

**CARACTERIZACION FISICOQUIMICA Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE
GULUPA (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) COLECTADA EN LA REGION DE
ANAIME - MUNICIPIO DE CAJAMARCA**



Presentado por:

**JULIÁN MAURICIO ESPINOSA TRUJILLO
LUZ YOLANDA RODRÍGUEZ GUEVARA**

**Como requisito para optar título de profesional
En Química**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGIA E INGENIERIAS (ECBTI)
Programa de Química
Ibagué – Tolima – Colombia
2020**

**CARACTERIZACION FISICOQUIMICA Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE
GULUPA (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) COLECTADA EN LA REGION DE
ANAIME - MUNICIPIO DE CAJAMARCA**



Presentado por:

**JULIÁN MAURICIO ESPINOSA TRUJILLO
LUZ YOLANDA RODRÍGUEZ GUEVARA
Como requisito para optar título de profesional
En Química**

DIRECTORA:

**JULY ALEXANDRA HERNÁNDEZ LÓPEZ
Magister en Química
Profesor Ocasional Escuela de Ciencias Básicas,
Tecnología e Ingenierías**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGIA E INGENIERIAS (ECBTI)
Programa de Química
Ibagué – Tolima – Colombia
2020**

NOTA DE ACEPTACION

Firma del presidente del jurado

Jurado

Jurado

Ibagué, Abril de 2020

DEDICATORIA

A mis hijos que son lo más importante que tengo en la vida, son la razón de mi existencia, a mi señor Padre, quien es la persona que siempre ha estado a mi lado apoyándome y protegiéndome de los sin sabores que tiene uno en la Vida.

A la persona que no me ha abandonado en los momentos más difíciles de mi vida, siempre me ha acompañado en la enseñanza de nuestros hijos y los quehaceres del hogar, a pesar de mi mal genio, no ha abandonado el barco, continua su rumbo a mi lado y siempre direccionando el timón, para tomar entre los dos el mejor destino y de esta manera asegurar un buen futuro para todos.

Luz Yolanda Rodríguez Guevara

A mis padres que desde un principio me brindaron su apoyo para emprender este camino lleno de conocimiento y que es un escalón más en mi vida.

A todas aquellas personas que creyeron en mí y que me animaron a seguir a delante a pesar de las dificultades que se presentaron durante todo este proceso, el cual ya se ve culminado y que proyecta un futuro lleno de éxitos.

Julián Mauricio Espinosa Trujillo

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo, al ser Supremo que está entre nosotros, siempre está conmigo en las buenas y en las malas, Dios es el ser más bondadoso y justo, siempre he andado por el camino de él y nunca he realizado nada sin que él esté presente, por esta razón cada una de las metas que me he propuesto, siempre las he alcanzado con la FE en él. AMÉN.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), al grupo de investigación GIEPRONAL, semillero SEPRON-BIOTECAL y a la Magister July Alexandra Hernández Directora del proyecto de investigación, por confiar ciegamente en nosotros y por compartir sus experiencias y conocimientos de Investigación, por su compañía en largas horas en el desarrollo de las pruebas de laboratorio y por el apoyo durante todo el desarrollo del proyecto de investigación.

A don Mario Rincón y su Familia, que sin conocernos, brindó todo el apoyo para llevar a cabo el proyecto de Investigación, dando su debida autorización para entrar en su finca y trabajar en el cultivo de la *Passiflora edulis* Sims var. *edulis* (gulupa).

Al Doctor Guillermo Salamanca, de la Universidad del Tolima, que apoyo incondicionalmente con todo su conocimiento y direccionamiento en el desarrollo del proyecto de investigación, con el préstamo de equipos y Elementos de vital importancia para llevar a cabo el desarrollo de las diferentes pruebas de laboratorio.

A mi amigo del alma José Arnoldo Pórtela y su esposa, por tener que aguantarme largas horas en su casa, estudiando la Química y todas las disciplinas que se derivan de ella, mis mejores maestros y amigos durante toda mi carrera. Mis más sinceros Respetos para ellos, por aguantarme tanto tiempo y aun lo que falta.

A mi Jefe Johana Ximena Aranda Rivera, por Confiar en mí y creer siempre que yo lo lograría, por permitirme volarme del trabajo, para poder asistir a las prácticas de laboratorio y entrar cada mañana una hora más tarde a laborar. Dios la Bendiga por siempre.

Luz Yolanda Rodríguez Guevara

Al ser supremo por guiarme y permitirme llegar al final de este proceso, darme sabiduría y bendiciones en todo este camino lleno de conocimientos, este logro es una bendición que recibo gracias a la fe puesta en él.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), al grupo de investigación GIEPRONAL, semillero SEPRON-BIOTECAL, a la Magister en Química July Alexandra Hernández, por compartir su conocimiento con nosotros, por su apoyo, su paciencia y su dedicación en las diferentes etapas que permitieron el desarrollar este proyecto de investigación.

Al señor Mario Rincón y su Familia, por abrirnos las puertas de su finca y depositar toda la confianza en nosotros para poder entrar y tomar muestras del fruto de gulupa de sus cultivos.

A todos aquellos investigadores que aportaron sus conocimientos, al Al Doctor Guillermo Salamanca, y a la Universidad del Tolima por prestarnos sus equipos de laboratorio y por toda la colaboración que recibimos de forma incondicional.

Julián Mauricio Espinosa Trujillo

RESUMEN

La gulupa (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*), es considerada como un fruto exótico con características sensoriales notables como su coloración morada, fragante olor y sabor agridulce. La región de Anaime ubicada en el Municipio de Cajamarca – Tolima, se caracteriza por su altitud y clima húmedo, propicio para el cultivo de este fruto. El objetivo del trabajo fue analizar las características fisicoquímicas y actividad antioxidante de una fracción de la parte comestible del fruto de la gulupa, cultivada en la zona de estudio. Los parámetros humedad, actividad de agua (a_w), potencial de hidrógeno (pH), acidez total titulable (ATT), conductividad eléctrica, sólidos solubles totales (SST – °Brix), densidad relativa, color, cenizas, minerales (Sodio, Zinc, Magnesio y Potasio), Fenoles Totales, Flavonoides y actividad antioxidante por los métodos de FRAP y ABTS, fueron evaluados por triplicado en muestras colectadas de diferentes cultivos ubicados en la finca La Florida, de la región de Anaime, municipio de Cajamarca – Tolima. La fracción de la pulpa comestible de la gulupa presenta resultados con diferencias significativas en todos los parámetros evaluados, con valores promedio de humedad (78,0 – 81,2 %), actividad de agua (a_w) (0,96 – 0,99), presentando carácter ácido, pH entre (2,67 – 2,96), ATT entre (3,13 – 5,59 %) de ácido cítrico, conductividad eléctrica con rangos de (3,23 – 4,51) mS/cm, SST (14,4 - 16,6 °Brix), presento una densidad relativa de (1,07 – 1,09 g/cm³), para color reporta una luminosidad L^* = (63,8 – 68,7), con tendencia hacia las tonalidades rojo a^* = (6,38 – 9,10) y amarillo b^* = (44,2 – 59,7), el ángulo de tono (h) reporta un valor mínimo de (78,6) y un máximo de (83,4), asociados a estados de maduración intermedios y a cambios de color amarillo – verde a morado oscuro y una cromaticidad promedio de (45,1 – 60,1), en cuanto a % de cenizas se obtuvo (0,28 – 0,66 %), con respecto a los minerales evaluados, se obtuvo para Sodio (3,05 – 7,22), Zinc (11,4 – 17,7), Potasio (48,0 – 92,0) y Magnesio (16,1 – 24,6) mg/Kg, Fenoles Totales de (132,2 – 179,9) mg de ácido gálico/100 g de muestra, Flavonoides (1,85 – 4,18) mg de quercetina/100 g de muestra. La fracción comestible de la gulupa, presentó un alto contenido en fenoles totales y flavonoides que se encuentran ligados a la capacidad antioxidante, que presenta esta parte de fruto que fue confirmada por los métodos de ABTS (0,56 – 0,89) mg equivalente de Trolox / 100 g de muestra y FRAP (10,1 – 43,2) mg Trolox / 100 g de muestra. La caracterización fisicoquímica de la fracción comestible de gulupa producida en el sector de Anaime municipio de Cajamarca-Tolima, permite identificar sus posibles usos y potencialidades para el desarrollo de nuevos productos en el sector alimenticio, atribuyéndole de esta forma un valor agregado al fruto en fresco.

Palabras claves: Actividad Antioxidante. Bromatológico. Gulupa. Nutraceutico. Propiedades fisicoquímicas.

ABSTRACT

The gulupa (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*), is considered an exotic fruit with notable sensory characteristics such as its purple coloration, fragrant smell and bittersweet flavor. The Anaime region located in the Municipality of Cajamarca - Tolima, is well-known by its altitude and humid climate, which is good to the cultivation of this fruit. The objective of the work was to analyze the physicochemical characteristics and antioxidant activity of a fraction of the edible part of the gulupa fruit, cultivated in the study area. The parameters humidity, water activity (a_w), hydrogen potential (pH), titratable total acidity (ATT), electrical conductivity, total soluble solids (SST - ° Brix), relative density, color, ash, minerals (Sodium, Zinc, Magnesium and Potassium), Total Phenols, Flavonoids and antioxidant activity by the FRAP and ABTS methods, were evaluated in triplicate in samples collected from different crops located on the La Florida farm, in the Anaime region, Cajamarca - Tolima municipality. The fraction of the edible pulp of the gulupa presents results with significant differences in all the parameters evaluated, with average humidity values (78.0 - 81.2 %), water activity (a_w) (0.96 - 0.99), presenting acid character, pH between (2.67 - 2.96), ATT between (3.13 - 5.59 %) of citric acid, electrical conductivity with ranges of (3.23 - 4.51) mS / cm, SST (14.4 - 16.6 ° Brix), presented a relative density of (1.07 - 1.09 g / cm³), for color it reports a luminosity $L^* = (63.8 - 68.7)$, with a tendency towards the shades red $a^* = (6.38 - 9.10)$ and yellow $b^* = (44.2 - 59.7)$, the tone angle (h) reports a minimum value of (78.6) and a maximum of (83.4) associated with intermediate maturation states and yellow-green to dark purple color changes and an average chromaticity of (45.1 - 60.1), in terms of % ash obtained (0.28 - 0.66%), with respect to the evaluated minerals, it was obtained for Sodium (3.05 - 7.22), Zinc (11.4 - 17, 7), Potassium (48.0 - 92.0) and Magnesium (16.1 - 24.6) mg / Kg, Total Phenols of (132.2 - 179.9) mg of gallic acid / 100 g of sample, Flavonoids (1,85 - 4,18) mg of quercetin / 100 g of sample. The edible fraction of the gulupa had a high content of total phenols and flavonoids that are linked to the antioxidant capacity of this part of the fruit, which was confirmed by the ABTS methods (0.56 - 0.89) mg equivalent of Trolox / 100 g of sample and FRAP (10.1 - 43.2) mg Trolox / 100 g of sample. The physicochemical characterization of the edible fraction of gulupa produced in the Anaime sector, municipality of Cajamarca-Tolima, allows us to identify its possible uses and potentialities for the development of new products in the food sector, attributing an additional value to fresh fruit.

Keywords: Antioxidant Activity. Bromatological. Gulupa. Nutraceutical. Physicochemical properties.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	17
2. JUSTIFICACION	19
3. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO	21
3.1 OBJETIVO GENERAL	21
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
3.3 PLAN DE TRABAJO	21
4. MARCO TEORICO	23
4.1 Generalidades	23
4.2 Origen Botánico y Clasificación	25
4.3 <i>Passiflora edulis</i> Sims var. <i>edulis</i>	28
4.4 CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS	31
4.5 CARACTERISTICAS FITOQUIMICAS	35
4.6 CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	36
5. MATERIALES Y METODOS	38
5.1 ZONA DE ESTUDIO	38
5.1.1 Suelos	38
5.1.2 Temperatura	39
5.1.3 Altitud	40
5.1.4 Humedad Relativa (HR).....	41
5.1.5 Precipitación.....	42
5.1.6 Radiación solar.....	43
5.1.7 Viento.....	44
5.2 MATERIAL BIOLÓGICO	45
5.2.1 Colecta y recepción de las muestras	46
5.2.2 Acondicionamiento y empaque	47
5.2.3 Recepción, limpieza y desinfección	48
5.2.4 Secado, pesado y toma de datos	49
5.2.5 Obtención de la pulpa de gulupa	50
5.2.6 Empacado y conservación	51

5.3 CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS	51
5.3.1 Humedad	51
5.3.2 pH.....	52
5.3.3 Conductividad Eléctrica (ms/cm).....	53
5.3.4 Acidez Libre.....	53
5.3.5 Solidos Solubles Totales (SST - °Brix).....	54
5.3.6 Determinación de la Densidad Relativa.....	55
5.3.7 Parámetro de Color	56
5.3.8 Actividad Acuosa (A_w)	57
5.3.9 Cenizas	58
5.3.10 Minerales.....	59
5.4 DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE	60
5.4.1 Preparación de la muestra	61
5.4.2 Fenoles Totales (método de Folin-Ciocalteu).....	61
5.4.3 Flavonoides	62
5.4.4 Método FRAP	63
5.4.5 Método ABTS (azinobis 3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico).....	64
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	68
6.1 CARACTERIZACION MORFOMETRICA	68
6.1.1 Fruto	69
6.1.2 Peso	70
6.3 CARACTERIZACION ORGANOLEPTICA	70
6.3.1 Olor:	70
6.3.2 Color:	70
6.3.3 Sabor	71
6.4 OBTENCION DE LA FRACCION DE LA PULPA, EMPAQUE Y CONSERVACION	72
6.5 ANÁLISIS FISICOQUIMICOS	73
6.5.1 Humedad y Actividad Acuosa (A_w).....	73
6.5.2 pH y Acidez Total Titulable (ATT).....	74

6.5.3 Conductividad Eléctrica (G) y Solido Solubles Totales SST (°Brix)	76
6.5.4 Porcentaje de Cenizas y Minerales	77
6.5.5 Color.....	80
6.5.6 Densidad Relativa	82
6.6 DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE POR MÉTODOS QUÍMICOS.....	84
6.6.1 Fenoles Totales (método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu).....	84
6.6.2 Flavonoides (método colorimétrico con tricloruro de aluminio (AlCl ₃).....	85
6.6.3 Capacidad antioxidante por la determinación de la capacidad reductora de Fe ⁺³ : Ensayo FRAP (Capacidad para Reducir el Hierro Férrico)	86
6.6.4 Capacidad antioxidante por el método del radical catiónico ABTS•+.....	87
7. CONCLUSIONES	91
REFERENTES BIBLIOGRAFICOS	92
ANEXOS.....	106

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Zona de estudio <i>Passiflora edulis</i> Sims var. <i>edulis</i>	24
Figura 2. <i>Passiflora edulis</i> Sims var. <i>edulis</i> (gulupa) colectada en la región de Anaime ...	26
Figura 3. Familia <i>Passifloraceae</i>	27
Figura 4. Caracterización zonas de producción en Colombia	29
Figura 5. Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa.....	33
Figura 6. Posicionamiento Geográfico de la zona de la Región de Anaime	38
Figura 7. Suelos Finca la Florida Vda. La Leona Región de Anaime Mpio. Cajamarca Dpto. del Tolima.....	39
Figura 8. Temperatura zona de cultivo, Finca la Florida Vda. La Leona Región de Anaime Mpio. Cajamarca Dpto. del Tolima.....	40
Figura 9. Altitud zona de cultivo, Finca la Florida Vda. La Leona Región de Anaime Mpio. Cajamarca Dpto. del Tolima.....	40
Figura 10. Humedad Relativa (%HR) zona de cultivo, Finca la Florida Vda. La Leona Región de Anaime Mpio. Cajamarca Dpto. del Tolima.....	42
Figura 11. Radiación solar del área cultivada de la gulupa (<i>Passiflora edulis</i> Sims var. <i>edulis</i>), en la Finca la Florida Vda. La Leona Región de Anaime Mpio. Cajamarca Dpto. del Tolima.....	44
Figura 12. Cobertura del cultivo de gulupa de Finca la Florida Vda. La Leona Región de Anaime Mpio. Cajamarca Dpto. del Tolima	45
Figura 13. Cultivo No 1.....	46
Figura 14. Fase de Procesos	46
Figura 15. Centro de Acopio- Jornada de recolección Finca la Florida Vda. La Leona Región de Anaime Mpio. Cajamarca Dpto. del Tolima.....	48
Figura 16. Mallas rotuladas con muestra del fruto para estudio.....	48
Figura 17. Secado de Fruto gulupa (<i>Passiflora edulis</i> Sims var. <i>edulis</i>) 2018.	50
Figura 18. Peso fruto gulupa 2019.	50
Figura 19. Obtención de una fracción de la pulpa de gulupa.	51
Figura 20. Empacado y Conservación de muestras.....	51
Figura 21. Horno de secado MEMMERT	52
Figura 22. Potenciómetro HANNA edge pH	53
Figura 23. Potenciómetro HANNA edge Conductividad.....	53
Figura 24. Montaje para determinar la de Acidez Titulable.....	54
Figura 25. Equipo Refractómetro MIWOUKKEE.....	55
Figura 26. Equipo Refractómetro HANNA HI-9681	55
Figura 27. Densidad Relativa por el método desplazamiento del Picnómetro.....	56
Figura 28. Colorímetro Smart Probe 400 (IMS inc. Milford, CT, USA).....	57
Figura 29. Equipo Aw Sprint- Novasina Th-500	58
Figura 30. MUFLA PSELECTA No. 131695	59
Figura 31. Espectrofotómetro de absorción atómica (AAS) UT.....	60
Figura 32 Preparación Muestra	61
Figura 33. Reacción muestra método Folin-Ciocalteu	62
Figura 34. Determinación de Flavonoides.....	63
Figura 35. Muestras baño de María – FRAP.....	64

Figura 36. Formación del radical ABTS mediante el persulfato de potasio ($K_2S_2O_8$).....	65
Figura 37. Preparación reactivo ABTS ⁺	65
Figura 38. Estructura del ABTS ⁺ antes y después de la reacción con el antioxidante	66
Figura 39. Espectrofotómetro UV Genesys 10S UV – Vis UT G.I – LIPFA	66
Figura 40. Sistema de tutorado de la gulupa especie (<i>Passiflora edulis</i> Sims var. <i>edulis</i>) .	68
Figura 41. Fruto colectado en la Finca la Florida Vda. La Leona Región de Anaimé Mpio. Cajamarca Dpto. del Tolima.....	69
Figura 42. Componentes de la fruta gulupa. Fruto colectado en la Finca la Florida Vda. La Leona Región de Anaimé Mpio. Cajamarca Dpto. del Tolima	70
Figura 43. Fruto en estado de madurez	71
Figura 44. Refresco de Gulupa.....	72
Figura 45. Correlación entre el contenido de fenoles totales y la capacidad antioxidante medida por el método de ABTS	89
Figura 46. Correlación entre el contenido de fenoles totales y la capacidad antioxidante medida por el método de FRAP	89

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Usos locales de la gulupa (<i>P. edulis</i> Sims var. <i>edulis</i>)	30
Tabla 2 Composición nutricional de algunas <i>Passifloras</i>	34
Tabla 3 Análisis proximal de Maracuyá; Cholupa; Semillas de Gulupa y Badea.....	35
Tabla 4 Acidez titulable y niveles mínimos de grados Brix en Jugos o Zumos y Pulpa.....	37
Tabla 5 Determinación de los estados de madurez de la gulupa según el color de la cáscara	71
Tabla 6 Valores descriptivos para los parámetros de humedad y actividad de acuosa (aw) en fracción de la pulpa de <i>Passiflora edulis</i> Sims var. <i>edulis</i>	74
Tabla 7 Valores Descriptivos para los parámetros de pH y Acidez Total Titulable (ATT) expresada en % de ácido cítrico en fracción de la pulpa de <i>Passiflora edulis</i> Sims var. <i>edulis</i>	75
Tabla 8 Valores descriptivos para los parámetros de Conductividad Eléctrica expresada en grados micro Siemens (mS/cm) y Solidos solubles totales expresados en °Brix en fracción de pulpa de gulupa.....	77
Tabla 9 Valores descriptivos para los parámetros de Cenizas en fracción de la pulpa de <i>Passiflora edulis</i> Sims var. <i>edulis</i>	78
Tabla 10 Valores descriptivos para los parámetros cromáticos en fracción de la pulpa de <i>Passiflora edulis</i> Sims var. <i>edulis</i>	81
Tabla 11 Valores descriptivos para los parámetros cromáticos en fracción de la pulpa de <i>Passiflora edulis</i> Sims var. <i>edulis</i>	82
Tabla 12 Valores descriptivos para los parámetros de densidad relativa en la fracción de la pulpa de <i>Passiflora edulis</i> Sims var. <i>edulis</i>	83
Tabla 13 Valores descriptivos para los parámetros de Fenoles Totales en la fracción de la pulpa de <i>Passiflora edulis</i> Sims var. <i>edulis</i>	85
Tabla 14 Valores descriptivos para los parámetros de flavonoides en la fracción de la pulpa de <i>Passiflora edulis</i> Sims var. <i>edulis</i>	86
Tabla 15 Valores descriptivos para los parámetros de FRAP en fracción de la pulpa de <i>Passiflora edulis</i> Sims var. <i>edulis</i>	87
Tabla 16. Valores descriptivos para los parámetros de ABTS•+ en fracción de la pulpa de <i>Passiflora edulis</i> Sims var. <i>edulis</i>	88

ANEXOS

Anexo A. Ficha de Caracterización de la Zona de Estudio.....	106
Anexo B. Climograma Region de Anaime.....	107
Anexo C. Fotos Zona de estudio región de Anaime – Municipio de Cajamarca – Departamento del Tolima. A – B). Finca la Florida. C). Identificación lote No. 2. D. a la Ll). Zona de Muestreo. M. a la R) Identificación Botánica de la (<i>Passiflora edulis</i> Sims var. <i>edulis</i>) gulupa. S a la V). Recolección de Muestras. W a la Y). Zona de Acopio. Z). Material Biológico para análisis	108
Anexo D. Protocolos para Determinación de Análisis.....	112
Anexo E. Parámetros Físicoquímicos asociados a las muestras del cultivo No 1 (lote No. 2) de una fracción de pulpa de gulupa colectada en la región de Anaime - Municipio de Cajamarca – Tolima.....	149
Anexo F. Parámetros Físicoquímicos asociados a las muestras del cultivo No 2 (lote No. 3) de una fracción de pulpa de gulupa colectada en la región de Anaime - Municipio de Cajamarca – Tolima.....	150
Anexo G. Análisis de varianza (ANOVA) de los parámetros físicoquímicos asociados a las muestras del cultivo No 1 (lote No 2) de una fracción de pulpa de gulupa, colectada en la Región de Anaime, Municipio de Cajamarca-Tolima.....	151
Anexo H. Análisis de varianza (ANOVA) de los parámetros físicoquímicos asociados a las muestras del cultivo No 2 (lote No 3) de una fracción de pulpa de gulupa, colectada en la Región de Anaime, Municipio de Cajamarca-Tolima.....	152
Anexo I. Parámetros asociados a los minerales obtenidos en las muestras de una fracción de pulpa de gulupa, colectada en la Región de Anaime, Municipio de Cajamarca- Tolima.....	153
Anexo J. Análisis de varianza (ANOVA) de los minerales obtenidos en las muestras de una fracción de pulpa de gulupa, colectada en la Región de Anaime, Municipio de Cajamarca-Tolima.	153
Anexo K. Parámetros de color asociados a las muestras del cultivo No 1 (lote No 2) de una fracción de pulpa de gulupa colectada en la región de Anaime - Municipio de Cajamarca – Tolima.....	154
Anexo L. Parámetros de color asociados a las muestras del cultivo No. 2 (lote No 3) de una fracción de pulpa de gulupa colectada en la región de Anaime - Municipio de Cajamarca – Tolima.....	156
Anexo M. Análisis de varianza (ANOVA) de los parámetros color asociados a las muestras del cultivo No. 1 (lote No 2) de una fracción de pulpa de gulupa, colectada en la Región de Anaime, Municipio de Cajamarca-Tolima.	157
Anexo N. Análisis de varianza (ANOVA) de los parámetros de color asociados a las muestras del cultivo No. 2 (lote No 3) de una fracción de pulpa de gulupa, colectada en la Región de Anaime, Municipio de Cajamarca-Tolima.	157
Anexo O. Parámetros de la capacidad antioxidante asociados a las muestras del cultivo No 1 (lote No. 2) de una fracción de pulpa de gulupa colectada en la región de Anaime - Municipio de Cajamarca – Tolima.	158

Anexo P. Parámetros de la capacidad antioxidante asociados a las muestras del cultivo No 2 (lote No. 3) de una fracción de pulpa de gulupa colectada en la región de Anaimé - Municipio de Cajamarca – Tolima.	159
Anexo Q. Análisis de varianza (ANOVA) de los parámetros de Actividad Antioxidante asociados a las muestras del cultivo No. 1 (lote No. 2) de una fracción de pulpa de gulupa, colectada en la Región de Anaimé, Municipio de Cajamarca-Tolima.	160
Anexo R. Análisis de varianza (ANOVA) de los parámetros de Actividad Antioxidante asociados a las muestras del cultivo No. 2 (lote No. 3) de una fracción de pulpa de gulupa (<i>Passiflora edulis</i> Sims var. <i>edulis</i>), colectada en la Región de Anaimé, Municipio de Cajamarca-Tolima.	160

1. INTRODUCCIÓN

La *Passiflora edulis* Sims var. *edulis* (gulupa) tiene sus orígenes en la Amazonia brasileña y fue introducida en Colombia hacia el año 1950, su principal centro de diversificación se localiza en toda la Región Andina, conocida como fruta de la pasión, su cáscara es de color morado oscuro la cual guarda en su interior semillas negras cubiertas por pulpa amarilla, al saborear su pulpa las papilas gustativas se estimulan al recibir una mezcla de sabor dulce y ácido, se considera una fruta muy promisoriosa para el consumo local y para exportar, se le atribuyen características farmacológicas que ayudan al sistema inmune, circulatorio, a combatir el insomnio y al manejo del stress, además de contener vitaminas, potasio, hierro, fósforo entre otros minerales, lo que le ha dado importancia en países europeos. Es una de las frutas que ha tenido mayor demanda en exportaciones al mercado europeo durante los años 2012 y 2019, ocupando el tercer lugar de exportación.

