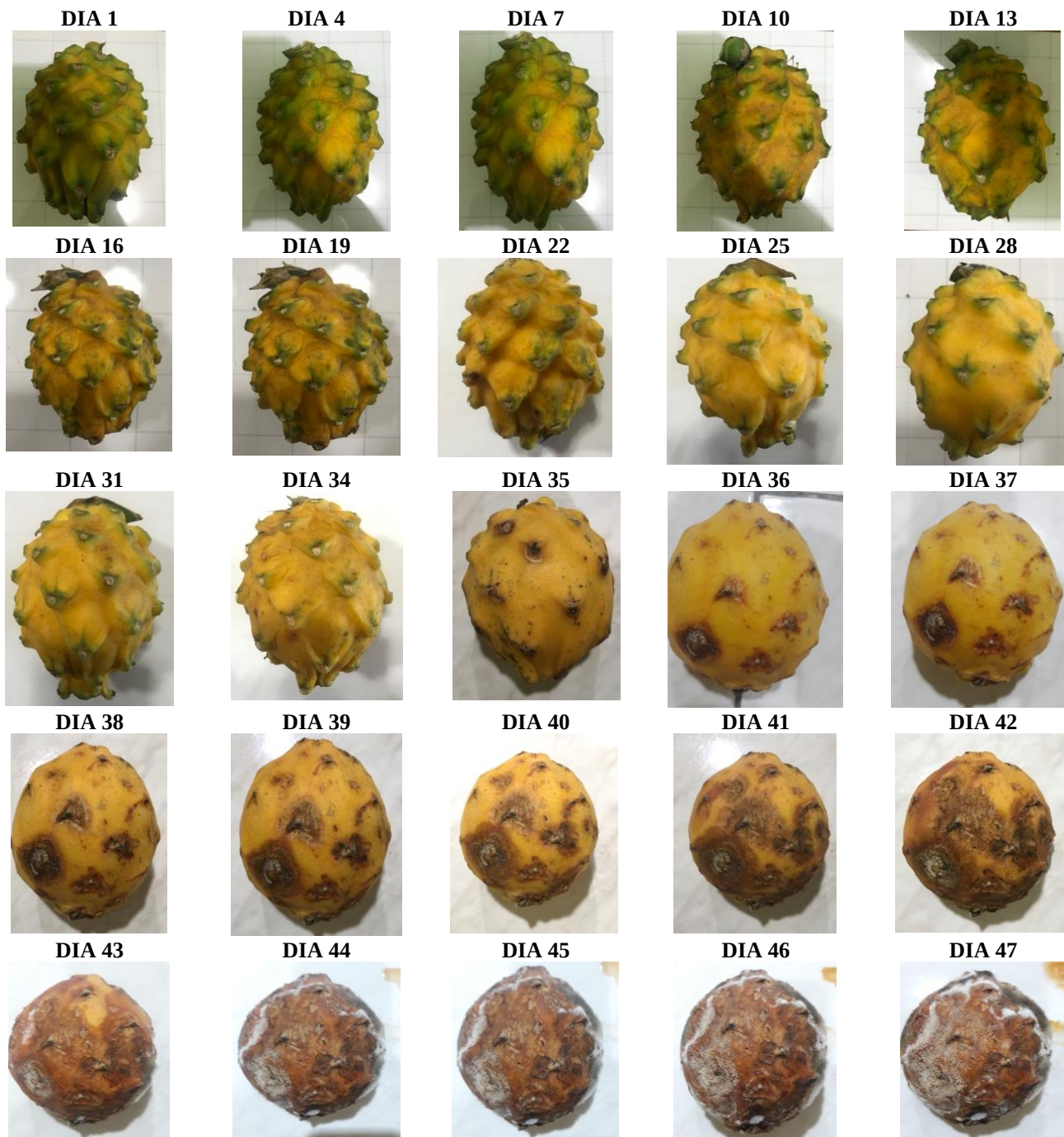
CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis descriptivo de los cambios de coloración de las dos variedades de pitahaya en diferentes estados de madurez.

4.1.1. Análisis de cambios de coloración de la variedad de pitahaya amarilla en diferentes estados de madurez.

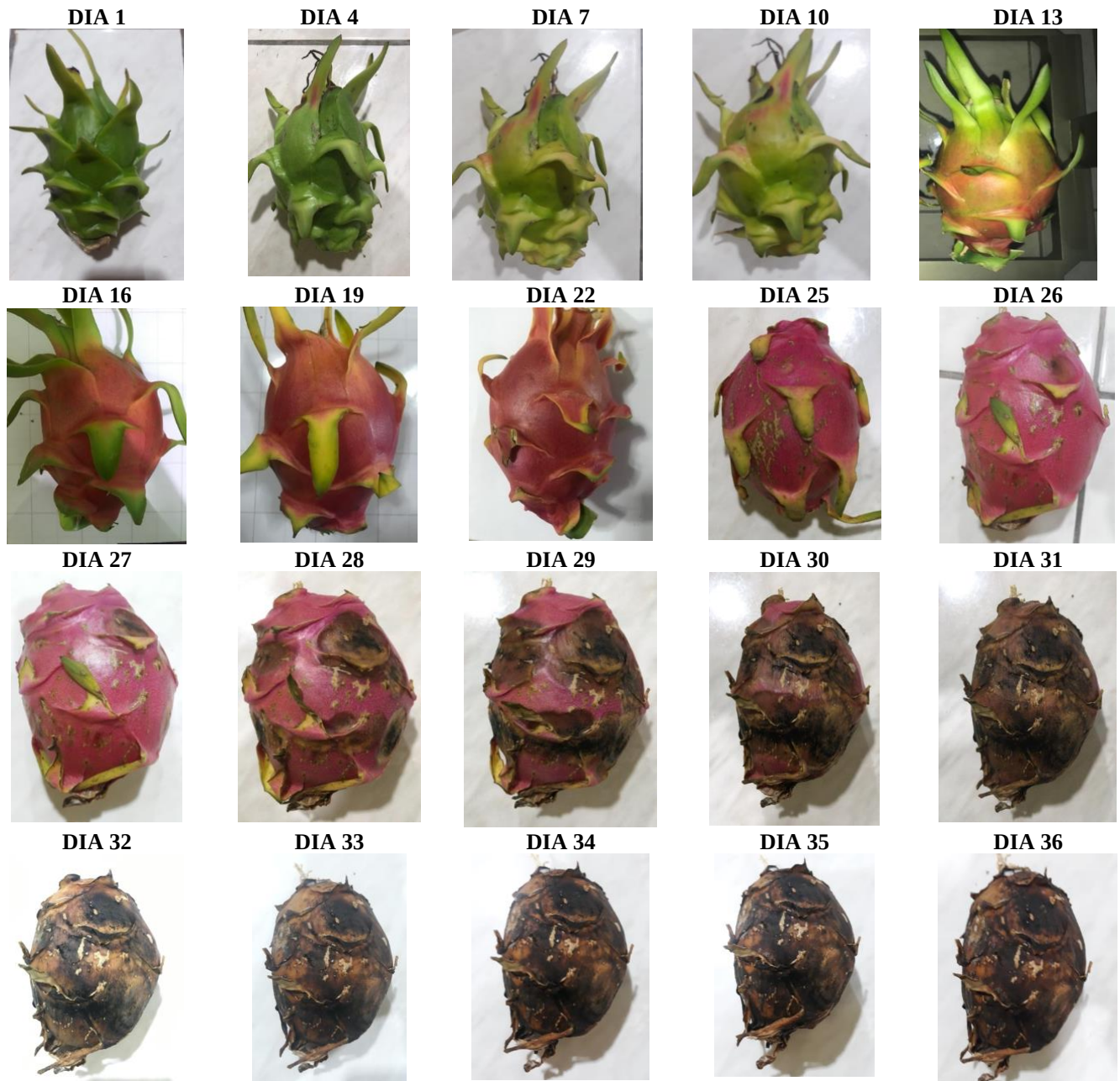
Figura 7. Coloración de la variedad de pitahaya amarilla en diferentes estados de madurez



Autor: Quijije, A. (2021)

4.1.2. Análisis de cambios de coloración de la variedad de pitahaya roja en diferentes estados de madurez.

Figura 8. Coloración de la variedad de pitahaya roja en diferentes estados de madurez



Autor: Quijije, A. (2021)

Las **figuras 7 y 8** presentan los cambios de coloración de las dos variedades de pitahaya en distintos estados de madurez, la pitahaya amarilla presenta mamilas o brácteas, denominadas así a las protuberancias que se encuentran alrededor del fruto, en cada una de ellas nacen de 4 a 8 espinas, que en el momento de la cosecha empiezan siendo moradas y en el transcurso de su maduración cambian de coloración a un tono marrón, esta variedad se va madurando más lento a diferencia de la variedad roja, posee una corteza mas gruesa lo que permite la fácil manipulación, además que mientras va alcanzando los diferentes grados de madurez una característica principal que refleja este cambio son que sus mamilas van dejando de ser tan pronunciadas, separándose hasta conseguir que el fruto tome el aspecto mas “liso”; empiezan teniendo una coloración verde hasta conseguir la tonalidad amarilla característica. La variedad roja a diferencia de la anterior muestra una corteza más delicada en su manejo, siendo susceptible al ambiente ésta se madura mucho más rápido ya que desde el momento de su cosecha máximo tiene durabilidad 15 días para su consumo.

4.2. Análisis descriptivos de las características físico-químicas de dos variedades de pitahaya considerando tres zonas de producción.

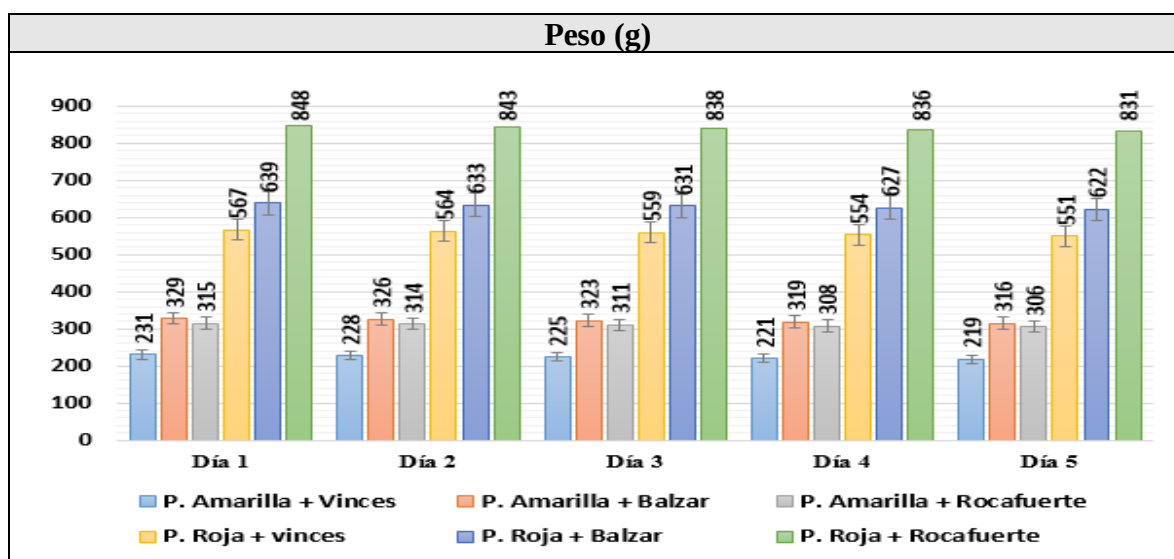
4.2.1. Análisis de varianza de las características físicas de la fruta de pitahaya

Tabla 13. Análisis descriptivo del peso (g) de dos variedades de pitahayas de diferentes localidades con el transcurso de cinco días

	P. Amarilla + Vinces	P. Amarilla + Balzar	P. Amarilla + Rocafuerte	P. Roja + Vinces	P. Roja + Balzar	P. Roja + Rocafuerte
Día 1	231	329	315	567	639	848
Día 2	228	326	314	564	633	843
Día 3	225	323	311	559	631	838
Día 4	221	319	308	554	627	836
Día 5	219	316	306	551	622	831
$\bar{x}$	224,40 ± 4,83	322,20 ± 5,14	310,70 ± 3,73	558,60 ± 6,58	630,00 ± 6,44	838,90 ± 6,36
CV	2,15%	1,60 %	1,20 %	1,18 %	1,02 %	0,76 %

Autor: Quijije, A. (2021)

Figura 9. Gráfico de medias del peso de las pitahayas considerando la variedad y la localidad



Autor: Quijije, A. (2021)

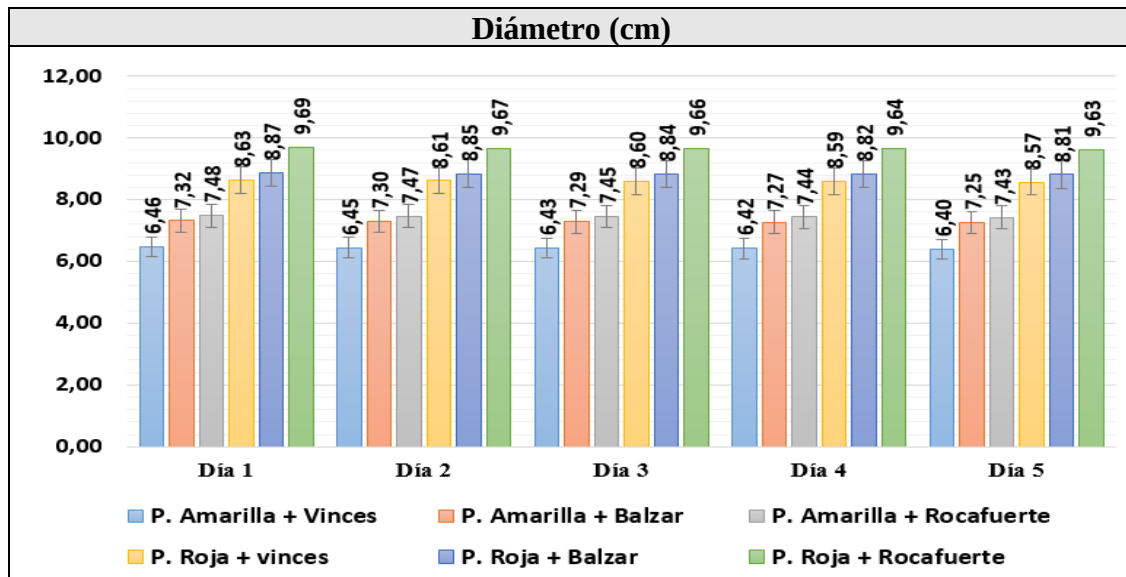
En la **tabla 13**, se observa de forma descriptiva la variación de los pesos al transcurrir los días, donde se pudo observar que la variedad de pitahaya amarilla obtenida de Vinces presentó un coeficiente de variación de 2,15% siendo este el más alto, mostrándose como valor medio 224,40 g de peso con una desviación estandar de 4,83, mientras que la variedad de pitahaya roja que se obtuvo en Rocafuerte presentó un menor coeficiente de variación siendo este de 0,76%, con una media de 838,90 g de peso donde su desviación estandar fue de 6,3, ver también la **figura 7**.

Tabla 14. Análisis descriptivo del diámetro (cm) de dos variedades de pitahayas de diferentes localidades con el transcurso de cinco días

	P. Amarilla + Vinces	P. Amarilla + Balzar	P. Amarilla + Rocafuerte	P. Roja + Vinces	P. Roja + Balzar	P. Roja + Rocafuerte
Día 1	6,46	7,32	7,48	8,63	8,87	9,69
Día 2	6,45	7,30	7,47	8,61	8,85	9,67
Día 3	6,43	7,29	7,45	8,60	8,84	9,66
Día 4	6,42	7,27	7,44	8,59	8,82	9,64
Día 5	6,40	7,25	7,43	8,57	8,81	9,63
$\bar{x}$	6,43 ± 0,023	7,29 ± 0,024	7,45 ± 0,021	8,60 ± 0,021	8,84 ± 0,022	9,66 ± 0,023
CV	0,36 %	0,33 %	0,28 %	0,25 %	0,25 %	0,24 %

Autor: Quijije, A. (2021)

Figura 10. Gráfico de medias del diámetro de las pitahayas considerando la variedad y la localidad



Autor: Quijije, A. (2021)

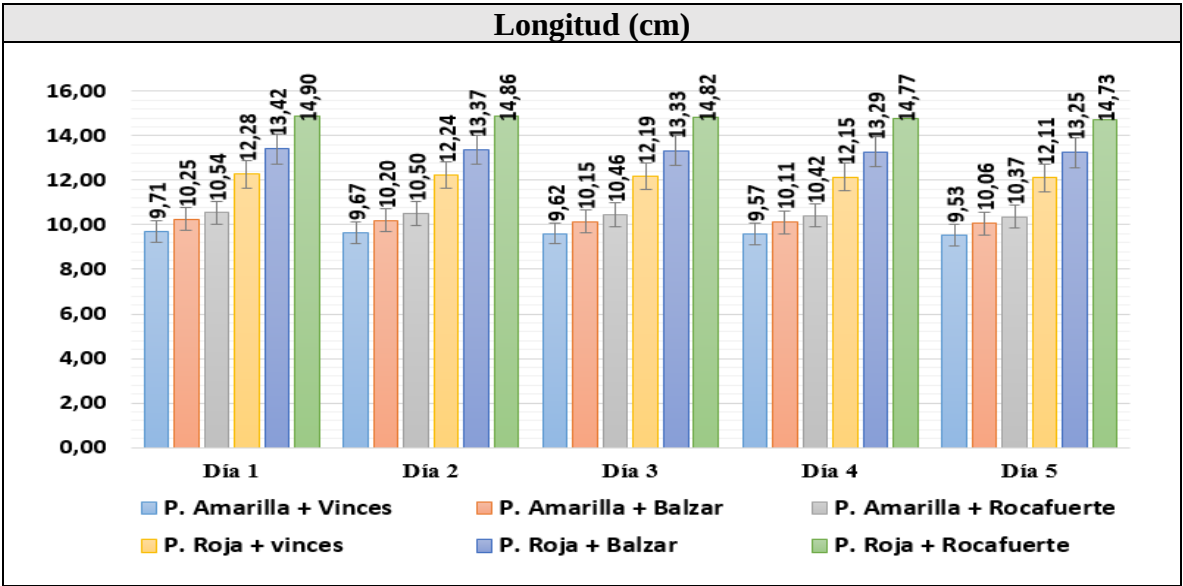
En la **tabla 14**, se observa de forma descriptiva la variación del diámetro al transcurrir los días, donde se pudo observar que la variedad de pitahaya amarilla obtenida de Vines presentó un coeficiente de variación de 0,36% siendo este el más alto, mostrándose como valor medio 6,43 cm de diámetro con una desviación estandar de 0,023, mientras que la variedad de pitahaya roja que se obtuvo en Rocafuerte presentó un menor coeficiente de variación siendo este de 0,24%, con una media de 9,66 cm de diámetro donde su desviación estandar fue de 0,023, ver tambien la **figura 8**.

Tabla 15. Análisis descriptivo de la longitud (cm) de dos variedades de pitahayas de diferentes localidades con el transcurso de cinco días

	P. Amarilla + Vines	P. Amarilla + Balzar	P. Amarilla + Rocafuerte	P. Roja + Vines	P. Roja + Balzar	P. Roja + Rocafuerte
Día 1	9,71	10,25	10,54	12,28	13,42	14,90
Día 2	9,67	10,20	10,50	12,24	13,37	14,86
Día 3	9,62	10,15	10,46	12,19	13,33	14,82
Día 4	9,57	10,11	10,42	12,15	13,29	14,77
Día 5	9,53	10,06	10,37	12,11	13,25	14,73
$\bar{x}$	9,62 ± 0,073	10,15 ± 0,073	7,45 ± 0,021	10,46 ± 0,068	12,20 ± 0,069	14,82 ± 0,070
CV	0,76 %	0,71 %	0,65 %	0,57 %	0,50 %	0,47 %

Autor: Quijije, A. (2021)

Figura 11. Gráfico de medias de la longitud de las pitahayas considerando la variedad y la localidad



Autor: Quijije, A. (2021)

En la **tabla 15**, se observa de forma descriptiva la variación de la longitud al transcurrir los días, donde se pudo observar que la variedad de pitahaya amarilla obtenida de Vincés presentó un coeficiente de variación de 0,76% siendo este el más alto, mostrándose como valor medio 9,62 cm de longitud con una desviación estandar de 0,073, mientras que la variedad de pitahaya roja que se obtuvo en Rocafuerte presentó un menor coeficiente de variación siendo este de 0,47%, con una media de 14,82 cm de longitud donde su desviación estandar fue de 0,070, ver tambien la **figura 9**.

4.2.2. Análisis de varianza de las características químicas de la fruta de pitahaya

Tabla 16. Análisis de varianza para °Brix de la pitahaya

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Variedad de pitahaya	76,5917	1	76,5917	4814333,5	0,0000
B:Zona de producción	15,275	2	7,63751	480071,95	0,0000
C:Parte del fruto	154,795	1	154,795	9729975,8	0,0000
D:Réplica	0,00045	2	0,000225	14,14	0,0023
INTERACCIONES					
AB	0,631372	2	0,315686	19843,13	0,0000

AC	0,0230028	1	0,0230028	1445,89	0,0000
BC	0,279039	2	0,139519	8769,79	0,0000
ABC	0,320106	2	0,160053	10060,46	0,0000
RESIDUOS	0,00035	22	0,00001590		
TOTAL (CORREGIDO)	247,916	35			

Autor: Quijije, A. (2021)

En la **tabla 16** del análisis de varianza para °Brix se puede apreciar que existe diferencia significativa en el factor A (Variedad de pitahaya), Factor B (Zona de producción), Factor C (Parte del fruto) y en las interacciones de las mismas, mientras que en la réplica no se encontró diferencia significativa.

Tabla 17. Análisis de varianza para el pH de la pitahaya

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Variedad de pitahaya	0,158669	1	0,158669	13368,74	0,0000
B:Zona de producción	0,0622056	2	0,0311028	2620,57	0,0000
C:Parte del fruto	1,00334	1	1,00334	84536,40	0,0000
D:Réplica	0,00067222	2	0,000336111	28,32	0,0034
INTERACCIONES					
AB	0,0330389	2	0,0165194	1391,85	0,0000
AC	0,150803	1	0,150803	12705,94	0,0000
BC	0,0312722	2	0,0156361	1317,43	0,0000
ABC	0,00590556	2	0,00295278	248,79	0,0000
RESIDUOS	0,00026111	22	0,0000118687		
TOTAL (CORREGIDO)	1,44616	35			

Autor: Quijije, A. (2021)

En la **tabla 17** del análisis de varianza para pH se puede apreciar que existe diferencia significativa en el factor A (Variedad de pitahaya), Factor B (Zona de producción), Factor C (Parte del fruto) y en las interacciones de las mismas, mientras que en la réplica no se encontró diferencia significativa.

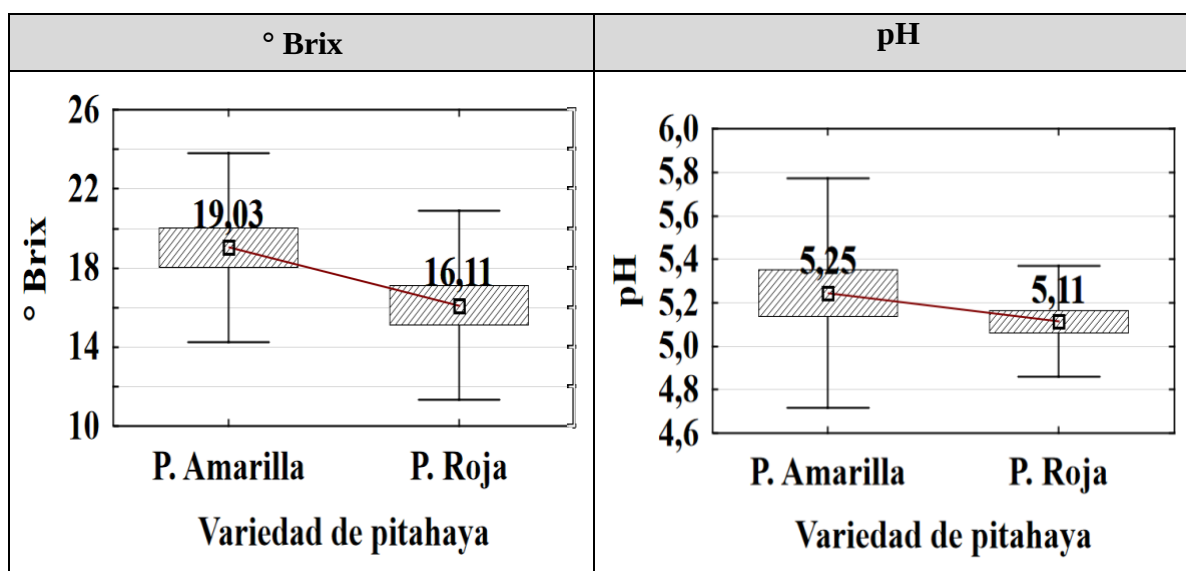
4.2.3. Prueba de significación (Tukey $p < 0,05$) análisis químicos de la fruta considerando las variedades de pitahaya (Factor A)

Tabla 18. Medias de resultados de análisis químicos de pitahaya, variedades (Factor A)

Variedades de pitahaya	°Brix	pH
a0: P. Amarilla	19,03 ^B	5,25 ^B
a1: P. Roja	16,11 ^A	5,11 ^A

Autor: Quijije, A. (2021)

Figura 12. Diagramas de cajas y bigotes de análisis químicos de pitahaya, variedades (Factor A)



Autor: Quijije, A. (2021)

En la **figura 12** Se puede observar los resultados de las variables que presentaron diferencia significativa de los análisis químicos en cuanto a las variedades de pitahaya (Factor A).

Se pudo considerar que para la variable °Brix se observa el valor más bajo presentándose en la variedad de pitahaya roja con un valor de 16,11, mientras que el valor más alto se encuentra identificada en la variedad de pitahaya amarilla con valor de 19,03.

En la variable pH se presentó el valor más bajo en la variedad de pitahaya roja con un valor de 5,11, mientras que la pitahaya amarilla presenta el valor más alto obteniendo 5,25.

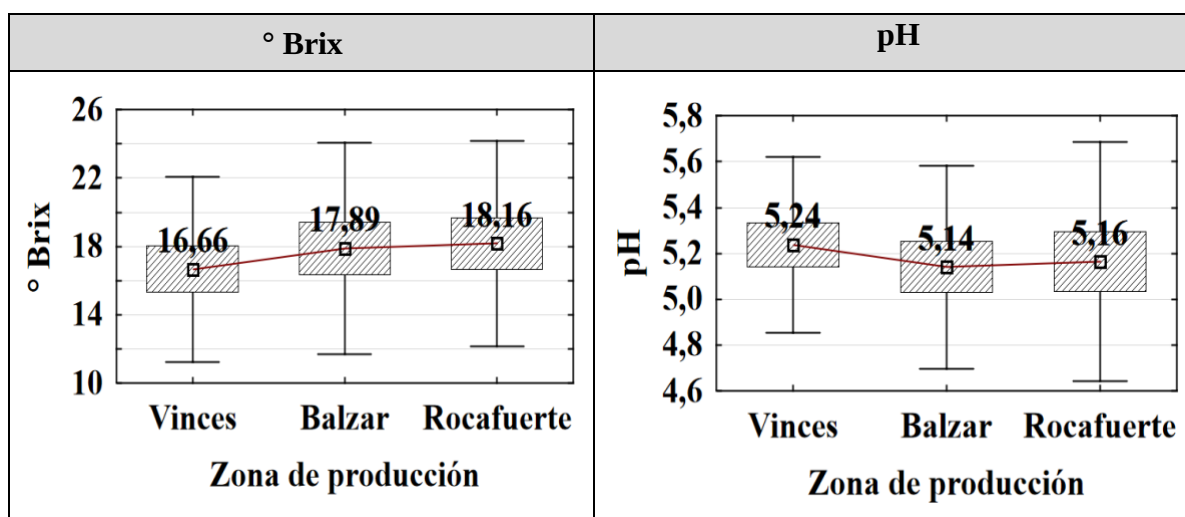
4.2.4. Prueba de significación (Tukey $p < 0,05$) análisis químicos de la fruta considerando las Zonas de producción (Factor B)

Tabla 19. Medias de resultados de análisis químicos de la pitahaya, zonas de producción (Factor B)

Zona de producción	°Brix	pH
b0: Vines	16,66 ^A	5,24 ^C
b1: Balzar	17,89 ^B	5,14 ^A
b2: Rocafuerte	18,16 ^C	5,16 ^B

Autor: Quijije, A. (2021)

Figura 13. Diagramas de cajas y bigotes de análisis químicos de pitahaya, zonas de producción (Factor B)



Autor: Quijije, A. (2021)

En la **figura 13** Se aprecian los resultados de las variables que presentaron diferencia significativa de los análisis químicos en cuanto a las zonas de producción (Factor B).

Se pudo considerar que para la variable °Brix se observa el valor más bajo presentándose en la pitahaya obtenida de la zona Vines con un valor de 16,66, mientras que el valor más alto se encuentra identificada en la zona de producción Rocafuerte con un valor de 18,16

En la variable pH se presentó el valor más bajo en la zona de producción de Balzar con un valor de 5,14, mientras que la zona Vines presenta el valor más alto obteniendo 5,24.

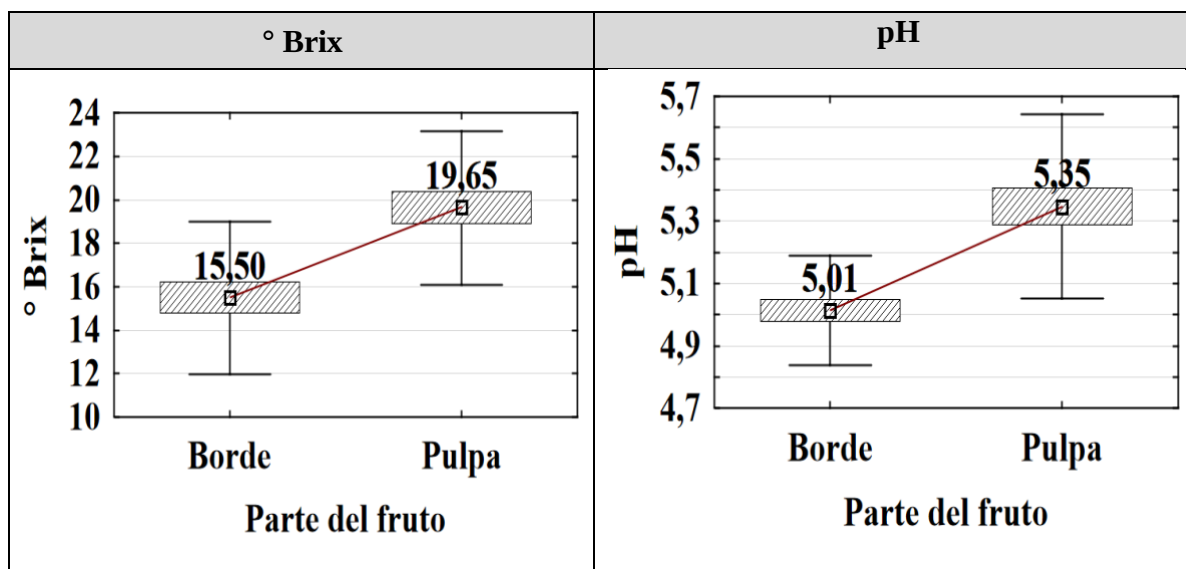
4.2.5. Prueba de significación (Tukey $p < 0,05$) análisis químicos de la fruta considerando la parte del fruto (Factor C)

Tabla 20. Medias de resultados de análisis químicos de pitahaya, parte del fruto (Factor C)

Parte del fruto	°Brix	pH
c0: Borde	15,50 ^A	5,35 ^A
c1: Pulpa	16,65 ^B	5,01 ^B

Autor: Quijije, A. (2021)

Figura 14. Diagramas de cajas y bigotes de análisis químicos de pitahaya, parte del fruto (Factor C)



Autor: Quijije, A. (2021)

En la **figura 14** Se observan los resultados de las variables que presentaron diferencia significativa de los análisis químicos en cuanto a la parte del fruto (Factor C).

Se pudo considerar que para la variable °Brix se observa el valor más bajo presentándose en el borde del fruto con un valor de 15,50, mientras que el valor más alto se encuentra identificada en el centro de la pulpa con un valor de 19,65.

En la variable pH se presentó el valor más bajo en el borde del fruto con un valor de 5,01, mientras que en el centro de la pulpa presenta el valor más alto obteniendo 5,35.

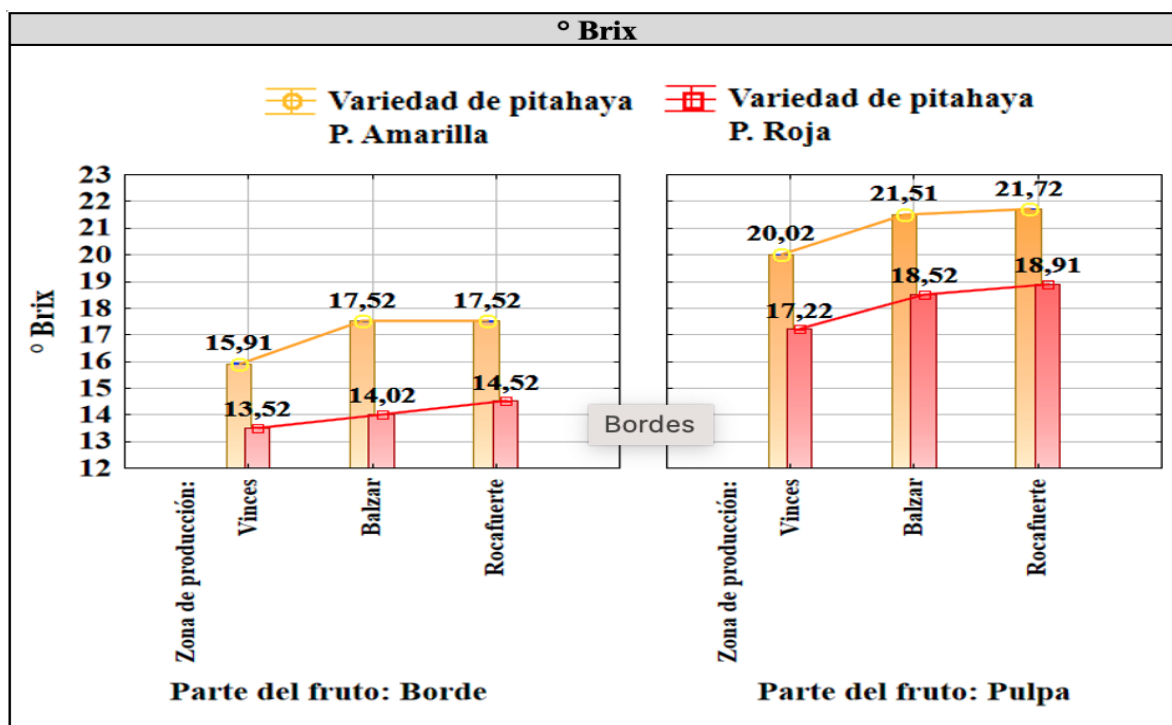
4.2.6. Prueba de significación (Tukey $p < 0,05$) análisis químicos de la fruta considerando las variedades de pitahaya + zona de producción + parte del fruto (Interacción A*B*C)

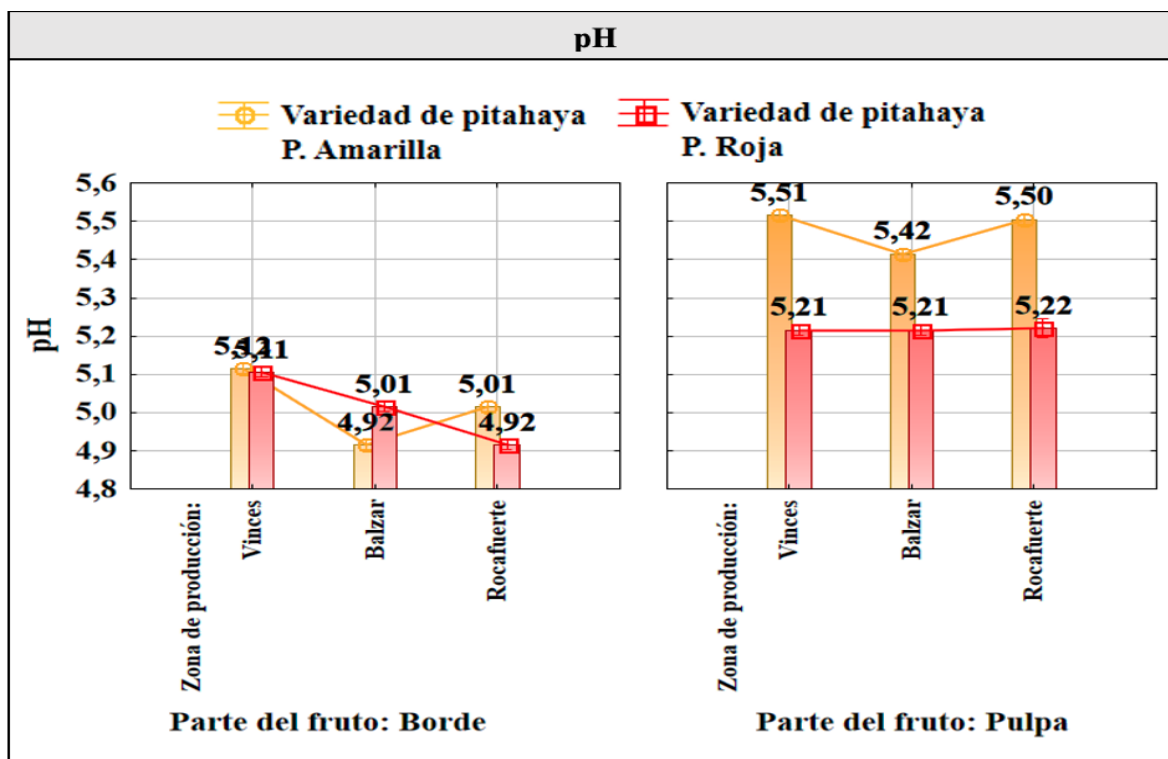
Tabla 21. Medias de resultados de análisis químicos de la fruta, variedades de pitahaya + zona de producción + parte del fruto (Interacción A*B*C)

Variedad de pitahaya + Zona de producción + Parte del fruto	°Brix	pH
a0b0c0: P. Amarilla + Vines + Borde	15,91 ^D	5,12 ^D
a0b0c1: P. Amarilla + Vines + Pulpa	20,02 ^I	5,51 ^H
a0b1c0: P. Amarilla + Balzar + Borde	17,52 ^F	4,92 ^A
a0b1c1: P. Amarilla + Balzar + Pulpa	21,51 ^J	5,42 ^F
a0b2c0: P. Amarilla + Rocafuerte + Borde	17,52 ^F	5,01 ^B
a0b2c1: P. Amarilla + Rocafuerte + Pulpa	21,72 ^K	5,50 ^G
a1b0c0: P. Roja + Vines + Borde	13,52 ^A	5,11 ^C
a1b0c1: P. Roja + Vines + Pulpa	17,22 ^E	5,21 ^E
a1b1c0: P. Roja + Balzar + Borde	14,02 ^B	5,01 ^B
a1b1c1: P. Roja + Balzar + Pulpa	18,52 ^G	5,21 ^E
a1b2c0: P. Roja + Rocafuerte + Borde	14,52 ^C	4,92 ^A
a1b2c1: P. Roja + Rocafuerte + Pulpa	18,91 ^H	5,22 ^E

Autor: Quijije, A. (2021)

Figura 15. Diagramas de cajas y bigotes de análisis químicos de la fruta variedades de pitahaya + zona de producción + parte del fruto (Interacción A*B*C)





Autor: Quijije, A. (2021)

En la **figura 15** Se reflejan los resultados de las variables que presentaron diferencia significativa de los análisis fisicoquímicos en cuanto a la interacciones entre variedades de pitahaya, zonas de producción y parte del fruto (interacción A*B*C).

Con respecto a la variable °Brix se presentó el valor más bajo obteniendo 13,52 al interactuar la variedad de pitahaya roja en la zona de producción Vinces y en el borde de la fruta, mientras que el valor más alto se presentó al interactuar la variedad de pitahaya amarilla en la zona de producción Rocafuerte y en el centro de la pulpa con un valor de 21,72.

En la variable pH los valores más bajos se presentaron en dos interacciones que son pitahaya amarilla en la zona Balzar y la variedad de pitahaya roja en la zona Rocafuerte ambas tomadas del borde del fruto con un valor de 4,92, mientras que el valor más alto se presentó al interactuar la pitahaya amarilla en la zona Vinces tomada del centro de la pulpa con un valor de 5,51.

4.3. Análisis de la incidencia de tres formulaciones en concentraciones de pulpa y agua de las variedades estudiadas para la obtención de néctares.

4.3.1. Análisis de varianza de las características fisicoquímicas del néctar de pitahaya

Tabla 22. Análisis de varianza para °Brix del néctar de pitahaya

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Variedad de pitahaya	22,8939	1	22,8939	11446,94	0,0000
B:Relación Pulpa:Agua	3,70583	2	1,85292	926,46	0,0000
C:Réplica	0,00333333	2	0,00166667	0,83	0,4627
INTERACCIONES					
AB	4,87694	2	2,43847	1219,24	0,0000
RESIDUOS	0,02	10	0,002		
TOTAL (CORREGIDO)	31,5	17			

Autor: Quijije, A. (2021)

En la **tabla 22** del análisis de varianza para °Brix se puede apreciar que existe diferencia significativa en el factor A (Variedad de pitahaya), Factor B (Relación Pulpa: Agua) y en la interacción de las mismas, mientras que en la réplica no se encontró diferencia significativa.

Tabla 23. Análisis de varianza para pH del néctar de pitahaya

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Variedad de pitahaya	0,85805	1	0,85805	15142,06	0,0000
B:Relación Pulpa:Agua	0,0331	2	0,01655	292,06	0,0000
C:Réplica	0,00003333	2	0,0000166667	0,29	0,7514
INTERACCIONES					
AB	0,1471	2	0,07355	1297,94	0,0000
RESIDUOS	0,00056666	10	0,0000566667		
TOTAL (CORREGIDO)	1,03885	17			

Autor: Quijije, A. (2021)

En la **tabla 23** del análisis de varianza para pH se considera que existe diferencia significativa en el factor A (Variedad de pitahaya), factor B (Relación Pulpa: Agua) y en la interacción A*B, mientras que en la réplica no se encontró diferencia significativa.

Tabla 24. Análisis de varianza para Acidez del néctar de pitahaya

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Variedad de pitahaya	7,09389E-8	1	7,09389E-8	1824,14	0,0000
B:Relación Pulpa:Agua	1,67778E-9	2	8,38889E-10	21,57	0,0002
C:Réplica	1,44444E-10	2	7,22222E-11	1,86	0,2061
INTERACCIONES					
AB	1,07778E-9	2	5,38889E-10	13,86	0,0013
RESIDUOS	3,88889E-10	10	3,88889E-11		
TOTAL (CORREGIDO)	7,42278E-8	17			

Autor: Quijije, A. (2021)

En la **tabla 24** del análisis de varianza para acidez se puede apreciar que existe diferencia significativa en el factor A (Variedad de pitahaya), Factor B (Relación Pulpa: Agua) y en la interacción de las mismas, mientras que en la réplica no se encontró diferencia significativa.

Tabla 25. Análisis de varianza para Absorbancia del néctar de pitahaya

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Variedad de pitahaya	15,5459	1	15,5459	313425,16	0,0000
B:Relación Pulpa:Agua	8,50758	2	4,25379	85761,86	0,0000
C:Réplica	0,000108	2	0,000054	1,09	0,3734
INTERACCIONES					
AB	17,5815	2	8,79077	177233,36	0,0000
RESIDUOS	0,000496	10	0,0000496		
TOTAL (CORREGIDO)	41,6356	17			

Autor: Quijije, A. (2021)

En la **tabla 25** del análisis de varianza para absorbancia se considera que existe diferencia significativa en el factor A (Variedad de pitahaya), factor B (Relación Pulpa: Agua) y en la interacción A*B, mientras que en la réplica no se encontró diferencia significativa.

Tabla 26. Análisis de varianza para conductividad eléctrica del néctar de pitahaya

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Variedad de pitahaya	4,41243	1	4,41243	941039,62	0,0000
B:Relación Pulpa:Agua	1,08115	2	0,540577	115288,95	0,0000
C:Réplica	0,000560444	2	0,00028022	9,76	0,0000
INTERACCIONES					
AB	0,342424	2	0,171212	36514,42	0,0000
RESIDUOS	0,0000468889	10	0,00000468		
TOTAL (CORREGIDO)	5,83662	17			

Autor: Quijije, A. (2021)

En la **tabla 26** del análisis de varianza para conductividad eléctrica se considera que existe diferencia significativa en el factor A (Variedad de pitahaya), factor B (Relación Pulpa: Agua) y en la interacción A*B, mientras que en la réplica no se encontró diferencia significativa.

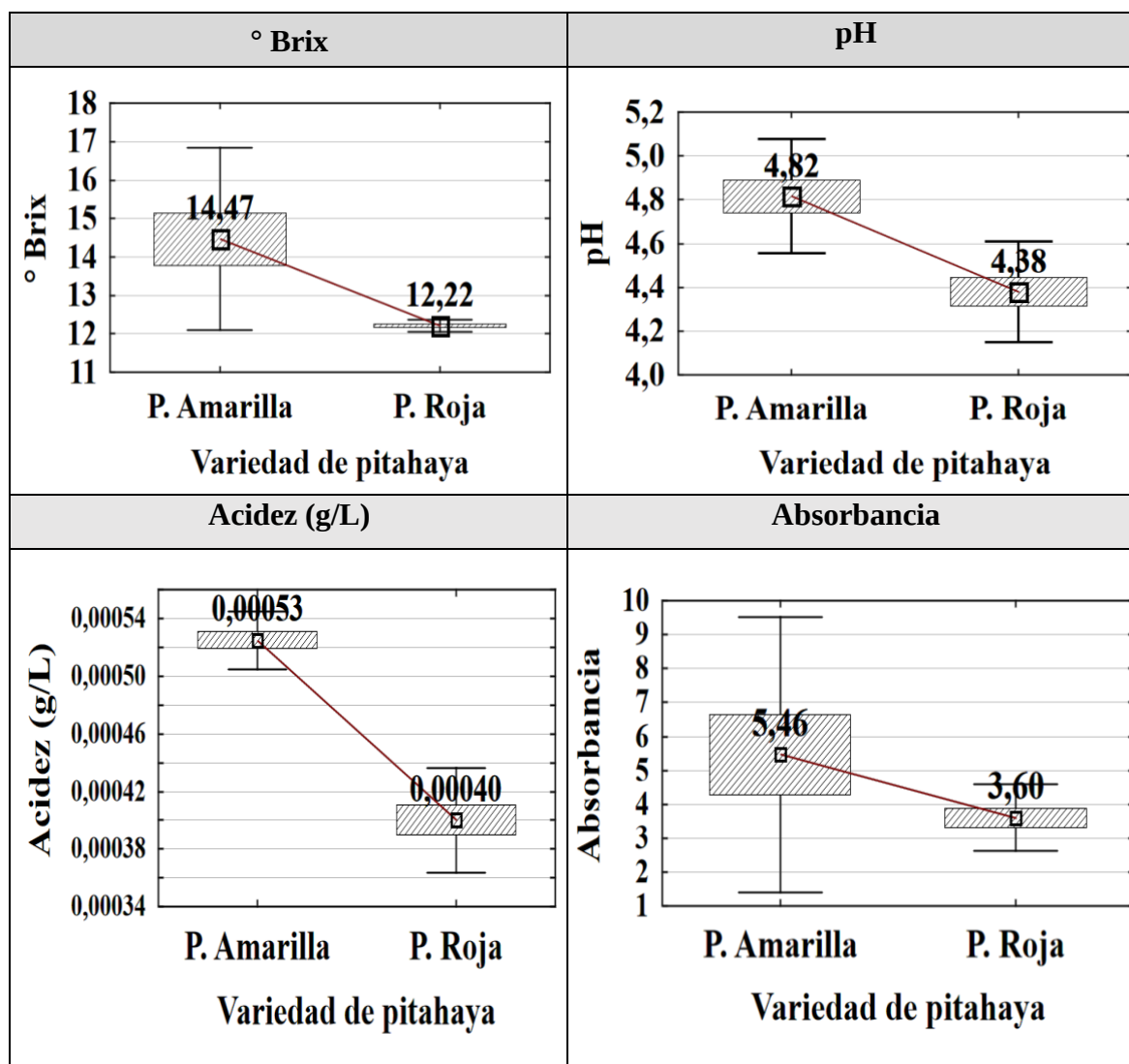
4.3.2. Prueba de significación (Tukey $p < 0,05$) análisis fisicoquímicos del néctar de pitahaya considerando variedades de pitahaya (Factor A)

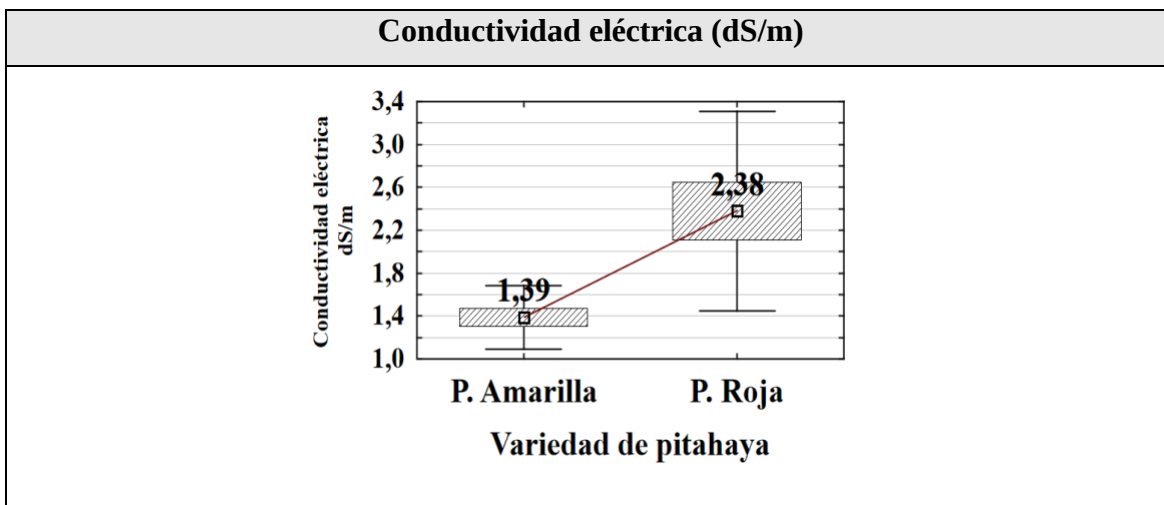
Tabla 27. Medias de resultados de análisis fisicoquímicos del néctar de pitahaya, variedades (Factor A)

Variedades de pitahaya	°Brix	pH	Acidez (g/L)	Absorbancia	Conductividad eléctrica (dS/M)
a0: P. Amarilla	14,47 ^B	4,82 ^B	0,00053 ^B	5,46 ^B	1,39 ^A
a1: P. Roja	12,22 ^A	4,38 ^A	0,00040 ^A	3,60 ^A	2,38 ^B

Autor: Quijije, A. (2021)

Figura 16. Diagramas de cajas y bigotes de análisis fisicoquímicos del néctar de pitahaya, variedades (Factor A)





Autor: Quijije, A. (2021)

En la **figura 16** Se muestran los resultados de las variables que presentaron diferencia significativa de los análisis fisicoquímicos en cuanto a las variedades de pitahaya (Factor A).