La caracterización de la gulupa en Colombia se ha hecho de manera aislada en algunos departamentos de la región andina, teniendo escasas investigaciones en varios campos de la agronomía y la biología, destacándose los estudios de Carvajal *et al.*, 2014 quien plantea que la gulupa tiene gran cantidad de compuestos fenólicos, leucoantocianidinas, flavonoides, triterpenos o esteroides en cáscara, hojas y flores.

Estos compuestos, son importantes ya que actúan como antioxidantes, cuya actividad se centra en proteger contra el daño celular ocasionado por los altos niveles de radicales libres, coadyuvando en el proceso digestivo, siendo capaces de retardar o prevenir la oxidación, además de participar en la protección contra los rayos UV y agentes patógenos, estos beneficios son atribuibles a frutas y verduras, las cuales proveen una mezcla óptima de antioxidantes que otorgan beneficios para la salud humana.

Por esta razón, reconociendo las necesidades de los agricultores y del cultivo, en esta investigación se decidió iniciar un proceso de caracterización fisicoquímica y evaluar la capacidad antioxidante en la parte comestible de la gulupa cultivada en una región del departamento del Tolima, con el fin de aportar nueva información a futuros investigadores

quienes pueden abarcar áreas del conocimiento como la farmacología, la morfología, la agronomía, la ecofisiología, la genética del fruto y la industria alimentaria, también se pretende agregar valor a los atributos de comercialización de la gulupa, lo cual aporta conocimiento a los agricultores sobre los valores nutraceuticos que posee esta variedad y los posibles subproductos de la especie colectada en esta región del departamento del Tolima.

2. JUSTIFICACION

Las frutas y los vegetales desempeñan un papel importante en la dieta humana, en tanto protegen el daño celular causado por la exposición a altos niveles de radicales libres, al mismo tiempo que ayudan en el proceso digestivo; esto es atribuible al hecho de que estos alimentos proveen una mezcla óptima de antioxidantes como la vitamina C y E, polifenoles Totales y carotenoides, los cuales otorgan beneficios para la protección de la salud humana, mediante la reducción del estrés oxidativo al interior de la célula, que pudiera afectar la estructura y función de algunas proteínas del ADN y de los lípidos, (Carvajal, *et al.*, 2011).

En la actualidad se le brinda importancia al valor nutritivo de las frutas tropicales, especialmente las especies más exóticas, dentro de las que se destaca el género *Passiflora* el cual constituye una enorme riqueza, tanto a nivel económico, como nutricional y de recursos genéticos. Colombia cuenta con 170 especies registradas, siendo el país con mayor diversidad de *Passifloraceae*, tanto en formas silvestres como cultivadas, (Ocampo, *et al.*, 2010).

Los antioxidantes son sustancias capaces de inhibir la oxidación de otras moléculas, por lo que constituyen una herramienta altamente eficaz en la neutralización de los radicales libres, manteniendo la integridad y el buen funcionamiento de las células y los tejidos. Los Antioxidantes naturales que se encuentran presentes en los alimentos, son importantes, ya que contribuyen en las características organolépticas y permiten conservar la calidad nutricional de los frutos que los contienen.

Teniendo en cuenta los artículos científicos revisados sobre la caracterización y las propiedades nutricionales proporcionadas por la especie (*P. edulis* Sims var. *edulis*), se ve la necesidad de determinar las propiedades fisicoquímicas y la actividad antioxidante de una fracción de la pulpa a fin de caracterizar las muestras y encontrar si existen diferencias que puedan respaldar resultados obtenidos con análisis realizados en cultivos de otras regiones, que permitan dar certeza de dichas propiedades de esta especie, cultivada en la región de Anaime, sin dejar por fuera estudios que confirmen la función de los antioxidantes naturales que posee esta variedad.

En efecto, la gulupa (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*), cultivada en la región de Anaimé, municipio de Cajamarca, es objeto de estudio para evaluar las propiedades fisicoquímicas y cuantificar la actividad antioxidante de una fracción comestible del fruto (pulpa) de esta especie.

3. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar las características fisicoquímicas y actividad antioxidante de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) colectada en la región de Anaime, municipio de Cajamarca - Tolima.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar las propiedades fisicoquímicas en una fracción de la pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*), cultivada en la región de Anaime, municipio de Cajamarca Tolima.

Estimar la variabilidad de la fracción de mineral que constituyen los sólidos fijos totales presentes en una fracción de la pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*), mediante técnicas espectrofotométricas por UV-Vis y absorción atómica.

Caracterizar la fracción de pulpa de gulupa, en cuanto al contenido de Fenoles Totales, por el método Folin - Ciocalteu y Flavonoides por el método de Tricloruro de Aluminio $AlCl_3$ y su actividad antioxidante por los métodos ABTS y FRAP.

Elaborar protocolos para determinación de propiedades fisicoquímicas y actividad antioxidante en la pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*).

3.3 PLAN DE TRABAJO

Para la ejecución de los objetivos se planteó un plan de trabajo que consta de seis (6) fases, con sus correspondientes actividades tal como se indica a continuación:

Fase I. Valoración de la literatura y bases de datos sobre Caracterización Físico química y determinación de actividad Antioxidante presente en la gulupa, y zonas de Producción en las diferentes regiones de Colombia.

Actividades: Búsqueda y relación de artículos, documentos y textos especializados sobre Protocolos y caracterización fisicoquímica y actividad Antioxidante de una fracción de la pulpa de la gulupa.

Fase II. Zona de estudio, condiciones productivas, muestreo, registro y codificación de muestras del fruto de la gulupa, cultivada en la región de Anaime, Municipio de Cajamarca – Tolima.

Actividades: Se realizaron visitas técnicas de campo, para la realización de la Georreferenciación del lugar en donde se colectaron las diferentes muestras del fruto de la gulupa, realizar la caracterización del Sistema de Producción, identificar la capacidad instalada, tipo de cosecha y Caracterización física de las muestras de la región de Anaime, Municipio de Cajamarca – Tolima.

Fase III. Procesos en donde se estimará la cosecha, determinación del grado de madurez del fruto y recolección del fruto.

Actividades: Implementación protocolo para el proceso de la selección del fruto, empaque, transporte y conservación del fruto de la gulupa al Laboratorio de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD Ibagué (Zona sur Centro).

Fase IV. Valoraciones en el laboratorio del fruto de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*), Caracterización Físicoquímica y Actividad Antioxidante presente en una fracción de la pulpa, del fruto colectado en la región de Anaime, Municipio de Cajamarca – Tolima Colombia.

Actividades: Implementación y estandarización de protocolos fisicoquímicos relacionados con las propiedades fisicoquímicas y actividad antioxidantes presente en esta especie *Passifloraceae* de la variedad cultivada en la región de Anaime municipio Cajamarca – Tolima.

Fase V: Evaluación de resultados y correlación de parámetros.

Actividades: Evaluación de los resultados y definición de criterios estadísticos para correlación de variables mediante el Test de Tukey. Se elaborarán tablas de resultados e interpretación estadística de los datos obtenidos en cada uno de los parámetros evaluados en el fruto, colectado en la región de Anaime, Municipio de Cajamarca – Tolima Colombia.

Fase VI: Elaboración, Preparación y entrega de informe.

Actividades: Preparación artículos científicos y trabajo final que permiten contribuir al fortalecimiento nutracéutico de la cadena Frutícola de Colombia.

4. MARCO TEORICO

4.1 Generalidades

Colombia es el cuarto país en extensión en América del Sur con 1'141.748 Km², la posición geográfica se enmarca entre los 12°30'40'' LN, 4°13'30'' LS y posee longitud occidental entre las coordenadas 66°50'54'' y 79°01'23'' en la zona tórrida intertropical, afectada por las bajas latitudes; la intensidad lumínica es afectada de la misma manera en toda su geografía; se distingue un comportamiento bimodal de invierno lluvioso y verano seco, (Hernández, 2016).

El Municipio de Cajamarca, localizado al occidente del Tolima, sobre la cordillera central a 38 kilómetros de Ibagué. Tiene una extensión territorial de 354 km² con el 99.43 por ciento del área en zona rural, que corresponde al 2.1 del territorio tolimense. Está dividida en 38 veredas, un corregimiento y una inspección departamental de policía, (Archivo el Tiempo, 1997).

Este municipio ha sido escogido por su ubicación geográfica y por estar situada en todo el centro del país, siendo privilegiada por su clima cálido y templado, con gran cantidad de lluvia en temporadas de invierno e incluso en sus meses secos, sus suelos son ricos en nutrientes, debido a su influencia volcánica. Por lo anterior, diferentes empresarios y asociaciones han apostado a cultivar diferentes especies agrícolas, (Los autores).

La región de Anaime se encuentra localizada hacia el occidente sobre la cordillera central, está limitado por los municipios de Cajamarca, Ibagué, Roncesvalles y Rovira en el Tolima y Génova en el Quindío, su altura está entre los 1600 y 3900 msnm, las precipitaciones van desde 500 a 1800 mm anuales. Se accede a él a través de la carretera Anaime-Santa Helena, luego de haber llegado al municipio de Cajamarca desde el municipio de Ibagué por la vía Panamericana, que comunica el centro, con el occidente del país, (Cortolima - Corpoica, 2009).

El clima corresponde a alturas desde 1500 a 3000 msnm, con temperaturas entre 13 y 22 grados Celsius. Presenta dos épocas bien definidas de lluvias en los meses de abril-mayo y octubre-noviembre. La época seca se presenta entre el 15 de enero y el 15 de marzo y en los meses de julio y agosto, (Archivo el Tiempo, 1997).

El municipio de Cajamarca - Tolima, en especial la región de Anaimé se conoce como la despensa agrícola de Colombia, donde se cultivan diferentes frutas consideradas exóticas. Una de las frutas que en los últimos años han cobrado gran importancia para la actividad agrícola y económica de la región, es la especie (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) conocida como la gulupa, la figura 1 permite observar la zona de estudio de esta especie.

En Anaimé, el 16 % de su territorio se dedica a la actividad agrícola, en la que se destaca el cultivo de la arracacha con el 50 % del área, se cultiva también frijol, café, frutales y hortalizas, (Archivo el Tiempo, 1997).



Figura 1. Zona de estudio *Passiflora edulis* Sims var. *edulis*

Fuente: Autores

4.2 Origen Botánico y Clasificación

Etimológicamente, el término *Passiflora* procede del latín *passio*, que significa pasión, y *flos*, que traduce flores; de ahí que algunos autores denominan la flor de las *Passifloráceae* como la flor de la pasión (Campos, 1999). Tomado de: (Perea, *et al.* 2014).

La familia *Passifloráceae*, comprenden alrededor de 400 especies; estas se distribuyen en las regiones templadas y tropicales de Sur América y en menos proporción en Asia, Australia y África, el género *Passiflora* es el más importante de esta familia, se distribuye en regiones tropicales y subtropicales desde el nivel del mar hasta altitudes superiores a 3000 msnm; pero la mayor riqueza en especies se encuentra en las regiones moderadamente cálidas y templadas, entre 400 y 2000 msnm. Las plantas son bejucos que crecen a través de un sistema de tutorado y con zarcillos auxiliares. El tallo tiene características leñosas y herbáceas en las zonas distales, son escaladas, muy raramente arborescentes, hojas alternas, lobuladas o palmadas, las estípulas germinan a la base de los peciolos, rara vez ausentes. Las flores son bisexuales o unisexuales, regulares. El gran receptáculo es a menudo ahuecado como una taza o cuenca, y tiene numerosos apéndices filamentosos o anulares entre la corola y los estambres, que pueden ser de colores brillantes y forman una corona visible de gran diversidad, (Carvajal, *et al.*, 2011).

La gulupa es una planta perenne, semileñosa, de tipo enredadera y de gran vigor vegetativo. Su estructura está determinada por el tallo principal del cual se derivan numerosas ramas laterales. Su sistema radicular de raíces laterales superficiales penetran hasta aproximadamente 45 cm del suelo; sus hojas pueden medir entre 4 y 11 cm de largo y entre 4 y 10 cm de ancho; sus flores son vistosas surgen de las axilas de las hojas, son hermafroditas y con un diámetro de 6 a 8 cm; los zarcillos auxiliares son verde-amarillos dispuestos en forma de espiral con una longitud entre 30 y 40 cm que le permiten a la planta trepar, (Ortíz Vallejo, 2010; Manual gulupa Cámara de Comercio de Bogotá 2015).

La formación del fruto se da con la etapa de diferenciación, quedando estructuras persistentes como las brácteas y los rastros del triple pestilo. En este proceso el pericarpio es blando y su coloración verde con puntos blanquecinos sobre su superficie, durante este estado el fruto alcanza su tamaño definitivo, al terminar el estado de diferenciación el fruto

comienza su estado de llenado en el que el arilo que rodea a las semillas comienza hacerse más consistencia y jugoso, lo cual hace que el fruto muestre un color verde intenso en el exterior, finalizando este proceso, el fruto cambia de color verde a púrpura con lo que el fruto comienza su estado final de maduración. Los Frutos de estas plantas son considerados climatéricos, (García. M, 2002; Pinzón, *et al.*, 2007; Almecga. M, 2008 & Sanabria, 2010).

El fruto es una baya de forma redondeada que puede pesar de 40 a 50 gramos y el diámetro oscila entre 5 y 5,5 cm, está conformada por corteza lisa, gruesa y resistente de color púrpura oscuro como lo evidencia la figura 2. La pulpa es menos ácida que el maracuyá y de agradable aroma y sabor, con alta proporción de jugo (alrededor de 35 a 38 %), es de color amarillo naranja con semillas de color negro y forma lenticular aplanada u ovoide de 6 mm de longitud y se encuentra cubierta por un arilo cristalino. Como fruta fresca es muy apetecida por su tamaño y firmeza, (Perea, *et al.*, 2014).



Figura 2. *Passiflora edulis* Sims var. *edulis* (gulupa) colectada en la región de Anaime

Fuente: Autores

El género *Passiflora*, caracterizado por la diversidad de germoplasma, es prácticamente endémico originaria del Sur de Brasil, Paraguay y el norte de Argentina; el mayor número de especies están presentes en Colombia, debido a la variedad de hábitat y climas. Muchas de estas especies se destacan por su valor económico, medicinal y

ornamental, (Rivera & Perea, 2001). Entre las especies cultivadas del género *Passiflora* se encuentra el maracuyá (*P. edulis* var. *flavicarpa*), granadilla (*P. ligularis*), gulupa (*P. edulis* var. *edulis*), curuba de castilla (*P. mollissima*) y badea (*P. quadrangularis*), como se evidencia en la figura 3. Colombia cuenta con (170) especies de este género, le sigue Brasil con (114), Ecuador con (76), Perú con (73), México con (69) y Venezuela con (49), (Escobar, 1991).



Figura 3. Familia *Passifloraceae*

Fuente: (Ocampo, et al., 2014)

Algunas *Passifloras* tienen propiedades sedativas, antiespasmódicas y antibacteriales, son de importancia económica por sus frutos comestibles y algunas son ornamentales por sus

flores de colores vivos. El conocimiento farmacológico de las *Passifloras* indica su potencial para el desarrollo de fármacos ansiolíticos y sedantes, (Carvajal, *et al.*, 2011).

4.3 *Passiflora edulis* Sims var. *edulis*

Colombia es uno de los países con mayor biodiversidad global de plantas vasculares. Una de las familias mejor representadas es la *Passifloraceae* con 170 especies inventariadas y pertenecientes a tres géneros: *Ancistrothyrsus* (2), *Dilkea* (4) y *Passiflora* (164). Esta gran riqueza representa el 26 % de las especies registradas en la familia a nivel mundial y ubican al territorio colombiano como el país con la más alta diversidad, tanto en formas silvestres como cultivadas. Además, estas especies son indicadoras de biodiversidad, ya que presentan múltiples interacciones con otros organismos, como sus polinizadores (abejas, abejorros, colibrís y murciélagos), las hormigas para la protección de la planta y la asociación con hongos del suelo. En la región Andina se concentra el 81 % de las especies, de las cuales 57 son endémicas, particularmente en los bosques de las cuencas hidrográficas entre 1000 y 2000 msnm, en los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca, Cundinamarca, Caldas, Quindío y Risaralda como se evidencia en la figura 4. Entre las especies reportadas el 70 % presentan algún grado de amenaza y tres son consideradas extintas.

Algunas actividades antrópicas como la agricultura extensiva, la ganadería, la minería y la construcción de hidroeléctricas en el país son una amenaza inminente para la conservación de su hábitat, por estas razones la familia *Passifloraceae* requiere ser estudiada debido a la amenaza y la vulnerabilidad, partiendo de la colecta, evaluación, conservación, uso y valoración de los recursos genético, (Ocampo, *et al.*, 2014).

Dentro de las especies del genero *Passiflora*, 42 producen fruto comestible y 9 son comercializadas en mercados locales o internacionales, entre estas últimas se destacan el maracuyá (*P. edulis* f. *flavicarpa* Degener), la granadilla (*P. ligularis* Juss.), la gulupa o curuba redonda (*P. edulis* f. *edulis* Sims), la curuba de castilla (*P. tripartita* var. *mollissima* Holm-Nielsen y Jørgensen), la cholupa o granadilla de piedra (*P. maliformis* L.), la curuba India (*P. tarminiana* Coppens y Barney), la badea (*P. quadrangularis* L.), la granadilla de Quijos o Caucana (*P. popenovii* L.) y la curubina (*P. alata* Curtis), (Ocampo, *et al.*, 2007).

Evidenciado también en la figura 4 se describen las zonas de producción del género *passiflora* en Colombia

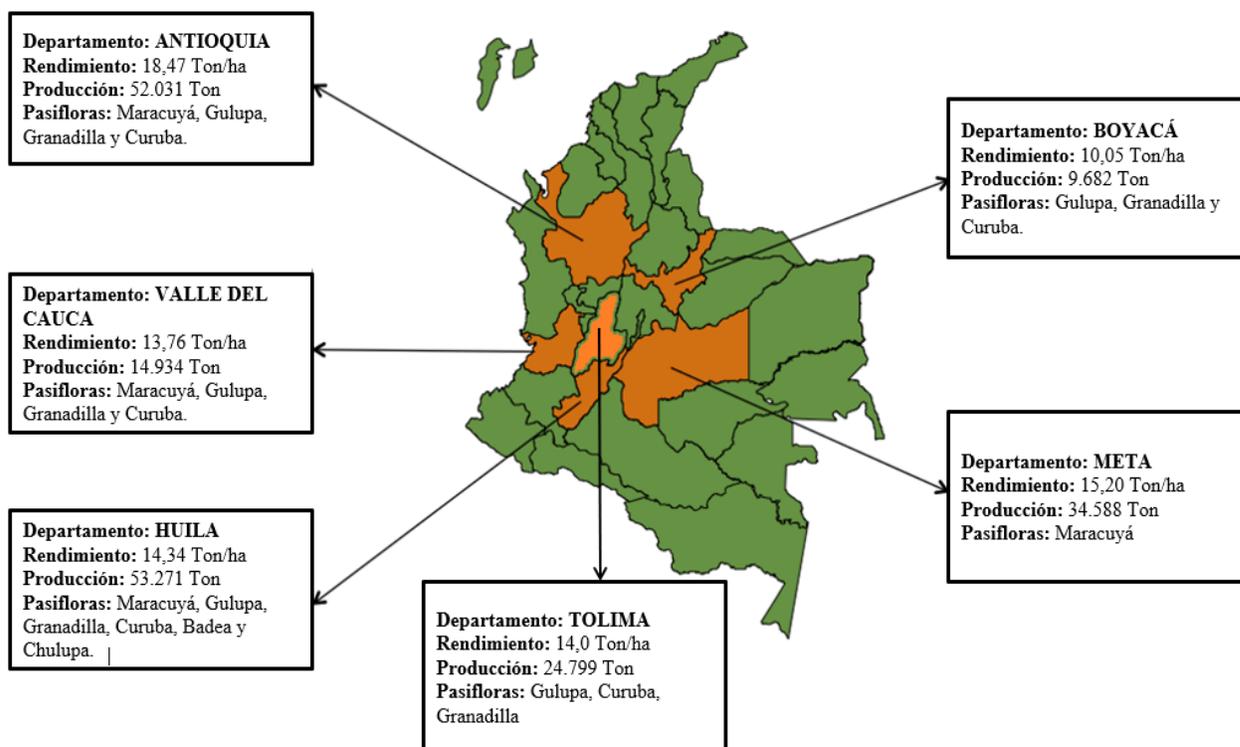


Figura 4. Caracterización zonas de producción en Colombia

Fuente: (Pérez, 2018) Modificado 2019

Se ha determinado que la especie *Passiflora edulis* Sims var *edulis* dio origen, por efecto de una mutación del maracuyá amarillo, (García, 2002). La gulupa se ha constituido en una de las frutas exóticas más apetecidas en el mercado mundial y ocupa el segundo lugar entre las especies de la familia de las *Passifloras* con un incremento de 40 % en las exportaciones.

Taxonomía de la gulupa

Orden: Violales

Familia: *Passifloraceae*

Tribu: *Passiflorae*

Género: *Passiflora*

Subgenero: *Passiflora*

Serie: *Incarnatae*

Especie: *P. edulis*

Forma: *P. edulis f. edulis*

La gulupa cultivada en Colombia es considerada única por su sabor y aroma, en algunas regiones es utilizada con propósitos tranquilizantes debido a que actúa como sedante natural; es recomendada como regulador de la presión sanguínea, mejora las funciones digestivas, es fuente rica en vitaminas A, B₁₂ y C, así como de niacina y riboflavina. Contiene diferentes minerales, en especial calcio, fósforo, hierro, magnesio, potasio y carbohidratos, (Perea, *et al.*, 2014). En la tabla 1, se describen los diferentes usos de la gulupa.

Tabla 1. Usos locales de la gulupa (*P. edulis* Sims var. *edulis*)

No.	Uso	Parte usada	Estado de desarrollo	Preparación	Número de reportes
1	Producir tinturas	La cascara	Madura	Se raspa la cáscara hasta que se haya extraído todo el tejido morado. Se aplica sobre telas o cuero	2
2	Contrarrestar la tos	El fruto	Maduro	Se cocina el fruto de gulupa silvestre y se toma el agua en ayunas	1
				A un agua de panela caliente se le adiciona el néctar y se toma	1
3	Tranquilizar y producir sueño	El fruto	Maduro		3
		La flor	Jóvenes		
4	Bajar el colesterol	El fruto	Maduro	Con tres frutas se hace un jugo sin azúcar y se toma en ayunas durante nueve días	1
5	Alucinógeno	Las hojas	Maduras	Se secan las hojas, se trituran, se arma un cigarrillo, se quema y se aspira	2
6	Aliviar la hepatitis	Las hojas	Jóvenes	Se cocinan cuatro o cinco hojas y se toma el agua	1
7	Producir impotencia	El fruto	Maduro	Se consume regularmente el jugo	3
8	Aliviar las contusiones y los hematomas superficiales	Las hojas	Jóvenes	Se trituran las hojas y se aplican como cataplasma sobre la piel afectada	
9	Controlar la presión arterial	El fruto	Maduro	Se cocina el fruto de gulupa silvestre y se toma el agua en ayunas.	1
				Consumo de dos frutos o del jugo, en ayunas	10
10	Alimentación humana	El fruto	Maduro	Se come la pulpa de la fruta fresca	5
11	Pasabocas	Las semillas del fruto	Maduro	La semilla se pone a tostar y luego se agrega un poquito de sal y se comen	1
		El fruto	Maduro	Se hace una torta a la que se le agrega un poco de jugo de gulupa.	1

12		El fruto	Maduro	Postre: se mezcla el jugo con leche condensada y crema de leche, se mezcla gelatina sin sabor con leche caliente. Se mezcla todo y se lleva a la nevera	1	
				Mermeladas y dulces: se saca la pulpa y se cocina, luego se extrae la semilla y se adiciona azúcar o panela y se deja al fuego hasta que quede espesa	1	
				Elaboración de postres	Helados: se hace el jugo y se pone a congelar; debe quedar bien espeso	1
					Se hace un yogurt y se mezcla con el jugo de la pulpa	1
					Aderezo para carnes: se adicionan unas cucharadas del néctar a la carne a la plancha	1
13	Elaboración bebidas	El fruto	Maduro	Ponche: se bate la clara de huevo y se le adicionan unas gotas del néctar	1	
				Granizado: se raspa hielo y se le adiciona el jugo espeso	27	
				Se licua la pulpa en agua y se cuela		
				Se hace el jugo espeso y se adiciona licor o aguardiente	1	
14	Nutrición animal	El fruto	Maduro	Se tiran los frutos en el potrero	1	

Fuente: (Carvajal, *et al.*, 2014).

4.4 CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS

Lobo y Medina 2000 describen que la gulupa independiente de su acidez (pH 2,88), tiene un sabor agridulce muy agradable por el contenido de azúcares solubles totales (13,66 %); con una pulpa que exhibe una actividad relativamente alta de polifenoloxidasas (58,33 UAE) y peroxidasa (37,88 UAE) y un contenido bueno de pectina total (0,51 %).

La Gulupa (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) de acuerdo a los estudios reportados por (Franco, 2013; Flórez 2012; Higuera 2017) presentó un pH muy variado entre rangos de 2,99 a 3,6 según el estado de cosecha y madurez, la acidez de la pulpa de la fruta se mide con respecto al contenido de ácido cítrico.

La acidez del fruto tiene origen en los ácidos orgánicos que están almacenados principalmente en las vacuolas (Leshem, *et al.*, 1986). Los componentes aromatizantes del fruto aumentan durante la maduración y en conjunto, principalmente, con los ácidos orgánicos cítrico y málico, se combinan para producir el sabor único y aroma del fruto maduro, (Srivastava, 2002). Su acumulación puede ser debida a la captura de intermediarios

en el ciclo de los ácidos tricarboxílicos, en el proceso de fijación de CO₂ en la oscuridad, la desaminación de aminoácidos y al parecer por su movilización desde otras partes de la planta; el contenido por lo general disminuye durante la maduración; tal vez, debido a la utilización en la respiración, (Leshem, *et al.*, 1986). Los ácidos orgánicos en las plantas oscilan entre 0,5 % y 13 %. La mayoría está en pequeñas cantidades y son intermediarios en el metabolismo básico, sobre todo de los ácidos tricarboxílicos. Los ácidos cítrico y málico son los principales y sus proporciones varían según el fruto.

La acidez de la pulpa de la fruta de la gulupa, se debe a los ácidos orgánicos presentes como lo expone Franco 2013, el ácido cítrico tiene una concentración dependiente al estado de maduración con 0,097 mg/100 g de Fruta fresca (Ff) para una maduración temprana y 0,064 mg/100 g de Ff en una maduración prolongada, para el ácido málico tiene una evolución similar al cítrico pero en menores concentraciones, donde alrededor de 0,35 y 0,066 g/ 100 g de Ff, el ácido oxálico tiene una tendencia similar a los demás ácidos pero es 77 veces más concentrado al cítrico con valores de 20,9 y 131,2 mg/100 g de Ff; el ácido ascórbico presenta la misma tendencia de los anteriores ácidos con una concentración de 43,5 a 42,6 mg/100g de Ff, por lo que el contenido de los ácidos fluctúa según los días de la cosecha y maduración, (Flórez, 2012).

En estudios de (Franco 2013 & Orquidea, M. *et al.*, 2014), para los Sólidos Solubles Totales (SST) se empleó la escala de ° Brix, obteniendo valores según su grado de madurez teniendo entre 13 y 17°, donde la pulpa de la fruta obtuvo un valor de 16° Brix para una gulupa de la región del bosque húmedo de montano en Colombia.

La evolución de los SST en gulupa muestra un incremento constante para alcanzar su máximo valor en el estado de maduración tres con un valor de 15,91 °Brix; (Pinzón *et al.* 2007). Shiomi, *et al.*, 1996, encontraron el máximo valor a los 80 días después de la floración (DDF) y Rodríguez & García 2010 a los 70 DDF. El contenido de SST de la pulpa se incrementa constantemente desde los 20 DDF hasta la maduración, para alcanzar valores de 14 % - 17 % en la etapa de pos-cosecha para luego disminuir (Shiomi *et al.*, 1996).

Estudios de (Franco 2013 & Orjuela, *et al.*, 2009) la *Passiflora edulis* Sims var. *edulis* tiene una humedad máxima de 92 % donde varía según el grado de madurez, después de los

98 días, la humedad baja hasta un porcentaje de 81 %, esto se debe al tejido parenquimático que acumula gran cantidad de agua, (Flórez, 2012).

La gulupa está constituida por proteínas, ácidos grasos, carbohidratos, vitaminas y minerales (magnesio, fósforo, potasio sodio, zinc, selenio) (Zibadi, *et al.*, 2004). Como compuestos particulares se han reportado cantidades apreciables de moléculas cianogénicas y la existencia de saponinas y tioles volátiles (Zibadi, *et al.*, 2004; Dhawan, *et al.*, 2004). La capacidad antioxidante de la pulpa se atribuye a la presencia de ácido ascórbico y carotenoides, (Franco, *et al.*, 2014). Otros compuestos de importancia son los glicósidos, donde se destaca por sus efectos ansiolíticos y tranquilizantes, (Rodríguez, *et al.*, 2008). Se caracteriza también por el contenido de alcaloides y flavonoides, entre los flavonoides se encuentran las antocianidinas (perlargonidina, delphinidina y cianidina), precursoras de las antocianinas que a su vez son las responsables de los patrones de color en flores y frutos. (Zibadi, *et al.*, 2004; Kidøy, *et al.*, 1997).

La gulupa no presenta Norma Técnica Colombiana que permita establecer los criterios de madurez de esta fruta, sin embargo, en estudios realizados por Pinzón *et al.*, 2007, donde estableció 6 niveles de color que se evidencia en la figura 5.



Figura 5. Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa

Fuente: Pinzón, *et al.*, 2007.

Al igual que otras especies pertenecientes al género de las *Passifloras*, la gulupa presenta un incremento en su aceptación a nivel internacional, al tratarse de una fruta exótica que presenta características sensoriales, nutracéuticas y nutricionales de gran importancia en los mercados exteriores, (Jiménez, *et al.*, 2011; Serpa, *et al.*, 2015).

De acuerdo a estudios realizados referentes a las propiedades nutraceuticas de las *Passifloras*, se ha encontrado que el consumo de pulpa y semillas de maracuyá, granadilla y gulupa aportan del 24 al 30 % del magnesio recomendado de consumo diario para niños menores de un año, mineral importante en la formación de huesos y dientes, activación de enzimas, estimulación nerviosa y en la contracción muscular, como se ilustra en la tabla 2.

Tabla 2. Composición nutricional de algunas *Passifloras*

COMPOSICIÓN	MARACUYÁ	GRANADILLA	CURUBA	GULUPA *	CHOLUPA	BADEA
Agua %	82	86	92	88,9	86	72,5
Proteínas %	0,8	1,1	0,6	1,5	1,5	4
Carbohidratos %	15	11	6,3	11	11,8	22
Fibras %	0,4	-	0,3	0,4	-	12
Cenizas %	1,2	0,9	-	0,7	-	0,8
Calorías (kcal)	78	46	25	49	40	98
Calcio (mg)	5	7	4	9	-	46
Fosforo (mg)	18	30	20	21	-	31
Hierro (mg)	0,3	0,8	0,4	1,7	-	5,2
Ácido ascórbico (mg)	12	20	70	20	20	3,3
Vitamina A (UI)	-	-	-	1730	1780	-
Tiamina (mg)	-	-	-	0,1	-	0,04
Riboflavina (mg)	-	-	-	0,17	-	0,04
Niacina (mg)	-	-	-	0,8	-	0,5

*Información suministrada por cada 100 g de consumo

Fuente: Parra, 2011

En la Tabla 3, se muestran los resultados del análisis bromatológico realizado a frutas y semillas de algunas especies del género de las *Passifloras*. El estudio reveló que el mayor porcentaje de cenizas es para las semillas de gulupa y su presencia implica la existencia de minerales. Por otra parte, los materiales vegetales que presentan mayores contenidos a nivel nutricional son la pulpa de gulupa y semilla y pulpa de maracuyá con un aporte mayoritario

en cenizas, proteína y carbohidratos relevantes en las actividades primarias del organismo como la restauración de tejidos y reserva de energía.

Tabla 3. Análisis proximal de Maracuyá; Cholupa; Semillas de Gulupa y Badea

Parámetro analizado (Porcentaje)	Pulpa de Semillas de Maracuyá	Pulpa de Cholupa	Semillas de Gulupa	Fruta de Badea
Humedad (Secado)	76	75,17	0,69	85,51
Cenizas totales	0,84	0,91	2,09	0,56
Grasa total	0,04	0,02	22,08	0,08
Nitrógeno Total	0,41	0,37	2	0,1
Proteína total	2,59	2,34	12,52	0,63
Carbohidratos totales	20,54	21,56	62,62	13,22
Calorías Kcal	92,82	95,74	499,29	56,1
Fibra bruta	7,49	13,66	39,05	2,66
Fibra dietaria total	15,09	11,77	Nr	7,98
Fibra soluble	2,84	0,97	Nr	1,83
Fibra dietaria insoluble	12,25	10,5	Nr	6,15

Fuente: Carvajal *et al.*, 2014.

El análisis de minerales presentes en gulupa (*P. edulis* Sims var *edulis*) de acuerdo a estudios de investigación determinan que la cáscara presenta cantidades variables de todos los minerales analizados con excepción del zinc. En la fruta, tanto en base seca como húmeda, se encontró magnesio, potasio, zinc y sodio, pero no se halló evidencia de cobre, hierro, fósforo o calcio. Al igual que en el análisis de la gulupa, los resultados de minerales en maracuyá (*P. edulis* f. *flavicarpa*) indican que minerales como el cobre, el hierro, el fósforo y el calcio están presentes en la cáscara y no se reportan en la fruta. Por otra parte, tanto la fruta como la cáscara contienen alguna cantidad de magnesio, potasio y sodio. El zinc solamente se reporta en la fruta, (Carvajal, *et al.*, 2014).

4.5 CARACTERISTICAS FITOQUIMICAS

El análisis fitoquímico de la gulupa presenta triterpenos taninos, compuestos lactónicos, presencia positiva de cumarinas en la pulpa y triterpenos y/o esteroides en hojas, semillas y pulpa, alcaloides solamente en pulpa, (Carvajal, *et al.*, 2014).

De acuerdo al estudio realizado por Medina *et al* 2017, en cáscara de gulupa mediante un método UHPLC-QqQ-MS / MS. F1t-fitoprostanos y D1t-fitoprostanos en poliFenoles totales de la cáscara se detectaron y cuantificaron compuestos fenólicos que no se habían descrito

anteriormente, como luteolin-8-C- (2-O-ramnosil) hexósido y quercetina-3-O- (Ácido 6 - acetilo) glucosil-2 -sinapic.

Según tesis de Urrego 2017, en su contribución al estudio fitoquímico y a la evaluación de la actividad antiinflamatoria de las hojas de la *Passiflora edulis* Sims var. *edulis*, se identificaron tres saponinas mayoritarias conocidas como ciclopasiflósidos y se sugiere la presencia de tres flavonoides minoritarios en el extracto acuoso, las cuales ya habían sido reportadas para una forma de *P. edulis* sin identificar. El seguimiento de la separación se hizo por cromatografía en capa delgada, y HPLC-DAD-ELSD, para la elucidación estructural se empleó RMN mono-dimensional y bidimensional, y ESI-TOF-MS/MS. Este es el primer trabajo que describe la composición química de la fracción polar en hojas de gulupa.

4.6 CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Los antioxidantes son sustancias capaces de inhibir la oxidación de otras moléculas, por lo que constituyen una herramienta altamente eficaz en la neutralización de los radicales libres, manteniendo la integridad y el buen funcionamiento de las células y los tejidos. Existen mecanismos de reparación que permiten a la célula recuperar la normalidad en las estructuras deterioradas, pero la propagación de los daños ocasionados por los radicales libres ocurre en una temible secuencia de etapas en cadena que sólo se puede frenar con la presencia de sustancias antioxidantes. Entre ellas se encuentran las vitaminas A, C y E, oligoelementos como el selenio, el zinc o el cobre, y otros metabolitos, como los polifenoles, (Castaño, E. 2016).

De acuerdo a lo expuesto por Coronado *et al.*, 2015, determina que los antioxidantes se caracterizan por ser enzimáticos o no enzimáticos y que se clasifican según en la forma como se presentan en la célula, son endógenas cuando el cuerpo es capaz de sintetizarlos y exógenas cuando ingresan al cuerpo por ingesta, la mayor fuente de antioxidantes de origen exógeno es provenientes de frutas y verduras, las frutas poseen grandes moléculas conocidas como metabolitos secundarios de carácter antioxidante y alimenta la necesidad del cuerpo, aunque algunas enzimas con carácter antioxidante se producen en el cuerpo de forma natural.

La pulpa de la *passiflora edulis* Sims var. *edulis*, tiene un gran potencial de actividad antioxidante, debido a los contenidos de ácido ascórbico y carotenoides que aumentan en su

proceso de maduración y pos-cosecha, el contenido de neutralización del Radical ABTS•+ están entre los 300 y 400 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$ de pulpa fresca, Fenoles Totales entre 200 y 300 mg de ácido gálico/100 g de pulpa y DPPH entre 90 y 100 de $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$ de pulpa fresca y FRAP de 36 a 40 mg ácido ascórbico/100 g muestra, (Franco, *et al.*, 2014; Moreno, *et al.*, 2014).

Según estudios realizados por Meneses, *et al.*, 2019, la capacidad antioxidante en corteza de gulupa fue de 464 ± 19 y 366 ± 7 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$ de extracto, según los ensayos de FRAP y DPPH. Por consiguiente, se concluyó que es posible obtener, a partir del epicarpio de la gulupa, extractos ricos en compuesto de alto valor como las antocianinas, los cuales son afectados por la temperatura de almacenamiento, siendo este un factor para considerar en su aplicación en matrices alimentarias.

4.5 NORMATIVAS

La resolución 3929 de Octubre 02 del 2013, Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir las frutas y las bebidas con adición de jugo (zumo) o pulpa de fruta o concentrados de fruta, clarificados o no, o la mezcla de estos que se procesen, empaquen, transporten, importen y comercialicen en el territorio nacional. La tabla 4 describe los niveles mínimos para acidez y grados Brix en la pulpa de la gulupa.

Tabla 4. Acidez titulable y niveles mínimos de grados Brix en Jugos o Zumos y Pulpa

Nombre común de la Fruta	Acidez Titulable mínima expresada como ácido cítrico anhídrido % m/m	Porcentaje mínimo de Sólidos disueltos por lectura refractométrica a 20°C (°Brix)
Gulupa	***	6,8

*** Acidez característica de la fruta

Fuente: Resolución 3929 de 2013 Ministerio de Salud y Protección Social

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 ZONA DE ESTUDIO

La Finca la Florida vereda la Leona de la Región de Anaime, Municipio de Cajamarca Departamento del Tolima, propiedad del Señor Mario Rincón Acero, ubicado geográficamente con el equipo Garmin GPS-map 62sc a una Latitud $4^{\circ}23.5'5.61''N$, Longitud $75^{\circ}30'16.07''O$. En la cordillera Central de Colombia figura 6, a una Altura que va desde los 2030 msnm y los 2050 msnm según topografía del terreno, temperatura promedio de $20,4^{\circ}C$, el suelo es franco – arenosos y rico en materia orgánica. Para la recolección de datos de la zona se estudió se aplicó una ficha de caracterización como lo muestra el [anexo A](#).

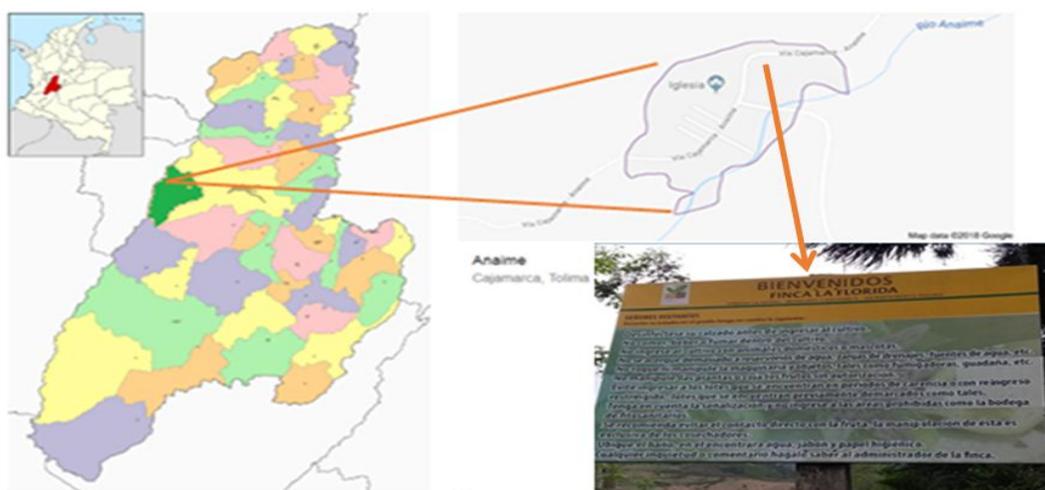


Figura 6. Posicionamiento Geográfico de la zona de la Región de Anaime

Fuente: Autores

El sector de los cultivos de estudio presenta una topografía montañosa con flora de un bosque húmedo montano bajo, en una altura de 2035 metros sobre el nivel de mar.

5.1.1 Suelos

La gulupa especie (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*), requiere suelos francos - arenoso, con buen contenido de materia orgánica, pH ligeramente ácido a neutro y excelente drenaje. Esta planta es muy sensible a los encharcamientos que generan pudriciones. En lugares con exceso de humedad se deben construir canales de drenaje o sembrar en

montículos para que queden un poco levantadas con respecto a la superficie del suelo o sembrar en ladera, (Guerrero, *et al.*, 2014).

Los suelos que presentan texturas arenosas, son aptos para el desarrollo y crecimiento del sistema radical, el rango de potencial de hidrogeno (pH) oscila entre 6,5 a 7,5 bajo unas buenas condiciones de drenaje; presentando alto contenido de materia orgánica y mínima presencia de sales, (Jiménez, 2006), como se puede observar en la figura 7.

Para el estudio realizado, el suelo de la Finca la Florida, ubicada en la región de Anaime, cumple con las características encontradas en artículos de investigación, lo cual permite el buen crecimiento y desarrollo de la planta, los dos cultivos (lote 2 y lote 3), tienen buen drenaje por encontrarse en pendiente sobre la cordillera.



Figura 7. Suelos Finca la Florida Vda. La Leona Región de Anaime Mpio. Cajamarca Dpto. del Tolima

Fuente: Autores.

5.1.2 Temperatura

De acuerdo a investigaciones realizadas Angulo 2009, la temperatura óptima para la gulupa, está entre 10 °C a 18 °C. Se considera que, a menor temperatura, esta afecta el crecimiento vegetativo y la producción, y a temperaturas altas disminuye la producción de flores (Nakasone y Paull, 1998) o no se presenta la etapa reproductiva (Pérez y Melgarejo, sometido a publicación). La gulupa es altamente sensible a las heladas, y por esta razón es mejor evitar aquellas zonas donde estas ocurren, (Guerrero, *et al.*, 2014). En Colombia las temperaturas óptimas para el cultivo de la gulupa se encuentran entre 15 °C a 20 °C. (Jiménez, 2006).

La temperatura que se presenta en la zona de estudio oscila entre los 15 °C y los 22 °C como lo evidencia la figura 8, favoreciendo el crecimiento vegetativo y la producción de frutos de excelente calidad.



Figura 8. Temperatura zona de cultivo, Finca la Florida Vda. La Leona Región de Anaimé Mpio. Cajamarca Dpto. del Tolima

Fuente: Autores.

5.1.3 Altitud

En Colombia la producción de la gulupa, está en una altitud entre 1.400 msnm y los 2.200 msnm. A una altura mayor su producción dará inicio al año y al año y medio afectando el tamaño de la fruta, (Guevara, 2006), el rango altitudinal óptimo se ubica entre los 1.800 y 2.200 msnm, (Angulo, 2009), lo evidencia la figura 9. Observaciones de campo muestran que a menor altura las plantas empiezan su etapa productiva más temprano y los problemas fitosanitarios se incrementan, (Guerrero, *et al.*, 2014).

El cultivo 1 (lote 2) y cultivo 2 (lote 3) de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*), se encuentran a una altitud de 2031 msnm y 2050 msnm respectivamente, estando acorde con lo investigado en artículos de referencia de acuerdo con Angulo, 2009.



Figura 9. Altitud zona de cultivo, Finca la Florida Vda. La Leona Región de Anaimé Mpio. Cajamarca Dpto. del Tolima

Fuente: Autores.

5.1.4 Humedad Relativa (HR)

Esta se encuentra entre 60 y 70 %, (Angulo, 2009), estudios realizados evidencian que humedades relativas superiores a este rango son consideradas de alto riesgo para la producción de la gulupa, debido al aumento de la incidencia y severidad de enfermedades fitosanitarias como (roña, bacteriosis y fusariosis) y un alto índice de abortos florales por la persistencia de restos, que se pudren en conjunto con el ovario fecundado. No obstante, si se tienen óptimas condiciones de los demás factores ambientales se puede intentar manejar las condiciones de HR dentro del cultivo, realizando algunas labores culturales como podas, peine o arreglo de ramas, diseño del tutorado, manejo de malezas, amplias distancias de siembra y orientación de los surcos para mejorar la circulación de aire, además de siembra en suelos inclinados, (Guerrero, *et al.*, 2014).

Fischer 2000, menciona que cuando se presentan periodos prolongados de Humedad Relativa (HR) alta, se recomienda realizar la siembra de las plantas teniendo presente la distancia entre una y otra, esto garantiza la aireación de la parte alta de la planta quedando libres las ramas. Cuando existe una disminución en la humedad Relativa (HR) muy baja (<40^a %) con presencia de vientos calidos, en ocasiones origina marchitamiento de las flores, deshidratación y cese de la fotosíntesis, por cierre de los estomas; que ocasionan en algunos casos la muerte de los brotes tiernos.

Para la mayoría de los frutales, una HR entre 65 % y 75 % es la más adecuada. Sin embargo Murley & Bunker 1999 advierten que una HR muy alta, aumenta la susceptibilidad a enfermedades florales y de frutos, (memorias congreso *Passifloraceas*, 2010).

Garces y Saldarriaga 1992 recomiendan una Humedad Relativa de 85 % para la especie *Passiflora Ligularis* (Granadilla), Bernal 1994 sugiere un 75 % y Angulo 2008 entre 70 % y 75 %. (Memorias Congreso *Pasifloráceas*, 2010), sin embargo para el cultivo de la especie, se reporta una HR entre 75 % y 80 %.

La zona de cultivo de esta especie, presenta humedad Relativa (HR) entre lo 55 % y 70 %, como lo evidencia la figura 10, estas condiciones se dan por la orientación de los surcos que permiten la circulación de aire, además de la siembra en suelos inclinados, corroborando lo encontrado en estudios investigativos desarrollados por Galindo & Gómez, 2010.

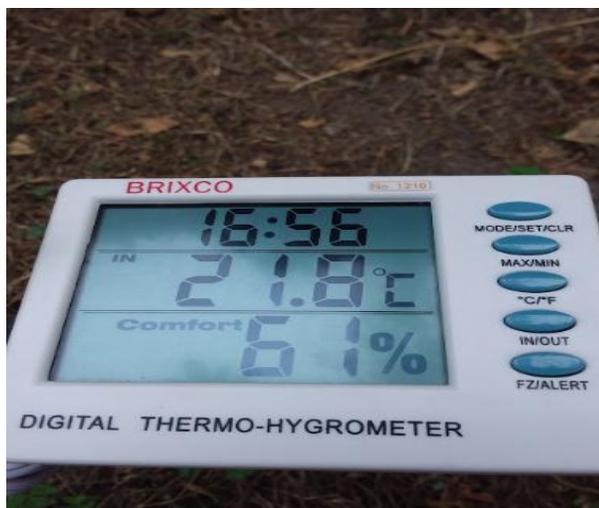


Figura 10. Humedad Relativa (%HR) zona de cultivo, Finca la Florida Vda. La Leona Región de Anaimé Mpio. Cajamarca Dpto. del Tolima

Fuente: Autores.

5.1.5 Precipitación

Angulo 2009 reporta datos entre 2.000 a 2.500 mm de lluvia al año. La cual esta distribuida en el tiempo, esto favorece a la especie (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*), para su debido desarrollo, ya que esta requiere una humedad óptima en el suelo, para su primera etapa de crecimiento y también en el periodo de llenado del fruto, asegurando un buen tamaño y calidad. La gulupa requiere un período de poca precipitación (época seca) para que luego, al inicio de la época de lluvias, se dé la floración. Por otro lado, se ha observado que el exceso de humedad en el suelo causa estrés por inundación o anoxia, llevando a la mortalidad de las plantas, por lo que se sugiere sembrar en ladera con suelos bien aireados. Actualmente, en zonas donde la precipitación es excesiva, los agricultores han optado por utilizar coberturas plásticas a cada surco con el fin de evitar que el follaje se moje, se aumente la caída de flores, la incidencia y severidad de problemas fitosanitarios, (Guerrero, *et al.*, 2014).

En las especies frutícolas como la *Passiflora edulis* Sims var. *edulis*, en las que la floración y fructificación se presenta todo el año, la precipitación debe estar bien distribuida en todos los meses, especialmente donde no hay facilidad para suministrar riego adicional. Cuando falta el agua en fases críticas como brotación de yemas florales, fecundación, cuajado y llenado, los frutos quedan pequeños o se caen. Durante el periodo de floración la lluvia debe ser mínima, ya que cuando el polen se moja se revienta y pierda su función, además se

presenta caída de flores, (Rivera, *et al.*, 2002), las precipitaciones van de 1.500 a 2.500 mm, (Jiménez, 2006).

La region de Anaimé Municipio de Cajamarca departamento del Tolima, cuenta con estudios sobre el clima y sus variaciones durante el año, ver Anexo B.

El mes más seco es enero con 86 mm de precipitación, mientras que la caída media se presenta en mayo con 214 mm, siendo este el de mayores precipitaciones al año. Marzo es el mes más cálido con una temperatura promedio de 18.8 °C y el mes más frío del año es noviembre con una temperatura promedio de 17.9 °C. (Climate- Data.Org. s.f.)

La precipitación varía en 128 mm entre el mes más seco y el mes más húmedo. Las temperaturas medias varían durante el año en un 0.9 °C.

5.1.6 Radiación solar

Está comprobado que la radiación solar incide directamente sobre la producción de la gulupa, pues esta requiere de luz solar directa; las plantas que crecen bajo sombra por lo general no producen frutos y en cambio se origina gran cantidad de follaje. En la planta se encuentra ramas situadas en el centro o cubiertas por otras. Lo cual desarrollan entrenudos muy largos y diámetro delgado y no producen frutos por la falta de luz, lo cual hace que se estimule la producción de yemas reproductivas. Por esta razón, se recomienda realizar podas permanentes y peinar las ramas para que puedan recibir radiación solar y estimular la producción, (Guerrero, *et al.*, 2014).