Se pudo considerar que para la variable °Brix se observa el valor más bajo presentándose en la variedad de pitahaya roja con un valor de 12,22, mientras que el valor más alto se encuentra identificada en la variedad de pitahaya amarilla con valor de 14,47.

En la variable pH se presentó el valor más bajo en la variedad de pitahaya roja con un valor de 4,38, mientras que la pitahaya amarilla presenta el valor más alto obteniendo 4,82.

Se observó que en la variable acidez presenta el valor más bajo en la pitahaya roja obteniendo 0,00040 g/L, mientras que el valor más alto se encuentra presente en la variedad de pitahaya amarilla con un valor de 0,00053 g/L.

En cuanto a la variable de absorbancia se observa el valor más bajo en la pitahaya roja con un valor de 3,60, mientras que el valor más alto se encuentra identificada en la variedad de pitahaya amarilla con valor de 5,46.

En la variable de conductividad eléctrica se presentó el valor más bajo en la variedad de pitahaya amarilla con un valor de 1,39 dS/m, mientras que la variedad de pitahaya roja presenta el valor más alto obteniendo 2,38 dS/m.

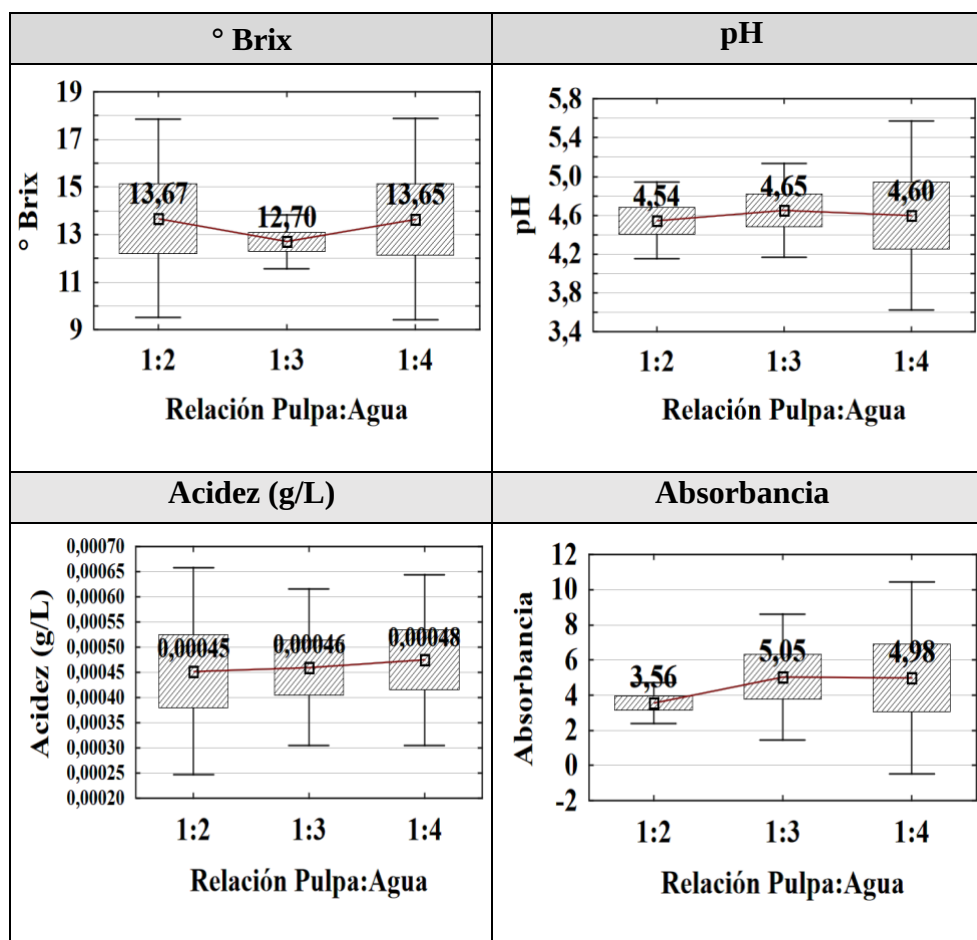
4.3.3. Prueba de significación (Tukey $p < 0,05$) análisis fisicoquímicos del néctar de pitahaya considerando las relaciones de Pulpa: Agua (Factor B)

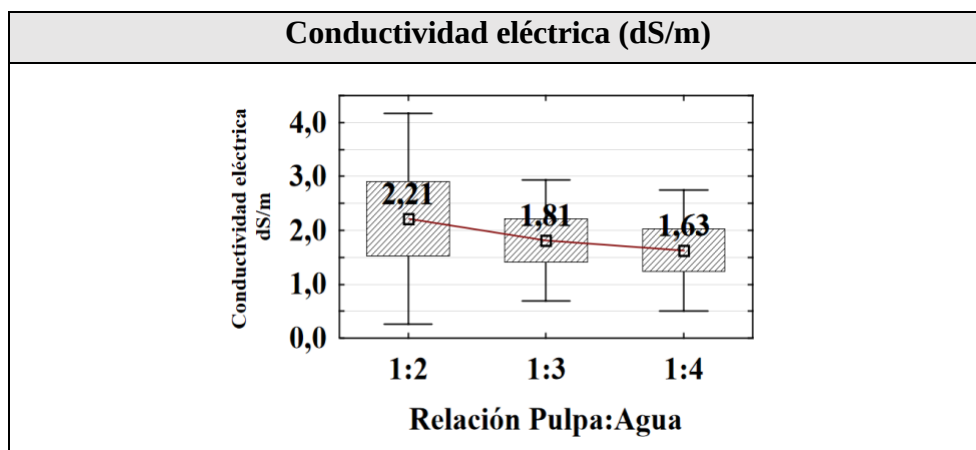
Tabla 28. Medias de resultados de análisis fisicoquímicos del néctar de pitahaya, Relación Pulpa:Agua (Factor B)

Relación Pulpa: Agua	°Brix	pH	Acidez (g/L)	Absorbancia	Conductividad eléctrica (dS/M)
b0: 1:2	13,66 ^B	4,55 ^A	0,00045 ^A	3,56 ^A	2,21 ^C
b1: 1:3	12,69 ^A	4,65 ^C	0,00046 ^A	5,05 ^C	1,81 ^B
b2: 1:4	13,65 ^B	4,60 ^A	0,00048 ^B	4,98 ^B	1,63 ^A

Autor: Quijije, A. (2021)

Figura 17. Diagramas de cajas y bigotes de análisis fisicoquímicos del néctar de pitahaya, Relación Pulpa:Agua (Factor B)





Autor: Quijije, A. (2021)

En la **figura 17** Se observan los resultados de las variables que presentaron diferencia significativa de los análisis fisicoquímicos en cuanto a las relaciones de Pulpa: Agua (Factor B).

Se pudo observar que para la variable °Brix se presentó el valor más bajo al aplicar una relación de Pulpa: Agua de 1:3 siendo éste (12,70) mientras que el más alto se presentó al aplicar la relación de Pulpa: Agua 1:2 con un valor de (13,67).

En la variable pH se presentó el valor más bajo al aplicar una relación de Pulpa: Agua de 1:2 siendo éste (4,54), mientras el que valor más alto se presentó al aplicar la relación Pulpa: Agua 1:3 obteniendo un pH de (4,65).

Se observó que en la variable acidez presenta el valor más bajo en la relación Pulpa: Agua 1:2 obteniendo 0,00045 g/L, mientras que el valor más alto se encuentra presente en la relación Pulpa: Agua 1:4 con un valor de 0,00048 g/L.

En cuanto a la variable de absorbancia se observa el valor más bajo al aplicar una relación de Pulpa: Agua de 1:2 con un valor de 3,56, mientras que el valor más alto se encuentra identificada en la relación Pulpa: Agua 1:3 con un valor de 5,05.

En la variable de conductividad eléctrica se presentó el valor más bajo en la relación Pulpa: Agua de 1:4 con un valor de 1,63 dS/m, mientras que al aplicar una relación de 1:2 Pulpa: Agua, presenta el valor más alto obteniendo 2,21 dS/m.

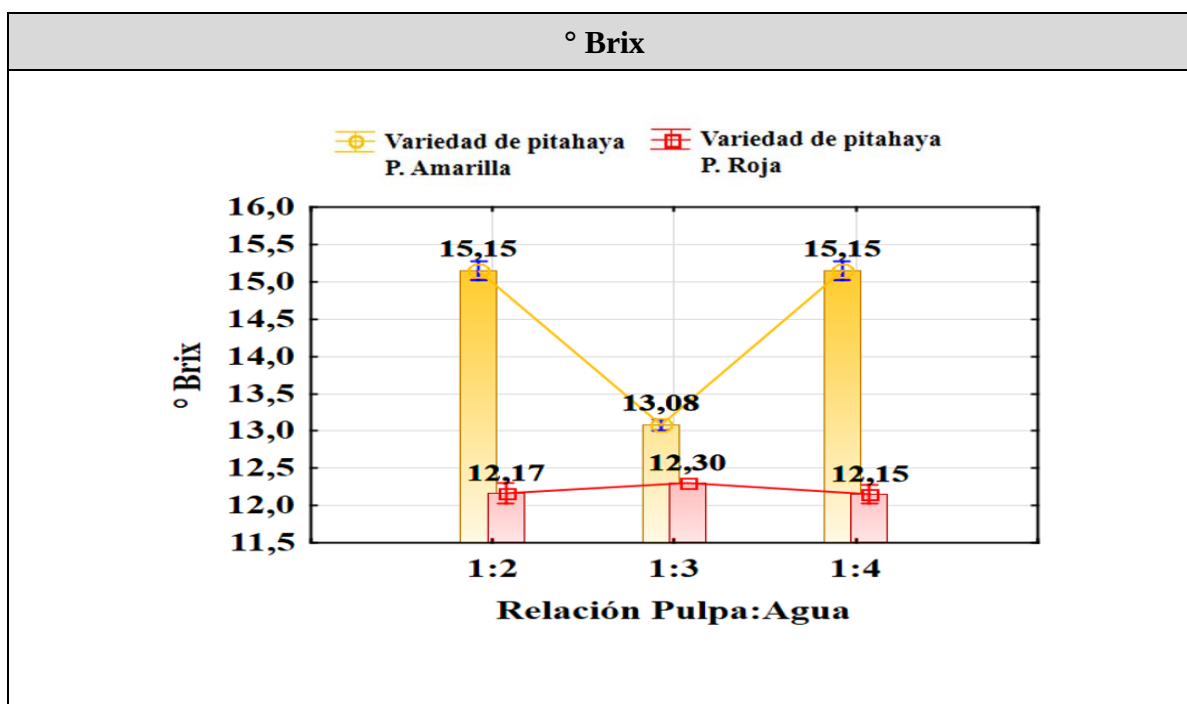
4.3.4. Prueba de significación (Tukey $p < 0,05$) análisis fisicoquímicos del néctar de pitahaya considerando las variedades de pitahaya + Relación Pulpa:Agua (Interacción A*B)

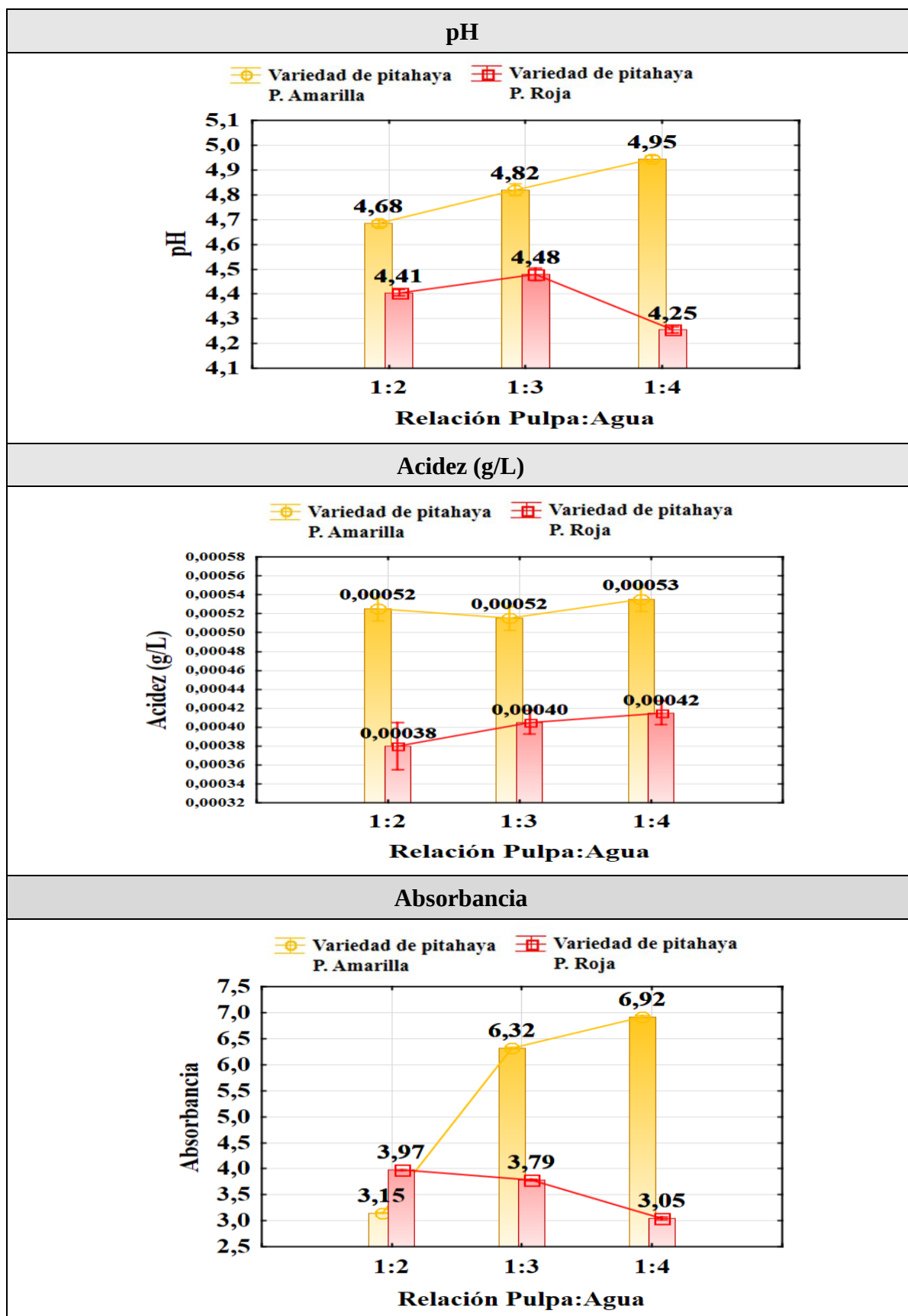
Tabla 29. Medias de resultados de análisis fisicoquímicos del néctar de pitahaya, variedades de pitahaya + Relación Pulpa: Agua (Interacción A*B)

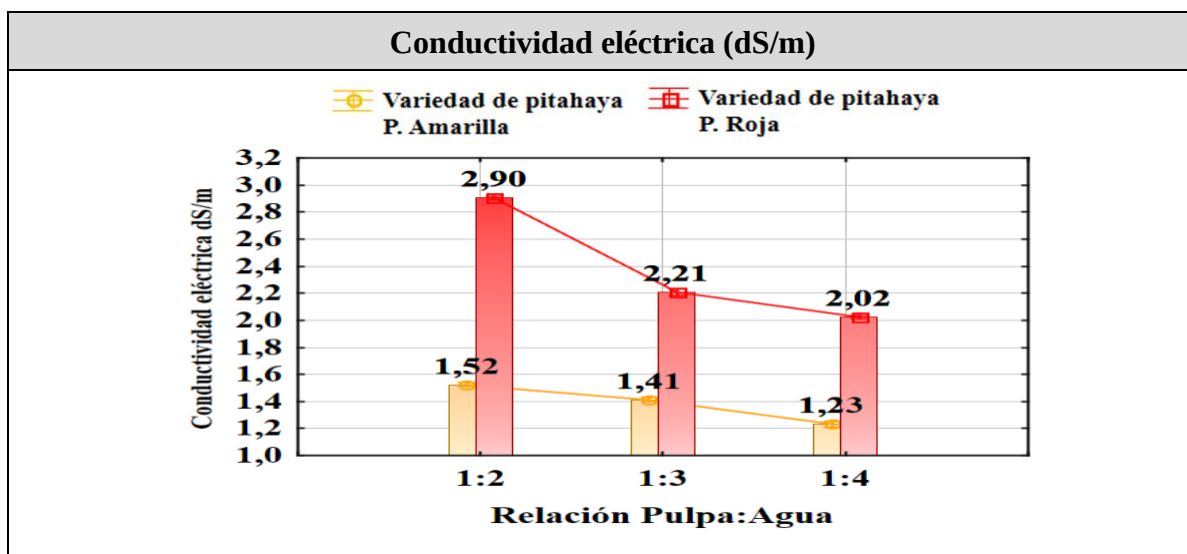
Variedad de pitahaya + Relación Pulpa: Agua	°Brix	pH	Acidez (g/L)	Absorbancia	Conductividad eléctrica (dS/M)
a0b0: P. Amarilla + 1:2	15,15 ^D	4,68 ^D	0,00052 ^C	3,15 ^B	1,52 ^C
a0b1: P. Amarilla + 1:3	13,08 ^C	4,82 ^E	0,00052 ^C	6,32 ^E	1,41 ^B
a0b2: P. Amarilla + 1:4	15,15 ^D	4,95 ^F	0,00053 ^D	6,92 ^F	1,23 ^A
a1b0: P. Roja + 1:2	12,17 ^A	4,41 ^B	0,00038 ^A	3,97 ^D	2,91 ^F
a1b1: P. Roja + 1:3	12,30 ^B	4,48 ^C	0,00040 ^B	3,79 ^C	2,21 ^E
a1b2: P. Roja + 1:4	12,15 ^A	4,25 ^A	0,00042 ^B	3,05 ^A	2,03 ^D

Autor: Quijije, A. (2021)

Figura 18. Diagramas de cajas y bigotes de análisis fisicoquímicos del néctar de pitahaya, variedades de pitahaya + Relación Pulpa: Agua (Interacción A*B)







Autor: Quijije, A. (2021)

En la **figura 18** Se reflejan todos los resultados de las variables que presentaron diferencia significativa de los análisis fisicoquímicos en cuanto a la interacción entre variedades de pitahaya y la relación de Pulpa: Agua (interacción A *B).

Se pudo observar que para la variable °Brix se presentó el valor más bajo al interactuar la variedad de pitahaya roja aplicando la relación Pulpa: Agua de 1:4 siendo éste (12,15), mientras que los valores más altos se presentaron en dos interacciones que son pitahaya amarilla con relación 1:2 y pitahaya amarilla con relación 1:4, ambas con el valor de (15,15).

En la variable pH se presentó el valor más bajo en la interacción variedad de pitahaya roja aplicando la relación Pulpa: Agua de 1:4 con un valor de 4,25, mientras que el valor más alto se presentó utilizando la variedad de pitahaya amarilla con la relación Pulpa: Agua de 1:4, obteniendo un pH de 4,95

Se observó que en la variable acidez presenta el valor más bajo en la interacción variedad de pitahaya roja aplicando relación de Pulpa: Agua de 1:2 obteniendo 0,00038 g/L, mientras que el valor más alto se encuentra presente en la interacción variedad de pitahaya amarilla en relación Pulpa: agua de 1:4 con un valor de 0,00053 g/L.

En cuanto a la variable de absorbancia se observa el valor más bajo al aplicar la variedad de pitahaya roja junto con la relación Pulpa: agua de 1:4 con un valor de 3,05, mientras que el valor más alto se encuentra identificada en la variedad de pitahaya amarilla en relación Pulpa: Agua de 1:4 con un valor de 6,92.

En la variable de conductividad eléctrica se presentó el valor más bajo en la interacción variedad de pitahaya amarilla aplicando relación de Pulpa: Agua de 1:4 obteniendo 1,23 dS/m, mientras que el valor más alto se encuentra presente en la interacción variedad de pitahaya roja en relación Pulpa: Agua de 1:2 con un valor de 2,90 dS/m.

4.3.5. Análisis sensorial del néctar de pitahaya

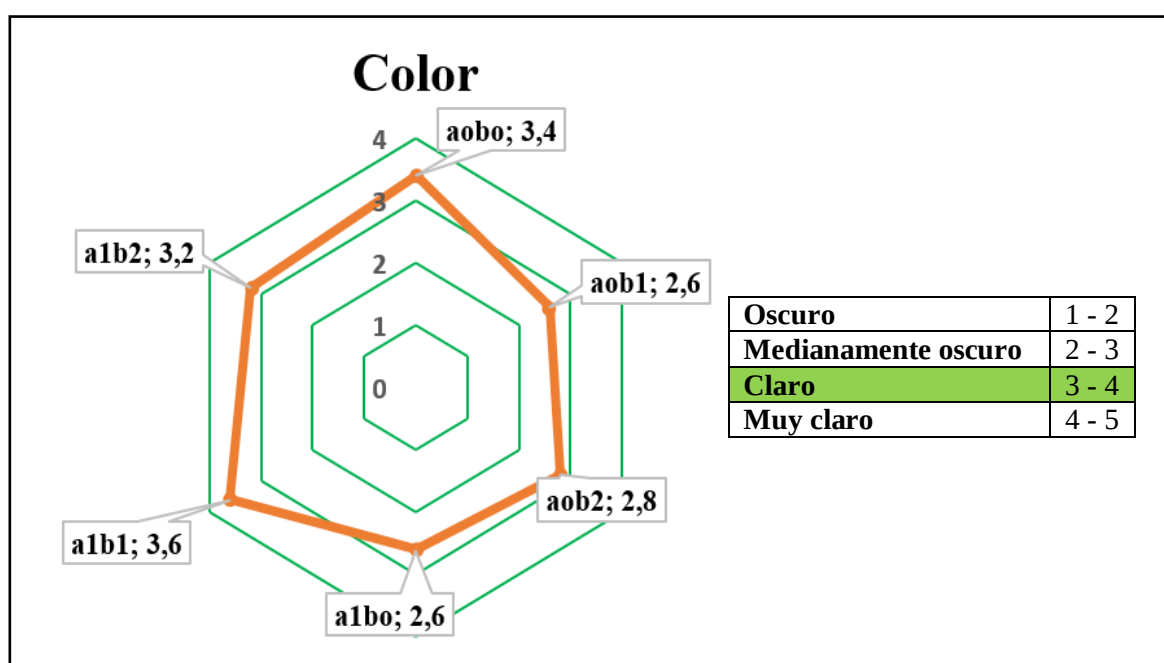
Tabla 30. Análisis de varianza para el atributo color

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamientos	4,31667	5	0,863333	2,40	0,0675
RESIDUOS	8,65	24	0,360417		
TOTAL (CORREGIDO)	12,9667	29			

Autor: Quijije, A. (2021)

En la **tabla 30** se pudo considerar que las variedades de pitahaya en relación a las distintas concentraciones de Pulpa: Agua (Tratamientos) no existió diferencia significativa en el atributo sensorial del color del néctar.

Figura 19. Resultado de evaluación del color de néctar de pitahaya



Autor: Quijije, A. (2021)

En la **figura 19**. Se puede observar el resultado de la valoración de los jueces sobre cada tratamiento, observándose que los tratamientos **a1b1: Pitahaya roja + 1:3** con una puntuación de (3,6), **a1b2: Pitahaya roja + 1:4** con una puntuación de (3,2) y **a0b0: Pitahaya amarilla 1:2** con puntuación de (3,4) presentaron los mejores valores que van en una escala de 3 – 4 ubicándolos como un color claro.