Los cultivos objeto de estudio cuentan con amplitud entre los surcos y los tallos de cada planta a distancia determinada, que permite la luz solar directa sobre las ramas lo cual genera la estimulación y la producción de yemas reproductivas durante el tiempo de producción, como lo ilustra la figura 11.



Figura 11. Radiación solar del área cultivada de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*), en la Finca la Florida Vda. La Leona Región de Anaimé Mpio. Cajamarca Dpto. del Tolima

Fuente: Autores

5.1.7 Viento

Cuando hay presencia de esta variable, genera roces entre los frutos, o de estos, con las ramas o con elementos presentes en el tutorado, el cual está compuesto por alambre y poste, permitiendo que se presente ralladuras o cicatrices sobre la epidermis, afectando directamente la calidad del fruto para tipo exportación. Sin embargo, un aspecto positivo es que el viento contribuye a disminuir la HR y con esto previene el ataque por problemas fitosanitarios, (Guerrero, *et al.*, 2014).

Los cultivos de gulupa en la zona de estudio, se encuentran bajo invernadero como lo ilustra la figura 12, lo cual permite su protección de ráfagas de vientos, con el fin de evitar que el follaje se desplome, se aumente la caída de flores y la no generación de roces entre frutos.



Figura 12. Cobertura del cultivo de gulupa de Finca la Florida Vda. La Leona Región de Anaimé Mpio. Cajamarca Dpto. del Tolima

Fuente: Autores.

5.2 MATERIAL BIOLÓGICO

Se colectaron dos muestras del fruto de la gulupa en dos periodos del año 2018, comprendidos entre el mes de octubre y el mes de diciembre. La primera colecta se llevó a cabo en el cultivo No.1 (lote 2), el cual cuenta con un área de 0.7 hectáreas sembradas con 1900 plantas, este lote fue sembrado en el mes de marzo del 2016, cuenta con 58 surcos, de los cuales se tomaron 10 surcos de forma aleatoria y se colectaron 10 especímenes de cada uno, para un total de muestra de 100 frutos; las plantas se encuentran a una altura aproximada de 2.51 metros, la distancia entre planta y planta es de 2.50 metros y la distancia entre los surcos es de 1.50 metros, como lo evidencia en la figura 13. La colecta se lleva a cabo bajo condiciones ambientales promedio de 20,4 °C temperatura y humedad relativa 68 %.

La segunda colecta se llevó a cabo en el Cultivo No. 2 (lote 3), el cual cuenta con un área de 0.8 hectáreas sembradas con 2000 plantas, este lote fue sembrado en el mes de junio del 2016, cuenta con 70 surcos, de los cuales se tomaron 10 surcos de forma aleatoria y se colectaron 10 especímenes de cada uno, para un total de muestra de 100 frutos; las plantas se encuentran a una altura aproximada de 2 metros, la distancia entre planta y planta es de 3.15 metros y la distancia entre los surcos es de 1.66 metros. La colecta se llevó a cabo bajo condiciones ambientales promedio de 29.4 °C temperatura y humedad relativa 46 %.



Figura 13. Cultivo No 1

Fuente: Autores

5.2.1 Colecta y recepción de las muestras

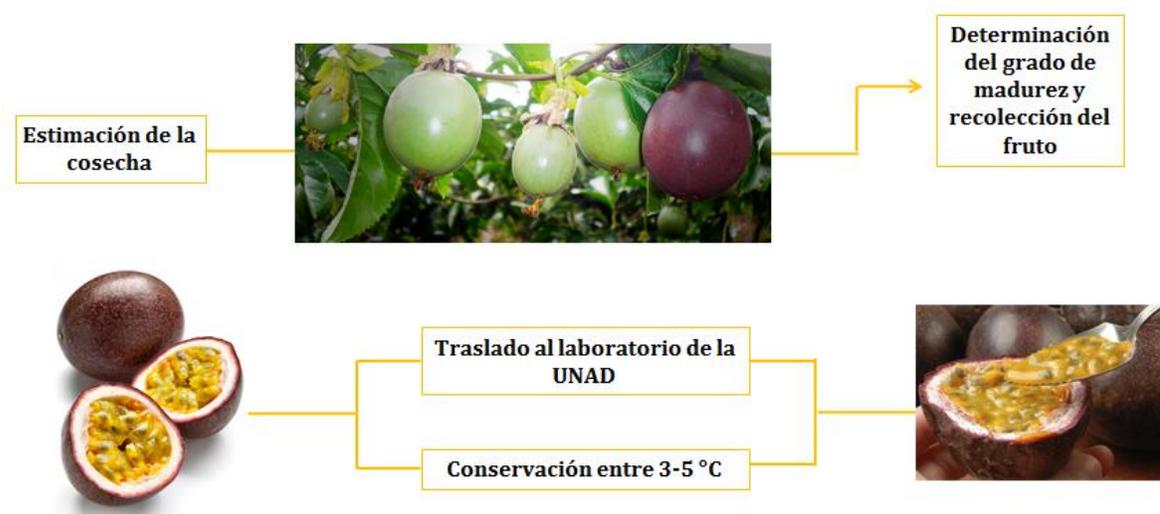


Figura 14. Fase de Procesos

Fuente: Autores

Ubicados en la zona de estudio del cultivo de la gulupa, primero se identificó las fases de maduración en que se encontraba el fruto, el estado de madurez de estudio para este

proyecto, estaba entre fase 4 y fase 5, como lo evidencia la figura 14, se colectó una muestra aleatoria de 100 frutos, para el cultivo No. 1 (lote 2) y 100 frutos para el cultivo No. 2 (lote.3), de acuerdo a la extensión del lote. Se procedió a clasificar de acuerdo a los siguientes criterios, según Miranda, *et al.*, 2010:

- ✓ Frutos Enteros
- ✓ Color como índice de madurez
- ✓ Con la forma característica de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*)
- ✓ Aspecto fresco y consistente firme
- ✓ Sanos, libres de síntomas/signos de ataques de insectos y de enfermedades
- ✓ Limpios, exentos de materiales o partículas extrañas visibles
- ✓ Dimensiones entre 45-60 mm de diámetro ecuatorial, 45-65 mm de diámetro longitudinal y un peso entre 40 y 60 g. Después de la colecta de las muestras, se clasificaron para el estudio del proyecto y se realizó su debido empaquetamiento.

5.2.2 Acondicionamiento y empaque

El empaque para los frutos tiene como objetivo facilitar el transporte hasta el laboratorio, proteger los frutos de daños que puedan sufrir durante este proceso y asegurar la calidad de los frutos.

Los elementos que estuvieron en contacto con la fruta estaban en perfecto estado, limpios y desinfectados. La limpieza del fruto, se realizó en el Laboratorio de Química del CEAD de Ibagué.

Se colectó el fruto cumpliendo con el protocolo de Bioseguridad de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), emitida por el Instituto Agropecuario Colombiano (ICA), como se evidencia en la figura 15.

El empaque seleccionado para transportar los frutos, fue una malla de polietileno expandible, que permitió la aireación de la fruta, este empaque es de bajo peso y son fáciles de manipular.

La fruta se transportó desde la finca hacia el laboratorio donde posteriormente se realizaron los diferentes análisis.

El vehículo donde se trasportó la fruta de la finca al laboratorio, garantizo condiciones sanitarias adecuadas para la conservación del fruto, cumpliendo con las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). (Proyecto Merlin 2010).



Figura 15. Centro de Acopio- Jornada de recolección Finca la Florida Vda. La Leona Región de Anaimé Mpio. Cajamarca Dpto. del Tolima

Fuente: Autores

5.2.3 Recepción, limpieza y desinfección



Figura 16. Mallas rotuladas con muestra del fruto para estudio

Fuente: Autores

La fruta se recibió lo más pronto posible evitando su exposición a altas temperaturas. Las condiciones ambientales son controladas de acuerdo a la normatividad vigente. (Temperatura y Humedad Relativa).

Una vez recepcionada las muestras en el laboratorio figura 16, se procedió a realizar de inmediato todo el proceso de limpieza, desinfección, secado, despulpado, hasta obtener una fracción de la pulpa de la gulupa para posterior análisis. Esta Fracción está en estado líquido.

El objetivo de las etapas de limpieza y desinfección es eliminar suciedad o polvo y reducir la carga microbiana proveniente de los procesos previos de cosecha y acondicionamiento.

Se llevó a cabo el proceso de desinfección, con una solución de Hipoclorito de Sodio al 0,2 %, por un periodo de 45 minutos, por el método de inmersión, óptimo para desinfectar el fruto y eliminar carga microbiana.

5.2.4 Secado, pesado y toma de datos

Después del proceso de lavado y desinfección, fue necesario retirar el exceso de humedad dejando secar la fruta en canastillas plásticas, en un área libre de contaminación y con aireación natural. En este caso, se procedió a secar cada fruto con un paño seco o papel absorbente, evidenciado en la figura 17. Esta etapa es importante dado que la humedad favorece la proliferación de microorganismos que pueden afectar la calidad de la fruta para su estudio, luego se pesó según figura 18, se tomaron las medidas longitudinal y ecuatorial de cada fruto, se registraron en bitácora características de calidad y se hizo la respectiva trazabilidad llenando la ficha técnica, (Nombre de la finca que proviene, cuándo fue cortada, cuánto tiempo estuvo almacenada y bajo qué condiciones de temperatura y humedad Relativa, se encuentra). (Orjuela, *et al.*, 2011).



Figura 17. Secado de Fruto gulupa (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) 2018.

Fuente: Autores



Figura 18. Peso fruto gulupa 2019.

Fuente: Autores

5.2.5 Obtención de la pulpa de gulupa

Se cortaron todas las frutas a la mitad y se retiró la pulpa con utensilios desinfectados, se obtuvo una fracción de la pulpa de la gulupa por cernido, separando las semillas del mucilago, figura 19. Se llevó a cabo todo este proceso cumpliendo con las Buenas Practicas del Laboratorio (BPL).



Figura 19. Obtención de una fracción de la pulpa de gulupa.

Fuente: Autores

5.2.6 Empacado y conservación

Acabado el proceso de despulpado, se procede a envasar la fracción de la pulpa obtenida en frascos de vidrio tapa azul (schot Duran) debidamente esterilizados, rotulados identificando la muestra y la fecha de proceso, ver figura 20, almacenando a una temperatura aproximada de $4\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $10\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Esto con el fin de evitar cambios en las propiedades físicas, organolépticas y químicas de la fracción de la pulpa.



Figura 20. Empacado y Conservación de muestras

Fuente: Autores

5.3 CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS

5.3.1 Humedad

El contenido de humedad se determinó empleando los métodos convencionales de análisis gravimétrico por pérdida de peso por el método descrito por la AOAC 20.013 adaptado, empleando una balanza analítica marca BOECO GERMANY Máx 220 g $d=0,1\text{mg}$ BAS 31 plus, un Horno de secado MEMMERT figura 21, vidrios de reloj, desecador de

Vidrio marca Pyrex con silica y placa de porcelana. Para cada muestra se toma el peso, dispuesta en un horno a 100 °C dejando secar por un periodo de 2 horas; se permitió el enfriamiento en un desecador hasta lograr la temperatura ambiente y tomar nuevamente el peso y así realizar la determinación final para calcular el porcentaje de Humedad, reemplazando los datos en la ecuación 1.

Cálculos:

Peso Inicial: Peso de vidrio reloj con la muestra - Peso del vidrio reloj vacío

Peso Final: Peso de vidrio reloj con la muestra seca - Peso del vidrio reloj vacío

Fórmula:

$$\%H = [(peso_{inicial} - peso_{final}) / peso_{inicial}] \times 100 \quad \text{Ec.(1)}$$



Figura 21. Horno de secado MEMMERT

Fuente: Autores

5.3.2 pH

El potencial de hidrógeno (pH), se determinó en 100 ml de fracción de la pulpa a lectura de muestra directa, para cuantificar los Hidrogeniones presentes en la muestra. Las determinaciones se realizaron mediante el método descrito por la AOAC 981.12/90. Potenciómetro por inmersión de electrodo con compensador automático de temperatura. Equipo Marca HANNA edge, figura 22. La temperatura -5 °C a 100 °C. El instrumento fue

calibrado con antelación usando soluciones tampón de pH 4.01, 7.01 y 10.0, verificando el tiempo de respuesta y la pendiente potenciométrica del electrodo (95.4 ± 2.50 mV a 20 °C).



Figura 22. Potenciómetro HANNA edge pH
Fuente: Universidad del Tolima

5.3.3 Conductividad Eléctrica (ms/cm)

Se determinó directamente en 100 ml de la fracción de la pulpa, mediante el método descrito por la AOAC 981.12/90. Se empleó el equipo Marca HANNA edge Ref. HI7631000 0 to 200 ms/cm acoplado con un electrodo combinado de vidrio y compensador automático de temperatura, figura 23. La temperatura 5 °C a 100 °C. El instrumento fue calibrado con antelación usando solución de Cloruro de Sodio (NaCl).



Figura 23. Potenciómetro HANNA edge Conductividad
Fuente: Autores

5.3.4 Acidez Libre

Se expresó en porcentaje de ácido cítrico empleando métodos titulables con valoración de NaOH a 0,1 N, utilizando como indicador Fenolftaleína al 1% m/v, con una

muestra significativa de 0,3 a 0,8 gramos de fracción de la pulpa con 25 ml de agua destilada desionizada, ver figura 24, empleando el método descrito por la AOAC 942.15. Adaptado.



Figura 24. Montaje para determinar la de Acidez Titulable

Fuente: Autores

5.3.5 Sólidos Solubles Totales (SST - °Brix)

Los grados °Brix miden la cantidad de sólidos solubles presentes en alimento expresados en porcentaje de sacarosa. Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de los alimentos. Se determinaron empleando dos refractómetros, uno de marca Miwoukee MA 871 REFRACTOMETER 0 to 85 % °Brix calibrado y a 20 °C y el otro HI 96801 REFRACTOMETER 0 to 85 % °Brix calibrado y a 20 °C, ver figura 25 y 26, empleando el método descrito por la AOAC 932.14 C/2015 Refractometría.

Estos equipos permiten determinar con exactitud el extracto total que se ofrece en grados Brix (°Bx).

°Brix = Porcentaje de Azúcar presente en una solución. También representa la relación entre masa del azúcar y el volumen de la solución (g/ml) (Kg/L).



Figura 25. Equipo Refractómetro MIWOUKEE
Fuente: Autores



Figura 26. Equipo Refractómetro HANNA HI-9681
Fuente: Autores

5.3.6 Determinación de la Densidad Relativa

La densidad relativa es una propiedad básica de cualquier líquido, y se define como la masa por unidad de volumen, es importante tener en cuenta que, los líquidos varían su volumen con la temperatura, la densidad relativa también sufre esta variación, por eso la determinación debe realizarse a temperatura controlada y conocida.

Se determinó con un picnómetro de marca Schot Duran de 7 ml aproximadamente, una balanza Marca Boeco Germany max 220g d=01mg BAS 31 PLUS, figura 27. Las muestras se hicieron por triplicado.

La densidad relativa se analizó mediante el método AOAC 962.37 detallado en la NTE INEN 1632 (INEN, 2012) que se basa en la determinación del peso del agua y de la muestra de un volumen constante, manteniendo el picnómetro en un baño térmico a 20 °C.



Figura 27. Densidad Relativa por el método desplazamiento del Picnómetro

Fuente: Autores

5.3.7 Parámetro de Color

Empleado los parámetros de color del CIE (comité internacional de la iluminación) y en sus siglas en inglés CIElab, se determinaron los valores de a^* , b^* y L , los cuales a^* representa los colores de enrojecimiento y reverdecimiento, donde sus valores son entre -60 a 60+, siendo los positivos tonalidades del color rojo y negativos verdes, L^* representa la luminosidad del color el cual se halla en una escala de 0 a 100, donde cero es negro absoluto y 100 blanco absoluto, para b^* representa los colores de amarillento y azulados en unos valores de -60 a 100, donde los negativos representa las tonalidades de azul y los colores amarillos en el rango de los positivos (Álzate Tamayo, Álvarez, & Saavedra, 2016), con equipo SMARTPROBE 400 IMS inc, de acuerdo a la figura 28. Con área de medición de 0,95 cm² Iluminación de Tungsteno, detector de 6 Fotocélulas de silicio con rango de medición L^* 20-100, calibrado con patrón referencia blanco L 98.6, a^* 0,2 y b^* 1,4; siguiendo el protocolo interno LIPFA-F-08-2016, de la Universidad del Tolima (U.T), también se empleó los parámetros de Angulo de tono (h_{ab}) y croma-saturación (C_{a^*b}) donde se permite evaluar las diferencias con respecto al matiz de tonalidades grises, los parámetros de color Croma (C_{a^*b}) y Tono (h_{ab}) son expresados bajo la Ec.(2) y Ec. (3). Respectivamente; se midió por triplicado en cada unidad Experimental.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ec. (2)}$$

$$h = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad \text{Ec. (3)}$$



Figura 28. Colorímetro Smart Probe 400 (IMS inc. Milford, CT, USA)

Fuente: Autores.

5.3.8 Actividad Acuosa (A_w)

La actividad de agua se define como la relación que existe entre la presión de vapor de un alimento dado en relación con la presión de vapor del agua pura a la misma temperatura (Artículo Course Hero 2005). Se denomina por regla general como a_w del idioma inglés (Water activity, a_w). La actividad acuosa es un parámetro estrechamente ligada a la humedad del alimento lo que permite determinar su capacidad de conservación, de propagación microbiana, entre otros. La actividad acuosa de un alimento se puede reducir aumentando la concentración de solutos en la fase acuosa de los alimentos mediante la extracción del agua (liofilización) o mediante la adición de nuevos solutos. La actividad acuosa junto con la temperatura, el pH y el oxígeno son los factores que más influyen en la estabilidad de los productos alimenticios, (Ramírez, *et al.*, 2014).

Se habla de una disolución acuosa siempre que el disolvente (o el disolvente mayoritario, en el caso de una mezcla de disolventes) es agua. El agua como disolvente es muy polar y forma puentes de hidrógeno muy fuertes, (Equipos y laboratorios de Colombia 2018).

La actividad de agua es uno de los factores intrínsecos que posibilitan o dificultan el crecimiento microbiano en los alimentos. Por ello la medición de la actividad de agua es importante para controlar dicho crecimiento, (Novasina, s.f.).

El Equipo que se utilizó para determinar la actividad de agua en la fracción de la pulpa de la gulupa, es un Aw Sprint, de marca Novasina, modelo TH-500, ver figura 29. Consta de una celda, la cual tiene un sensor por medio del cual mide la humedad Relativa del alimento, funciona entre 0 °C a 50 °C. Se coloca una muestra directa de la fracción de la pulpa en la celda y se efectúa la lectura a 25 °C, ya que es la temperatura a la que comúnmente están reportados los datos en la bibliografía empleando el método descrito por la AOAC 978.18 M, 1996.

Las reacciones que deterioran los alimentos están determinadas por la actividad de agua. El crecimiento de microorganismos es posible inhibirlo con valores por debajo de 0.6 de actividad de agua. En cuanto al obscurecimiento no enzimático, valores de entre 0.4 y 0.65 disminuyen las velocidades de reacción, (Strumillo, 1996). Se midió por triplicado en cada unidad Experimental, (Artículo Course Hero 2005).



Figura 29. Equipo Aw Sprint- Novasina Th-500

Fuente: Autores

5.3.9 Cenizas

La técnica que se utilizó para determinar cenizas en la fracción de la pulpa de la gulupa es cenizas en seco, en donde se utilizó una mufla, para eliminar todo el material inorgánico presente en la muestra. La ceniza remanente es el residuo inorgánico y la medición de la ceniza total es útil en el análisis de alimentos, ya que se pueden determinar diversos minerales contenidos en la muestra empleando el método descrito por la AOAC 923.03/2015 gravimetría. Algunos errores y dificultades involucrados en la determinación de cenizas en seco son: la pérdida de ceniza debido al cambio gradual en las sales minerales

con el calor, como el cambio de carbonatos a óxidos; adhesión con las muestras con un contenido alto de azúcares, lo cual pueden ocasionar pérdida de la muestra y fusión del carbón partes oxidadas atrapadas de la muestra.

Para la determinación de cenizas se utilizó una mufla Marca PSELECTA Número 131695 con temperatura de 550 °C a 700 °C, como lo evidencia la figura 30, por 6 horas, se midió por triplicado en cada unidad Experimental.



Figura 30. MUFLA PSELECTA No. 131695

Fuente: Autores

5.3.10 Minerales

La técnica que se utilizó para determinar minerales en el % de cenizas obtenidos de la fracción de la pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*), es la digestión de la mismas en una solución de ácido HNO₃ y HCl al 5 % en una relación 1/1, aforando a 50 ml cada muestra, tanto del Cultivo No. 1 (lote 2) y Cultivo No. 2 (lote3). El método utilizado para determinar los minerales de Magnesio y Zinc es AOAC 968.08, para Potasio y Sodio AOAC 985.35.



Figura 31. Espectrofotómetro de absorción atómica (AAS) UT.

Fuente: Autores

La figura 31 evidencia el equipo que determino la medición de minerales, es un Espectrofotómetro de absorción atómica (AAS), de marca THERMO SCIENTIFIC ICE3000 SERIES. Consta de un Horno de grafito, compartimiento de llama con control automático y configuración a través del software, la cual tiene un sensor por medio del cual mide elementos en partes por mil millones de concentraciones con volúmenes de muestra increíblemente bajos. Se coloca muestra directa en la celda dentro del equipo, se efectúa el corrido de la muestra hasta obtener la lectura. Se midió por triplicado en cada unidad Experimental.

5.4 DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

La actividad antioxidante es la capacidad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa (por ejemplo, la peroxidación lipídica). En las fuentes dietarias, la presencia de antioxidantes depende, entre otros factores, de la parte del alimento en cuestión. Por ejemplo, los monoFenoles Totales(tocoferoles principalmente) tienden a ser más abundantes en semillas donde hay grandes cantidades de grasas; por su parte los monoterpenos aromáticos son los principales componentes de las fracciones volátiles, mientras que los polifenoles, con mayor polaridad, están presentes en frutas y constituyen una de las principales fuentes de antioxidantes dietarios, (Londoño, L. 2012).

5.4.1 Preparación de la muestra

Para determinación de actividad antioxidante en la fracción de la pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*), se tomaron 10 ml de las muestras y se realizó centrifugación en equipo DYNAC™ 297c a >2500 r.p.m. sin sobrepasar los 3000 r.p.m., se tomó una alícuota de las muestras y se filtraron en una membrana de diámetro 32 mm con una porosidad de 0.45 µm Supor® membranante non-Pyrogen, como lo evidencia la figura 32, esto para remover partículas coloidales en suspensión que puedan interferir en los resultados de los análisis.



Figura 32 Preparación Muestra
Autores

5.4.2 Fenoles Totales (método de Folin-Ciocalteu)

El reactivo Folin-Ciocalteu se prepara según se expone a continuación: disolver 100 g de tungstato sódico ($\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) y 25 g de molibdato sódico ($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) en 700 mL de agua destilada. Añadir 50 mL de ácido fosfórico al 85 % ($\rho_{20} = 1,71 \text{ g/mL}$) y 100 mL de ácido clorhídrico concentrado ($\rho_{20} = 1,19 \text{ g/mL}$). Hervir a reflujo durante 10 horas. Después, añadir 150 g de sulfato de litio ($\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) y algunas gotas de bromo y volver a hervir durante 15 minutos. Dejar enfriar y enrasar hasta 1 L con agua destilada.

Para la determinación de actividad antioxidante por el método de Folin-Ciocalteu en una fracción de la pulpa de gulupa, se tomó 180 µl de H_2O destilada ultra pura esterilizada; 20 µl de la muestra; 800 µl de Na_2CO_3 7,5 %; 1000 µl de Folin-Ciocalteu 1:10 preparado el mismo día; se homogeniza y se deja por espacio de 30 minutos para el desarrollo del color,

evidenciado en la figura 33, se preparó un blanco con 200 μ l de agua destilada ultra pura esterilizada, se dejó en reposo por 60 minutos a temperatura ambiente sin presencia de algún tipo de luz, se transfirió la muestra a una celda de cuarzo y se procedió a realiza lectura de absorbancia, los resultados fueron expresados en mg ácido gálico/100 muestra, por medio del equipo Espectrofotómetro UV, marca GENESYS 10S UV - Vis. Las muestras se realizaron por triplicado.



Figura 33. Reacción muestra método Folin-Ciocalteu

Fuente: Autores

5.4.3 Flavonoides

El contenido de flavonoides se determinó con el principio del método colorimétrico con tricloruro de aluminio (AlCl_3), en el cual se adicione 1000 μ L de la muestra, 50 μ L de AlCl_3 al 2% y 200 μ L de etanol al 96%, empleando un blanco con 1200 μ L de etanol absoluto y 50 μ L de AlCl_3 , las muestras fueron encubados por 40 minutos con limitación total de la luz a una temperatura ambiente, se transfirió a un celda de cuarzo y se procedió a lectura de absorbancia con una longitud de onda de 415 nm en equipo Espectrofotómetro UV, marca GENESYS 10S UV – Vis, los resultados se expresó en mg de quercetina /100 g de muestra. Las muestras se realizaron por triplicado, figura 34.

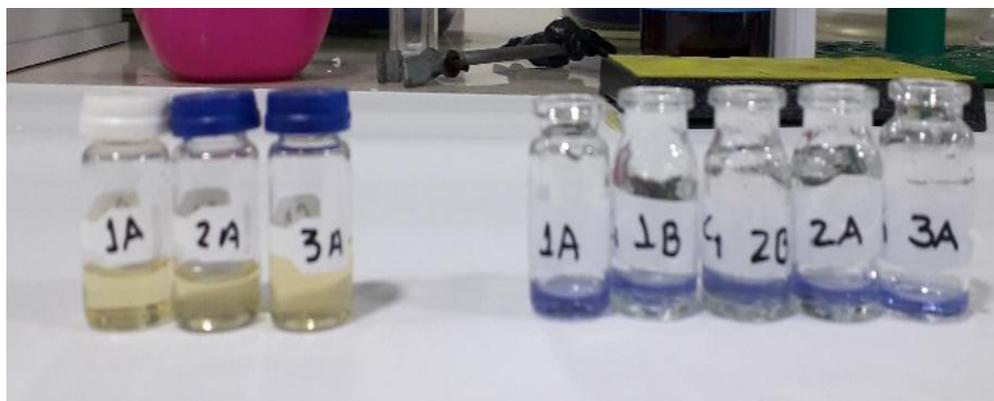


Figura 34. Determinación de Flavonoides

Fuente: Autores

5.4.4 Método FRAP

El poder reductor de las muestras fue medido por la reducción del complejo ferrico-2,4,6, tripiridil-s-triazina (TPTZ) donde se midió el hierro férrico reducido (Fe_3^+ TPTZ) a la forma compleja coloreada (Fe_2^+ TPTZ) a un pH bajo, por la capacidad antioxidante de la muestra y que absorbe a una longitud de onda a 593 nm, donde se realizó el ensayo con soluciones de tampón de acetato 300 mM a pH 3.6, Cloruro de Hierro Sexta Hidratado ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 20 mM de color amarillo o amarillo anaranjado, solución de HCl 40 mM usando como solvente, TPTZ 10 mM, Solución de Trolox 500 μM como patrón de referencia; el Reactivo de FRAP se preparó con la adición 10:1:1, tampón Acetato, solución TPTZ y Cloruro de Hierro Sexta Hidratado ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) respectivamente, las soluciones y reactivos se prepararon el mismo día; se tomó 50 μL de muestra y se le adicionaron 950 μL del reactivo de FRAP, se homogenizo y se colocó baño de maría a 37 °C protegido de la luz por 20 minutos como lo evidencia la figura 35, para el blanco se empleó agua destilada ultra pura esterilizada. Se trasvasaron a una celda de cuarzo con un campo óptico de 1 cm y se procedió a realizar la lectura de absorbancia, por medio del equipo Espectrofotómetro UV, marca GENESYS 10S UV - Vis. Las muestras se realizaron por triplicado, los resultados fueron expresados en mg Trolox / 100 g muestra.



Figura 35. Muestras baño de María – FRAP

Fuente: Autores

5.4.5 Método ABTS (azinobis 3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico)

Para la preparación del radical ABTS $\bullet+$ se pesó 0,096 g de ABTS ((2,2'azino-bis-(3-etilbenzotiazolin 6-ácido sulfónico)), se disuelve en 10 ml de agua ultra pura. Posteriormente se pesó 0,0140 g de persulfato de potasio ($K_2S_2O_8$), se disolvió en 10 ml de agua ultra pura, se mezclaron los dos volúmenes y completaron a 25 ml. Se dejó en agitación constante envuelto en papel aluminio protegido de la luz por 16 horas. Para realizar la prueba, la solución del radical ABTS $\bullet+$ se diluyó en etanol absoluto y corroboraron que las absorbancias leídas a 750 nm estuvieron entre 0,7000 A - 0,7500 A, los resultados fueron expresados en mg equivalente de Trolox / 100 g de muestra Figuras 36 y 37.

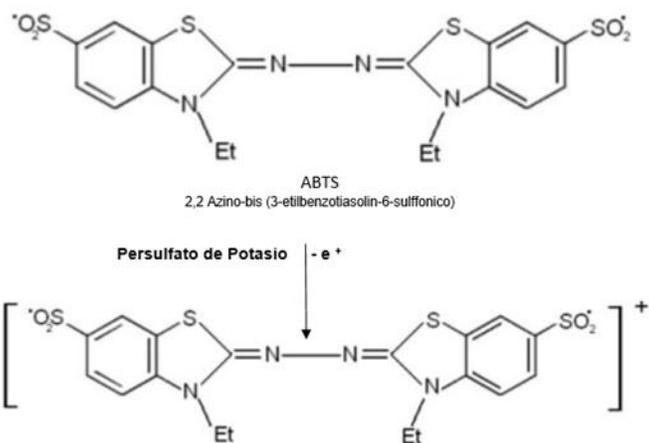


Figura 36. Formación del radical ABTS mediante el persulfato de potasio ($K_2S_2O_8$)

Fuente: Sánchez, H., Adrián (2018)

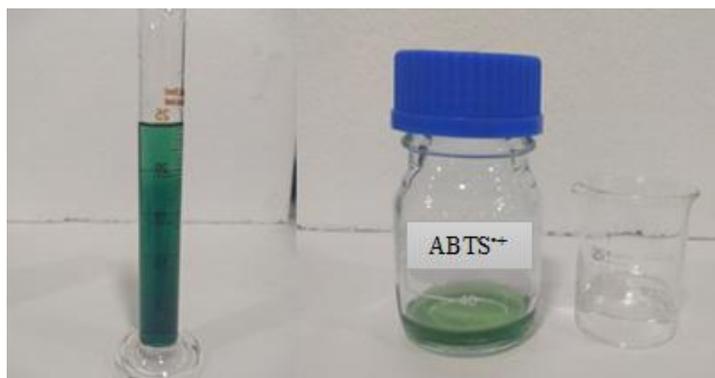


Figura 37. Preparación reactivo $ABTS^{+\cdot}$

Fuente: Autores

La metodología empleada es 950 μL de $ABTS^{+\cdot}$ con soluciones periódicas de 50 μL de muestra e agua destilada ultra pura esterilizada, realizando cambios en la disminución de la muestra e incremento del agua, 6 veces, siendo uno de ellos carente de la muestra como blanco; para un volumen final de 1000 μL , se incubaron por 8 minutos sin presencia de luz mientras que reacciona (figura 38) y se trasvasaron a una celda de cuarzo con un campo óptico de 1 cm y se procede a la lectura de absorbancia, los resultados fueron expresados en mg equivalente de Trolox / 100 g de muestra.

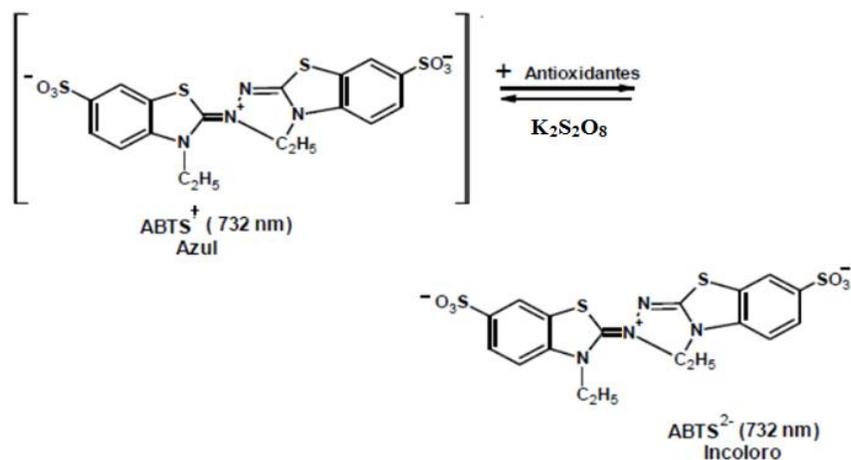


Figura 38. Estructura del ABTS⁺ antes y después de la reacción con el antioxidante
 Fuente: Sánchez. H., Adrián (2018)

La capacidad antioxidante se calcula como el porcentaje de captación ABTS⁺, según la fórmula descrita en la ecuación 4:

$$\% \text{ Inhibición ABTS}^+ = \left(\frac{Abs_{control} - Abs_{muestra}}{Abs_{control}} \right) * 100 \quad \text{Ec.(4)}$$

$Abs_{muestra}$ = absorbancia de la mezcla tras realizar el ensayo

$Abs_{control}$ = absorbancia del ABTS⁺



Figura 39. Espectrofotómetro UV Genesys 10S UV – Vis UT G.I – LIPFA

Fuente: Autores

El equipo que se utilizó para la medición de antioxidantes por el método ABTS, es un Espectrofotómetro UV, marca GENESYS 10S UV – Vis, evidenciado en la figura 39. Utiliza una lámpara de xenón de alta intensidad y una geometría óptica de doble haz que permiten obtener una cantidad de datos precisos. Consta de una honda de luz con control

automático y configuración a través del software, tiene un sensor por medio del cual mide datos de UV hasta casi IR, aumento de la velocidad de procesamiento de cubetas con cambiado de seis (6) cubetas integrado. Se coloca un blanco y el resto del producto obtenido en las demás cubetas y se realiza la corrida, se toman las lecturas arrojadas por el equipo. Las muestras se realizaron por triplicado.

5.5 ANALISIS ESTADISTICO

Los resultados son expresados como la media aritmética de los valores \pm error estándar de la media. La evaluación se realizó haciendo uso del paquete estadísticos Statgraphics Centurión XVI (Versión 16.1.02). Se realizaron pruebas estadísticas descriptivas y de análisis multivariado. El nivel de significancia estadística fue determinado mediante un análisis de varianza (ANOVA) de un solo factor, seguido por una prueba de Tukey que permite obtener diferencias significativas entre los grupos, se consideró que la diferencia entre los grupos analizados fue significativa cuando $p < 0.05$ (95% de confianza).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 CARACTERIZACION MORFOMETRICA

Los cultivos de la gulupa, en la zona de estudio, se encuentran organizados por surcos, la distancia entre surco y surco es aproximadamente de 130 cm y 200 cm, la altura de la planta está entre 1.80 cm y 2.25 cm, la distancia que hay entre planta y planta es de 1.90 cm y 3.80 cm, el soporte de la planta está dado por un sistema de tutorado que consiste en una estructura en forma de espaldera sencilla, donde se coloca en línea recta postes entre 10 y 12 cm de diámetro y de 3,5 metros de largo, enterrados a un metro de profundidad, separados entre sí, aproximadamente 7 metros y 2,5 metros entre hileras ubicados en la dirección del viento, a este arreglo de postes se colocan de 2 a 3 líneas de alambre galvanizado a lo largo de las hileras, de tal manera que a medida que va creciendo la planta se ayudan a guiar para que alcance el alambre, dándole un buen soporte a la planta y que permanezca en pie hasta el final de su producción. Dadas las características trepadoras de la planta es necesario instalar este sistema de soporte que le permita su normal desarrollo. Para este sistema de tutorado el agricultor tomo los lineamientos dados por el manual que realizo la Cámara de Comercio de Bogotá Gulupa 2015, como lo evidencia la figura 40.



Figura 40. Sistema de tutorado de la gulupa especie (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*)
Autores 2018

6.1.1 Fruto



Figura 41. Fruto colectado en la Finca la Florida Vda. La Leona Región de Anaime Mpio. Cajamarca Dpto. del Tolima

Fuente: Autores.

Los valores respportados por Pinzón, *et al.*, 2007, para los frutos de gulupa obtenidos del municipio de Venecia, departamento de Cundinamarca, a una altitud de 1.900 msnm y temperatura promedio 18 °C, presentaron un diámetro ecuatorial de 56 mm y una medida longitudinal de 50 mm, valores que disminuyen a través del proceso de maduración, lo cual difiere con los resultados obtenidos en esta investigación en donde el diámetro polar (longitudinal) siempre presentó valores superiores a los del diámetro ecuatorial. Para estudios realizados por Franco 2013, sobre los frutos de gulupa colectados en el municipio de Rionegro, departamento de Antioquia, a una altitud de 2.090 msnm y temperatura promedio de 17 °C, donde el diámetro polar (longitudinal) fue de 57 mm y para el ecuatorial 53 mm, coincidiendo con este estudio frente a los valores superiores en el diámetro polar (longitudinal) y el ecuatorial.

Los resultados obtenidos por los investigadores difieren de lo notado en esta investigación, ya que los frutos colectados en la region de Anaime a una altitud de 2.030 msnm y temperatura promedio de 22 °C figura 41, corresponden a bayas de forma globosa u ovoide con una longitud ecuatorial de aproximadamente 56 mm y una medida longitudinal (polar) de 60 mm, la base y el apice son redondeados, la corteza es de consistencia dura, lisa y cerosa, el pericarpio es grueso, contiene semillas cada una rodeada de una membrana mucilaginoso como lo evidencia la figura 42, teniendo en cuenta estos valores dados en los diferentes estudios, se puede decir que se presentan diferencias entre cada uno de ellos por las características del material genético empleado en cada investigación.

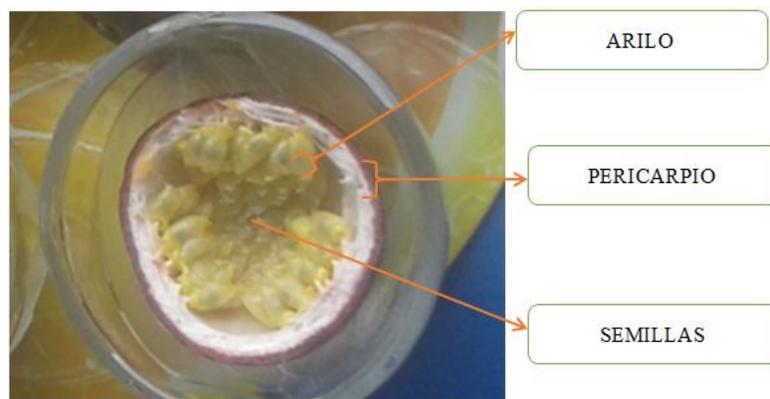


Figura 42. Componentes de la fruta gulupa. Fruto colectado en la Finca la Florida Vda. La Leona Región de Anaimé Mpio. Cajamarca Dpto. del Tolima

Fuente: Autores.

6.1.2 Peso

Los valores reportados por Pinzón, *et al.*, 2007, en el municipio de Venecia, departamento de Cundinamarca fue de 55,8 g. Por otro lado Ocampo, J. & Wyckhuys, K. 2012 en su proyecto de investigación reportan una variación en el peso del fruto entre 40 g y 76 g, presenta en su interior un promedio de 135 a 243 semillas recubiertas por un mucílago o arilo de color amarillo, lo que concuerdan con lo notado en esta investigación donde el peso del fruto varía entre 47 a 62 g, y presenta en su interior un promedio de 180 a 250 semillas.

6.3 CARACTERIZACION ORGANOLEPTICA

6.3.1 Olor:

Posee un olor fuerte y agradable, es aromático con buenas cualidades organolépticas y exóticas.

6.3.2 Color:

Los frutos colectados están dentro de una fase de maduración de 4 a 5, en donde el fruto intensifica su color púrpura con lo cual inicia su estado final de maduración, evidenciado en la figura 43.

La transformación más importante es la degradación del color verde, la cual está asociada con la síntesis o desenmascaramiento de pigmentos cuyos colores oscilan entre el amarillo (carotenoides) y el rojo-morado (antocianinas) (Kays, 2004), (Pinzón, *et al.*, 2007).

La tabla 5 ilustra la degradación de la clorofila desde el estado 0 al 6, ya que el fruto cambia de color verde a púrpura. También se puede observar la predominancia de algunos colores que se refleja en la frecuencia de éstos en correlación con los diferentes estados. Así, en el estado 0 es el verde medio; en el 1, el verde medio y púrpura; en el 2, el verde medio y púrpura medio, no translúcido; en el 3, el verde medio, púrpura medio intenso; en el 4, el púrpura claro translucido, verde medio; en el 5, el púrpura rojizo oscuro; y en el 6, el púrpura muy oscuro, intenso (brillo) de mayor ocurrencia en la maduración del fruto de la gulupa Shiomi, *et al.*, (1996), (Pinzón, *et al.*, 2007).

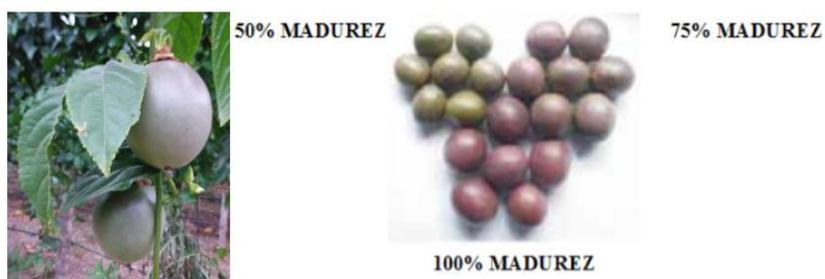


Figura 43. Fruto en estado de madurez

Fuente: Autores & Orjuela, *et al.*, 2011

Tabla 5. Determinación de los estados de madurez de la gulupa según el color de la cáscara

ESTADO	DENOMINACION POR COLOR	PORCENTAJE DE COLOR
0	Verde	100% Verde
1	Verde y púrpura	90% Verde 10% púrpura (traslucida)
2	Verde púrpura	70-80% Verde; 20-30 púrpura
3	Verde púrpura	40-50% verde; 40-50% púrpura
4	Fruto más púrpura que verde	85-95% púrpura; 5-15% verde
5	Púrpura	100% púrpura
6	Purpura (Sobremaduro)	100% Púrpura muy oscuro, presencia de brillo y a veces arrugas

Fuente: Pinzón *et al.*, 2007

6.3.3 Sabor

El sabor es único, dulce y ligeramente ácido, lo cual lo hace muy agradable, agridulce y refrescante; el sabor del jugo es similar al del maracuyá, por su acidez, que lo hace más apetecido para el consumo como fruta fresca, figura 44.



Figura 44. Refresco de Gulupa

Fuente: Antropología de la Gulupa blospot 2016

La fruta al presentar un alto grado de madurez, pierde sus características organolépticas, además exhibe rápidamente su deshidratación que conlleva al arrugamiento de la cascara y pérdida de masa, lo que hace que deprecia su apariencia externa y reduce la vida útil para su comercialización. Por tal razón, todo proceso de senescencia, natural o inducido por enfermedades o daños fisiológicos durante la pos-cosecha, conlleva a la pérdida de la calidad del fruto. La maduración implica también cambios en las características sensoriales de la pulpa de gulupa, la cual se vuelve más dulce, menos ácida y más aromática con la maduración. (L. & Hernández, M. 2011).

6.4 OBTENCION DE LA FRACCION DE LA PULPA, EMPAQUE Y CONSERVACION

Se realizo por cernido, separando las semillas del mucilago, obteniendo aproximadamente 150 a 170 ml de fraccion de la pulpa de gulupa, cada 10 especimenes corresponden a la muestra numero 1 y así sucesivamente hasta obtener la muestra numero 10. Esto para ambos cultivos.

Acabado el proceso, se procede a envasar la fracción de la pulpa obtenida del fruto, en frascos de vidrio tapa azul (SCHOT DURAN) de 100 ml aproximadamente, debidamente esterilizados, rotulados identificando la muestra y la fecha de proceso.

Se refrigera a una temperatura aproximada de 4 ± 2 °C y 10 ± 2 °C, en un cuarto limpio, desinfectado y utilizado exclusivamente para el almacenamiento de fruta (Nevera). Este

procedimiento se realiza para cada una de las muestras (10 muestras). En este proceso obtenemos 10 muestras y contra-muestras listas para realizar sus respectivos análisis.

6.5 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS

Para efectos de resultados fisicoquímicos la definición de lote 2 y lote 3 será cambiado por cultivo 1 y cultivo 2 respectivamente.

6.5.1 Humedad y Actividad Acuosa (A_w)

El contenido de humedad para las muestras del cultivo 1 presentan un valor promedio de 79,6 (0,91) y para el cultivo 2 un valor promedio de 79,1 (0,61) de humedad contenida, valores que se le atribuyen al poco tejido parenquimático característico de las bayas colectadas. Datos ampliados en la tabla 6.

Resultados que se encuentran por debajo de lo reportado por Granados, *et al.*, 2017 para gulupa cultivada en el departamento de Norte de Santander – Colombia, en donde la humedad tiene un valor de $81,66 \pm 0,25$ % y que superan el resultados de Serpa, *et al.*, 2016 donde reporta un valor de $73,7 \pm 1,55$ %.

La actividad acuosa (a_w) en las muestras del cultivo 1, reportan un valor promedio de 0,97 (0,01) y para el cultivo 2 un valor promedio de 0,99 (0,00) de a_w contenida.

Debido a la alta actividad de agua presente en la pulpa de gulupa, se muestra que en el estado fresco los niveles superiores a 0,99 %, originan una alta actividad química y bioquímica, favoreciendo un buen sustrato para el crecimiento microbiano, acelerando el proceso de maduración dando paso a la descomposición temprana de la fruta. Datos ampliados en la tabla 6.

Tabla 6 Valores descriptivos para los parámetros de humedad y actividad de acuosa (a_w) en fracción de la pulpa de *Passiflora edulis* Sims var. *edulis*.

No. MUESTRA	RECUENTO (n)	Humedad %	Actividad Acuosa (A_w)	Humedad %	Actividad Acuosa (A_w)
		CULTIVO 1		CULTIVO 2	
		M \pm ds	M \pm ds	M \pm ds	M \pm ds
1	3	80,6 (0,06) ^c	0,96 (0,00) ^a	79,2 (0,37) ^{de}	0,97 (0,00) ^a
2	3	80,8 (0,10) ^c	0,96 (0,02) ^a	79,5 (0,36) ^{ef}	0,98 (0,00) ^b
3	3	79,5 (0,09) ^b	0,98 (0,00) ^c	78,6 (0,15) ^{bc}	0,99 (0,00) ^c
4	3	79,3 (0,04) ^b	0,99 (0,00) ^d	78,7 (0,10) ^{bc}	0,98 (0,00) ^b
5	3	78,9 (0,04) ^a	0,98 (0,00) ^c	79,8 (0,13) ^f	0,99 (0,00) ^c
6	3	81,2 (0,02) ^d	0,97 (0,00) ^b	78,4 (0,01) ^{ab}	0,98 (0,00) ^b
7	3	79,0 (0,00) ^b	0,96 (0,00) ^a	79,5 (0,17) ^{ef}	0,98 (0,00) ^b
8	3	78,9 (0,06) ^a	0,96 (0,00) ^a	79,9 (0,05) ^f	0,99 (0,00) ^c
9	3	78,8 (0,02) ^a	0,96 (0,00) ^a	78,9 (0,02) ^{cd}	0,99 (0,00) ^c
10	3	78,8 (0,08) ^a	0,97 (0,00) ^b	78,0 (0,06) ^a	0,99 (0,00) ^c
TOTAL	30	79,6 (0,91)	0,97 (0,01)	79,1 (0,61)	0,99 (0,00)

b.h: Resultados expresados en base húmeda, n: número de muestras. Humedad (% p/p). M: promedio. ds: desviación estándar. Entre los valores que comparte una misma letra no existe una diferencia estadísticamente significativa.

6.5.2 pH y Acidez Total Titulable (ATT)

Los resultados obtenidos para pH en las muestras del cultivo 1 reportan un valor promedio de 2,91 (0,03) y para el cultivo 2 un valor promedio de 2,75 (0,05) de potencial de hidrogeno. El valor obtenido se debe a que la fruta se caracteriza por su acidez, lo que demuestra que el pH esta condicionado a la actividad de un gran número de enzimas responsables de los sucesos claves (ablandamiento, color, entre otros) asociados a la maduración, los fruto colectados para este estudio se encontraban fase 4 y 5 por lo cual se obtienen estos resultados. Datos ampliados en la tabla 7.

En investigaciones de Serpa *et al.*, 2015 y Granados, *et al.*, 2017, cuyo valor de pH reportado es de $2,90 \pm 0,09$ y $2,89 \pm 0,33$ respectivamente, son similares a los obtenidos en esta investigación.

La Acidez Total Titulable (ATT) del cultivo 1, reporta un valor promedio 4,33 % (0,42) de ácido cítrico y para el cultivo 2 un valor promedio de 3,57 % (0,33) de ácido cítrico contenido. La acidez presente en la fruta se debe a los ácidos orgánicos presentes que se usan

durante la respiración del fruto, siendo varios de estos ácidos componentes esenciales en el ciclo respiratorio de los ácidos tricarboxílicos, se puede notar también una disminución de la acidez durante la maduración lo que indica una alta tasa metabólica en la fase 4 y 5 ya que los ácidos orgánicos contribuyen en gran parte al sabor, provocado por una relación entre azúcares y ácidos. Datos ampliados en la tabla 7.

Según lo reportado por Pinzón *et al.*, 2007 la ATT encontrada en los estados 4 y 5 es de 3,97 y 3,92 respectivamente, Granados, *et al.*, 2017 reporta una acidez de 3,24 % de ácido cítrico para gulupa cultivada en el departamento de Norte de Santander – Colombia, y Serpa *et al.*, 2015, una acidez de $3,528 \pm 0,178$, valores que son ligeramente menores a lo reportado en este estudio, lo que puede deberse al proceso de respiración y metabólico de maduración del fruto.

Tabla 7 Valores Descriptivos para los parámetros de pH y Acidez Total Titulable (ATT) expresada en % de ácido cítrico en fracción de la pulpa de *Passiflora edulis* Sims var. *edulis*

No. MUESTRA	RECUENTO (n)	pH	Acidez (% ácido cítrico)	pH	Acidez (% ácido cítrico)
		CULTIVO 1		CULTIVO 2	
		M±ds	M±ds	M±ds	M±ds
1	3	2,92 (0,00) ^{bc}	4,26 (0,14) ^{bc}	2,82 (0,02) ^g	3,13 (0,03) ^a
2	3	2,96 (0,00) ^d	4,30 (0,10) ^{bc}	2,78 (0,02) ^{ef}	3,20 (0,05) ^a
3	3	2,93 (0,03) ^{cd}	4,22 (0,04) ^b	2,79 (0,01) ^{fg}	3,45 (0,13) ^b
4	3	2,91 (0,00) ^{bc}	5,29 (0,39) ^e	2,77 (0,00) ^{ef}	3,23 (0,00) ^a
5	3	2,89 (0,03) ^{bc}	4,67 (0,08) ^d	2,77 (0,02) ^{def}	3,59 (0,08) ^c
6	3	2,92 (0,01) ^{cd}	4,11 (0,03) ^b	2,75 (0,00) ^{cde}	3,43 (0,05) ^b
7	3	2,88 (0,00) ^{ab}	4,08 (0,02) ^{ab}	2,70 (0,02) ^{ab}	3,91 (0,02) ^e
8	3	2,92 (0,02) ^{bc}	3,79 (0,02) ^a	2,67 (0,01) ^a	4,04 (0,03) ^f
9	3	2,91 (0,02) ^{bc}	4,03 (0,00) ^{ab}	2,72 (0,00) ^{bc}	3,77 (0,00) ^d
10	3	2,84 (0,03) ^a	4,56 (0,02) ^{cd}	2,73 (0,01) ^{bcd}	3,95 (0,03) ^{ef}
TOTAL	30	2,91 (0,03)	4,33 (0,42)	2,75 (0,05)	3,57 (0,33)

b,h: Resultados expresados en base húmeda, n: número de muestras. M: promedio. ds: desviación estándar. Entre los valores que comparte una misma letra no existe una diferencia estadísticamente significativa.