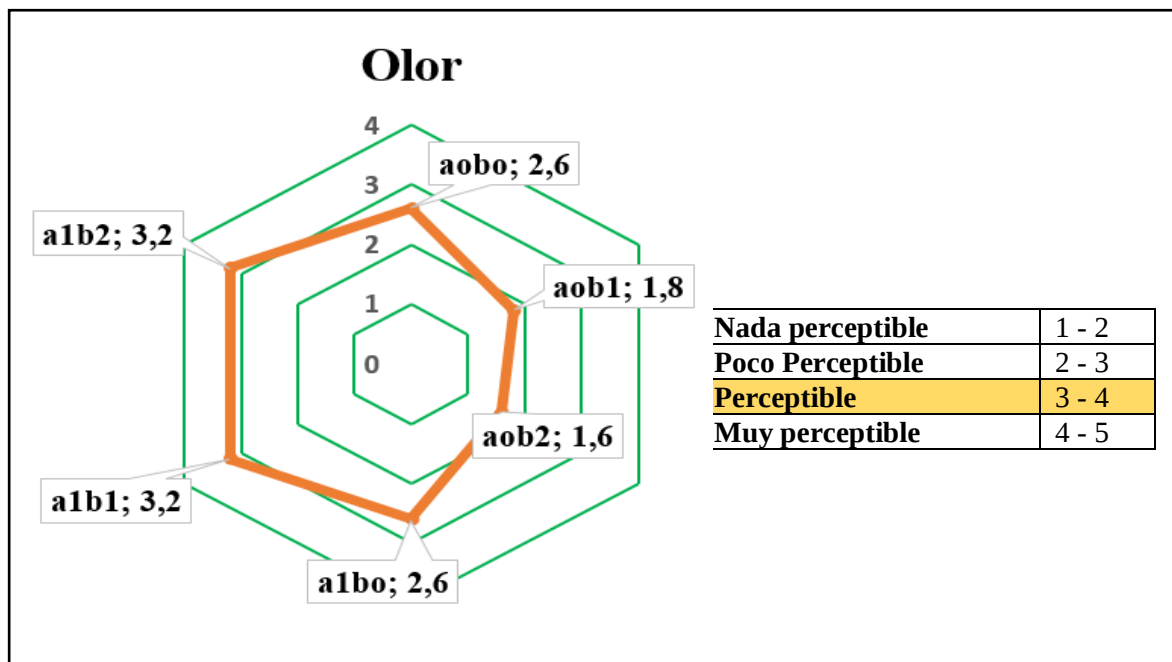
Tabla 31. Análisis de varianza para el atributo olor

Fuente	SC	Gl	CM	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	12,1	5	2,42	3,77	0,0116
RESIDUOS	15,4	24	0,641667		
TOTAL (CORREGIDO)	27,5	29			

Autor: Quijije, A. (2021)

En la **tabla 31** se pudo observar que las variedades de pitahaya en relación a las distintas concentraciones de Pulpa: Agua (Tratamientos) existió diferencia significativa en el atributo sensorial del olor del néctar.

Figura 20. Resultado de evaluación del olor de néctar de pitahaya



Autor: Quijije, A. (2021)

En la **figura 20**. Se aprecia el resultado de la valoración de los jueces sobre cada tratamiento, observándose que los tratamientos **a1b1: Pitahaya roja + 1:3** y **a1b2: Pitahaya roja + 1:4** presentaron los mejores valores con una puntuación de (3,2) que van en una escala de 3 – 4 ubicándolos como olor perceptible.

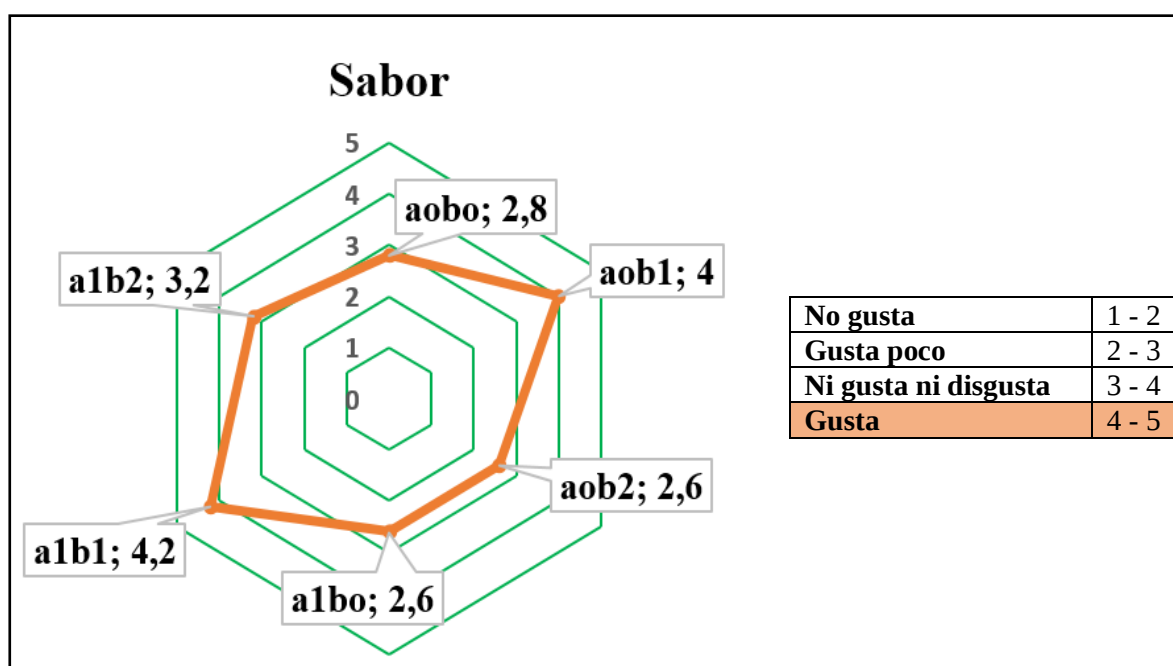
Tabla 32. Análisis de varianza para el atributo sabor

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Sabor	6,77222	4	1,69306	0,55	0,6994
RESIDUOS	76,6944	25	3,06778		
TOTAL (CORREGIDO)	83,4667	29			

Autor: Quijije, A. (2021)

En la **tabla 32** se pudo observar que las variedades de pitahaya en relación a las distintas concentraciones de Pulpa: Agua (Tratamientos) no existió diferencia significativa en el atributo sensorial del sabor del néctar.

Figura 21. Resultado de evaluación del sabor de néctar de pitahaya



Autor: Quijije, A. (2021)

En la **figura 21**. Se muestra el resultado de la valoración de los jueces sobre cada tratamiento, observándose que los tratamientos **a0b1: Pitahaya amarilla + 1:3** con una puntuación de (4,0) y **a1b1: Pitahaya roja + 1:3** con una puntuación de (4,2) presentaron los mejores valores que van en una escala de 4 – 5 ubicándolos como sabor que gusta.

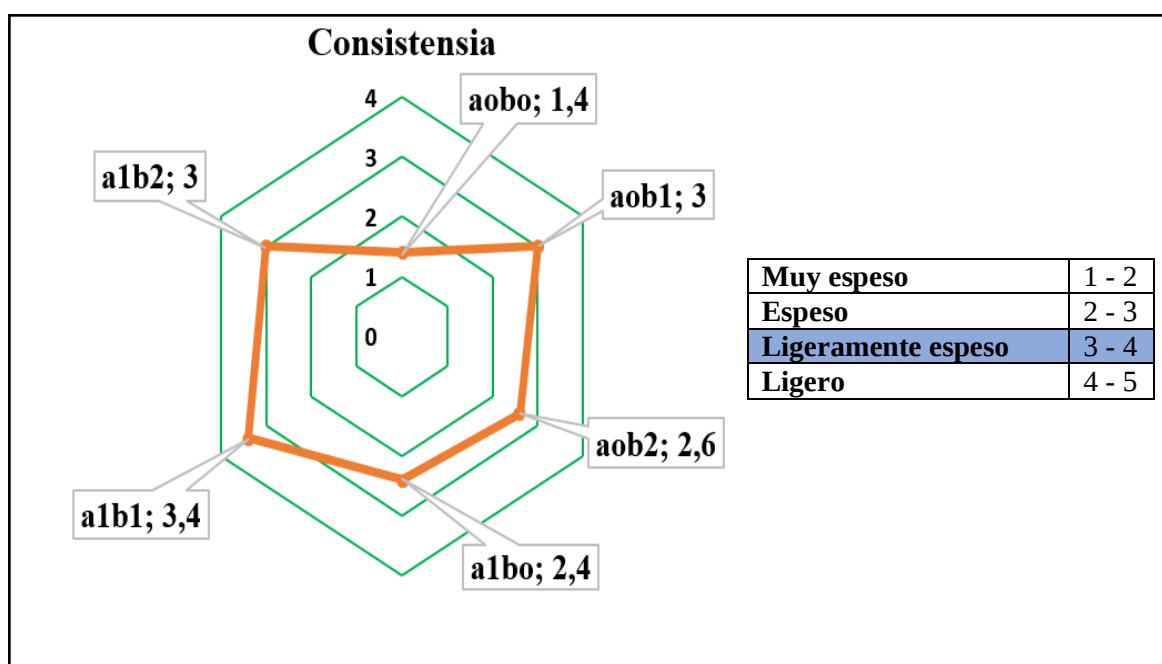
Tabla 33. Análisis de varianza para el atributo consistencia

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	13,1167	5	2,62333	6,39	0,0007
RESIDUOS	9,85	24	0,410417		
TOTAL (CORREGIDO)	22,9667	29			

Autor: Quijije, A. (2021)

En la **tabla 33** se pudo considerar que las variedades de pitahaya en relación a las distintas concentraciones de Pulpa: Agua (Tratamientos) existió diferencia significativa en el atributo sensorial de consistencia del néctar.

Figura 22. Resultado de evaluación del color de néctar de pitahaya



Autor: Quijije, A. (2021)

En la **figura 22**. Se puede observar el resultado de la valoración de los jueces sobre cada tratamiento, observándose que los tratamientos **aob1: Pitahaya amarilla + 1:3** con una puntuación de (3,0), **a1b1: Pitahaya roja + 1:3** con una puntuación de (3,4) y **a1b2: Pitahaya roja + 1:4** con una puntuación de (3,0) presentaron los mejores valores que van en una escala de 3 – 4 ubicándolos como consistencia ligeramente espesa.

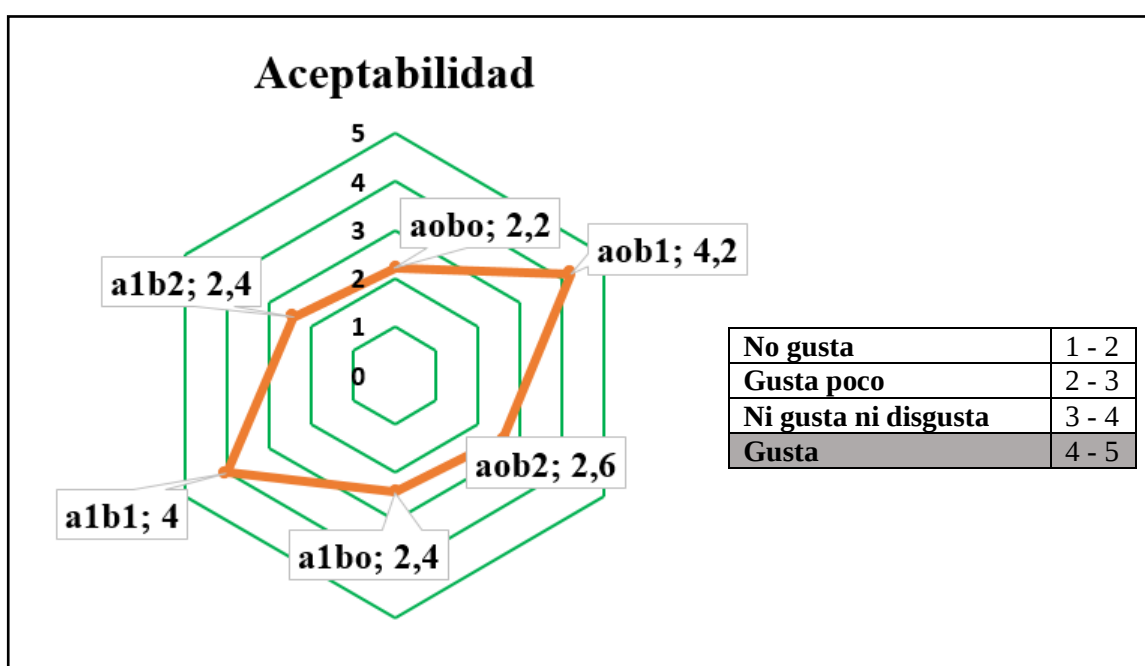
Tabla 34. Análisis de varianza para el atributo consistencia

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	14,7167	5	2,94333	2,69	0,0456
RESIDUOS	26,25	24	1,09375		
TOTAL (CORREGIDO)	40,9667	29			

Autor: Quijije, A. (2021)

En la **tabla 34** se muestran que las variedades de pitahaya en relación a las distintas concentraciones de Pulpa: Agua (Tratamientos) existió diferencia significativa en el atributo sensorial de la aceptabilidad del néctar.

Figura 23. Resultado de evaluación del color de néctar de pitahaya



Autor: Quijije, A. (2021)

En la **figura 23**. Se puede observar el resultado de la valoración de los jueces sobre cada tratamiento, observándose que los tratamientos **aob1: Pitahaya amarilla + 1:3** con una puntuación de (4,2) y **a1b1: Pitahaya roja + 1:3** con una puntuación de (4,0) presentaron los mejores valores que van en una escala de 4 – 5 ubicándolos como aceptabilidad que gusta.

4.4. Establecer el proceso de liofilización considerando el grado de madurez (fisiológica y comercial) de las dos variedades de pitahaya *Hylocereus undatus* (pitahaya rosa), *Selenicereus megalanthus* (pitahaya amarilla)

4.4.1. Análisis de varianza de las características fisicoquímicas de la pitahaya liofilizada

Tabla 35. Análisis de varianza para % de pérdida de agua

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Variedad de pitahaya	142,761	1	142,761	2447331,57	0,0000
B:Grado de Madurez	30,9444	1	30,9444	530475,57	0,0000
C:Réplica	0,00005	2	0,000025	0,43	0,6699
INTERACCIONES					
AB	0,0752083	1	0,0752083	1289,29	0,0000
RESIDUOS	0,00035	6	0,0000583333		
TOTAL (CORREGIDO)	173,781	11			

Autor: Quijije, A. (2021)

En la **tabla 35** del análisis de varianza para % de pérdida de agua se puede apreciar que existe diferencia significativa en el factor A (Variedad de pitahaya), Factor B (Grado de madurez) y en la interacción (A*B), mientras que en la réplica no se encontró diferencia significativa.

Tabla 36. Análisis de varianza para % de humedad

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Variedad de pitahaya	5,32667	1	5,32667	232436,45	0,0000
B:Grado de Madurez	0,0285188	1	0,0285188	1244,45	0,0000
C:Réplica	0,0000125	2	0,00000625	0,27	0,7703
INTERACCIONES					
AB	0,00016875	1	0,00016875	7,36	0,0349
RESIDUOS	0,0001375	6	0,0000229		
TOTAL (CORREGIDO)	5,35551	11			

Autor: Quijije, A. (2021)

En la **tabla 36** del análisis de varianza para % de humedad se considera que existe diferencia significativa en el factor A (Variedad de pitahaya), factor B (Grado de madurez) y en la interacción (A*B), mientras que en la réplica no se encontró diferencia significativa.

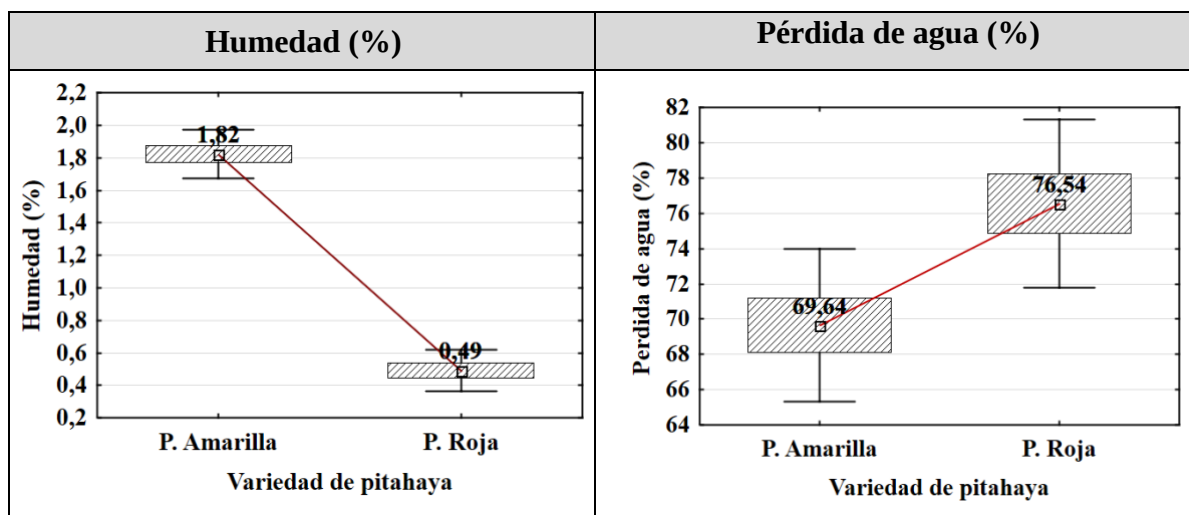
4.4.2. Prueba de significación (Tukey $p < 0,05$) análisis fisicoquímicos de la pitahaya liofilizada considerando las variedades de pitahaya (Factor A)

Tabla 37. Medias de resultados de análisis fisicoquímicos de la pitahaya liofilizada, variedades (Factor A)

Variedades de pitahaya	Humedad (%)	Perdida de agua (%)
a0: P. Amarilla	1,82 ^B	69,64 ^A
a1: P. Roja	0,49 ^A	76,54 ^B

Autor: Quijije, A. (2021)

Figura 24. Diagramas de cajas y bigotes de análisis fisicoquímicos de la pitahaya liofilizada, variedades (Factor A)



Autor: Quijije, A. (2021)

En la **figura 24** Se puede observar los resultados de las variables que presentaron diferencia significativa de los análisis fisicoquímicos en cuanto a las variedades de pitahaya liofilizada (Factor A).

Se pudo considerar que para la variable % de humedad se observa el valor más bajo presentándose en la variedad de pitahaya roja con un valor de 0,49, mientras que el valor más alto se encuentra identificada en la variedad de pitahaya amarilla con valor de 1,82.

En la variable % de pérdida de agua se presentó el valor más bajo en la variedad de pitahaya amarilla con un valor de 69,64, mientras que la pitahaya roja presenta el valor más alto obteniendo 76,54.

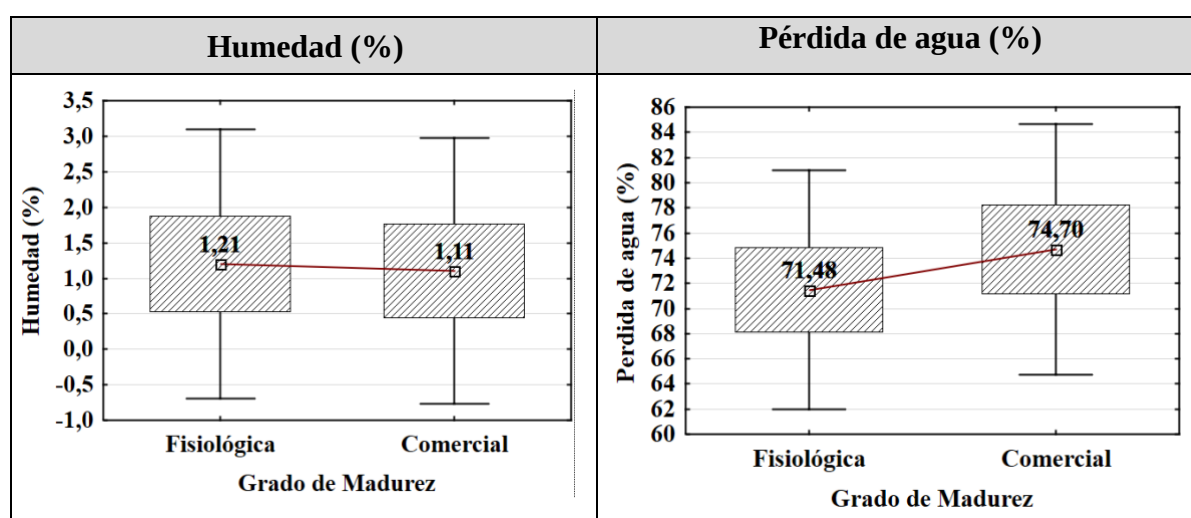
4.4.3. Prueba de significación (Tukey $p < 0,05$) análisis fisicoquímicos de la pitahaya liofilizada considerando los grados de madurez (Factor B)

Tabla 38. Medias de resultados de análisis fisicoquímicos de la pitahaya liofilizada, grados de madurez (Factor B)

Grado de madurez	Humedad (%)	Perdida de agua (%)
b0: Fisiológica	1,21 ^B	71,49 ^A
b1: Comercial	1,11 ^A	74,70 ^B

Autor: Quijije, A. (2021)

Figura 25. Diagramas de cajas y bigotes de análisis fisicoquímicos de la pitahaya liofilizada, Relación grados de madurez (Factor B)



Autor: Quijije, A. (2021)

En la **figura 25** Se muestran los resultados de las variables que presentaron diferencia significativa de los análisis fisicoquímicos en cuanto al grado de madurez (Factor B).

Se pudo considerar que para la variable % de humedad se observa el valor más bajo presentándose en la variedad de pitahaya en grado de madurez comercial con un valor de 1,11, mientras que el valor más alto se encuentra identificada en la variedad de pitahaya de grado de madurez fisiológica con valor de 1,21.

En la variable % de pérdida de agua se presentó el valor más bajo en la variedad de pitahaya de grado de madurez fisiológica con un valor de 71,48, mientras que la pitahaya en grado de madurez comercial presenta el valor más alto obteniendo 74,70.

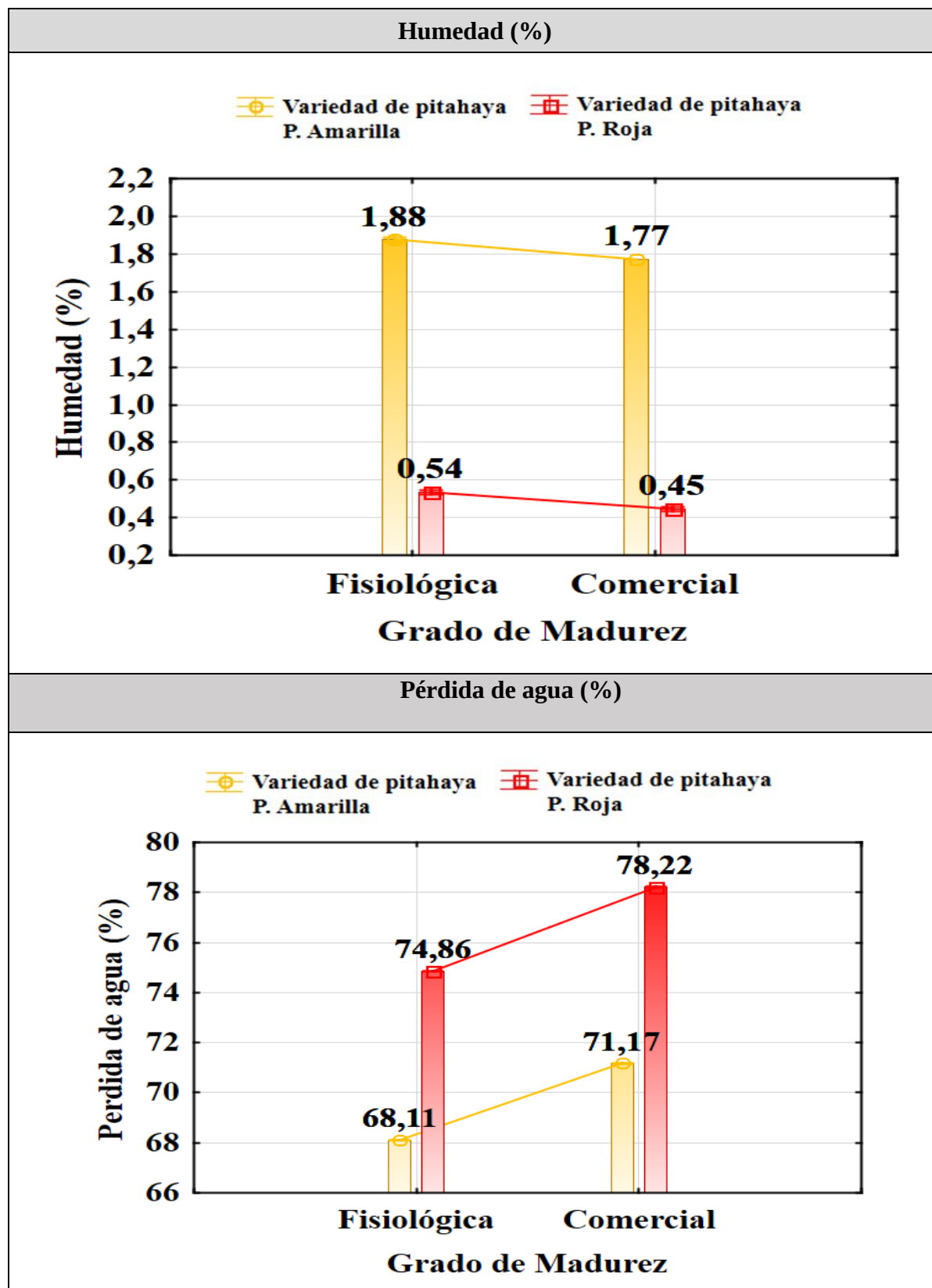
4.4.4. Prueba de significación (Tukey $p < 0,05$) análisis fisicoquímicos de la pitahaya liofilizada considerando las variedades de pitahaya + el grado de madurez (Interacción A*B)

Tabla 39. Medias de resultados de análisis fisicoquímicos de la pitahaya liofilizada, variedades de pitahaya + el grado de madurez (Interacción A*B)

Variedad de pitahaya + grado de madurez	Humedad (%)	Perdida de agua (%)
a0b0: P. Amarilla + Fisiológica	1,88 ^D	68,12 ^A
a0b1: P. Amarilla + Comercial	1,77 ^C	71,17 ^B
a1b0: P. Roja + Fisiológica	0,54 ^B	74,86 ^C
a1b1: P. Roja + Comercial	0,45 ^A	78,23 ^D

Autor: Quijije, A. (2021)

Figura 26. Diagramas de cajas y bigotes de análisis fisicoquímicos de la pitahaya liofilizada, variedades de pitahaya + grado de madurez (Interacción A*B)



Autor: Quijije, A. (2021)

En la **figura 26** Se reflejan los resultados de las variables que presentaron diferencia significativa de los análisis fisicoquímicos en cuanto a la interacciones entre variedades de pitahaya y grado de madurez (interacción A*B).