6.5.3 Conductividad Eléctrica (G) y Solido Solubles Totales SST (°Brix)

Los resultados obtenidos para conductividad eléctrica en las muestras del cultivo 1, reportan un valor promedio de 4,02 (0,33) grados micro Siemens (mS/cm) y para las muestras del cultivo 2 reporta un valor promedio de 4,24 (0,20) grados micro Siemens (mS/cm) contenidos en la fracción analizada de la fruta. Esto se le atribuye por contener ácido cítrico, el cual tiene electrolitos que pueden transportar la electricidad y por la presencia de algunos metales y minerales que ayudan a la conductividad eléctrica, existe una correlación entre los grados de acidez presente en la fracción de la pulpa de la gulupa y su alto contenido de Actividad Acuosa (a_w). Datos ampliados en la tabla 8.

Para el parámetro de Solido Solubles Totales (SST) en las muestras para el cultivo 1, reportan un valor promedio de 15,5 (0,79) °Brix de contenido en la fracción de la pulpa de la fruta y para las muestras del cultivo 2 reportan un valor promedio de 15,6 (0,56) °Brix en la fracción de la pulpa. Estos valores son atribuibles por el grado de madurez que presenta el fruto y se puede decir que el contenido de SST está asociado con los azúcares disueltos en el jugo celular; la presencia de estos azúcares en el fruto esta dado principalmente por la variedad y las condiciones climáticas durante el estado de desarrollo del fruto, y de la madurez.

Analizando los resultados obtenidos en la tabla 8 entre los dos cultivos frente al parámetro de conductividad eléctrica con respecto a Solido Solubles Totales (SST) expresados en grados Brix, se puede afirmar que la gulupa objeto de estudio presenta valores en el contenido de SST similares a los encontrado por Avendaño y Quevedo, 1989 con 15,4 °Brix; sin embargo, es ligeramente menor que lo medido por Fonseca y Ospina, 2007 en gulupa con madurez comercial (16,5) y lo reportado por Serpa, 2016 resultado de (16,21) y con una diferencia significativa a lo reportado por Granados, *et al.*, 2017 para gulupa cultivada en el departamento del Norte de Santander – Colombia, valor obtenido de $13,48 \pm 0,15$.

Tabla 8 Valores descriptivos para los parámetros de Conductividad Eléctrica expresada en grados micro Siemens (mS/cm) y Solidos solubles totales expresados en °Brix en fracción de pulpa de gulupa.

No. MUESTRA	RECuento (n)	Conductividad Eléctrica (mS/cm)	Solidos solubles totales (°Brix)	Conductividad Eléctrica (mS/cm)	Solidos solubles totales (°Brix)
		CULTIVO 1		CULTIVO 2	
		M±ds	M±ds	M±ds	M±ds
1	3	4,43 (0,07) ^f	15,1 (0,35) ^{ab}	4,17 (0,18) ^c	16,0 (0,00) ^c
2	3	3,76 (0,00) ^b	14,4 (0,14) ^a	4,10 (0,02) ^b	15,0 (0,07) ^{ab}
3	3	4,16 (0,04) ^d	15,7 (0,14) ^{bc}	4,05 (0,03) ^a	16,1 (0,07) ^c
4	3	3,23 (0,04) ^a	15,9 (0,28) ^{bc}	3,97 (0,05) ^a	16,1 (0,00) ^c
5	3	4,28 (0,04) ^e	15,9 (0,00) ^{bc}	4,44 (0,00) ^e	14,7 (0,07) ^a
6	3	4,04 (0,06) ^c	14,4 (0,07) ^a	4,00 (0,02) ^a	16,1 (0,07) ^c
7	3	4,02 (0,00) ^c	16,2 (0,35) ^c	4,39 (0,02) ^d	15,2 (0,57) ^{ab}
8	3	4,00 (0,05) ^c	16,2 (0,35) ^c	4,43 (0,00) ^e	15,3 (0,57) ^b
9	3	3,99 (0,10) ^c	16,6 (0,78) ^c	4,35 (0,00) ^d	16,0 (0,00) ^c
10	3	4,27 (0,02) ^{de}	15,2 (0,71) ^{ab}	4,51 (0,00) ^f	16,0 (0,07) ^c
TOTAL	30	4,02 (0,33)	15,5 (0,79)	4,24 (0,20)	15,6 (0,56)

b.h: Resultados expresados en base húmeda, n: número de muestras. (mS/cm): grados micro Siemens. M: promedio. ds: desviación estándar. (°Brix): Solidos solubles totales. Entre los valores que comparte una misma letra no existe una diferencia estadísticamente significativa.

6.5.4 Porcentaje de Cenizas y Minerales

Los resultados obtenidos para cenizas en las muestras del cultivo 1 reportan un valor promedio de 0,37 % (0,05) y para el cultivo 2 un valor promedio de 0,47 % (0,11). Se presentan estos valores probablemente al contenido de minerales presentes como el sodio, magnesio, potasio y zinc en la fracción de la pulpa analizada. Datos ampliados en la tabla 9.

Resultados obtenidos en el presente estudio difieren de los estudios realizados en gulupa cultivada en el departamento de Norte de Santander – Colombia por Granados, *et al.*, 2017 quien reportan para cenizas un valor de $0,58 \pm 0,05$ % y estudios de Serpa *et al.*, 2015 con valor para cenizas de 0,30 % a 1,36 % por cada 100 g de pulpa analizada.

Los minerales analizados en la fracción de la pulpa de *Passiflora edulis* Sims var. *edulis* y valores obtenidos en promedio para del cultivo 1 reportan un valor de potasio 52,5 (6,87) mg/ Kg, magnesio 21,4 (2,32) mg/ Kg, zinc 14,3 (1,66) mg/ Kg y sodio 3,73 (0,43)

mg/ Kg y la relación potasio/ sodio 14,2 (2,44) mg/ Kg, para el cultivo 2 un valor promedio de potasio 52,5 (6,87) mg/ Kg, magnesio 17,7 (1,16) mg/ Kg, zinc 16,3 (1,22) mg/ Kg y sodio 5,05 (1,26) mg/ Kg y la relación potasio/sodio 11,1 (3,65) mg/ Kg, siendo este el orden de abundancia encontrado en las muestras. Datos ampliados en la figura 45 y 46.

Estudio de minerales realizado Carvajal, *et al.*, 2014 reporta para magnesio 0,09 %, potasio 0,86 %, sodio 0,07 % y zinc 29 ppm en gulupa cultivada en el departamento del Huila – Colombia; Granados, *et al.*, 2017 para gulupa cultivada en el departamento de Norte de Santander – Colombia, reporta para potasio $100,22 \pm 0,33$ mg y sodio $13,15 \pm 0,10$ mg datos que son superiores a los resultados obtenidos en el presente estudio.

Tabla 9 Valores descriptivos para los parámetros de Cenizas en fracción de la pulpa de *Passiflora edulis* Sims var. *edulis*

No. MUESTRA	RECUENTO (n)	CULTIVO 1	CULTIVO 2
		M±ds	
		CENIZAS (%)	CENIZAS (%)
1	3	0,38 (0,00) ^e	0,41 (0,10) ^a
2	3	0,45 (0,00) ^g	0,45 (0,05) ^{ab}
3	3	0,40 (0,00) ^f	0,40 (0,02) ^a
4	3	0,45 (0,00) ^g	0,39 (0,00) ^a
5	3	0,37 (0,00) ^d	0,44 (0,05) ^a
6	3	0,33 (0,00) ^b	0,45 (0,00) ^{ab}
7	3	0,36 (0,00) ^{cd}	0,46 (0,04) ^{ab}
8	3	0,28 (0,00) ^a	0,55 (0,00) ^{ab}
9	3	0,35 (0,00) ^c	0,66 (0,23) ^b
10	3	0,36 (0,00) ^d	0,52 (0,16) ^{ab}
TOTAL	30	0,37 (0,05)	0,47 (0,11)

b.s: resultados expresados en base seca, n: número de muestras. M: promedio. ds: desviación estándar. Entre los valores que comparte una misma letra no existe una diferencia estadísticamente significativa.

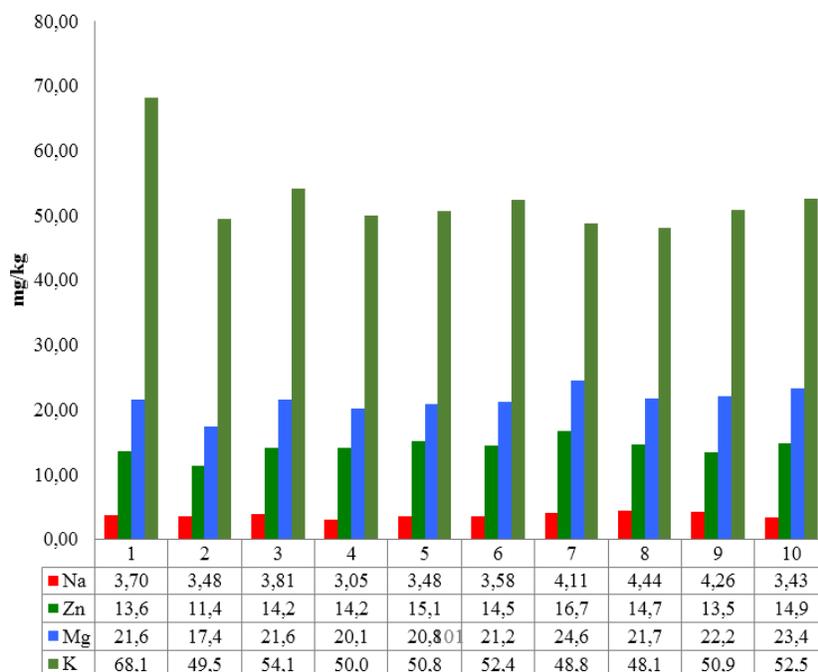


Figura 45. Valores descriptivos para los minerales en fracción de la pulpa de *Passiflora edulis* Sims var. *edulis* - cultivo 1
b.h: Resultados expresados en base húmeda

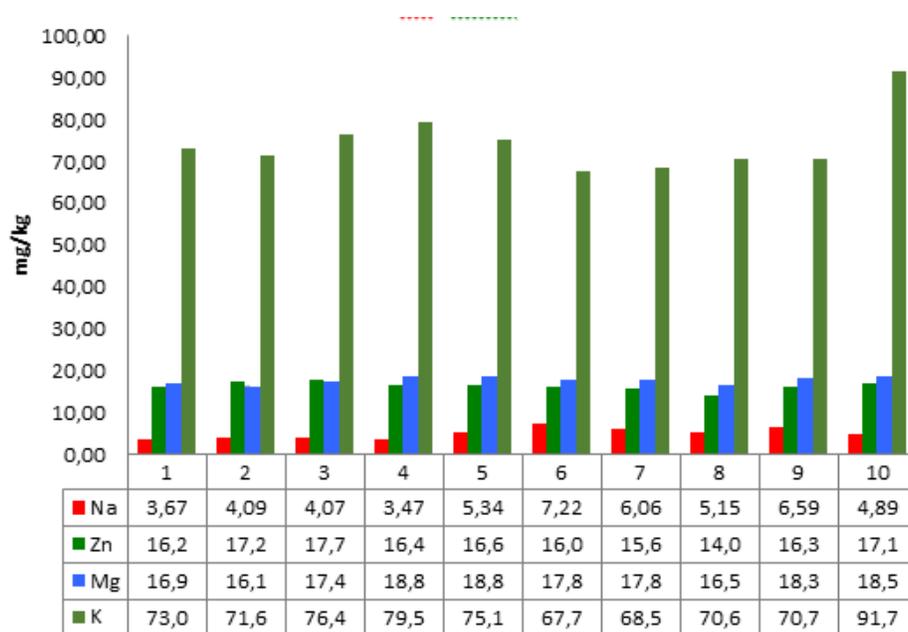


Figura 46. Valores descriptivos para los minerales en fracción de la pulpa de *Passiflora edulis* Sims var. *edulis* - cultivo 2
b.h: Resultados expresados en base húmeda

6.5.5 Color

Los resultados obtenidos en promedio para los parámetros cromáticos de las muestras del cultivo 1, reportan una luminosidad $L^* = 65,4$ (0,76) con tendencia hacia las tonalidades rojo $a^* = 8,30$ (1,16) y amarillo $b^* = 51,4$ (3,92). El ángulo de tono (h) reporta un valor promedio de 80,8 (1,28) asociados a estados de maduración intermedios y a cambios de color amarillo –verde a morado oscuro y una cromaticidad promedio de 52,0 (3,92) y para las muestras del cultivo 2 una luminosidad $L^* = 67,5$ (1,11), con tendencia hacia las tonalidades rojo $a^* = 7,37$ (0,56) y amarillo $b^* = 57,1$ (3,01) El ángulo de tono (h) reporta un valor promedio de 82,6 (0,37) asociados a estados de maduración intermedios y a cambios de color amarillo –verde a morado oscuro y una cromaticidad promedio de 57,6 (3,04). Datos ampliados en la tabla 10 y 11.

Los resultados de color en las muestras analizadas correspondientes a la variación en los parámetros L^* , a^* , b^* se deben al incremento en las diversas concentraciones acuosas de la fracción de pulpa. Los valores obtenidos en esta investigación mostraron que el color de la fracción de la pulpa se debió principalmente a la contribución amarilla (valor positivo de b) y en menor proporción a la contribución roja (valor positivo de a) y la combinación de ambos arrojó como resultado un color amarillo intenso con tonalidades anaranjadas, debido principalmente a la presencia de pigmentos como carotenoides y flavonoides que son generalmente de color amarillo.

Según estudio de Serpa *et al.*, 2015 los resultados obtenidos para la determinación de color en pulpa de gulupa reporta $L^* = 31,717 \pm 1,792$, $a^* = 6,246 \pm 1,530$ $b^* = 3,338 \pm 0,825$, $h = 28,553 \pm 6,320$ y una cromaticidad de $7,121 \pm 1,548$, valores muy inferiores a los obtenidos en este estudio esto atribuibles a la alta presencia de pigmentos.

Tabla 10 Valores descriptivos para los parámetros cromáticos en fracción de la pulpa de *Passiflora edulis* Sims var. *edulis*

		CULTIVO 1				
No. MUESTRA	RECuento (n)	L Luminancia	a* coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde)	b* coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul)	c Cromaticidad	h Angulo de Tono
1	3	65,5 (0,15) ^{cd}	8,47 (0,32) ^{cd}	50,3 (0,11) ^c	51,0 (0,16) ^d	80,4 (0,33) ^c
2	3	63,8 (0,00) ^a	6,49 (0,07) ^a	48,0 (0,35) ^b	48,4 (0,33) ^b	82,3 (0,14) ^f
3	3	64,4 (0,00) ^{ab}	9,10 (0,00) ^e	48,6 (0,00) ^b	49,4 (0,00) ^c	79,4 (0,00) ^b
4	3	66,1 (0,25) ^{de}	7,21 (0,13) ^b	50,2 (0,66) ^c	50,7 (0,63) ^d	81,8 (0,26) ^{ef}
5	3	65,4 (0,18) ^c	8,69 (0,37) ^{de}	55,9 (0,17) ^e	56,6 (0,11) ^f	81,2 (0,39) ^d
6	3	65,7 (0,10) ^{cde}	8,94 (0,00) ^{de}	44,2 (0,15) ^a	45,1 (0,14) ^a	78,6 (0,05) ^a
7	3	65,1 (0,45) ^{bc}	7,50 (0,26) ^b	50,8 (0,18) ^c	51,4 (0,14) ^d	81,6 (0,32) ^{de}
8	3	65,7 (0,00) ^{cde}	10,7 (0,00) ^f	56,4 (0,00) ^e	57,4 (0,00) ^g	79,2 (0,00) ^b
9	3	66,3 (0,82) ^e	7,67 (0,00) ^b	53,2 (0,47) ^d	53,7 (0,47) ^e	81,8 (0,07) ^{ef}
10	3	65,6 (0,00) ^{cde}	8,20 (0,36) ^c	56,1 (0,46) ^e	56,7 (0,51) ^f	81,7 (0,29) ^{de}
TOTAL	30	65,4 (0,76)	8,30 (1,16)	51,4 (3,92)	52,0 (3,92)	80,8 (1,28)

b.h: Resultados expresados en base húmeda, n: número de muestras. Entre los valores que comparte una misma letra no existe una diferencia estadísticamente significativa.

Tabla 11 Valores descriptivos para los parámetros cromáticos en fracción de la pulpa de *Passiflora edulis* Sims var. *edulis*

No. MUESTRA	RECUESTO (n)	CULTIVO 2				
		L	a*	b*	c	h
		Luminancia	coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde)	coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul)	Cromaticidad	Angulo de Tono
1	3	66,8 (0,78) ^{ab}	6,73 (0,13) ^{ab}	52,3 (0,11) ^{ab}	53,4 (0,13) ^{ab}	82,8 (0,12) ^a
2	3	68,1 (0,44) ^{bc}	6,38 (0,47) ^a	52,2 (0,50) ^a	52,7 (0,44) ^a	83,4 (0,58) ^b
3	3	68,7 (0,34) ^c	7,39 (0,83) ^{bcd}	55,9 (1,00) ^c	56,4 (0,89) ^c	82,5 (0,98) ^a
4	3	68,6 (0,26) ^c	7,46 (0,04) ^{bcd}	59,2 (0,05) ^d	59,6 (0,05) ^d	82,8 (0,03) ^a
5	3	67,7 (0,23) ^{bc}	7,15 (0,16) ^{abc}	53,8 (1,80) ^b	54,2 (1,80) ^b	82,4 (0,09) ^a
6	3	68,7 (1,69) ^c	7,51 (0,40) ^{bcd}	59,4 (0,15) ^d	59,5 (0,10) ^d	82,8 (0,40) ^a
7	3	67,1 (0,18) ^{ab}	7,46 (0,42) ^{bcd}	59,7 (0,46) ^d	60,1 (0,40) ^d	82,9 (0,46) ^a
8	3	66,6 (0,00) ^{ab}	7,86 (0,00) ^{cd}	59,4 (0,00) ^d	59,9 (0,00) ^d	82,5 (0,00) ^a
9	3	65,8 (0,00) ^a	7,97 (0,00) ^d	59,5 (0,00) ^d	60,0 (0,00) ^d	82,4 (0,00) ^a
10	3	66,7 (0,78) ^{ab}	7,83 (0,15) ^{cd}	59,3 (0,08) ^d	59,9 (0,10) ^d	82,5 (0,13) ^a
TOTAL	30	67,5 (1,11)	7,37 (0,56)	57,1 (3,01)	57,6 (3,04)	82,6 (0,37)

b,h: Resultados expresados en base húmeda, n: número de muestras. Entre los valores que comparte una misma letra no existe una diferencia estadísticamente significativa.

6.5.6 Densidad Relativa

Los resultados obtenidos para densidad relativa en las muestras del cultivo 1, reportan un valor promedio de 1,08 (0,01) g/cm³ y para el cultivo 2 reporta un valor promedio de 1,08 (0,00) g/cm³. Datos ampliados en la tabla 12.

La densidad relativa en la fruta se debe a que tiene gran cantidad de fibra comprimida sobre la carne que envuelve la semilla (arilo), la diferencia de densidad relativa entre frutas proviene de la cantidad de agua entre sus fibras, en una densidad relativa mayor el arilo estará más compacto a las fibras haciendo que se alinien y se vuelven más lisas, afirmando con esto que el extrato de la gulupa tiene porcentajes altos de acidez y de agua.

Estudio realizado por Pinzón *et al.*, 2007 para la densidad relativa en frutos de gulupa colectados en la vereda 'Quebrada Grande y Alta' del municipio Venecia, departamento de

Cundinamarca, reporta un valor de 0,54 g/ml y 0,55 g/ml, dato muy por debajo de lo obtenido en el presente estudio, atribuible al peso y los diámetros del fruto colectado en la región de Anaimé.

Tabla 12 Valores descriptivos para los parámetros de densidad relativa en la fracción de la pulpa de *Passiflora edulis* Sims var. *edulis*

No. MUESTRA	RECUENTO (n)	CULTIVO 1	CULTIVO 2
		Densidad Relativa (g/cm ³) ^a	Densidad Relativa (g/cm ³) ^{ab}
1	3	1,08 (0,00) ^a	1,08 (0,01) ^{ab}
2	3	1,08 (0,00) ^a	1,08 (0,00) ^{ab}
3	3	1,09 (0,01) ^a	1,08 (0,00) ^{ab}
4	3	1,09 (0,01) ^a	1,09 (0,00) ^b
5	3	1,09 (0,00) ^a	1,08 (0,00) ^{ab}
6	3	1,08 (0,00) ^a	1,08 (0,00) ^{ab}
7	3	1,08 (0,01) ^a	1,08 (0,00) ^{ab}
8	3	1,08 (0,01) ^a	1,07 (0,00) ^a
9	3	1,08 (0,00) ^a	1,08 (0,00) ^{ab}
10	3	1,08 (0,00) ^a	1,08 (0,00) ^{ab}
TOTAL	30	1,08 (0,01)	1,08 (0,00)

b.h: Resultados expresados en base húmeda, n: número de muestras. Entre los valores que comparte una misma letra no existe una diferencia estadísticamente significativa.

6.6 DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE POR MÉTODOS QUÍMICOS

Los compuestos bioactivos se definen como los componentes de los alimentos que influyen en las actividades celulares y fisiológicas obteniendo, tras su ingesta, un efecto beneficioso para la salud humana. Estos compuestos bioactivos se entienden que no son nutrientes y por tanto no son esenciales para la vida. Normalmente, estos compuestos bioactivos están en cantidades muy pequeñas en los alimentos que consumimos como parte de nuestra dieta habitual y en casi todos los casos provienen de fuentes alimentarias vegetales. Desde el punto de vista químico estos compuestos son de origen diverso y actúan a través de mecanismos de acción diferentes. Así, existen carotenoides, polifenoles, terpenos, lignanos, compuestos organosulfurados, glucosilatos, saponinas, etc. En general sus efectos saludables se centran en la prevención de las enfermedades no comunicables (transmisibles). Los compuestos bioactivos cumplen funciones en el cuerpo que pueden promover la buena salud. Están en estudio para la prevención del cáncer, las enfermedades del corazón y otras enfermedades. (Martínez de V., M., E. 2015)

6.6.1 Fenoles Totales (método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu)

Los resultados obtenidos para Fenoles Totales en las muestras del cultivo 1, reporta un valor promedio de 160,9 (13,1) $\mu\text{g/ml}$ de ácido gálico y para el cultivo 2 un valor promedio de 150,1 (12,67) $\mu\text{g/ml}$ de ácido gálico. Datos ampliados en la tabla 13.

Estudios de Granados, *et al.*, 2017 para gulupa cultivada en el departamento de Norte de Santander – Colombia, reporta un contenido de Fenoles Totales de $315 \pm 0,55$ mg AG/100 g de pulpa y Moreno, *et al.*, 2014 con resultados de 290 mg AG/100 g de muestra. Valores muy superiores a los obtenidos en este estudio, esto atribuible a que el análisis se realizó en la parte comestible y sobre una fracción de la pulpa de la fruta.

Tabla 13 Valores descriptivos para los parámetros de Fenoles Totales en la fracción de la pulpa de *Passiflora edulis* Sims var. *edulis*

No. MUESTRA	RECUENTO (n)	FENOLES TOTALES mg ácido gálico/100 g de muestra	
		CULTIVO 1	CULTIVO 2
1	3	161,1 (1,42) ^{cd}	147,8 (1,30) ^{abc}
2	3	152,2 (1,43) ^{bc}	152,9 (12,2) ^{abc}
3	3	139,6 (1,00) ^a	149,3 (24,1) ^{abc}
4	3	143,6 (2,65) ^{ab}	140,2 (2,24) ^{ab}
5	3	160,5 (7,75) ^{cd}	155,1 (2,69) ^{abc}
6	3	157,9 (1,09) ^c	132,2 (1,58) ^a
7	3	173,9 (4,56) ^{ef}	158,3 (7,38) ^{bc}
8	3	172,0 (4,51) ^{ef}	153,7 (7,45) ^{abc}
9	3	168,9 (4,51) ^{de}	168,2 (18,8) ^c
10	3	179,3 (8,69) ^f	143,2 (3,11) ^{ab}
TOTAL	30	160,9 (13,1)	150,1 (12,67)

b.h: Resultados expresados en base húmeda, n: número de muestras. Entre los valores que comparte una misma letra no existe una diferencia estadísticamente significativa.

6.6.2 Flavonoides (método colorimétrico con tricloruro de aluminio (AlCl₃))

Los resultados obtenidos para flavonoides en las muestras del cultivo 1, reporta un valor de 2,31 (0,33) µg/ml de quercetina contenida y para el cultivo 2 un valor de 2,55 (0,72) µg/ml de quercetina contenida. Datos ampliados en la tabla 14. Estos resultados se dan por la presencia de antocianinas en el estado de madurez 4 y 5 de la fruta objeto del presente estudio, son los responsables del color naranja en su pulpa y purpura en su cascara según lo estableció Muñoz, *et al.*, 2017. Estudios realizados por Carvajal *et al.*, 2014 en gulupa cultivada en el departamento del Huila – Colombia, los resultados de la marcha fitoquímica dio como resultado la presencia de flavonoides en hojas, flores y cascara del fruto, obteniendo

su mayor contenido en las flores, en el presente estudio da positiva la presencia de flavonoides en la parte comestible del fruto.

Tabla 14 Valores descriptivos para los parámetros de flavonoides en la fracción de la pulpa de *Passiflora edulis* Sims var. *edulis*

No. MUESTRA	RECuento (n)	FLAVONOIDES mg de quercetina/100 g de muestra	
		CULTIVO 1	CULTIVO 2
1	3	2,17 (0,00) ^c	2,07 (0,07) ^{bc}
2	3	2,29 (0,03) ^d	1,73 (0,04) ^a
3	3	2,31 (0,09) ^d	2,13 (0,11) ^c
4	3	2,31 (0,04) ^d	2,40 (0,04) ^d
5	3	2,12 (0,00) ^{bc}	1,85 (0,01) ^{ab}
6	3	2,05 (0,01) ^b	2,21 (0,06) ^{cd}
7	3	2,48 (0,00) ^e	4,18 (0,07) ^f
8	3	1,86 (0,03) ^a	2,85 (0,01) ^e
9	3	2,35 (0,04) ^d	3,02 (0,33) ^e
10	3	3,12 (0,01) ^f	2,99 (0,09) ^e
TOTAL	30	2,31 (0,33)	2,55 (0,72)

b.h: Resultados expresados en base húmeda, n: número de muestras. Entre los valores que comparte una misma letra no existe una diferencia estadísticamente significativa.

6.6.3 Capacidad antioxidante por la determinación de la capacidad reductora de Fe⁺³: Ensayo FRAP (Capacidad para Reducir el Hierro Férrico)

Los resultados obtenidos para capacidad antioxidante por el método FRAP en las muestras del cultivo 1, reporta un valor de 20,0 (8,92) µg/ml de trolox y para el cultivo No. 2 un valor de 18,0 (5,02) µg/ml de trolox, datos ampliados en la tabla 15.

Estudios reportados por Moreno, *et al.*, 2014, para FRAP en fracción de la pulpa de gulupa con resultado de 13 µg mol de trolox / g de muestra, resultado inferior al obtenido en

el presente estudio, se puede indicar que la fracción de la pulpa analizada tiene la capacidad de reducir el estrés oxidativo en las células.

Tabla 15 Valores descriptivos para los parámetros de FRAP en fracción de la pulpa de *Passiflora edulis* Sims var. *edulis*

No. MUESTRA	RECUENTO	FRAP mg Trolox /100 g de muestra	
		CULTIVO 1	CULTIVO 2
1	3	11,7 (0,64) ^a	17,5 (0,69) ^c
2	3	20,3 (1,32) ^d	10,1 (0,38) ^a
3	3	17,9 (0,30) ^c	21,0 (1,70) ^d
4	3	15,8 (0,19) ^b	25,4 (0,32) ^e
5	3	18,6 (0,73) ^c	19,4 (2,04) ^{cd}
6	3	15,5 (1,02) ^b	12,9 (0,25) ^b
7	3	11,2 (0,37) ^a	24,7 (0,60) ^e
8	3	24,5 (0,94) ^e	20,0 (0,69) ^d
9	3	43,2 (0,14) ^f	17,2 (1,57) ^c
10	3	21,9 (0,61) ^d	12,5 (0,07) ^b
TOTAL	30	20,0 (8,92)	18,0 (5,02)

b.h: Resultados expresados en base húmeda, n: número de muestras. Entre los valores que comparte una misma letra no existe una diferencia estadísticamente significativa.

6.6.4 Capacidad antioxidante por el método del radical catiónico ABTS•+

Los resultados obtenidos actividad antioxidante por el método ABTS en las muestras del cultivo 1, reporta un valor de 0,72 (0,10) mg equivalentes de trolox / 100 g de muestra y para el cultivo 2 reporta un valor de 0,62 (0,08) mg equivalentes de trolox / 100 g de muestra. Datos ampliados en la tabla 16.

Estudios reportados por Franco, *et al.*, 2014, para ABTS•+ en fracción de la pulpa de gulupa reporta valores de 393 μmol y 410 μmol / g de pulpa, valores muy altos con relación

a los obtenidos en el presente estudio, atribuibles a que los análisis se realizaron sobre una fracción de la pulpa.

Tabla 16. Valores descriptivos para los parámetros de ABTS•+ en fracción de la pulpa de *Passiflora edulis* Sims var. *edulis*

No. MUESTRA (n)	ABTS•+	
	Mg equivalente de Trolox / 100 g de muestra	
	CULTIVO 1	CULTIVO 2
1	0,66 (0,06) ^{bc}	0,65 (0,05) ^c
2	0,89 (0,04) ^f	0,56 (0,04) ^{ab}
3	0,79 (0,02) ^{de}	0,51 (0,05) ^a
4	0,70 (0,02) ^c	0,69 (0,01) ^{cd}
5	0,83 (0,01) ^{ef}	0,68 (0,01) ^{cd}
6	0,74 (0,05) ^{cd}	0,61 (0,04) ^{bc}
7	0,57 (0,01) ^a	0,74 (0,04) ^d
8	0,70 (0,05) ^c	0,56 (0,04) ^{ab}
9	0,71 (0,04) ^{cd}	0,63 (0,01) ^{bc}
10	0,61 (0,04) ^{ab}	0,56 (0,05) ^{ab}
TOTAL	0,72 (0,10)	0,62 (0,08)

b.h: Resultados expresados en base húmeda, n: número de muestras. Entre los valores que comparte una misma letra no existe una diferencia estadísticamente significativa.

6.6.5 Correlaciones entre el contenido de Fenoles Totales, flavonoides totales y la capacidad antioxidante.

La posible correlación entre el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de diferentes extractos naturales ha sido estudiada por varios autores, encontrando una correlación lineal entre estos (Shan *et al.*, 2005; Dorman *et al.*, 2004; Zheng & Wang, 2001). Diversos estudios demuestran una buena correlación entre los métodos que presentan un mismo principio químico (reacción de óxido- reducción), en donde los compuestos presentes en las plantas actúan como reductores o determinantes de la actividad antioxidante de los extractos vegetales (Hossain *et al.*, 2010; Dudonné *et al.*, 2009; Huan,

Ou & Prior, 2005). En este caso, el análisis de regresión simple fue empleado para correlacionar el contenido de Fenoles Totales con la capacidad antioxidante (ABTS y FRAP), siendo los coeficientes de correlación calculados para los extractos analizados (Figura 45 y 46). El comportamiento arrojado para el método FRAP sugiere que el poder de inhibición del radical podría ser previsto por el ensayo de Folin-Ciocalteu para el contenido de Fenoles Totales, ya que puede confirmarse directamente que los Fenoles Totales presentes en las 30 muestras de fracción comestible de gulupa son los responsables de su capacidad antioxidante.

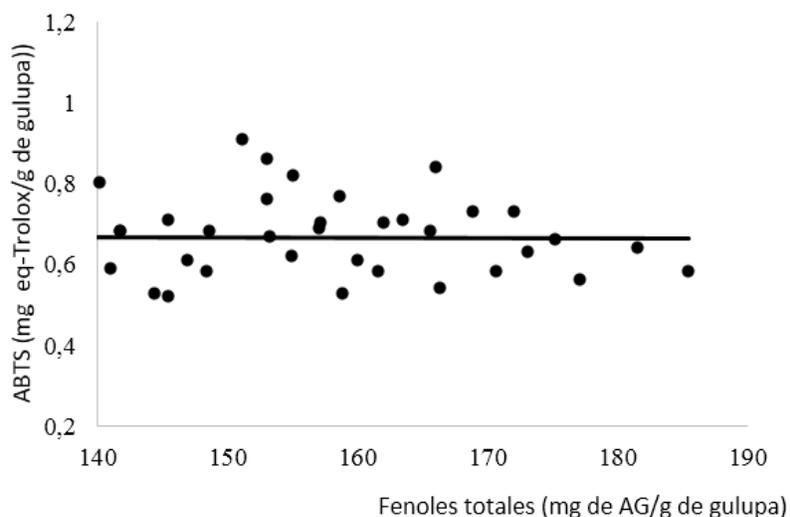


Figura 45. Correlación entre el contenido de fenoles totales y la capacidad antioxidante medida por el método de ABTS

Fuente: Autores

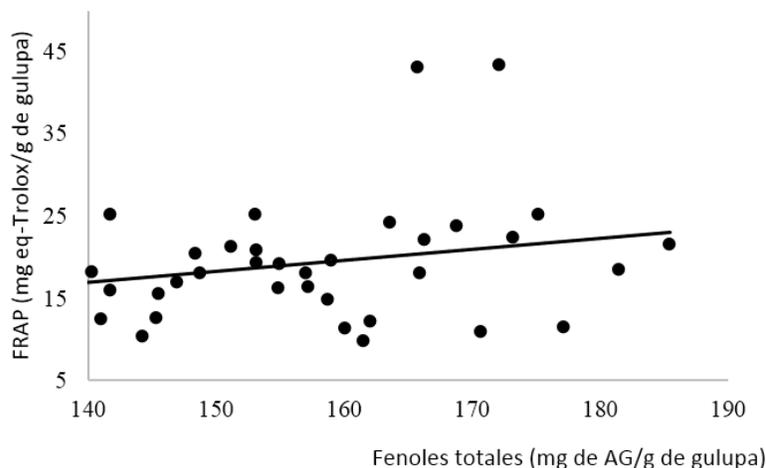


Figura 46. Correlación entre el contenido de fenoles totales y la capacidad antioxidante medida por el método de FRAP

Fuente: Autores

Katalinic et al. (2006) evidenciaron una alta correlación entre la cantidad de compuestos fenólicos totales y la actividad antioxidante obtenida a partir del ensayo de FRAP ($r=0,9825$) en 70 extractos de diversas plantas medicinales. No obstante, Wongsu, Chaiwarit & Zamaludien (2012) no encontraron una buena correlación entre la capacidad antioxidante reportada por el método DPPH y el contenido de fenoles totales ($r= 0.02$), indicando en este caso que los fenoles no contribuyen para la actividad antioxidante en las plantas estudiadas. Este comportamiento confirma que la capacidad antioxidante de diversos extractos de origen vegetal no se puede limitar a la presencia de compuestos fenólicos (Javanmardi *et al.*, 2003), ya que puede ser originada por la presencia de otros metabolitos secundarios tales como, aceites volátiles, carotenos y vitaminas (Wongsu *et al.*, 2012).

7. CONCLUSIONES

- Se evaluaron las propiedades fisicoquímicas y la actividad Antioxidante en la fracción comestible de la pulpa de gulupa (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) colectada en la región de Anaime.
- Se estimó la variabilidad de la fracción mineral que constituyen los sólidos fijos totales presentes en una fracción comestible de la pulpa de gulupa, mediante técnicas espectrofotométricas UV-Vis y de absorción atómica.
- Se caracterizó la fracción comestible de pulpa de gulupa, en cuanto al contenido de Fenoles Totales, por el método Folin – Ciocalteu, Flavonoides por el método de Tricloruro de Aluminio $AlCl_3$ y su actividad antioxidante por los métodos ABTS y FRAP.
- Se llevó a cabo la elaboración de los diferentes protocolos para la determinación de propiedades fisicoquímicas y de la actividad antioxidante en la fracción comestible de la pulpa de gulupa.

REFERENTES BIBLIOGRAFICOS

Angulo Jhoanell (Junio 02 de 201). ¿Por qué algunas frutas y verduras conducen la electricidad?.. Disponible en:

<https://www.tekcrispy.com/2018/06/02/frutas-verduras-electricidad/>

AOAC-Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official Methods of Analysis of AOAC International.15th edition. Arlington, VA.

AOAC-Association of Official Analytical Chemists. 1996. Official Methods of Analysis. Basic calculations for chemical and biological analyses. Arlington, VA.

Artículo 1. Cuantificación de Vitamina C. (2011). Universidad para los mayores. Disponible en:

<http://www3.uah.es/mapa/mayores/practicas/activos/Cuantificacion%20de%20Vitamina%20C.doc>

Articulo Course Hero (2005). La medición de la actividad del agua en el producto. Disponible en:

<https://www.coursehero.com/file/p6jg2g9/La-medici%C3%B3n-de-la-actividad-de-agua-en-el-producto-obtenido-del-secado-nos/>

Artículo, El Tiempo (2016). Historia de la gulupa, de la semilla a la mesa. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/siembra-de-la-gulupa-en-colombia-51028>

Blog (2017). Hanna Hints – Quimica en la Fruta Disponible en: https://www.hannachile.com/sites/default/files/blog/archivos/2017/03/hints_quimica_en_la_fruta.pdf

Blog (2018). El pH de los alimentos – importancia en la elaboración de conservas. Disponible en: <https://gastronomiasolar.com/ph-alimentos/>

Blospot., Antropología de la Gulupa (2016). Disponible en: <http://lagulupa.blogspot.com/2016/06/ficha-tecnica.html>

Cámara de Comercio de Bogotá (2015). Manual gulupa. Bogotá: Cámara de Comercio de Bogotá. Recuperado de:

<https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14314/Gulupa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cardona, L., Muñoz L., Imbachí, P., Martínez, B., Passaro, C. (2017). Manual para el Análisis de Biocompuestos en Frutas. Aplicaciones en el Estudio de GULUPA. Servicio Nacional de Aprendizaje. Rionegro – SENA. Disponible en:

https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/4696/1/biocompuestos_frutas.pdf

Carvajal De Pabón, L., Turbay, S., Rojano, B., Álvarez, L., Restrepo, S., Álvarez, J., Bonilla, K., Ochoa, C., y Sánchez, N. (2011). Some Passifloraceae species and their antioxidant capacity. Revista Cubana de Plantas Medicinales, 16(4), 354-363. Recuperado:

<http://www.medigraphic.com/pdfs/revcubplamed/cpm-2011/cpm114g.pdf>

Carvajal, L., Turbay, S., Álvarez, L., Rodríguez, A., Alvarez, M., Bonilla, K., Restrepo, S., y Parra, M. (2014). Propiedades funcionales y nutricionales de seis especies de *passifloráceae* del departamento del Huila. Caldasia, 36(1), 1-15. <http://doi.org/10.15446/caldas.v36n1.21243>. Disponible en:

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/21243/45228>

Carvajal, S., Viviana., Aristizabal, L.,M., Vallejo, S., Alejandra. 2012). Caracterización del crecimiento del fruto de la gulupa (*Passifloraceae edulis f. edulis sims.*). agron. 20(1): 77 - 88, Disponible en: [Http://Agronomia.Ucaldas.Edu.Co/Downloads/Agronomia20\(1\)_8.Pdf](Http://Agronomia.Ucaldas.Edu.Co/Downloads/Agronomia20(1)_8.Pdf)

Castaño E. (2016). Blog Enseñanza y la divulgación de la ciencia. Disponible en: <https://lidiakonlaquimica.wordpress.com/2016/02/12/los-antioxidantes/>

Climate- Data.Org. América del sur Colombia Tolima Anaime. Disponible en: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/tolima/anaime-221465/>

El Tiempo (Mayode 1997), archivo digital. Cajamarca despensa Agrícola de Colombia. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-600830>

Ensayos (2012). Conductividad de la Frutas. Disponible en: <https://www.buenastareas.com/ensayos/Conductividad-De-La-Frutas/4349947.html>

Equipos y Laboratorios de Colombia. ¿Qué es la actividad acuosa?. (2018) Disponible en: https://www.equiposylaboratorio.com/sitio/contenidos_mo.php?it=3222

Flórez G, L. M. (2012). Caracterización fisiológica y bioquímica del fruto de gulupa (*Passiflora edulis Sims var. edulis*) bajo tres ambientes contrastantes. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Agronomía, Escuela de posgrados Bogotá D.C., Colombia. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/10595/1/790762.2012.pdf>

Flórez, L. M.; Pérez, L. V.; Melgarejo, L. M.; Hernández, S. B, (2012). Caracterización fisicoquímica, fisiológica y bioquímica del fruto de gulupa (*Passiflora edulis Sims var. edulis*) como indicadores para el punto óptimo de cosecha. En: Melgarejo, L. M. Ed. Ecofisiología del cultivo de la gulupa (*Passiflora edulis Sims var. edulis*). Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. p. 53 – 79. Recuperado de: http://www.bdigital.unal.edu.co/8547/9/05_Cap03.pdf

Fontagro (2013), Cadena de valor desde la poscosecha de las frutas en la zona de influencia del proyecto. Recuperado de:

<https://www.fontagro.org/wp-content/uploads/2013/01/Cadena-de-valor-desde-la-poscosecha-de-las-frutas-en-la-zona-de-influencia-del-proyecto.pdf>

Franco G. (2013). Caracterización fisiológica del fruto de gulupa (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*), en condiciones del Bosque Húmedo Montano Bajo de Colombia Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias. Medellín, Colombia. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/11083/1/10253852.2013.pdf>

Franco G., Cartagena V., J. R., Correa L. G, Rojano B, Piedrahita C. A. (2014). Actividad antioxidante del jugo de *Passiflora edulis* Sims var. *edulis* (Gulupa) durante la poscosecha. Revista Cubana de Plantas Medicinales [revista en Internet]. 2014 [citado 2018 Sep 16]; 19(3): [aprox. 0 p.]. Disponible en:

<http://www.revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/173/76>

García, M., E.M.; Fernández S., I.; Fuentes, L., A. (2015). Determinación de poliFenoles Totales por el método de Folin-Ciocalteu. Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural. Disponible en:

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/52056/Garcia%20Mart%C3%ADnez%20et%20al.pdf?sequence=1>

García., M., E., Fernández., S., I. Determinación de la Humedad de un alimento por un método gravimétrico indirecto por desecación. (2012). Disponible en:

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16339/Determinaci%C3%B3n%20de%20humedad.pdf>

González, T., M. C; Betancourt, R, M.; Ortiz, M. R. (2000), Daño Oxidativo y Antioxidantes Bioquímica, vol. 25, núm. 1, enero-marzo, 2000, pp. 3-9 Sociedad Mexicana

de Bioquímica A. C. Distrito Federal, México. Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/pdf/576/57611797001.pdf>

Granados P., W., Lara P., L., Cadena de *pasifloráceas* Indicadores e Instrumentos (Mayo-Junio 2018). Miniagricultura. Unidos por un nuevo país. Disponible en:
<https://sioc.minagricultura.gov.co/Pasifloráceas/Documentos/002%20-%20Cifras%20Sectoriales/002%20-%20Cifras%20Sectoriales%20-%202018%20Mayo%20Pasifloráceas.pdf>.

Granados, C., C; Tinoco, G., K., P; Granados, E., Pájaro., C; N., P; M., G., Y. (2017). Caracterización química y evaluación de la actividad antioxidante de la pulpa de *Passiflora edulis* Sims (gulupa). Disponible en:
<http://revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/513/256>

Guerrero L. E; Potosí G. C.; Melgarejo L. M.; Hoyos C. L. (2014), Manejo agronómico de gulupa (*Passiflora erdulis* Sims) en el marco de las buenas prácticas agrícolas (BPA). Departamento de Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Laboratorio de Fisiología y Bioquímica Vegetal, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Disponible en:
http://www.bdigital.unal.edu.co/8547/16/09_Cap07.pdf

Guerrero López. E. Potosí Guampe. C., Melgarejo.L.M., Hoyos C. L. (2011), Manejo Agronómico De Gulupa (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*), Departamento de Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia 2 Laboratorio de Fisiología y Bioquímica Vegetal, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Disponible en:
http://www.bdigital.unal.edu.co/8547/16/09_Cap07.pdf

Guías poscosecha Logihfrutic convenio 1032(2013). Protocolo de buenas prácticas para poscosecha de gulupa. Disponible en:

<http://logihfrutic.unibague.edu.co/buenas-practicas/guias-poscosecha>

Gutiérrez., M., I.; Miranda., D.; Cardenas., H., J., F. (2011). Efecto de tratamientos pregerminativos sobre la germinación de semillas de *Passiflora edulis Sims var. edulis var. edulis* (gulupa) y cholupa. Revista Colombiana de Ciencia Hortícolas. Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v5n2/v5n2a05.pdf>

Gutiérrez., T., M; Hoyos., O., L.; Páez., M., I. (Marzo de 2007). Determinación del Contenido de Ácido Ascórbico en Uchuva (*Physalis Peruviana L.*), Por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (Clar). Facultad de Ciencias Agropecuarias Vol 5 No.1. Revista biotecnología II. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/6117626.pdf>

Huet, B., Cristina (2017). Métodos Analíticos para la Determinación de Antioxidantes en Muestras Biológicas. Facultad De Farmacia Universidad Complutense. Disponible en:

<https://eprints.ucm.es/54713/1/CRISTINA%20HUET%20BRE%C3%91A.pdf>

Laboratorio de Mecánica y fluidos. Práctica 10. Densidad Relativa. Disponible en:

<http://www.fisica.uson.mx/manuales/mecyfluidos/mecyflu-lab10.pdf>

Lobo., G., J; Actividad Acuosa y alimentos. El agua y los alimentos. Universidad Nacional de Catamarca. Facultad de Cs. Exactas y Naturales. Tecnología de los Alimentos. Departamento de Química. Disponible en:

https://www.academia.edu/14058853/Actividad_Acuosa_y_alimentos

Londoño., L., J., A. (Marzo 29 de 2.012). Parte III, Capitulo 9, Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad. Programa de Ingeniería de Alimentos, Facultad

de Ingenierías, Corporación Universitaria Lasallista. Grupo de Investigación en Ingeniería de Alimentos – GRIAL. Disponible en:

<http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/133/3/9.%20129-162.pdf>

López Castro., M. A.; Beltrán Cifuentes., M. C.; Cardona Lancheros, J. E; Yepes Giraldo, H. F. (2006). La fruta de la pasión, potencial contribución de la naturaleza a la seguridad alimentaria. Investigaciones Andina, vol. 8, núm. 12, 2006. Fundación Universitaria del Área Andina. Pereira, Colombia. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/2390/239017506007.pdf>

Martínez de V., M., E. (2015) Compuestos bioactivos y salud: mitos y realidades. Universidad de Granada. Granada, Armilia, España. Disponible en:

<https://www.alanrevista.org/ediciones/2015/suplemento-1/art-47/>

Martínez, F., S. González, G., J. M. Culebras J. Tuñón M. J. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Departamento de Fisiología, Universidad de León y Hospital de León. España. Disponible en:

https://www.researchgate.net/profile/Javier_Gonzalez-Gallego/publication/10961859_Flavonoids_Properties_and_antioxidizing_action/links/0deec52a6b0057f327000000/Flavonoids-Properties-and-antioxidizing-action.pdf

Mathias-Rettig, K., Ah-Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. Disponible en:

<http://www.agrarias.uach.cl/wp-content/uploads/2016/04/art07-Mathias.pdf>

Medina, S.; Collado, G, J.; Ferreres, F.; Londoño, L, J.; Jiménez, C, C.; Guy, A.; Durand, T.; Galano, J, M.; Gil I. A. (2017). Cuantificación de fitoprostanos – oxilipinas bioactivas y compuestos fenólicos de la cáscara de *Passiflora edulis* Sims usando UHPLC-QqQ-MS / MS y LC-IT-DAD-MS / MS. Publicado en: Food Chemistry. Disponible en:

<https://www.intal.org/quantification-of-phytoprostanes-bioactive-oxylipins-and-phenolic-compounds-of-passiflora-edulis-sims-shell-using-uhplc-qqq-ms-ms-and-lc-it-dad-ms-ms/>

Meneses. M., N., A.; Herrera. R., E., J.; Tarazona. D., M., P. (2019). Caracterización y estabilidad de un extracto rico en antocianinas a partir de corteza de gulupa. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. Disponible en:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-28042019000200027

Montero, M. (1996). Los Radicales Libres y las defensas Antioxidantes. Universidad de Santiago de Compostela. España. Disponible en:

http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/anales/v57_n4/radicales.htm

Moreno, Elizabeth; L. Ortiz, Blanca; Restrepo, Luz P. (2014). Contenido total de Fenoles Totales y actividad antioxidante de pulpa de seis frutas tropicales. Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá, AA 14490 Bogotá, Colombia. Disponible en:

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcolquim/article/view/53615>

Muñoz L., Imbachí, P., Ospina, L., Quiceno, J., Cardona, L., David, D., Román, M., Betancur, M., Cadavid, N., Martínez, B., Ordoñez, J., Arias, M., Argumedo, C., Passaro, C. (2017) Rionegro - Servicio Nacional de Aprendizaje. Disponible en:

https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/4691/1/antocianinas_gulupa.pdf

Naranjo Martínez., J.I. (Bogotá D.C.2016). Evaluación de dos métodos para la obtención de extractos con actividad antioxidante a partir de gulupa (*Passiflora edulis* Sims

var. *edulis*.) con aplicación en productos mínimamente procesados. Disponible en: http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21263/43112018_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Noctor G, Foyer CH. Ascorbate and glutathione: Keeping active oxygen under control. 1998; Plant Biology. 49(1):249-279. Disponible en:

[http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/jicc/ROE/Literatura/ERO/6_ASCORBATE AND GLUTATHIONE.pdf](http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/jicc/ROE/Literatura/ERO/6_ASCORBATE_AND_GLUTATHIONE.pdf)

NOVASINA s.f. La importancia de la a_w – Actividad del Agua. Disponible en:

[http://www.equinlab.com/pdf_/La%20importancia%20de%20la%20actividad%20de%20agua%20\(aw\).pdf](http://www.equinlab.com/pdf_/La%20importancia%20de%20la%20actividad%20de%20agua%20(aw).pdf)

Ocampo, J. & Wyckhuys, K. (2012). Editores. Tecnología para el cultivo de la gulupa (*Passifloraceae edulis f. edulis* Sims) en Colombia. Centro de BioSistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, República de Colombia. Bogotá, 68 páginas. Disponible en:

[http://fedepasifloráceas.org/es/wp-content/uploads/2018/01/Tecnologia-para-la-produccion-del-cultivo-de-la-gulupa Purple-passion-fruit P.edulis-f.-edulis-Sims_2012.pdf](http://fedepasifloráceas.org/es/wp-content/uploads/2018/01/Tecnologia-para-la-produccion-del-cultivo-de-la-gulupa_Purple-passion-fruit_P.edulis-f.-edulis-Sims_2012.pdf)

Ocampo, J. y Morales, Lizcano G. (2012). Aspectos generales de la Gulupa. En: J. Ocampo y K. Wyckhuys (Eds.). Tecnología para el cultivo de la gulupa (*Passifloraceae edulis f. edulis* Sims) en Colombia (pp. 7-12). Bogotá DC: Universidad Jorge Tadeo Lozano. Disponible en:

http://avalon.utadeo.edu.co/servicios/ebooks/cultivo_gulupa/files/assets/basic-html/page10.html

OCAMPO., P., J. (Junio, 2013). Diversidad y distribución de las *Passifloraceae* en el departamento del Huila en Colombia. Acta biol. Colomb. 18(3):511-516. Recuperado de:

<http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v18n3/v18n3a10.pdf>

Ocampo., P., J.; Merlín., U., Y. (2014). Colombia *Passifloraceae* de Colombia (*Passifloraceae*). Universidad Nacional de Colombia sede Palmira/Centro Internacional de Agricultura Tropical. Centro de Investigaciones en Ecosistemas. Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/260510981_Passifloraceae_de_Colombia_Passifloraceae

Ojasild Ramírez, E., L. (2009). Elaboración de néctares de gulupa (*Passifloraceae edulis f. edulis*) y curuba (*Passifloraceae mollissima*). Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Bogotá D.C Disponible en:

<http://www.bdigital.unal.edu.co/2449/1/107416.2009.pdf>

Orjuela Baquero, N.M., Campos, A., Sánchez Nieves, J., Melgarejo, L.M., Hernández, S., M. (2011) Manual De Manejo Pos-cosecha de La Gulupa (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) Disponible en:

http://www.bdigital.unal.edu.co/8532/3/03_Cap01.pdf

Orjuela Baquero, N.M.; Moreno Chacón L.; Hernández, M., S.; Melgarejo., L. (2011). Poscosecha de la gulupa: (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*). Universidad Nacional de Colombia. Capítulo 1. Manual de manejo poscosecha de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*). Consultado en agosto de 2018. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/295010498_Caracterizacion_fisicoquimica_de_frutos_de_gulupa_Passifloraceae_edulis_Sims_bajo_condiciones_de_almacenamiento

Orjuela-Baquero, N.; Pérez-Martínez, L.; Flórez, L.; Hernández, M. & Melgarejo, L. (2011). Propuesta de Norma Técnica Colombiana, Frutas Frescas, Gulupa, (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*). Especificaciones. Universidad Nacional de Colombia. Capítulo 4. Consultado en agosto de 2018. Disponible en:

http://bdigital.unal.edu.co/8532/7/06_Cap04.pdf

Ortiz, V., D., C. (Bogotá 2010). Estudio de la variabilidad genética en materiales comerciales de gulupa (*Passifloraceae edulis f. edulis* Sims) en Colombia. Universidad Nacional. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/3044/1/790737.2010.pdf>.