Se pudo observar que para la variable % de humedad se presentó el valor más bajo obteniendo 0,45 al interactuar la variedad de pitahaya roja y el grado de madurez comercial, mientras que el valor más alto se presentó al interactuar la variedad de pitahaya amarilla en grado de madurez fisiológica con un valor de 1,88.

En la variable % pérdida de agua los valores más bajos se presentaron al interactuar la variedad de pitahaya amarilla en grado de madurez fisiológica con un valor de 68,11, mientras que el valor más alto se presentó al interactuar la variedad de pitahaya roja en grado de madurez comercial con un valor de 78,22.

4.4.5. Análisis sensorial de la pitahaya liofilizada

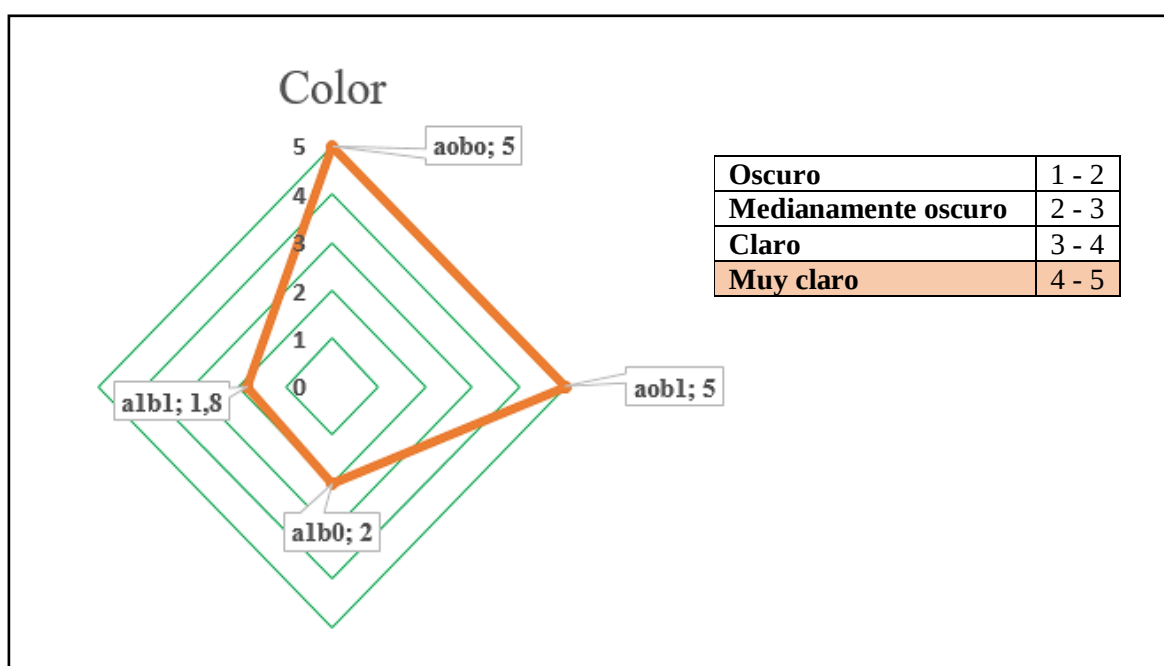
Tabla 40. Análisis de varianza para el atributo color

Fuente	SC	Gl	CM	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	48,15	3	16,05	53,50	0,0000
RESIDUOS	4,8	16	0,3		
TOTAL (CORREGIDO)	52,95	19			

Autor: Quijije, A. (2021)

En la **tabla 40** se considera que las variedades de pitahaya en relación a los grados de madurez (Tratamientos) existió diferencia significativa en el atributo sensorial del color del liofilizado.

Figura 27. Resultado de evaluación del color de la pitahaya liofilizada



Autor: Quijije, A. (2021)

En la **figura 27**. Se puede observar el resultado de la valoración de los jueces sobre cada tratamiento, observándose que los tratamientos **aob0: Pitahaya amarilla + grado de madurez fisiológico** con una puntuación de (5), y **aob1: Pitahaya amarilla + grado de madurez comercial** con puntuación de (5) presentaron los mejores valores que van en una escala de 4-5 ubicándolos como un color muy claro.

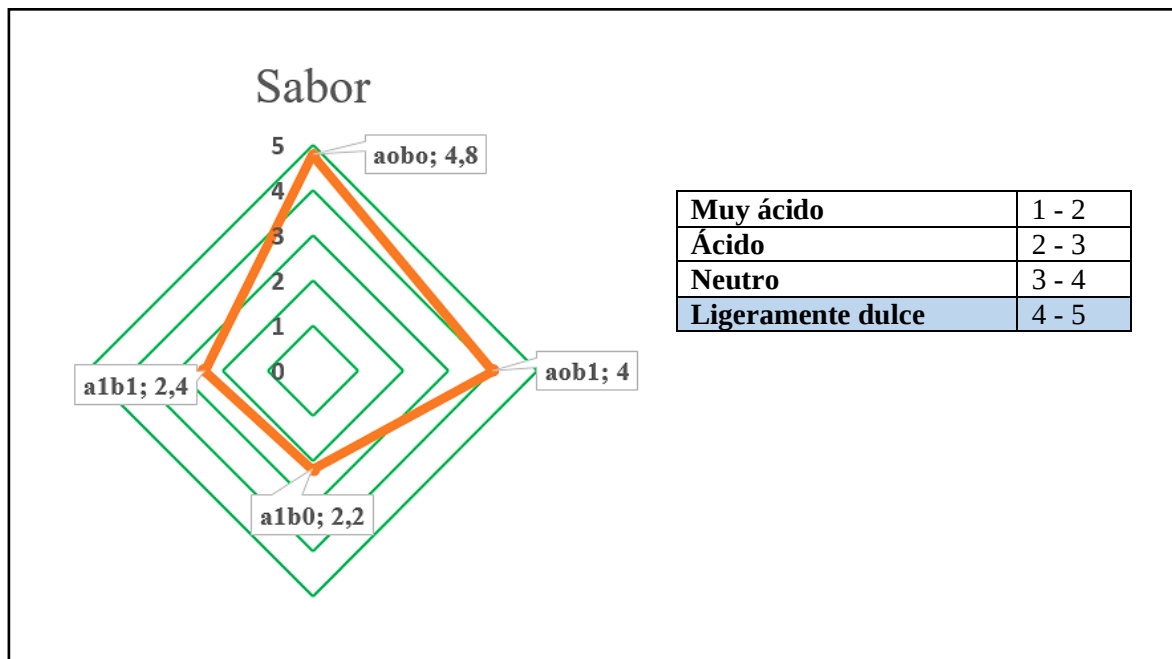
Tabla 41. Análisis de varianza para el atributo sabor

Fuente	SC	Gl	CM	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	23,75	3	7,91667	11,73	0,0003
RESIDUOS	10,8	16	0,675		
TOTAL (CORREGIDO)	34,55	19			

Autor: Quijije, A. (2021)

En la **tabla 41** se muestra que las variedades de pitahaya en relación a los grados de madurez (Tratamientos) existió diferencia significativa en el atributo sensorial del sabor del liofilizado.

Figura 28. Resultado de evaluación del sabor de la pitahaya liofilizada



Autor: Quijije, A. (2021)

En la **figura 28**. Se puede observar el resultado de la valoración de los jueces sobre cada tratamiento, observándose que los tratamientos **a0b0: Pitahaya amarilla + grado de madurez fisiológico** con una puntuación de (4,8), y **a0b1: Pitahaya amarilla + grado de madurez comercial** con puntuación de (4) presentaron los mejores valores que van en una escala de 4-5 ubicándolos como un sabor ligeramente dulce.

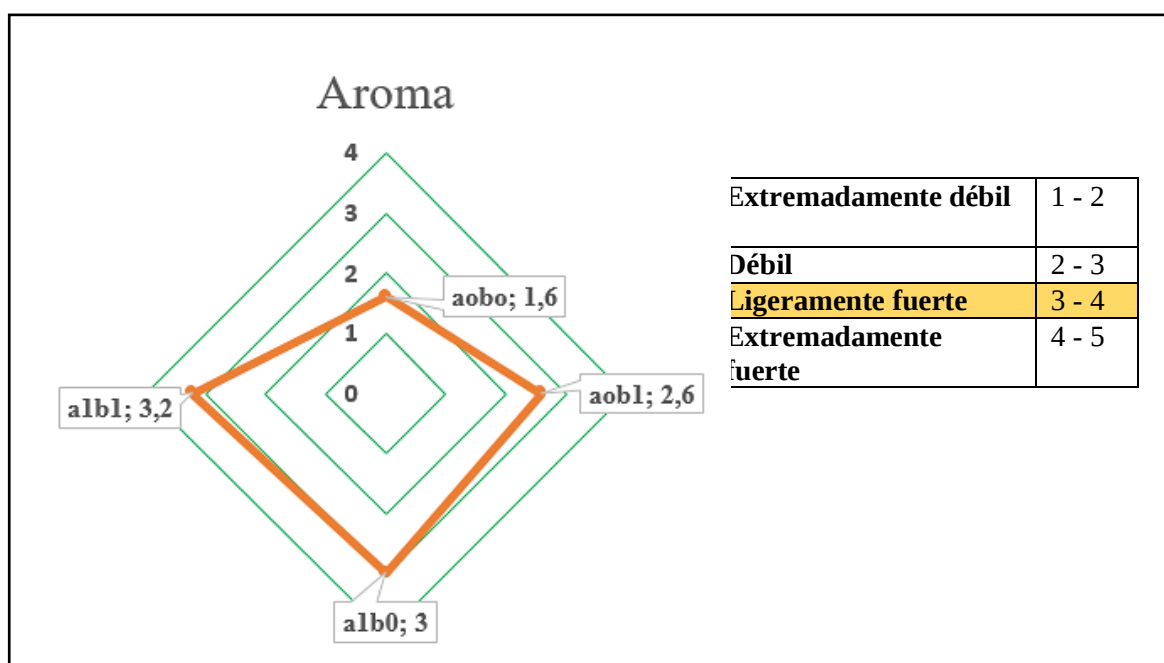
Tabla 42. Análisis de varianza para el atributo aroma

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	7,6	3	2,53333	4,41	0,0193
RESIDUOS	9,2	16	0,575		
TOTAL (CORREGIDO)	16,8	19			

Autor: Quijije, A. (2021)

En la **tabla 42** muestra que las variedades de pitahaya en relación a los grados de madurez (Tratamientos) existió diferencia significativa en el atributo sensorial del aroma del liofilizado.

Figura 29. Resultado de evaluación del aroma de la pitahaya liofilizada



Autor: Quijije, A. (2021)

En la **figura 29**. Se puede apreciar el resultado de la valoración de los jueces sobre cada tratamiento, observándose que los tratamientos **a1b0: Pitahaya roja + grado de madurez fisiológico** con una puntuación de (3), y **a1b1: Pitahaya roja + grado de madurez comercial** con puntuación de (3,2) presentaron los mejores valores que van en una escala de 3-4 ubicándolos como un aroma ligeramente fuerte

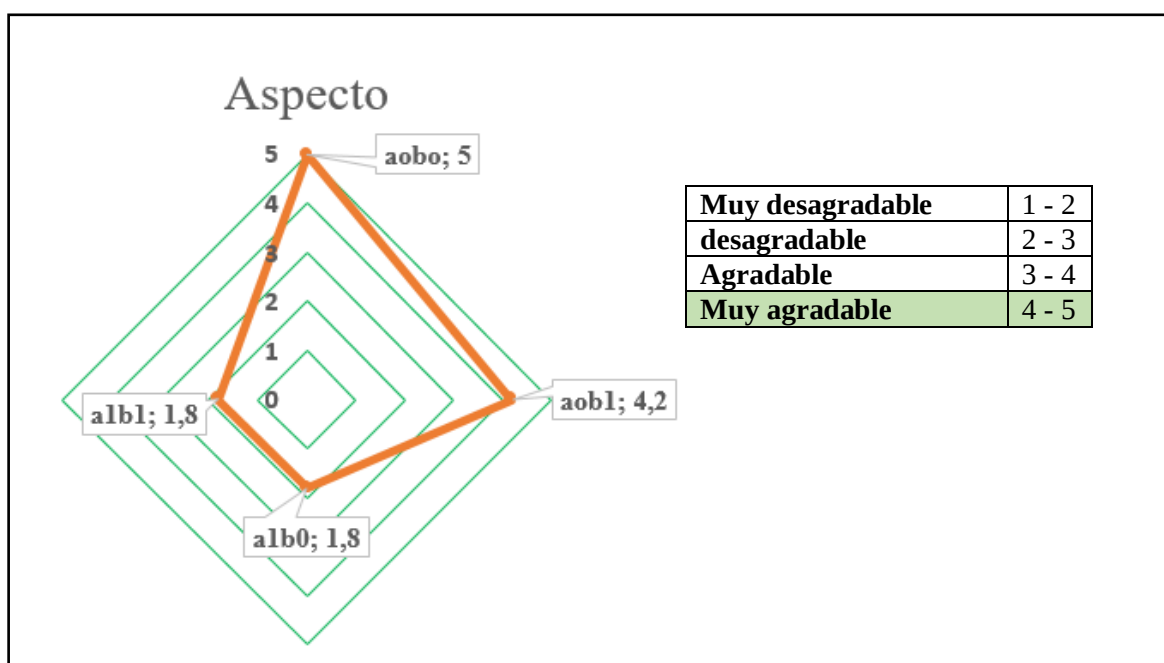
Tabla 43. Análisis de varianza para el atributo aspecto

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	40,8	3	13,6	25,90	0,0000
RESIDUOS	8,4	16	0,525		
TOTAL (CORREGIDO)	49,2	19			

Autor: Quijije, A. (2021)

En la **tabla 43** se pudo observar que las variedades de pitahaya en relación a los grados de madurez (Tratamientos) existió diferencia significativa en el atributo sensorial del aspecto del liofilizado.

Figura 30. Resultado de evaluación del aspecto de la pitahaya liofilizada



Autor: Quijije, A. (2021)

En la **figura 30**. Refleja el resultado de la valoración de los jueces sobre cada tratamiento, observándose que los tratamientos **a0b0: Pitahaya amarilla + grado de madurez fisiológico** con una puntuación de (5) y **a0b1: Pitahaya amarilla + grado de madurez comercial** con una puntuación de (4,2) presentaron los mejores valores que van en una escala de 4-5 ubicándolos como aspecto muy agradable

4.5. Análisis del rendimiento mediante balance de materiales para identificar su factibilidad en la industria.

4.5.1. Rendimiento mediante balance de materiales para identificar la factibilidad de las variedades de pitahaya en relación con las zonas de producción (Vinces, Balzar, Rocafuerte)

$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{\text{peso de la pulpa obtenida}}{\text{peso total de la fruta}} \right) \times 100\%$$

- a0b0

$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{1021g}{2047g} \right) \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 49,88\%$$

- a0b1

$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{1312g}{2187g} \right) \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 59,99\%$$

- aob2

$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{1192g}{2139g} \right) \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 55,72\%$$

- a1b0

$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{1873g}{3194g} \right) \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 58,64\%$$

- a1b1

$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{1227g}{2659g} \right) \times 100\%$$

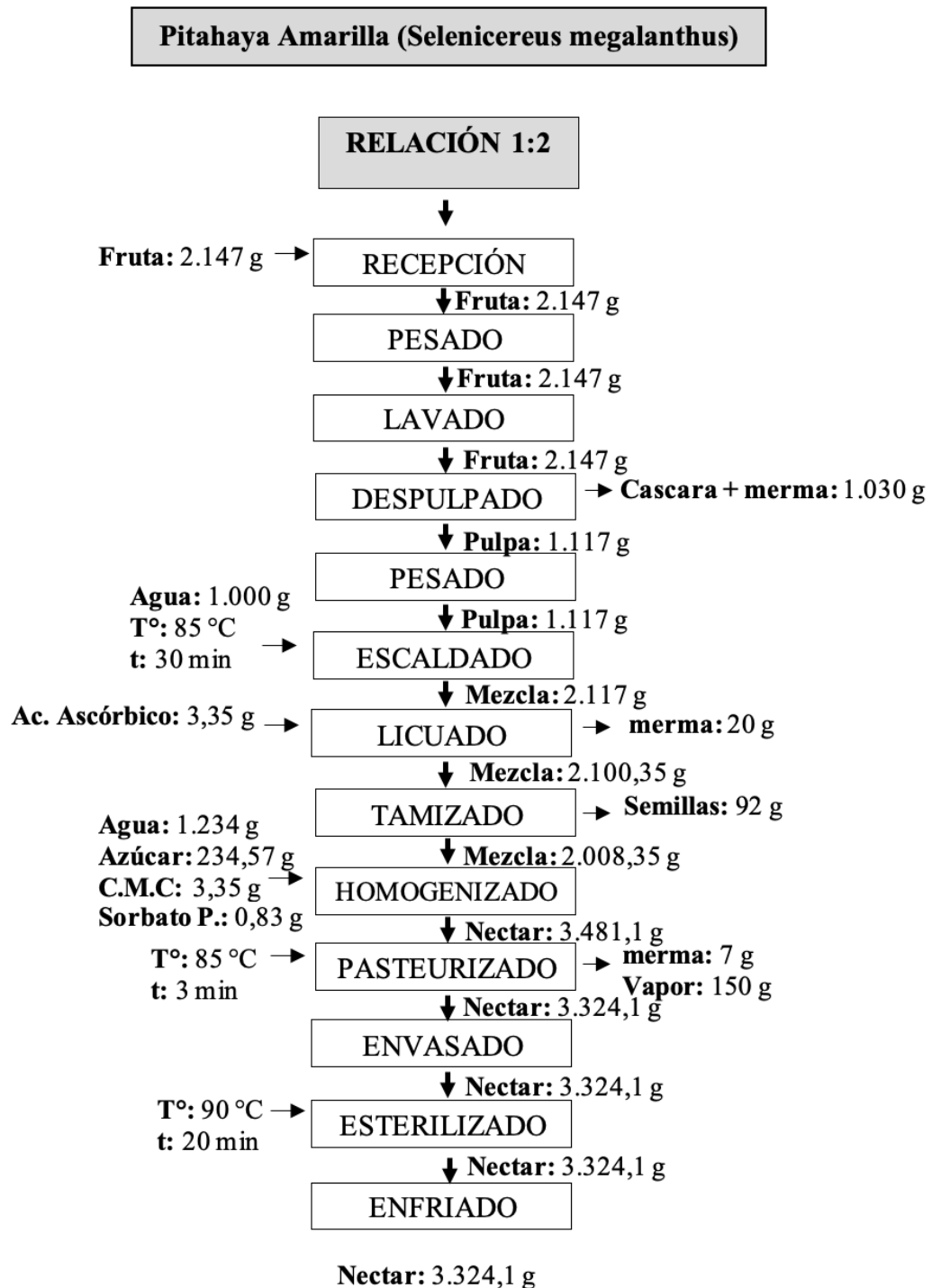
$$\text{Rendimiento} = 46,15\%$$

- a1b2

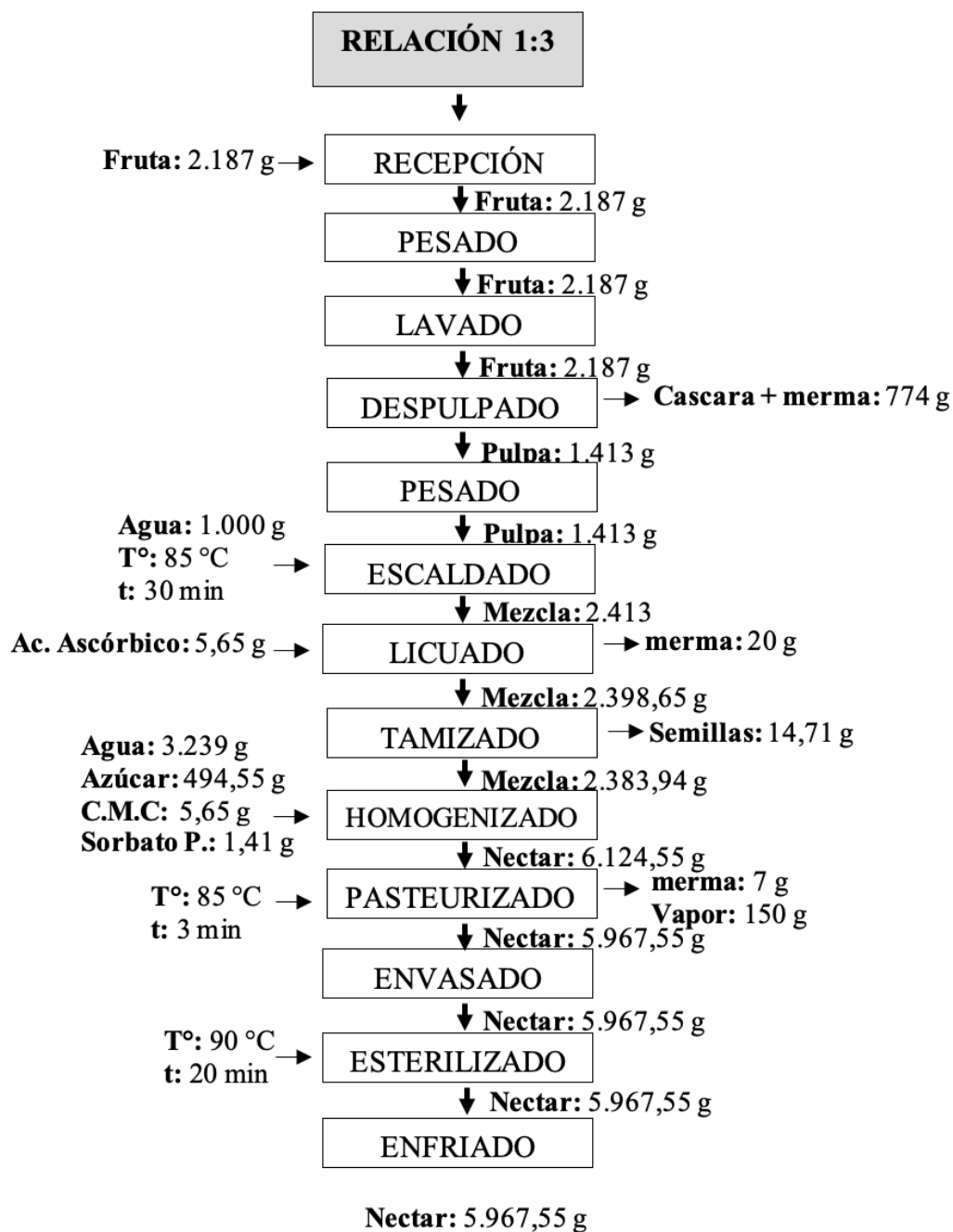
$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{1215g}{2414g} \right) \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 50,33\%$$

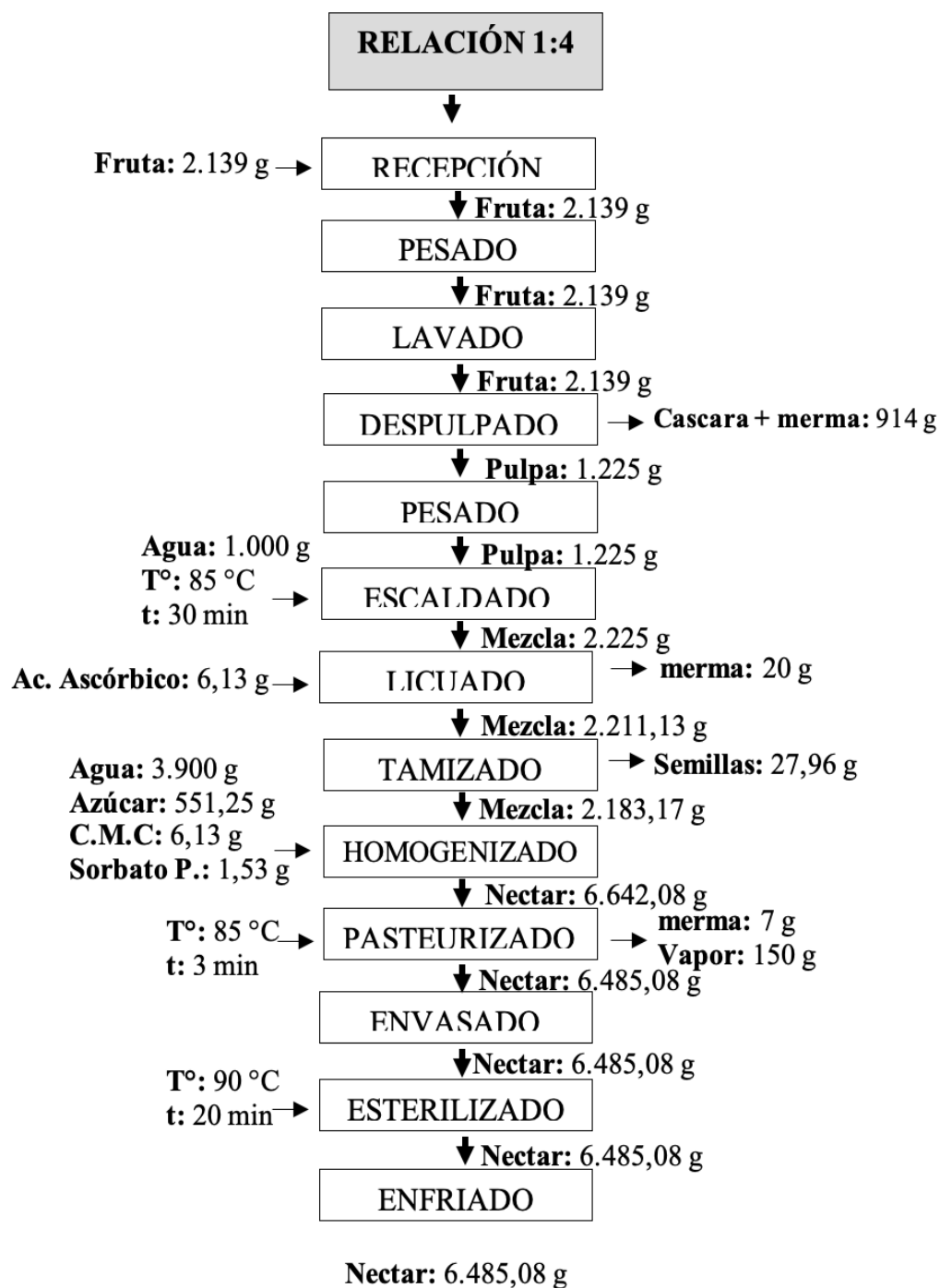
4.5.2. Rendimiento mediante balance de materiales para identificar la factibilidad de las variedades de pitahaya en relación con distintas concentraciones de Pulpa: Agua (1:2, 1:3 y 1:4)

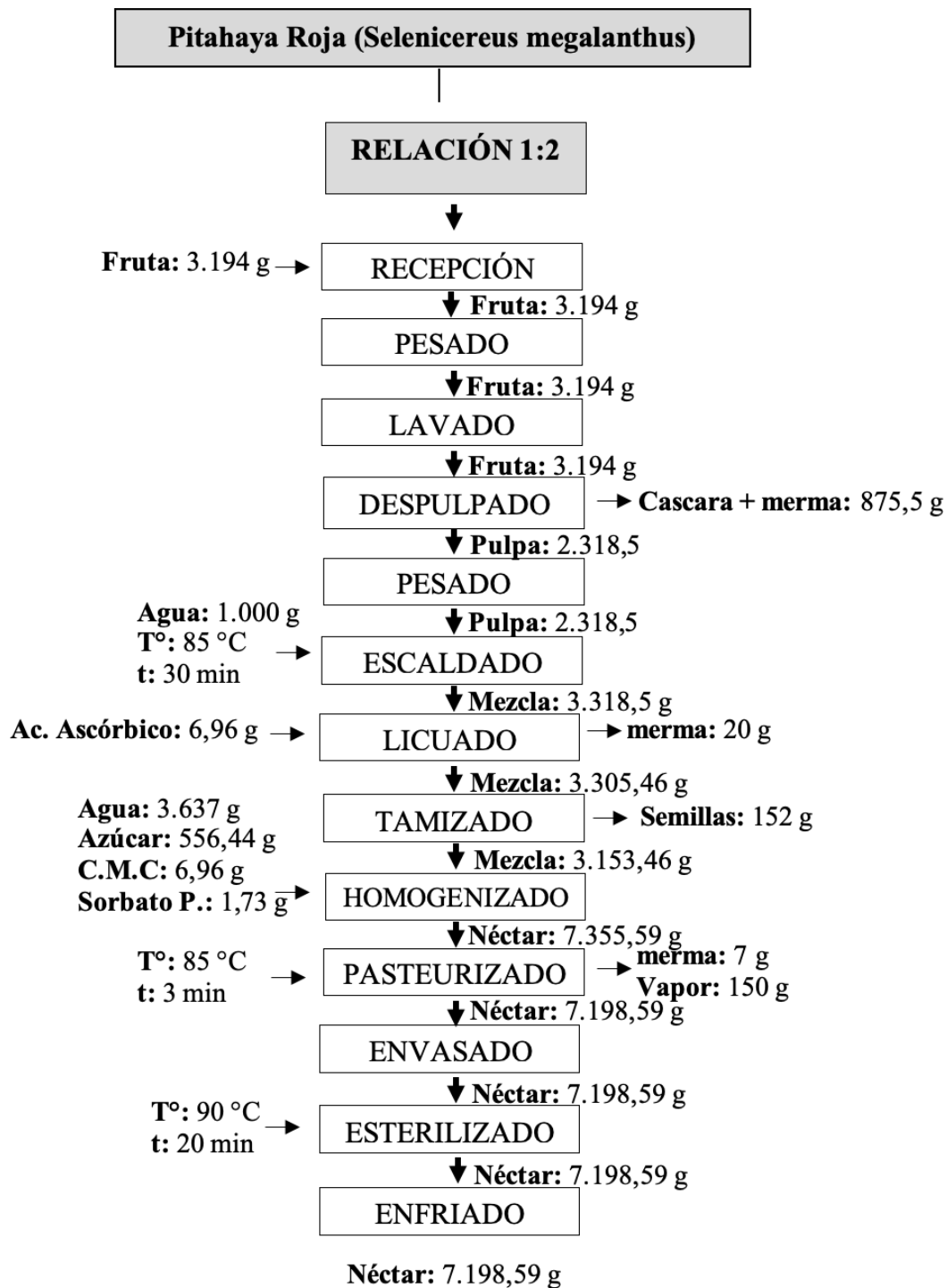


Pitahaya Amarilla (*Selenicereus megalanthus*)

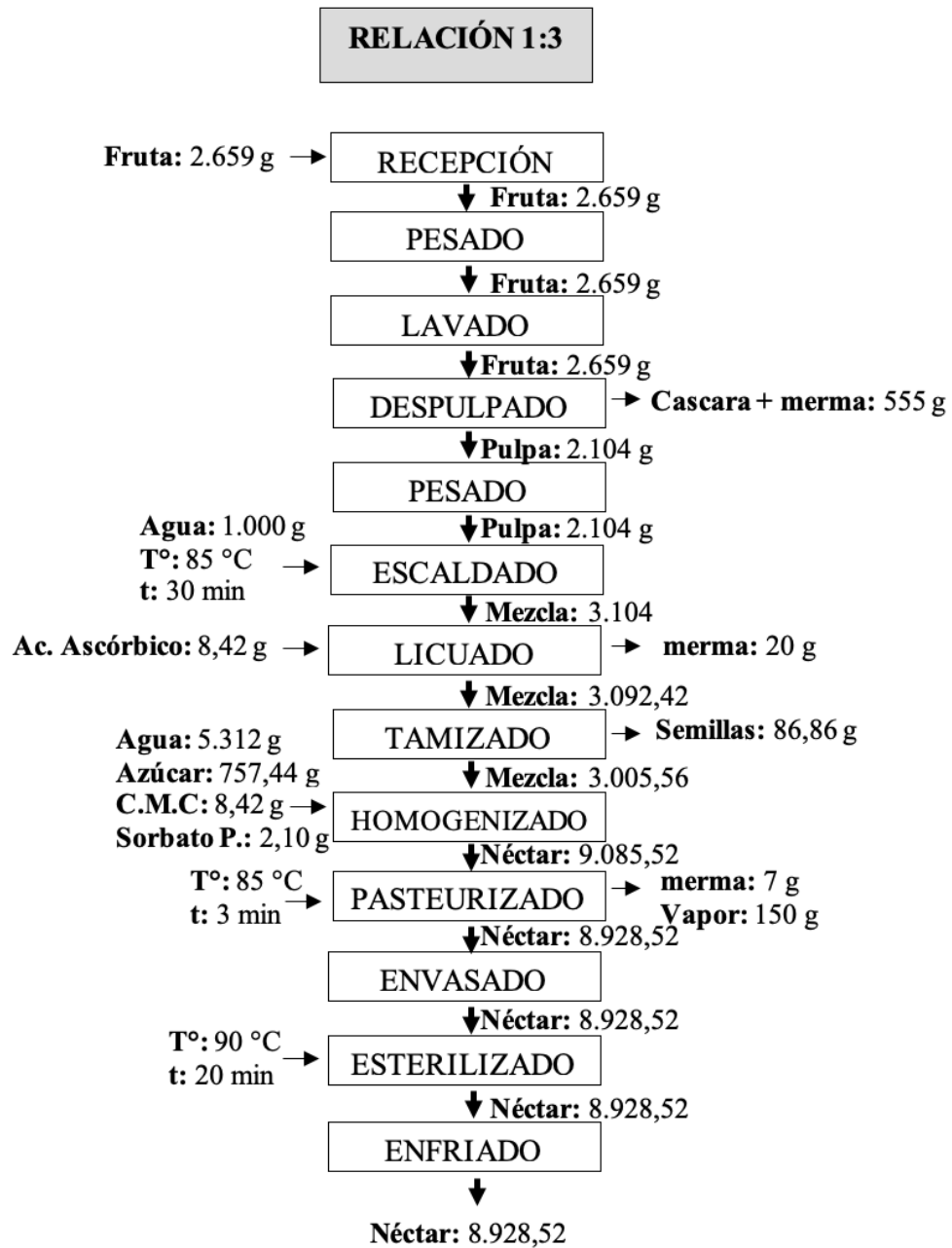


Pitahaya Amarilla (*Selenicereus megalanthus*)

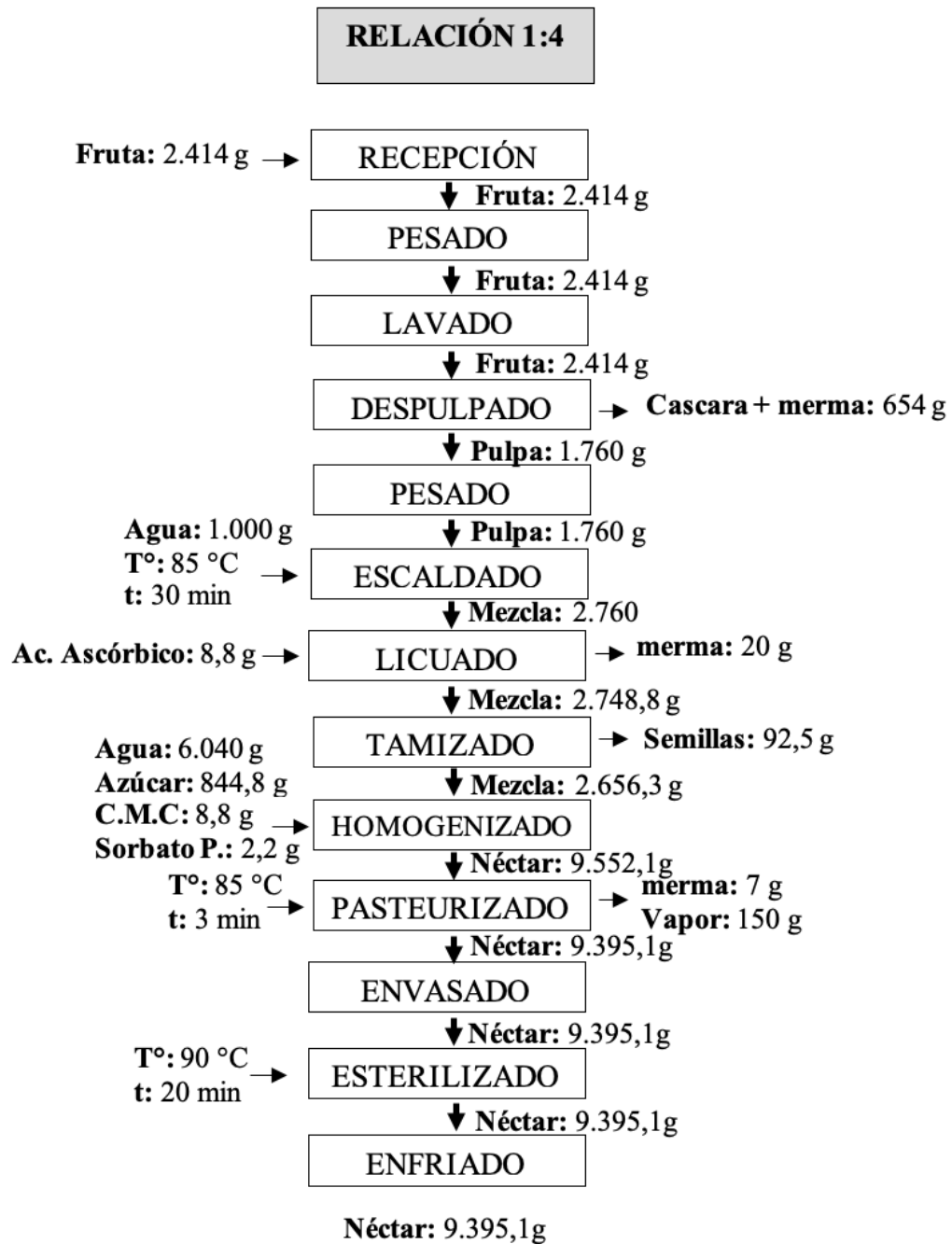




Pitahaya Roja (*Selenicereus megalanthus*)



Pitahaya Roja (*Selenicereus megalanthus*)



$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{\text{peso final del néctar}}{\text{peso inicial de fruta} + \text{peso agua} + \text{peso azúcar}} \right) \times 100\%$$

- **Aobo**

$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{3324,1 \text{ g}}{2147 \text{ g} + 2234 \text{ g} + 234,57 \text{ g}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 72,019 \%$$

- **Aob1**

$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{5967,55 \text{ g}}{2187 \text{ g} + 4239 \text{ g} + 494,55 \text{ g}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 86,229 \%$$

- **Aob2**

$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{6485,08 \text{ g}}{2139 \text{ g} + 4900 \text{ g} + 551,25 \text{ g}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 85,439 \%$$

- **A1bo**

$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{7198,59 \text{ g}}{3194 \text{ g} + 4637 \text{ g} + 556,44 \text{ g}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 85,825 \%$$

- **A1b1**

$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{8928,52 \text{ g}}{2659 \text{ g} + 6312 \text{ g} + 757,44 \text{ g}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 91,777 \%$$

- **A1b2**

$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{9395,1 \text{ g}}{2414 \text{ g} + 7040 \text{ g} + 844,8 \text{ g}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 91,225 \%$$

4.5.3. Rendimiento del proceso de liofilización

$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{\text{gramos producto liofilizado}}{\text{gramos de fruta inicial}} \right) \times 100\%$$

- a0b0

$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{78,73 \text{ g}}{200 \text{ g}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 39,37 \%$$

- a0b1

$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{70,66 \text{ g}}{200 \text{ g}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 35,33 \%$$

- a1b0

$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{65,95 \text{ g}}{200 \text{ g}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 32,98 \%$$

- a1b1

$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{57,22 \text{ g}}{200 \text{ g}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 28,61 \%$$

4.6. DISCUSIÓN

4.6.1. Respecto a los resultados obtenidos de análisis Físico-químicos para la Caracterización de pitahaya

4.6.1.1. Variedades de pitahaya (Factor A)

Con respecto a las Variedades de pitahaya (Factor A) se determinó que los valores de análisis químicos para la variedad de pitahaya amarilla fueron: °Brix (19,03) y pH (5,25), se encuentran dentro de lo reportado en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2003: 2005 “Frutas frescas pitahaya amarilla, requisitos”, donde los valores reportados fueron: °Brix (19-21) y pH (>4,40); además según Sotomayor, Andrea; Pitizaca, Soledad; Sánchez, Maritza; Burbano, Armando; Díaz, Alejandra; Nicolalde, José; Viera, William; Caicedo, Carlos; Vargas, Yadira (2019) en el estudio de Evaluación físico química de fruta de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) en diferentes estados de desarrollo mencionan que la pitahaya en verano alcanza un valor de 19.6 °Brix, mientras que en invierno el valor llega a 20.8 °Brix.

En el caso de la variedad de pitahaya roja, los resultados obtenidos para análisis químicos fueron: °Brix (16,11) y pH (5,11) valores similares son reportados en cuanto a pH por Romero Escobedo, Pérez López, & Villaseñor Perea (2012) en el estudio titulado Evaluación de frutos de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) sometidos a carga de compresión axial, donde el pH del fruto se encuentra en rangos entre 5.2 hasta 5.8, mientras que °Brix presentan valores diferentes al estudio presentado por motivo que sus datos fueron de 12.6 al momento de la cosecha del fruto mientras que el estudio se realizó a frutas con grado de madurez entre 2.5 a 3

4.6.1.2. Zonas de producción (Factor B)

Con respecto a los °Brix de las pitahayas en las tres zonas estudiadas presentaron valores de 16,66 en Vinces, 17,89 en Balzar y 18,16 en Rocafuerte, resultados dentro de lo reportado por Verona Ruiz, Urcia Cerna, & Paucar Menacho (2020) en el estudio titulado Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos, donde los ° Brix son variables entre 12-15°Brix en la variedad H. undatus, mientras que S. megalanthus resalta como variedad mas dulce alcanzando los 20,74 °Brix.

En el caso del pH de las pitahayas, los resultados obtenidos en las tres zonas de estudio presentaron valores de 5,14 en Balzar, 5,16 en Rocafuerte y el valor mas alto 5,24 en la zona de Vinces, resultados que se encuentran dentro de lo reportado por Rodriguez, Patiño, Miranda, Fischer, & Jesus (2005) en el estudio titulado Efecto de dos índices de madurez y dos temperaturas de almacenamiento sobre el comportamiento en poscosecha de la pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) donde presentan valores de pH en un rango entre 5,00 a 5,35.

4.6.1.3. Partes del fruto (Factor C)

Con respecto a los °Brix de las dos partes del fruto presentaron valores de 15,50 en el borde del fruto y 19,65 en el centro de la pulpa, resultados similares a lo registrado por Verona Ruiz, Urcia Cerna, & Paucar Menacho (2020) en el estudio titulado Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos, donde los ° Brix son variables entre 12-15°Brix en la variedad H. undatus, mientras que S. megalanthus resalta como variedad mas dulce alcanzando los 20,74 °Brix.

En el caso del pH de las dos partes del fruto, presentaron valores de 5,01 en el borde, mientras que en el centro de la pulpa el valor de 5,35 resultados que se encuentran dentro de lo registrado por Rodriguez, Patiño, Miranda, Fischer, & Jesus (2005) en el estudio titulado Efecto de dos índices de madurez y dos temperaturas de almacenamiento sobre el comportamiento en poscosecha de la pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) donde presentan valores de pH en un rango entre 5,00 a 5,35.

4.6.1.4. Variedades de pitahaya* Zonas de producción* Partes del fruto (Interacción A*B*C)

Con respecto a la interacción A*B*C en cuanto a la variable °Brix, presentó los valores mas bajos al interactuar la variedad de pitahaya roja en la zona de producción Vinces al tomar el análisis en el borde del fruto presentando un valor de 13,52, mientras que el valor más alto de °Brix se presentó al interactuar la variedad de pitahaya amarilla en la zona Rocafuerte realizando el análisis en el centro de la pulpa con un valor de 21,72, resultados similares a lo registrado por Verona Ruiz, Urcia Cerna, & Paucar Menacho (2020) en el estudio titulado Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos, donde los ° Brix son variables entre 12-15°Brix en la variedad H. undatus, mientras que S. megalanthus resalta como variedad mas dulce alcanzando los 20,74 °Brix.

En el caso del pH presentó los valores más bajos a las interacciones: (Pitahaya amarilla + Balzar+ borde del fruto) y (Pitahaya roja + Rocafuerte + borde del fruto) con valores de 4,92, mientras que los valores más altos se encuentran al interactuar la variedad de pitahaya amarilla en la zona de producción Vines realizando el análisis en el centro de la pulpa, con un valor de 5,51 resultados que se encuentran similares a lo registrado por Rodriguez, Patiño, Miranda, Fischer, & Jesus (2005) en el estudio titulado Efecto de dos índices de madurez y dos temperaturas de almacenamiento sobre el comportamiento en poscosecha de la pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) donde presentan valores de pH en un rango entre 5,00 a 5,35.

4.6.2. Respecto a los resultados obtenidos de análisis físico-químicos del néctar de pitahaya

4.6.2.1.Variedades de pitahaya (Factor A)

Con respecto a las variedades de pitahaya (Factor A) se considera que para la variable °Brix se observa el valor más bajo en la variedad de pitahaya roja con un valor de 12,22 mientras que el valor más alto se encuentra en la variedad de pitahaya amarilla con un valor de 14,47, datos que se encuentran similares por Cardozo Cubas & Ruiz Torres (2019) en el estudio Evaluación físico-químicas y Microbiológica del néctar pitahaya amarilla (*Hylocereus triangularis*), sometido a tratamientos por radiación con luz ultravioleta uv-c y pasteurización, donde presentan valores de °Brix de 13,00.

En el caso del pH del néctar se observa el valor más alto en la variedad de pitahaya amarilla (4,82) mientras que el valor más bajo en la variedad roja (4,38); datos que según la Norma Técnica Ecuatoriana 2337: 2008, Jugos, pulpas, concentrados néctares bebidas de frutas y vegetales, como requisito específico el néctar de fruta debe tener un pH menor a 4,5.

Considerando los resultados de acidez del néctar de pitahaya, se observa el valor más alto en la variedad de pitahaya amarilla (0,00053 g/L) mientras que el valor más bajo esta presente en la variedad roja (0,00040 g/L) datos que son superiores a lo reportado por Cardozo Cubas & Ruiz Torres (2019) en el estudio Evaluación físico-química y Microbiológica del néctar pitahaya amarilla (*Hylocereus triangularis*), sometido a

tratamientos por radiación con luz ultravioleta uv-c y pasteurización, donde establece el porcentaje de acidez entre 0,00016 - 0,00020 g/L.

En cuanto a los resultados de absorbancia, se observó mayor contenido en la variedad amarilla (5,46) mientras que en la variedad roja un menor contenido (3,60), datos no registrados según Medina Rivadeneira & Mendoza Angulo (2011) en su estudio Elaboración de mermelada y néctar a partir de la pulpa de pitahaya y determinación de capacidad antioxidante por el método dp_{ph} (1,1 difenil-2- picril hidrazila), donde presentan valores de absorbancia de 0,462.

Considerando los resultados de conductividad eléctrica se presentó en la variedad de pitahaya roja mayor contenido obteniendo 2,38 dS/m mientras que en la pitahaya amarilla 1,39 dS/m, datos que no se encuentran dentro del rango según Bombón Pilliza (2012) en su estudio Influencia de la aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad sobre la carga microbiana del néctar de fresa, que establece valores de absorbancia de 0,972 dS/m.

4.6.2.2.Relación Pulpa: Agua (Factor B)

Con respecto a las relaciones de pulpa: agua se considera que para la variable °Brix se observa el valor más bajo en la relación 1:3 con un valor de 12,70 mientras que el valor más alto se encuentra en la relación 1:2 con un valor de 13,67, datos que se encuentran inferiores según Aurora Vigo, Edward Florencio; Elias Igor, Bances Marelo (2019) en el estudio Formulación y nivel de aceptabilidad de una bebida elaborada a partir de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*), donde establece valores de °Brix entre 14 y 15.

En el caso del pH del néctar se observa el valor más alto en la relación Pulpa: Agua 1:3 (4,65) mientras que el valor más bajo se encuentra en la relación Pulpa: Agua 1:2 (4,54); datos que no se encuentran registrados según Muñoz, José; Carranza, Neyda; Delgado, María; Alcivar, Anna; Muñoz, Angélica (2019) en el estudio Elaboración de néctar de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) con piña (*Ananas comosus*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) y su efecto en las características físico-químicas, microbiológicas y organolépticas, donde presentan valores de pH en entre 3,45 hasta 3,75, sin embargo según Aurora Vigo, Edward Florencio; Elias Igor, Bances Marelo (2019) en el estudio Formulación y nivel de aceptabilidad de una bebida elaborada a partir de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) el néctar presenta valores de pH de 4,54 el cual es igual a la relación Pulpa: Agua de 1:2 de la presente investigación.

Considerando los resultados de acidez en cuanto a sus distintas concentraciones, se observa el valor más alto en la relación 1:4 (0,00048 g/L) mientras que el valor más bajo está presente en la relación 1:2 (0,00045 g/L) datos que se encuentran reportados según Aurora Vigo, Edward Florencio; Elias Igor, Bances Marelo (2019) en el estudio Formulación y nivel de aceptabilidad de una bebida elaborada a partir de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) donde establece el porcentaje de acidez de 0,00013 g/L.

En cuanto a los resultados de absorbancia, se observó mayor contenido en la relación 1:3 (5,05) mientras que en la relación 1:2 presentó menor contenido (3,56) datos no registrados según Medina Rivadeneira, Pablo Enrique; Mendoza Angulo, Freddy Horacio (2011) en su estudio Elaboración de mermelada y néctar a partir de la pulpa de pitahaya y determinación de capacidad antioxidante por el método dp_{ph} (1,1 difenil-2- picril hidrazila), donde presentan valores de absorbancia de 0,462.

En el caso de los resultados de conductividad eléctrica se presentó en la relación pulpa: agua 1:2 mayor contenido obteniendo 2,21 dS/m mientras que en la relación 1:4 se obtuvo menor contenido de 1,63 dS/m, datos que no se encuentran registrados según Bombón Pilliza, Luis Alfredo (2012) en su estudio Influencia de la aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad sobre la carga microbiana del néctar de fresa, que establece valores de absorbancia de 0,972 dS/m.

4.6.2.3. Variedades de pitahaya * Relación Pulpa: Agua (Interacción A*B)

Con respecto a la interacción A*B (variedades de pitahaya * relación pulpa: agua) se considera que para la variable °Brix se observa el valor más bajo en la variedad de pitahaya roja en relación pulpa: agua 1:4 con un valor de 12,15, mientras que el valor más alto se encuentra en la variedad de pitahaya amarilla en dos relaciones de pulpa: agua de 1:2 y 1:4 con un valor de 15,15 datos que se encuentran similares por Cardozo Cubas & Ruiz Torres (2019) en el estudio Evaluación físico-químicas y Microbiológica del néctar pitahaya amarilla (*Hylocereus triangularis*), sometido a tratamientos por radiación con luz ultravioleta uv-c y pasteurización , donde presentan valores de °Brix de 13,00.

En el caso del pH de la interacción A*B se observa el valor más bajo en la variedad de pitahaya roja en relación pulpa: agua 1:4 con un valor de 4,25, mientras que el valor más alto se encuentra en la variedad de pitahaya amarilla en relación 1:4 con un valor de 4,95 datos que según la Norma Técnica Ecuatoriana 2337: 2008, Jugos, pulpas, concentrados

néctares bebidas de frutasy vegetales, como requisito específico el néctar de fruta debe tener un pH menor a 4,5.

Considerando los resultados de acidez, se observa el valor más bajo en la variedad de pitahaya roja en relación pulpa:agua 1:2 con un valor de (0,00038 g/L), mientras que el valor más alto se encuentra en la variedad de pitahaya amarilla en relación 1:4 con un valor de (0,00053 g/L) datos que no registrados por Cardozo Cubas & Ruiz Torres (2019) en el estudio Evaluación físico-química y Microbiológica del néctar pitahaya amarilla (*Hylocereus triangularis*), sometido a tratamientos por radiación con luz ultravioleta uv-c y pasteurización, donde establece el porcentaje de acidez entre 0,00016 - 0,00020 g/L.

En cuanto a los resultados de absorbancia, se observó menor contenido en la variedad de pitahaya roja en relación pulpa: agua 1:4 con un valor de 3,05, mientras que en la variedad de pitahaya amarilla en relación pulpa: agua 1:4 presentó valores mayores 6,92, datos no registrados por Medina Rivadeneira & Mendoza Angulo (2011) en su estudio Elaboración de mermelada y néctar a partir de la pulpa de pitahaya y determinación de capacidad antioxidante por el método dpsh (1,1 difenil-2- picril hidrazila), donde presentan valores de absorbancia de 0,462.

En el caso de los resultados de conductividad eléctrica se presentó en la variedad de pitahaya amarilla en relación pulpa: agua 1:4 menor contenido obteniendo 1,23 dS/m, mientras que en la variedad de pitahaya roja en relación 1:2 presentó mayor contenido obteniendo 2,90 dS/m, datos que no se encuentran registrados por Bombón Pilliza (2012) en su estudio Influencia de la aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad sobre la carga microbiana del néctar de fresa, que establece valores de absorbancia de 0,972 dS/m.

4.6.3. Respecto a los resultados obtenidos de análisis fisicoquímicos del proceso de liofilización

4.6.3.1.Variedades de pitahaya (Factor A)

Con respecto a las Variedades de pitahaya (Factor A) se determinó que los valores de análisis químicos fueron: % pérdida de agua y % humedad, en el caso del % de humedad, presentaron los siguientes valores: Pitahaya amarilla 0,49 mientras que la pitahaya roja 1,82, datos inferiores según lo reportado por Ayala, Alfredo; Serna, Liliana; Mosquera,

Esmeralda en el estudio LIOFILIZACIÓN DE PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*), donde presentan valores de $2,685 \pm 0,0041$

En cuanto a los resultados del % de pérdida de agua presentó la pitahaya amarilla 69,64% mientras que la pitahaya roja 76,54 valores superiores según Polito Michael, Idelso Tirado Uriarte (2013) en el estudio Efecto del tiempo de congelación en la capacidad de rehidratación de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) liofilizada, donde presentan porcentajes entre 52,99 hasta 65,57%.

4.6.3.2. Grado de madurez (Factor B)

Considerando los resultados del % de humedad, la Pitahaya en grado de madurez comercial presento valores bajos 1,11% mientras que el grado de madurez fisiológica 1,21% datos inferiores según lo reportado por Ayala, Alfredo; Serna, Liliana; Mosquera, Esmeralda en el estudio Liofilización de (*Selenicereus megalanthus*), presentan valores de $2,685 \pm 0,0041$.

En cuanto al % de pérdida de agua, la pitahaya en grado de madurez fisiológica presentó menor porcentaje obteniendo un valor de 71,48%, mientras que en el grado de madurez comercial presentó valores de 74,70%, datos superiores que según Polito Michael Huayama Sopla, Idelso Tirado Uriarte (2013) en el estudio Efecto del tiempo de congelación en la capacidad de rehidratación de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) liofilizada, presenta porcentajes entre 52,99 hasta 65,57%.

4.6.3.3. Variedad de pitahaya * grado de madurez (Interacción A*B)

Con respecto a la interacción A*B (variedades de pitahaya * grado de madurez) se considera que para la variable % de humedad se observa el valor más bajo en la variedad de pitahaya roja en grado de madurez comercial con un valor de 0,45%, mientras que el valor más alto se encuentra en la variedad de pitahaya amarilla en grado de madurez fisiológica con un valor de 1,88% datos inferiores según lo reportado por Ayala, Alfredo; Serna, Liliana; Mosquera, Esmeralda en el estudio LIOFILIZACIÓN DE PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*), donde presentan valores de $2,685 \pm 0,0041$.

En el caso del % de pérdida de agua de la interacción A*B se observa el valor más bajo en la variedad de pitahaya amarilla en grado de madurez fisiológico con un valor de

68,11%, mientras que el valor más alto se encuentra en la variedad de pitahaya roja en grado de madurez comercial con un valor de 78,22% datos superiores que según Polito Michael Huayama Sopla, Idelso Tirado Uriarte (2013) en el estudio Efecto del tiempo de congelación en la capacidad de rehidratación de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) liofilizada, presenta porcentajes entre 52,99 hasta 65,57%.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Con respecto al análisis descriptivo en el transcurso de 5 días consecutivos se pudo observar que, para la pérdida del peso, diámetro y longitud presentó mejores resultados la variedad de pitahaya roja en la zona de producción Rocafuerte presentando su coeficiente de variación mas bajo (peso 0,76%) (diámetro 0,24%) y (longitud 0,47%), sucediendo lo contrario en la variedad de pitahaya amarilla en la zona Vines que obtuvo un coeficiente de variación mayor al resto de zonas (peso 2,15%) (diámetro 0,36%) y (longitud 0,76%).
- Al estudiar la caracterización química de la pitahaya se pudo determinar que la pitahaya amarilla en la zona de producción Rocafuerte presenta mayor cantidad de sólidos solubles en la pulpa de la fruta (21,72) a diferencia de la pitahaya roja en la zona de producción de Vines que presenta menor contenido de °Brix (13,52) en el borde del fruto, considerando que existe peptina en los bordes y es por ello que la cantidad de sólidos solubles son inferiores; en lo que concierne al pH la variedad de pitahaya amarilla en la zona de Vines reportó un valor de 5,51 en la pulpa central, mientras que las variedades de pitahaya tanto amarilla como roja en las zonas de producción de Balzar y Rocafuerte presentaron menor valor 4,92 al realizar el análisis en el borde del fruto.
- En lo que respecta al estudio de néctares a distintas concentraciones se presentaron los mejores resultados en °Brix en la interacción a1b2: Pitahaya roja + relación pulpa: agua 1:4 (12,15), considerando el pH según normativas se reportaron los mejores resultados así mismo en la interacción a1b2: Pitahaya roja + relación pulpa: agua 1:4 (4,25 pH), para la variable acidez se pudo determinar en la interacción a1b0: Pitahaya roja + relación pulpa: agua 1:2 con un valor de 0,00038 g/L, en cuanto a los datos de absorbancia se presentó los mejores resultados en la interacción a1b2: pitahaya roja + relación pulpa: agua 1:4 (3,05), y en cuanto a la conductividad eléctrica se pudo determinar en la interacción a0b2: pitahaya amarilla + relación pulpa: agua 1:4 (1,23 dS/m).
- En cuanto a los resultados obtenidos por medio de la evaluación sensorial de los néctares de pitahaya, mediante un análisis estadístico se pudo determinar que en forma general los tratamientos mejores puntuados de los aspectos evaluados fueron: (pitahaya roja + 1:3), (pitahaya roja + 1:4) (pitahaya amarilla + 1:3).

- En cuanto a los mejores resultados para el proceso de liofilización, se presentó en el % de humedad la interacción a1b1: pitahaya roja + grado de madurez comercial (0,45%), y en el % de pérdida de agua se determinó así mismo el mejor resultado en la interacción a1b1: pitahaya roja + grado de madurez comercial (78,22%).
- Los resultados obtenidos por medio de la evaluación sensorial del proceso de liofilización de pitahaya, mediante un análisis estadístico se pudo determinar que en forma general los tratamientos mejores puntuados de los aspectos evaluados fueron: (pitahaya amarilla + grado de madurez fisiológico) (pitahaya amarilla + grado de madurez comercial).
- De acuerdo a los balances de materias aplicados en la caracterización de las pitahayas se presentó un mejor rendimiento en la variedad de pitahaya amarilla en la zona de producción Balzar (59,99%), en cuanto a los néctares se obtuvo mejor rendimiento en la interacción a1b1: pitahaya roja + relación pulpa: agua 1:3 (91,77%), en el proceso de liofilización mejor rendimiento en la interacción a0b0: pitahaya amarilla + grado de madurez fisiológico (39,37%)

5.2. RECOMENDACIONES

- En lo que respecta a la caracterización de pitahaya se recomienda realizar los análisis físicos (peso, longitud y diámetro) por días consecutivos en una grado de madurez fisiológico, considerando que por la humedad del ambiente la fruta se deshidrata muy rápido, ocasionando leves daños en la corteza del fruto en especial en la variedad de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*), además utilizar la variedad de pitahaya amarilla que presentó mejor rendimiento.
- En cuanto al proceso de néctares es recomendable aplicar la relación pulpa:agua de 1:3 en ambas variedades ya que obtuvo mejor aceptación en cuanto a su consistencia, sin alterar las características sensoriales restantes.
- Considerando el grado de madurez es recomendable la utilización del grado de madurez comercial en la variedad de pitahaya roja, ya que se consideró el mejor estado para obtener un mayor % de pérdida de agua y menor % de humedad.

CAPITULO VI
BIBLIOGRAFIA

- [1] L. Huachi, E. Yugsi, M. F. Paredes, D. Coronel, K. Verdugo y P. Coba Santamaría, «DESARROLLO DE LA PITAHAYA (Cereus SP.) EN ECUADOR,» *LA GRANJA: Revista de Ciencias de la Vida*, vol. 22, nº 2, 7 diciembre 2015.
- [2] M. P. FRUTA, «DECCO Naturally Postharvest,» 5 Agosto 2019. [En línea]. Available: <https://www.deccoiberica.es/como-determinar-la-madurez-de-la-fruta/>.
- [3] F. Le Bellec, F. Vaillant y E. Imbert, «Pitahaya y Pitaya | 8 Beneficios y Propiedades Excelentes,» 2006. [En línea]. Available: <http://pitahaya.info/>.
- [4] E. A. López López, «Propuesta de una empresa distribuidora de pitahaya amarilla en el cantón Echeandía, provincia de Bolívar.,» Guayaquil, 2014.
- [5] K. Lucero, «Pitahaya: la fruta exótica más exportada del Ecuador,» *Gestion Digital*, 24 enero 2020.
- [6] G. Lizarzaburo, «El mundo de la pitahaya,» *Expreso*, 14 marzo 2020.
- [7] J. A. Alvarado Romero, «Caracterización poscosecha de la calidad del fruto de pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus* y roja *Hylocereus indatus*,» Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil , Guayaquil, 2014.
- [8] F. X. Balladares Ramírez, «Análisis de las características físicas y organolépticas de dos variedades de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y roja (*Hylocereus undatus*) para la generación de una alternativa de consumo (mermelada),» Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, 2016.
- [9] F. t. P. f. d. frutas, «FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura,» [En línea]. Available: <http://www.fao.org/3/a-au173s.pdf>.
- [10] P. E. Medina Rivadeneira y F. H. Mendoza Angulo, «ELABORACION DE MERMELADA Y NECTAR A PARTIR DE LA PULPA DE PITAHAYA Y DETERMINACION DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE POR EL METODO DPPH (1,1 DIFENIL-2- PICRIL HIDRAZILA),» Guayaquil, 2011.
- [11] INTAGRI, «INTAGRI,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.intagri.com/articulos/frutales/usos-e-importancia-de-la-pitahaya-en-mexico>.
- [12] J. M. Ferro Veiga, GUÍA DE FRUTAS TROPICALES, J. M. 2. Ferro Veiga, Ed., 2020.
- [13] V. N. Beltrán Torres, «DESARROLLO DE UN PROYECTO PARA LA CREACIÓN

DE UNA MICROEMPRESA DE PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE PITAHAYA UBICADA EN LA COMUNIDAD DE CHINIMPÍ, DEL CANTÓN PALORA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.,» Quito, 2015.

- [14] L. Penelo, «Pitaya: propiedades, beneficios y valor nutricional,» 18 septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20180720/45956036053/pitaya-fruta-propiedades-beneficios-valor-nutricional.html>. [Último acceso: diciembre 2020].
- [15] W. Talavera, «“EFECTO DE LA LIOFILIZACIÓN EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y VIDA ÚTIL DE LA CARAMBOLA (Averrhoa carambola L.) EN POLVO”,» Ayacucho – Perú, 2018.
- [16] L. A. E. Choque Gómez y E. S. Coronel Díaz, «PROPUESTA DE PRODUCCIÓN DE SNACKS SALUDABLES DE FRUTOS LIOFILIZADOS LIFE SNACK PARA ESTUDIANTES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD RICARDO PALMA,» Lima-Perú, 2018.
- [17] B. Ing. Noguera, «Ingeniería Química,» 15 septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2020/09/liofilizacion-proceso-y-ventajas.html>.
- [18] C. R. B. Kusch García, «“LIOFILIZACIÓN DE FRUTILLAS ENTERAS (FRAGARIA ANANASSA DUCH): EFECTO DE MICRO- PERFORACIONES REALIZADAS CON TECNOLOGÍA LASER DE CO₂ EN EL TIEMPO DE SECADO PRIMARIO”,» Valparaíso– Chile, 2018.
- [19] CIMA Industries Inc., «Principales aplicaciones de la liofilización,» 3 agosto 2017. [En línea]. Available: <https://cimaindustries.com/es/principales-aplicaciones-de-la-liofilizacion/>.
- [20] A. Verona Ruiz, J. Urcia Cerna y L. M. Paucar Menacho, «Pitahaya (Hylocereus spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos,» *SciElo*, vol. 11, nº 3, 16 marzo 2020.
- [21] NTE INEN 2337, «Norma Técnica Ecuatoriana / JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NÉCTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES,» 2008. [En línea]. Available: <https://archive.org/stream/ec.nte.2337.2008#page/n1/mode/2up>.
- [22] N. Elcacho, «¿Son saludables los alimentos liofilizados?,» *SOY COMO COMO*, 11 Abril 2020.
- [23] D. Cañar, C. Caetano y B. Miguel, «CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y PROXIMAL DEL FRUTO DE PITAHAYA AMARILLA [Selenicereus megalanthus (K. SCHUM. EX VAUPEL) MORAN] CULTIVADA EN COLOMBIA,» 27 febrero

2014. [En línea]. Available: [http://vip.ucaldas.edu.co/agronomia/downloads/Agronomia22\(1\)_8.pdf](http://vip.ucaldas.edu.co/agronomia/downloads/Agronomia22(1)_8.pdf).
- [24] J. Muñoz, N. Carranza, M. Delgado, A. Alcívar y A. Muñoz, «Elaboración de néctar de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) con piña (*Ananas comosus*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) y su efecto en las características físicoquímicas, microbiológicas y organolépticas,» *Agroindustrial Science*, vol. 9, n° 1, 2 enero 2019.
- [25] P. R. Pino Falconi, S. A. Villamar Manrique, E. F. Basantes Basantes y T. M. Zambrano Núñez, «Evaluación del proceso de liofilización en banana (*Musa x paradisiaca*) como tecnología de transformación alimentaria.» Eumed net, Ecuador, 2018.
- [26] N. INEN, «NTE INEN 2003: 2005 Frutas frescas. Pitajaya amarilla. Requisitos,» [En línea]. Available: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2003.pdf>.
- [27] A. Sotomayor, S. Pitizaca, M. Sánchez, A. Burbano, A. Díaz, J. Nicolalde, W. Viera, C. Caicedo y Y. Vargas, «Evaluación físico química de fruta de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) en diferentes estados de desarrollo,» 25 febrero 2019. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5722/572262171008/html/index.html#B28>.
- [28] M. B. Romero Escobedo, A. Pérez López y C. A. Villaseñor Perea, «EVALUACIÓN DE FRUTOS DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus*) SOMETIDOS A CARGA DE COMPRESIÓN AXIAL,» 22 mayo 2012. [En línea]. Available: <https://revistas.chapingo.mx/inagbi/revista/articulos/r.inagbi.2011.11.11011.pdf>.
- [29] A. Verona Ruiz, J. Urcia Cerna y L. M. Paucar Menacho, «Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características físicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos,» *Scielo*, julio-septiembre 2020.
- [30] D. Rodríguez, M. d. P. Patiño, D. Miranda, G. Fischer y G. Jesús, «EFECTO DE DOS ÍNDICES DE MADUREZ Y DOS TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO SOBRE EL COMPORTAMIENTO EN POSCOSECHA DE LA PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus* Haw.),» *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*, vol. 58, n° 2, 13 septiembre 2005.
- [31] J. L. Cardozo Cubas y D. Ruiz Torres, «EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL NÉCTAR PITAHAYA AMARILLA (*Hylocereus triangularis*), SOMETIDO A TRATAMIENTOS POR RADIACIÓN CON LUZ ULTRAVIOLETA UV-C Y PASTEURIZACIÓN,» Pimentel Perú, 2019.
- [32] N. INEN, «Jugos, pulpas, concentrados néctares bebidas de frutas y vegetales. Requisitos,» [En línea]. Available:

<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2337.pdf>.

- [33] P. E. Medina Rivadeneira y F. H. Mendoza Angulo, « ELABORACION DE MERMELADA Y NECTAR A PARTIR DE LA PULPA DE PITAHAYA Y DETERMINACION DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE POR EL METODO DPPH (1,1 DIFENIL-2- PICRIL HIDRAZILA).,» Guayaquil, 2011.
- [34] L. A. Bombón Pilliza, «“INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PULSOS ELÉCTRICOS DE ALTA INTENSIDAD (PEAI) SOBRE LA CARGA MICROBIANA DEL NÉCTAR DE FRESA”,» Ambato, 2012.
- [35] E. F. Aurora Vigo y B. M. Elias Igor, «FORMULACIÓN Y NIVEL DE ACEPTABILIDAD DE UNA BEBIDA ELABORADA A PARTIR DE PITAHAYA (*Selenicereus megalanthus*),» *Revista Científica Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, vol. 6, nº 1, 19 julio 2019.
- [36] J. Muñoz, N. Carranza, M. Delgado, A. Alcivar y A. Muñoz, «Elaboración de néctar de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) con piña (*Ananas comosus*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) y su efecto en las características físico-químicas, microbiológicas y organolépticas,» *Agroindustrial Science*, vol. 9, nº 1, 7 agosto 2019.

CAPITULO VI

ANEXOS

Anexo 1. Normativas utilizadas para la discusión de datos



Quito – Ecuador

**NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA**

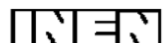
NTE INEN 2003
Primera revisión

FRUTAS FRESCAS. PITAHAYA. REQUISITOS

FRESH FRUITS. PITAHAYA. SPECIFICATIONS.

DESCRIPTORES: frutas, pitahaya, requisitos.
ICS: 67.080.10

9
Páginas



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 337:2008

JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS

Primera Edición

FRUIT JUICE, PUREES, CONCENTRATES, NECTAR AND BEVERAGE. SPECIFICATIONS.

First Edition

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, bebidas no alcohólicas, jugos, pulpas, concentrados, néctares, requisitos.
AI 02.03-465
CDU: 663.8
CIIU: 3113
ICS:67.160.20

**Norma Técnica
Ecuatoriana
Voluntaria**

**JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS,
NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES.
REQUISITOS.**

**NTE INEN
2 337:2008
2008-12**

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a los productos procesados que se expenden para consumo directo; no se aplica a los concentrados que son utilizados como materia prima en las industrias.

3. DEFINICIONES

3.1 Jugo (zumo) de fruta.- Es el producto líquido sin fermentar pero susceptible de fermentación, obtenido por procedimientos tecnológicos adecuados, conforme a prácticas correctas de fabricación; procedente de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o, a partir de frutas conservadas por medios físicos.

3.2 Pulpa (puré) de fruta.- Es el producto carnoso y comestible de la fruta sin fermentar pero susceptible de fermentación, obtenido por procesos tecnológicos adecuados por ejemplo, entre otros: tamizando, triturando o desmenuzando, conforme a buenas prácticas de manufactura; a partir de la parte comestible y sin eliminar el jugo, de frutas enteras o peladas en buen estado, debidamente maduras o, a partir de frutas conservadas por medios físicos.

3.3 Jugo (zumo) concentrado de fruta.- Es el producto obtenido a partir de jugo de fruta (definido en 3.1), al que se le ha eliminado físicamente una parte del agua en una cantidad suficiente para elevar los sólidos solubles (° Brix) en, al menos, un 50% más que el valor Brix establecido para el jugo de la fruta.

3.4 Pulpa (puré) concentrada de fruta.- Es el producto (definido en 3.2) obtenido mediante la eliminación física de parte del agua contenida en la pulpa.

3.5 Jugo y pulpa concentrado edulcorado.- Es el producto definido en 3.3 y 3.4 al que se le ha adicionado edulcorantes para ser reconstituido a un néctar o bebida, el grado de concentración dependerá de los volúmenes de agua a ser adicionados para su reconstitución y que cumpla con los requisitos de la tabla 1, ó el numeral 5.4.1

3.6 Néctar de fruta.- Es el producto pulposo o no pulposo sin fermentar, pero susceptible de fermentación, obtenido de la mezcla del jugo de fruta o pulpa, concentrados o sin concentrar o la mezcla de éstos, provenientes de una o más frutas con agua e ingredientes endulzantes o no.

3.7 Bebida de fruta.- Es el producto sin fermentar, pero fermentable, obtenido de la dilución del jugo o pulpa de fruta, concentrados o sin concentrar o la mezcla de éstos, provenientes de una o más frutas con agua, ingredientes endulzantes y otros aditivos permitidos.

4. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

4.1 El jugo y la pulpa debe ser extraído bajo condiciones sanitarias apropiadas, de frutas maduras, sanas, lavadas y sanitizadas, aplicando los Principios de Buenas Prácticas de Manufactura.

4.2 La concentración de plaguicidas no deben superar los límites máximos establecidos en el Codex Alimentario (Volumen 2) y el FDA (Part. 193).

(Continúa)

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, bebidas no alcohólicas, jugos, pulpas, concentrados, néctares, requisitos.

- 4.3** Los principios de buenas prácticas de manufactura deben propender reducir al mínimo la presencia de fragmentos de cáscara, de semillas, de partículas gruesas o duras propias de la fruta.
- 4.4** Los productos deben estar libres de insectos o sus restos, larvas o huevos de los mismos.
- 4.5** Los productos pueden llevar en suspensión parte de la pulpa del fruto finamente dividida.
- 4.6** No se permite la adición de colorantes artificiales y aromatizantes (con excepción de lo indicado en 4.7 y 4.9), ni de otras sustancias que disminuyan la calidad del producto, modifiquen su naturaleza o den mayor valor que el real.
- 4.7** Únicamente a las bebidas de fruta se pueden adicionar colorantes, aromatizantes, saborizantes y otros aditivos tecnológicamente necesarios para su elaboración establecidos en la NTE INEN 2 074.
- 4.8** Como acidificante podrá adicionarse jugo de limón o de lima o ambos hasta un equivalente de 3 g/l como ácido cítrico anhidro.
- 4.9** Se permite la restitución de los componentes volátiles naturales, perdidos durante los procesos de extracción, concentración y tratamientos térmicos de conservación, con aromas naturales.
- 4.10** Se permite utilizar ácido ascórbico como antioxidante en límites máximos de 400 mg/kg.
- 4.11** Se puede adicionar enzimas y otros aditivos tecnológicamente necesarios para el procesamiento de los productos, aprobados en la NTE INEN 2 074, Codex Alimentario, o FDA o en otras disposiciones legales vigentes.
- 4.12** Se permite la adición de los edulcorantes aprobados por la NTE INEN 2 074, Codex Alimentario, y FDA o en otras disposiciones legales vigentes.
- 4.13** Sólo a los néctares de fruta pueden añadirse miel de abeja y/o azúcares derivados de frutas.
- 4.14** Se pueden adicionar vitaminas y minerales de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 1 334-2 y en las otras disposiciones legales vigentes.
- 4.15** La conservación del producto por medios físicos puede realizarse por procesos térmicos: pasteurización, esterilización, refrigeración, congelación y otros métodos adecuados para ese fin; se excluye la radiación ionizante.
- 4.16** La conservación de los productos por medios químicos puede realizarse mediante la adición de las sustancias indicadas en la tabla 15 de la NTE INEN 2 074.
- 4.17** Los productos conservados por medios químicos deben ser sometidos a procesos térmicos.
- 4.18** Se permite la mezcla de una o más variedades de frutas, para elaborar estos productos y el contenido de sólidos solubles ("Brix"), será ponderado al aporte de cada fruta presente.
- 4.19** Puede añadirse jugo obtenido de la mandarina *Citrus reticulata* y/o híbridos al jugo de naranja en una cantidad que no exceda del 10% de sólidos solubles respecto del total de sólidos solubles del jugo de naranja.
- 4.20** Puede añadirse jugo de limón (*Citrus limon* (L.) Burm. f. *Citrus limonum* Rissa) o jugo de lima (*Citrus aurantifolia* (Christm.), o ambos, al jugo de fruta hasta 3 g/l de equivalente de ácido cítrico anhidro para fines de acidificación a jugos no endulzados.
- 4.21** Puede añadirse jugo de limón o jugo de lima, o ambos, hasta 5 g/l de equivalente de ácido cítrico anhidro a néctares de frutas.
- 4.22** Puede añadirse al jugo de tomate (*Lycopersicon esculentum* L) sal y especias así como hierbas aromáticas (y sus extractos naturales).

(Continúa)

4.23 Se permite la adición de dióxido de carbono, mayor a 2 g/kg, para que al producto se lo considere como gasificado.

4.24 A las bebidas de frutas cuando se les adicione gas carbónico se las considerará bebidas gaseosas y deberán cumplir los requisitos de la NTE INEN 1 101.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos para los jugos y pulpas de frutas

5.1.1 El jugo puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.1.2 La pulpa debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.1.3 El jugo y la pulpa debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

5.1.4 *Requisitos físico- químico*

5.1.4.1 Los jugos y las pulpas ensayados de acuerdo a las normas técnicas ecuatorianas correspondientes, deben cumplir con las especificaciones establecidas en la tabla 1.

5.2 Requisitos específicos para los néctares de frutas

5.2.1 El néctar puede ser turbio o claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta o frutas de las que procede.

5.2.2 El néctar debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

5.2.3 *Requisitos físico - químicos*

5.2.3.1 El néctar de fruta debe tener un pH menor a 4,5 (determinado según NTE INEN 389).

5.2.3.2 El contenido mínimo de sólidos solubles (°Brix) presentes en el néctar debe corresponder al mínimo de aporte de jugo o pulpa, referido en la tabla 2 de la presente norma.

(Continúa)

NORMA DEL CODEX PARA LA PITAHAYA**(CODEX STAN 237-2003)****1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO**

Esta Norma se aplica a las especies y variedades comerciales de pitahayas obtenidas de los géneros *Selenicereus* e *Hylocereus*, de la familia *Cactaceae*, que habrán de suministrarse frescas al consumidor, después de su acondicionamiento y envasado. Se excluyen las pitahayas destinadas a la elaboración industrial.

2. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CALIDAD**2.1 REQUISITOS MÍNIMOS**

En todas las categorías, a reserva de las disposiciones especiales para cada categoría y las tolerancias permitidas, las pitahayas deberán:

- estar enteras;
- estar sanas, deberán excluirse los productos afectados por podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo;
- estar limpias, y exentas de cualquier materia extraña visible;
- estar prácticamente exentas de plagas que afecten al aspecto general del producto;
- estar prácticamente exentas de daños causados por plagas;
- estar exentas de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica;
- estar exentas de cualquier olor y/o sabor extraños¹;
- ser de consistencia firme;
- tener un aspecto fresco;
- estar exentas de rajaduras en la corteza;
- estar dotadas de un pedúnculo o tallo con una longitud comprendida entre los 15 y 25 mm;
- estar sin espinas.

2.1.1 Las pitahayas deberán haber alcanzado un grado apropiado de desarrollo y madurez², teniendo en cuenta las características de la variedad y/o tipo comercial y la zona en que se producen.

El desarrollo y condición de las pitahayas deberán ser tales que les permitan:

- soportar el transporte y la manipulación; y
- llegar en estado satisfactorio al lugar de destino.

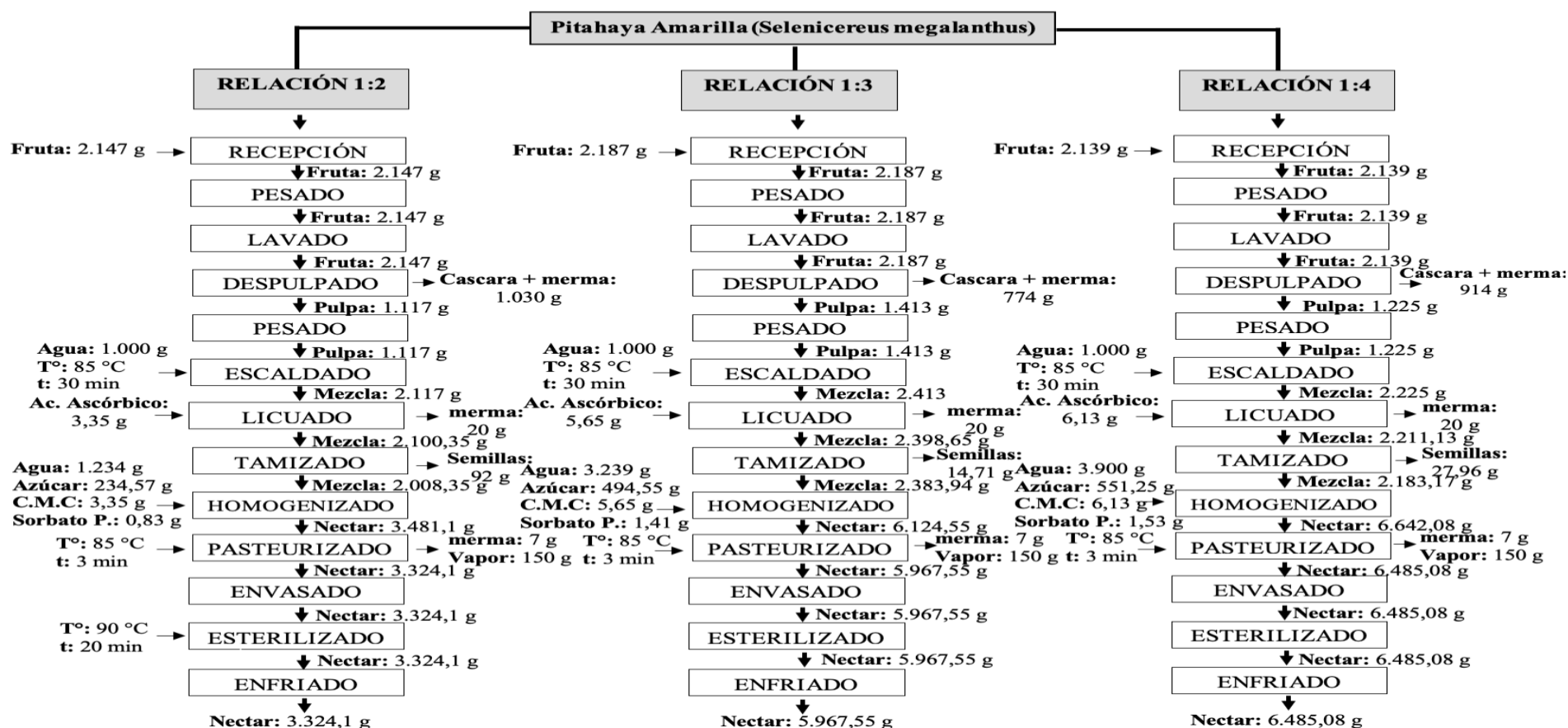
2.2 CLASIFICACIÓN

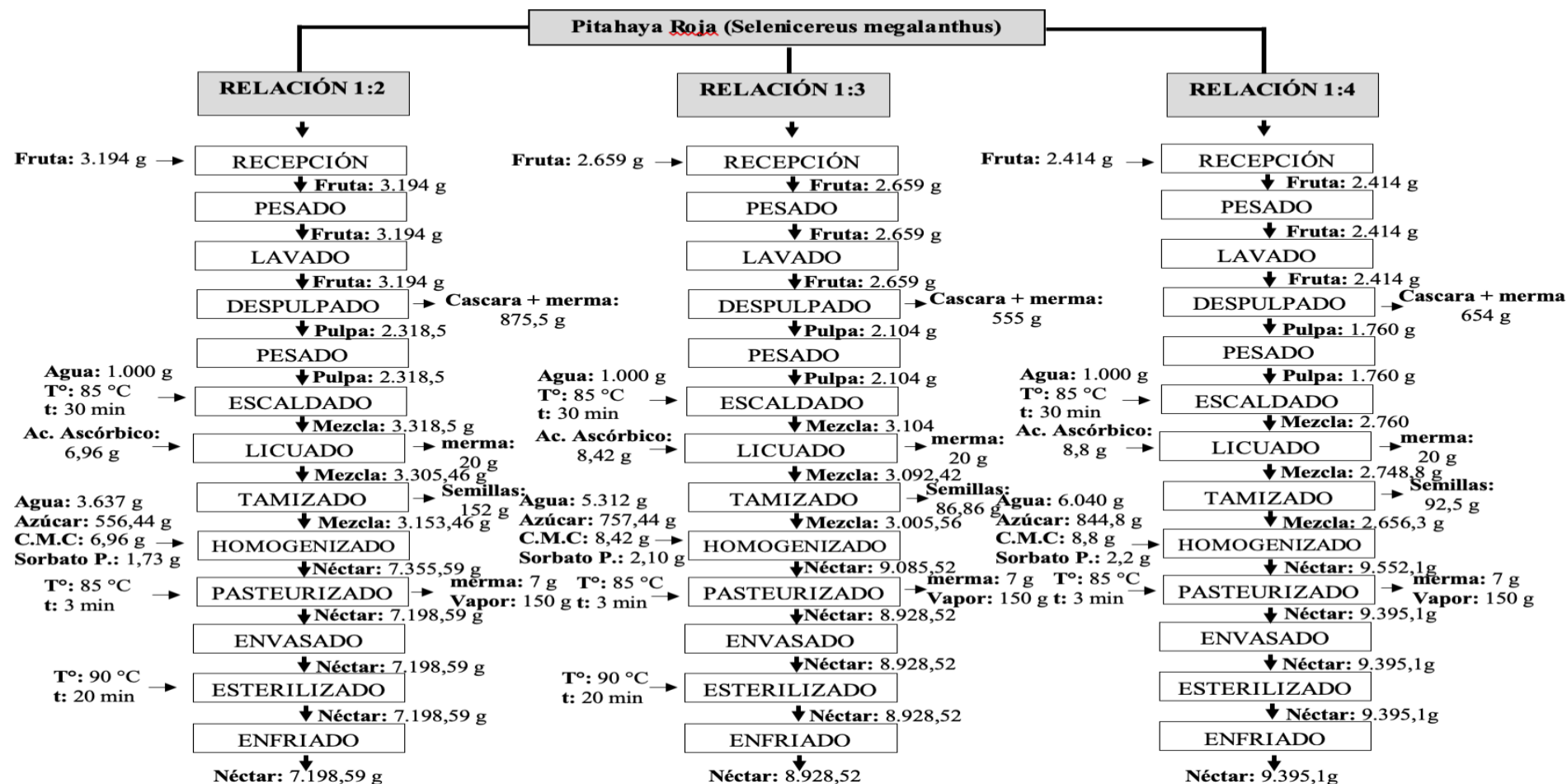
Las pitahayas se clasifican en tres categorías, según se definen a continuación:

¹ Esta disposición permite el olor causado por los conservantes utilizados de conformidad con las reglamentaciones correspondientes.

² La madurez de las pitahayas amarillas puede medirse visualmente a partir de su coloración externa y confirmada al examinar el contenido de pulpa, así como por medio de la prueba de yodo.

Anexo 2. Flujograma de néctares (rendimiento)





Anexo 3. Ficha de examen organoléptico de dos variedades de pitahaya liofilizadas en grado de madurez fisiológico y comercial.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**FICHA DE EXÁMEN ORGANOLÉPTICO DE DOS VARIEDADES DE
PITAHAYA *Hylocereus undatus* (pitahaya rosa), *Selenicereus megalanthus*
(pitahaya amarilla) LIOFILIZADAS EN GRADO MADUREZ FISIOLÓGICO Y
COMERCIAL**

Producto:

Fecha del examen:

Nombre:

Bordes

La valoración sensorial del color, evalúe mediante una escala ordenada del 1 al 10 (siendo 1 tendiente a blanco y 10 tendiente a amarillo)

1 -----5 (oscuro) (muy claro)				
COLOR	Aobo	Aob1	A1bo	A1b1

La valoración sensorial del sabor, evalúe mediante una escala ordenada del 1 al 10 (siendo 1 ligeramente dulce y 10 ácido)

1 -----5 (muy ácido) (ligeramente dulce)				
SABOR	Aobo	Aob1	A1bo	A1b1

La valoración sensorial del aroma, evalúe mediante una escala ordenada del 1 al 10 (siendo 1 extremadamente débil y 10 extremadamente fuerte)

1 -----5				
(extramadamente débil)			(extremadamente fuerte)	
AROMA	Aobo	Aob1	A1bo	A1b1

La valoración sensorial del aspecto, evalúe mediante una escala ordenada del 1 al 10 (siendo 1 desagradable y 10 agradable)

+

1 -----5				
(muy desagradable)			(muy agradable)	
ASPECTO	Aobo	Aob1	A1bo	A1b1

□

Anexo 4. Cuadro general de resultados de caracterización de la pitahaya

TRAT.	REPLICAS	PESO					LONGITUD					DIÁMETRO					BRUX PULPA	BRUX BORDE	pH PULPA	pH BORDE
		DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5				
a0b0	1	231	228	224	221	218	9,05	9	8,95	8,9	8,86	6,56	6,55	6,53	6,52	6,5	20	15,9	5,5	5,2
a0b1	1	329	325	322	319	315	10,35	10,3	10,25	10,21	10,16	7,21	7,2	7,18	7,16	7,14	21,5	17,5	5,4	5,1
a0b2	1	315	313	310	308	305	10,34	10,3	10,26	10,22	10,17	7,51	7,5	7,49	7,47	7,46	21,7	17,5	5,5	5,3
a1b0	1	567	563	559	554	550	12,2	12,16	12,12	12,07	12,03	8,6	8,59	8,58	8,56	8,55	17,2	13,5	5,2	4,9
a1b1	1	638	634	630	626	621	13,35	13,3	13,26	13,22	13,18	8,7	8,68	8,67	8,66	8,64	18,5	14	5,2	4,7
a1b2	1	848	843	839	835	830	15,7	15,66	15,62	15,57	15,53	9,6	9,59	9,58	9,56	9,55	18,9	14,5	5,2	4,9
a0b0	2	249	246	242	239	236	9,84	9,8	9,75	9,71	9,66	6,51	6,5	6,48	6,46	6,45	20	15,9	5,5	5,1
a0b1	2	307	305	302	300	297	10,15	10,1	10,06	10,02	9,97	7,52	7,5	7,49	7,48	7,46	21,5	17,5	5,4	5,2
a0b2	2	340	337	334	331	328	10,74	10,7	10,65	10,61	10,56	7,31	7,3	7,28	7,26	7,25	21,7	17,5	5,5	5,1
a1b0	2	593	589	585	581	576	12,4	12,36	12,31	12,27	12,23	8,48	8,47	8,46	8,45	8,44	17,2	13,5	5,2	4,7
a1b1	2	675	671	666	662	658	13,5	13,46	13,42	13,38	13,34	9	8,98	8,97	8,96	8,95	18,5	14	5,2	4,9
a1b2	2	773	769	765	760	755	14,42	14,38	14,34	14,29	14,24	9,45	9,44	9,42	9,4	9,39	18,9	14,5	5,2	4,6
a0b0	3	237	235	232	230	227	10,24	10,2	10,15	10,11	10,06	6,31	6,3	6,29	6,27	6,26	20	15,9	5,5	5,1
a0b1	3	335	333	330	327	324	10,24	10,2	10,15	10,1	10,06	7,22	7,2	7,19	7,18	7,16	21,5	17,5	5,4	4,8
a0b2	3	385	382	379	376	373	10,54	10,5	10,46	10,42	10,37	7,61	7,6	7,59	7,58	7,57	21,7	17,5	5,5	5,2
a1b0	3	586	582	577	573	569	12,25	12,2	12,15	12,11	12,07	8,8	8,78	8,76	8,75	8,73	17,2	13,5	5,2	4,9
a1b1	3	656	652	647	643	639	13,4	13,35	13,3	13,26	13,22	8,9	8,88	8,87	8,85	8,84	18,5	14	5,2	4,7
a1b2	3	801	797	792	787	783	14,59	14,54	14,5	14,45	14,41	10	9,99	9,98	9,96	9,95	18,9	14,5	5,2	4,9

Anexo 5. Cuadro general de resultados del proceso del néctar de pitahaya

TRATAMIENTOS	REPLICAS	BRIX	pH	Acidez	Absorbancia	Conductividad eléctrica
a0b0	1	15	4,69	0,0005	3,144	1,519
a0b1	1	13	4,81	0,0005	6,312	1,407
a0b2	1	15	4,95	0,0005	6,912	1,222
a1b0	1	12	4,4	0,0004	3,978	2,9
a1b1	1	12	4,49	0,0004	3,792	2,2
a1b2	1	12	4,26	0,0004	3,036	2,02
a0b0	2	15	4,69	0,0005	3,144	1,519
a0b1	2	13	4,81	0,0005	6,312	1,407
a0b2	2	15	4,95	0,0005	6,912	1,222
a1b0	2	12	4,4	0,0004	3,978	2,9
a1b1	2	12	4,49	0,0004	3,792	2,2
a1b2	2	12	4,26	0,0004	3,036	2,02
a0b0	3	15	4,69	0,0005	3,144	1,519
a0b1	3	13	4,81	0,0005	6,312	1,407
a0b2	3	15	4,95	0,0005	6,912	1,222
a1b0	3	12	4,4	0,0004	3,978	2,9
a1b1	3	12	4,49	0,0004	3,792	2,2
a1b2	3	12	4,26	0,0004	3,036	2,02

Anexo 6. Cuadro general de ensayos organolépticos (néctar)

		COLOR						OLOR						SABOR						CONSISTENCIA						ACEPTABILIDAD					
JUECES		1	2	3	4	5	MEDIA	1	2	3	4	5	MEDIA	1	2	3	4	5	MEDIA	1	2	3	4	5	MEDIA	1	2	3	4	5	MEDIA
TRATAMIENTOS	aobo	3	4	3	3	4	3,4	4	2	2	2	3	2,6	1	2	4	4	3	2,8	1	1	1	3	1	1,4	2	2	1	4	2	2,2
	aob1	3	3	3	2	2	2,6	3	1	1	2	2	1,8	4	4	4	5	3	4	3	3	3	4	2	3	4	4	4	5	4	4,2
	aob2	3	3	3	2	3	2,8	2	1	1	3	1	1,6	2	1	2	5	3	2,6	3	3	2	2	3	2,6	2	1	3	5	2	2,6
	a1bo	3	2	3	3	2	2,6	3	3	2	3	2	2,6	3	2	3	3	2	2,6	2	2	3	2	3	2,4	2	2	3	2	3	2,4
	a1b1	4	3	3	4	4	3,6	4	3	3	2	4	3,2	5	4	4	5	3	4,2	3	4	3	3	4	3,4	4	5	4	4	3	4
	a1b2	4	3	4	3	2	3,2	4	4	3	2	3	3,2	3	2	3	4	4	3,2	2	3	3	4	3	3	2	3	3	1	3	2,4

Anexo 7. Cuadro general de resultados del proceso de liofilización

TRATAMIENTOS	REPLICAS	% pérdida de agua	% humedad
a0b0	1	68,12	1,87
a0b1	1	71,16	1,77
a1b0	1	74,86	0,54
a1b1	1	78,22	0,44
a0b0	2	68,09	1,79
a0b1	2	71,11	1,71
a1b0	2	74,82	0,48
a1b1	2	78,17	0,41
a0b0	3	68,05	1,81
a0b1	3	71,13	1,73
a1b0	3	74,81	0,52
a1b1	3	78,18	0,41

Anexo 8. Cuadro de resultados de ensayos organolépticos (lío-filización)

		COLOR						SABOR						AROMA						ASPECTO						
		JUECES	1	2	3	4	5	MEDIA	1	2	3	4	5	MEDIA	1	2	3	4	5	MEDIA	1	2	3	4	5	MEDIA
TRATAMIENTOS	aobo		5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4,8	1	1	2	1	3	1,6	5	5	5	5	5	5
	aob1		5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	3	4	3	2	3	2	3	2,6	4	3	5	5	4	4,2
	aob2		2	1	3	2	2	2	3	3	2	2	1	2,2	3	2	3	4	3	3	2	1	1	2	3	1,8
	a1bo		1	3	2	2	1	1,8	2	3	1	3	3	2,4	3	4	2	4	3	3,2	2	1	1	2	3	1,8

Anexo 9. Proceso de caracterización pitahaya amarilla

Lavado de la fruta



Secado de la fruta



Pesado diario



Medición del diámetro diario



Medición de longitud diario



Análisis °Brix



Despulpado



Peso de pulpa



Peso de cáscara



Autor: Quijije, A. (2021)

Anexo 10. Proceso de caracterización pitahaya roja

Lavado de la fruta



Secado de la fruta



Pesado diario



Medición del diámetro diario



Medición de longitud diario



Análisis °Brix



Despulpado



Peso de la pulpa



Peso de cáscara



Autor: Quijije, A. (2021)

Anexo 11. Proceso de elaboración de néctar de pitahaya

Recepción



Pesado



Lavado



Despulpado



Peso pulpa



Peso cáscara



Peso semilla



Escaldado



Licuada



Tamizado



Homogenizado



Pasteurizado



Envasado



Tratamiento térmico



Autor: Quijije, A. (2021)

Anexo 12. Proceso de liofilización pitahaya amarilla grado madurez fisiológico

Lavado de la fruta



Peso de la fruta



Despulpado



Peso de pulpa



Peso de cáscara



Análisis °Brix



Muestra 200 g



Licudo



Peso de caja petri



Envasado en caja petri



Peso con la muestra



Rotulado



Congelación



Liofilizador



Peso muestra seca



Muestra liofilizada



Autor: Quijije, A. (2021)

Anexo 13. Proceso de liofilización pitahaya amarilla grado madurez comercial

Lavado de la fruta



Peso de la fruta



Despulpado



Peso de pulpa



Peso de cáscara



Análisis °Brix



Muestra 200 g



Licuada



Peso de caja petri



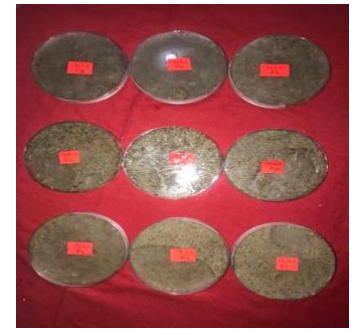
Envasado en caja petri



Peso con la muestra



Rotulado



Congelación



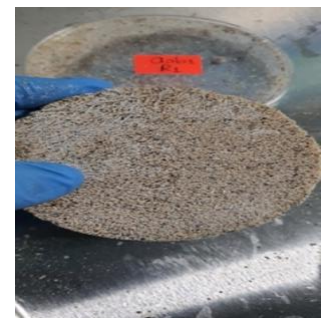
Liofilizador



Peso muestra seca



Muestra liofilizada



Autor: Quijije, A. (2021)

Anexo 14. Proceso de liofilización pitahaya roja grado madurez fisiológico

Lavado de la fruta



Peso de la fruta



Despulpado



Peso de pulpa



Peso de cáscara



Análisis °Brix



Muestra 200 g



Licuada



Peso de caja petri



Envasado en caja petri



Peso con la muestra



Rotulado



Congelación



Liofilizador



Peso muestra seca



Muestra liofilizada



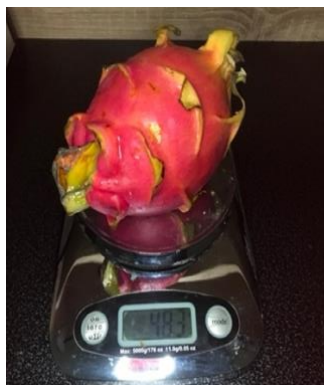
Autor: Quijije, A. (2021)

Anexo 15. Proceso de liofilización pitahaya roja grado madurez comercial

Lavado de la fruta



Peso de la fruta



Despulpado



Peso de pulpa



Peso de cáscara



Análisis °Brix



Muestra 200 g



Licuada



Peso de caja petri



Envasado en caja petri



Peso con la muestra



Rotulado



Congelación



Liofilizador



Peso muestra seca



Muestra liofilizada



Autor: Quijije, A. (2021)

Anexo 16. Análisis químicos del néctar de pitahaya

°Brix



Absorbancia



pH



Conductividad eléctrica



Autor: Quijije, A. (2021)

Anexo 17. Análisis fisicoquímicos del proceso de liofilización

% pérdida de agua



% humedad



Autor: Quijije, A. (2021)

Anexo 18. Evaluación organoléptica de néctares y pitahaya liofilizada

Néctar



Liofilización



Autor: Quijije, A. (2021)