Parra, J.; Quevedo, R.; Parababi, E. (2013). Determinación de parámetros Fisicoquímicos, Sensoriales y de Textura en la elaboración de conservas de frutas. Disponible en:

https://www.academia.edu/22071629/Determinaci%C3%B3n_de_Par%C3%A1metros_F%C3%ADsicoqu%C3%ADmicos_Sensoriales_y_de_Textura_en_la_Elaboraci%C3%B3n_de_Conservas_de_Frutas

Pastor C. José Ramón (Marzo de 2017). Estudio de Vida Útil de los alimentos. Universidad miguel Hernández de elche. Escuela politécnica superior de Orihuela grado en ciencia y tecnología de los alimentos. Disponible en:

<https://docplayer.es/58662400-Universidad-miguel-hernandez-de-elche.html>

Peñarrieta, J. M.; Tejeda, L.; Mollinedo, P.; Vila, J. L.; Bravo, J. A. (2014). Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos Revista Boliviana de Química, vol. 31, núm. 2, julio-diciembre, pp. 68-81 Universidad Mayor de San Andrés La Paz, Bolivia. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4263/426339682006.pdf>

Perea Dallos, Margarita; Fischer, Gerhard; Miranda, Diego. (2014). *Passifloraceae Passifloraceas* Maracuyá, Granadilla, Curuba, Gulupa. Universidad Nacional de Colombia. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/257765541_Passifloraceae_Passifloraceas_Maracuy%C3%A1_Granadilla_Curuba_Gulupa

Pinzón, I.; Fischer, G. & Corredor, G. (2007). Determinación de los estados de madurez de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*.). Agronomía Colombiana. 25(1), 83-95. Disponible en:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652007000100010

Práctica 10. Densidad Relativa. Laboratorio de Mecánica y fluidos. Disponible en: <http://www.fisica.uson.mx/manuales/mecyfluidos/mecyflu-lab10.pdf>

Práctica No.1 Determinación de Humedad en alimentos. Planta piloto de ciencia y Tecnología de los alimentos. Universidad de Zaragoza. Disponible en: https://ppcta.unizar.es/sites/ppcta.unizar.es/files/users/ARCHIVOS/Videos_y_otros/Documentos/PRACTICAS_ANALISIS/practica_1_humedad.pdf

Proyecto Merlin. Asohofrucol, (2010) Protocolo técnico y logístico de frutas. Pág. 12, 16, disponible en:

http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_124_frutas.pdf

Quiceno, J., Ospina, L., David, D., Román, M., Betancur, M., Cadavid, N., Ravelo, R., N. F. (2018). Análisis de condiciones para comercializar gulupa pachuna en el mercado alemán. Colombia: Disponible en:

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/17840/1/1073599165%20%281%29.pdf>

Ramírez. M, M.; Cruz y Victoria; Vizcarra, M; Anaya, Sosa, I. (2014). Determinación de las Isotermas de Sorción y las Propiedades Termodinámicas de Harina de Maíz Nixtamalizada, Revista Mexicana de Ingeniería Química, vol. 13, núm. 1, pp. 165-178 Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa Distrito Federal, México. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/620/62031166013.pdf>

Resolución 3929 de 2013 Ministerio de Salud y Protección Social. Disponible en:
<https://paginaweb.invima.gov.co/images/pdf/normatividad/alimentos/resoluciones/resoluciones/2013/Resolucion-3929-2013.pdf>

Rettig., M; Ah-Hen (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Campus Isla Teja, Valdivia, Chile. Disponible en:

<http://www.agrarias.uach.cl/wp-content/uploads/2016/04/art07-Mathias.pdf>

Saenz, Arevalo S. T (2017). “Agua en los alimentos”, memoria descriptiva, Facultad de Industrias Alimentarias Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Disponible en:

http://repositorio.unapikitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5052/Syume_y_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sanabria R., N., M. (Diciembre 09 de 2010). Reconocimiento de enfermedades en Gulupala (*Passiflora edulis Sims var. edulis var. edulis*) en el departamento de Boyaca. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Programa de Microbiología Agrícola y Veterinaria. Disponible en:

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8664/tesis617.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sánchez. H., Adrián (2018). Características antioxidantes de propóleos de diferentes orígenes geográficos. Disponible en:

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/109879/S%C3%A1nchez%20-%20Caracter%C3%ADsticas%20antioxidantes%20de%20prop%C3%B3leos%20de%20diferentes%20or%C3%ADgenes%20geogr%C3%A1ficos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Serpa G., A., M.; Barajas., G., J., A.; Velásquez., J., A.; Vélez., A., L., M.; Zuluaga., R. (2015). Desarrollo de un refresco a partir de la mezcla de fresa (*Fragaria ananassa*), mora

(*Rubus glaucus*), gulupa (*Passiflora edulis Sims var. edulis*) y uchuva (*Physalis peruviana L.*) fortificado con hierro y dirigida a niños en edad pre-escolar. Corporación Universitaria Lasallista Maestría en Innovación Alimentaria y Nutrición Ingeniería de Alimentos Caldas-Antioquia. Disponible en:

http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1762/1/Desarrollo_refresco_parti_mezcla_frutas.pdf

Unidad Editorial Revistas, S.L.U. Revista Cúdate plus. (2019). Alimentación. Minerales. Disponible en:

<https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/diccionario/minerales.html>

Urrego. M., N., F. (2017). CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO FITOQUÍMICO Y A LA EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIINFLAMATORIA DE LAS HOJAS DE BADEA (*Passiflora quadrangularis*) Y GULUPA (*Passiflora edulis var. edulis*). Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/61384/1/Tesis%20Norman%20Urrego.pdf>

Viganó, J. y Martínez, J. (2015). Trends for the Application of Passion Fruit Industrial ByProducts: A Review on the Chemical Composition and Extraction Techniques of Phytochemicals. *Food and Public Health*, 5(5), 164-173. Disponible en:

<http://article.sapub.org/10.5923.j.fph.20150505.03.html>

Wenner M. The myth of antioxidants. [Citado 22 May 2013]; *Scientific American*. 2013; 308(2):62–67. Disponible en:

http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_57_varios.pdf
http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_124_frutas.pdf

ANEXOS

Anexo A. Ficha de Caracterización de la Zona de Estudio



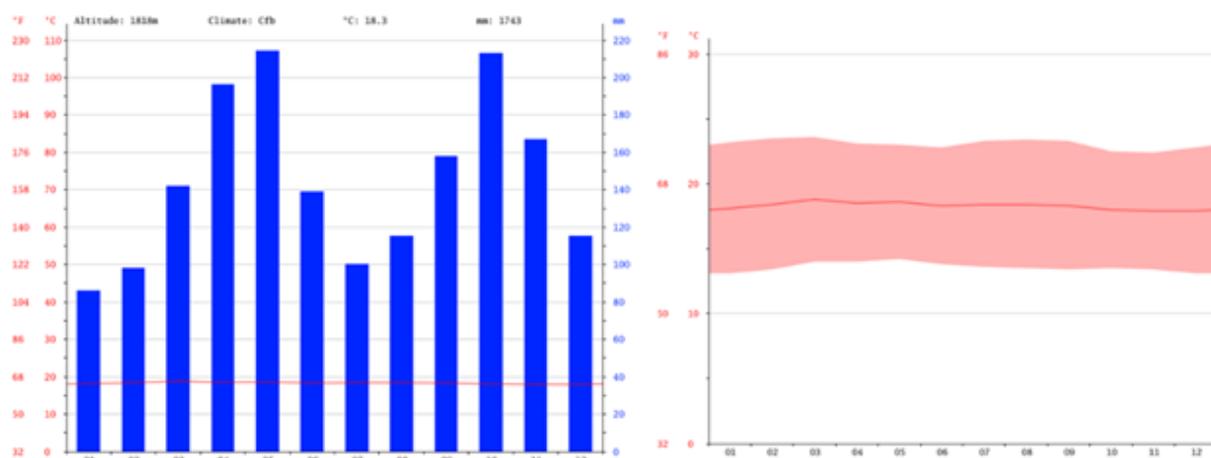
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería
Programa De Química
Caracterización Físicoquímica y Actividad Antioxidante de
(*Passiflora Edulis Sims*) Gulupa



DATOS DE CAMPO

FECHA	
DEPARTAMENTO	
MUNICIPIO	
LOCALIDAD	
NOMBRE DE LA FINCA	
ALTITUD	msnm
TEMPERATURA	°C
ZONA BIOGEOGRAFICA	
POSICIONAMIENTO GLOBAL	L.N
POSICIONAMIENTO GLOBAL	L.O
PRECIPITACION DE LA ZONA	mmHg / Año
HUMEDAD RELATIVA (H.R)	%
CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS	
TIPO DE VEGETACION EN LA ZONA	
TIPO DE CULTIVO	
NUMERO DE LOTE	
FECHA DE SIEMBRA	
AREA DEL SEMBRADO	
NUMERO DE PLANTAS	
NUMERO DE SURCOS	
LARGO DEL SURCO	
DISTANCIA ENTRE SURCOS	
DISTANCIA DE CADA PLANTA EN EL MISMO SURCO	
TAMAÑO DE LA PLANTA	
EDAD DEL SEMBRADO	

Anexo B. Climograma Región de Anaime



Climograma de la Región de Anaime

Temperatura de la Región de Anaime

CLIMÁTICA DATOS HISTÓRICOS DEL TIEMPO DE ANAIME

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Juño	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura Media(°C)	18.1	18.4	18.8	18.5	18.6	18.3	18.4	18.4	18.3	18.0	17.9	17.9
Temperatura Min. (°C)	13.1	13.4	14.0	14.0	14.2	13.8	13.6	13.5	13.4	13.5	13.4	13.1
Temperatura Max. (°C)	23.2	23.5	23.6	23.1	23.0	22.8	23.3	23.4	23.3	22.5	22.4	22.8
Temperatura Media(°F)	64.6	65.1	65.8	65.3	65.5	64.9	65.1	65.1	64.9	64.4	64.2	64.2
Temperatura Min(°F)	55.6	56.1	57.2	57.2	56.0	56.8	56.5	56.3	56.1	56.3	56.1	55.6
Temperatura Max.(°F)	73.8	74.3	74.5	73.6	73.4	73.0	73.9	74.1	73.9	72.5	72.3	73.0
Precipitación (mm)	86	98	142	196	214	139	100	115	158	213	167	115

Tomado de: Climate- Data.Org. Modificada Autores

Anexo C. Fotos Zona de estudio región de Anaimé – Municipio de Cajamarca – Departamento del Tolima. **A – B).** Finca la Florida. **C).** Identificación lote No. 2. **D. a la LI).** Zona de Muestreo. **M. a la R)** Identificación Botánica de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa. **S a la V).** Recolección de Muestras. **W a la Y).** Zona de Acopio. **Z).** Material Biológico para análisis



A



B



C



D



E



F



G



H



I



J



K



L



LI



M



N



Ñ



O



P



Q



R



S



T



U



V



W



X



Y



Z

Anexo D. Protocolos para Determinación de Análisis

PROTOCOLO OBTENCION DE LA PULPA DE LA (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) GULUPA

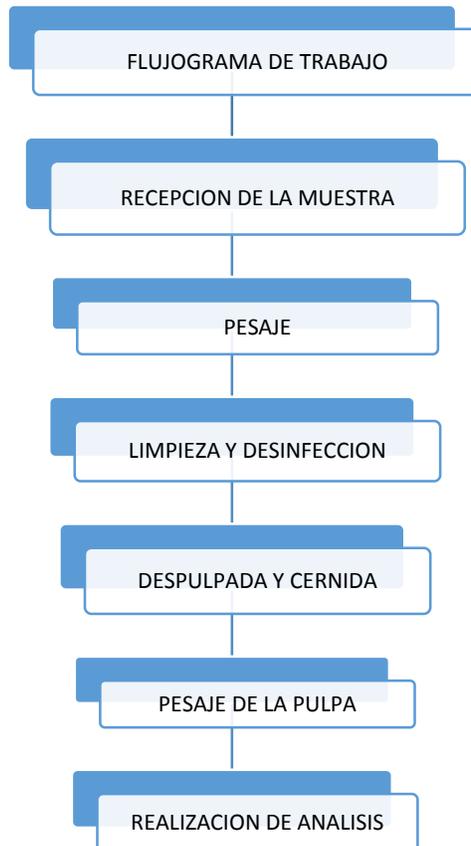
OBJETIVO

Obtener una fracción de la pulpa de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*)

FUNDAMENTO

El jugo o pulpa de la fruta es un sistema multifásico con fase continua acuosa y fase dispersa sólida. La fase acuosa es una disolución de azúcares, sales y otros solutos de bajo peso molecular, y la fase dispersa cuenta con otros solutos como proteínas solubles.

Las Frutas tropicales como la *Passiflora edulis* Sims var. *edulis* (gulupa) suministra al organismo cantidades apreciables de ácido ascórbico, minerales y cantidad de actividad antioxidante requeridos para una buena salud.



REACTIVOS Y MATERIALES

Reactivos

- Cloro granulado solución a una concentración del 2%.

Materiales

- Beaker
- Balanza
- Picnómetro
- Frascos de 250 ml tapa azul (Schot)

CLASIFICACION DE LA FRUTA

- ✓ Frutos Enteros
- ✓ Color como índice de madurez
- ✓ Forma característica de la *Passiflora edulis* Sims var. *edulis* (gulupa).
- ✓ Aspecto fresco y consistente firme
- ✓ Sanos, libres de síntomas/Signos de ataques de insectos y de enfermedades
- ✓ Limpios, exentos de materiales o partículas extrañas visibles
- ✓ Dimensiones entre 45–60 mm de diámetro ecuatorial, 45–65 mm de diámetro longitudinal y peso entre 40 y 60 g.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Se toman los frutos de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa, previamente desinfectada y seleccionada, se realiza una incisión a la mitad por la línea ecuatorial con utensilios esterilizados y se extrae la pulpa, la cual se somete a procesos de cernido para eliminar semillas y mucilago, se obtiene la pulpa para su caracterización.

Se debe tener en cuenta que este proceso de obtención de la fracción de la pulpa de la fruta, solo se hace una vez para todas las pruebas fisicoquímicas y aquí se procede a conservar la muestra para sus debidos análisis, teniendo en cuenta las condiciones ambientales como parámetro de temperatura y humedad relativa.

DETERMINACION DE LA HUMEDAD EN LA (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) GULUPA

OBJETIVO

Determinar la humedad en una fracción de la pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa.

FUNDAMENTO

La determinación de humedad es una de las técnicas más importantes y de mayor uso en el procesado, control y conservación de los alimentos, puesto que la mayoría de los productos alimenticios poseen un contenido mayoritario de agua, así por ejemplo, la leche posee un 88 %, el yogurt, entre un 80 y 90 %, las carnes frescas (60-75 %) y aún los llamados productos secos como las leguminosas o el arroz, alcanzan un contenido de humedad de hasta un 12 %. El contenido de humedad en un alimento es, frecuentemente, un índice de estabilidad del producto. Por otra parte, el control de la humedad es un factor decisivo en muchos procesos industriales tales como la molienda de cereales, el mezclado de productos sólidos finos, en la elaboración de pan, etc. Así mismo, en la evaluación de muchos procesos industriales es de gran importancia conocer el contenido de agua de los productos o materias primas para formular el producto y evaluar las pérdidas durante el procesado.

La determinación de humedad puede hacerse por:

Métodos directos:

- Métodos de secado
- En estufa de aire
- Por radiación infrarroja
- Método químico: Karl Fisher
- Método indirecto: Refractometría

REACTIVOS Y MATERIALES

Reactivos

Ninguno

Materiales

- Muestras de una fracción de la pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa.

- Pipeta
- Balanza
- Desecador
- Vidrio de reloj
- Horno
- Pinzas

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA HUMEDAD

1. Pesar el vidrio reloj vacío en la balanza analítica.
2. Colocar 2 gr de la muestra aproximadamente sobre el vidrio de reloj (tomar peso nuevamente).
3. Pasar la muestra y el vidrio de reloj a un horno con temperatura de 100 °C, dejando secar por un periodo de 2 horas.
4. Retirar las muestras del horno y se dejar enfriar en un desecador hasta lograr la temperatura ambiente.
5. Tomar nuevamente el peso en la balanza analítica.
6. Realizar el mismo procedimiento por triplicado para cada muestra.
7. Aplicar fórmula para calcular el porcentaje de Humedad.

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA HUMEDAD

Cálculos:

Peso Inicial: Peso de vidrio reloj con la muestra - Peso del vidrio reloj vacío

Peso Final: Peso de vidrio reloj con la muestra seca - Peso del vidrio reloj vacío

Fórmula:

$$\% H = [(peso_{inicial} - peso_{final}) / peso_{inicial}] \times 100 \quad \text{Ec.(5)}$$

DETERMINACION DEL pH EN LA (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) GULUPA

OBJETIVO

Determinar el pH en una fracción de la pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa.

FUNDAMENTO

El pH o Potencial de Hidrógeno es una forma convencional y conveniente de expresar según una escala numérica el grado de acidez o basicidad y se define como una medida de la actividad de los iones hidrógeno en una solución electrolítica.

pH-metro: Un sensor que internamente realiza una medida de la diferencia de potencial entre dos electrodos, uno de referencia y otro de medida (externo). Obteniendo un preciso valor de diferencia de potencial.

El valor del PH indica la naturaleza acida, neutro o alcalina de un líquido.

El pH es la unidad de medición del grado de acidez o alcalinidad de una solución, y es expresada como el logaritmo natural de la actividad y concentración del Ion hidrógeno:
$$\text{pH} = - \text{Log} [\text{H}^+]$$

Donde $[\text{H}^+]$ es la concentración del Ion hidrógeno.

El pH uno (1) es extremadamente ácido, el catorce (14) es extremadamente alcalino y el siete (7) es neutro.

REACTIVOS Y MATERIALES

Reactivos

- Agua destilada o desionizada
- Buffer (o amortiguadora) de pH 4.01
- Buffer (o amortiguadora) de pH 7.01
- Buffer (o amortiguadora) de pH 10

Materiales

- Agitador de vidrio.
- Equipo Multiparametro HQ 40 D Marca Hach
- Beaker

AJUSTE DEL pH-METRO

Conectar el equipo, enjuagar con agua des-ionizada la sonda, secar con un paño limpio, luego introducir la sonda en la solución Buffer 4.01, tomar lectura que arroja el equipo, enjuagar la sonda, secar y repetir el mismo procedimiento con la solución Buffer 7.01 y Buffer 10. Quedando el equipo ajustado para la toma de pH de la muestra.

PROCEDIMIENTO PARA MEDIR pH

1. Tomar 100 gr de la muestra.
2. Introducir el electrodo en el vaso de precipitado con una fracción de la pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa de tal manera que la muestra cubra perfectamente al electrodo.
3. Realizar la medición del pH, tomar la lectura obtenida.
4. Sacar el electrodo, enjuagar con agua des-ionizada y secar.
5. Realizar el mismo procedimiento por triplicado.
6. Correlación de datos.

DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN LA (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) GULUPA

OBJETIVO

Determinar la conductividad eléctrica en una fracción de la pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa.

FUNDAMENTO

La conductividad eléctrica de un medio es una variable importante y se define como la capacidad de conducir la corriente eléctrica. Así, los alimentos con elevada conductividad producen pequeños campos eléctricos y no son adecuados para tratamientos en procesos, la presencia de partículas en suspensión puede causar un aumento o una reducción de la intensidad del tratamiento.

Las frutas y verduras contienen Vitaminas y Minerales importantes para sobrevivir y mantenernos adecuadamente. Sin embargo, curiosamente, esos mismos alimentos contienen una gran cantidad de agua y, por lo tanto, en algunos casos, pueden conducir bien la electricidad. Otros ingredientes, como el ácido cítrico y el ácido ascórbico, aumentan la conductividad, y en algunos casos, el contenido de ácido es lo suficientemente alto como para crear un voltaje que puede alimentar pequeños componentes electrónicos.

REACTIVOS Y MATERIALES

Reactivos

- Agua destilada o des-ionizada
- Solución cloruro de sodio – patrón de $1000 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}\pm 0.5$

Materiales

- Agitador de vidrio.
- Equipo HANNA edge Ref. HI7631000 0 to 200 ms/cm
- Beaker

AJUSTE DEL CONDUCTIMETRO

Conectar el equipo, enjuagar con agua des-ionizada la sonda, secar con un paño limpio, luego e introducir la sonda en la solución cloruro de sodio – patrón de $1000 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}\pm 0.5$,

tomar lectura que arroja el equipo, enjuagamos la sonda y secar. Quedando el equipo ajustado para medir la conductividad eléctrica de la muestra.

PROCEDIMIENTO PARA MEDIR CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

1. Tomar 100 gr de la muestra.
2. Introducir él electrodo en el vaso de precipitado con una fracción de la pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa de tal manera que la muestra cubra perfectamente al electrodo.
3. Realizar la medición de la conductividad eléctrica, tomar la lectura obtenida.
4. Sacar el electrodo, enjuagar con agua des-ionizada y secar.
5. Realizar el mismo procedimiento por triplicado.

DETERMINACION DE LA ACIDEZ TITULABLE EN LA (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) GULUPA

OBJETIVO

Determinar la cantidad de Acidez Titulable presente en una fracción de la pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa.

FUNDAMENTO

La acidez libre (acidez titulable) representa a los ácidos orgánicos presentes que se encuentran libres y se mide neutralizando los jugos o extractos de frutas con una base fuerte, el pH aumenta durante la neutralización y la acidez titulable se calcula a partir de la cantidad de base necesaria para alcanzar el pH del punto final de la prueba; en la práctica se toma como punto final $\text{pH} = 8.5$ usando fenolftaleína como indicador. Bajo estas condiciones, los ácidos orgánicos libres y sólo una parte del ácido fosfórico y Fenoles Totales están involucrados en el resultado final. Para reportar la acidez, se considera el ácido orgánico más abundante del producto vegetal, el cual varía dependiendo de la especie de que se trate, por lo que el resultado se expresa en términos de la cantidad del ácido dominante.

REACTIVOS Y MATERIALES

Reactivos

- Titulante Patrón Secundario: Hidróxido de sodio 0.1 N.
- Fenolftaleína, como solución indicadora al 1%
- Agua destilada
- Titulante Patrón Primario biftalato de Potasio

Materiales

- Pipeta graduada de 10 ml
- Pipeta volumétrica de 20 ml
- Matraz Erlenmeyer de 125 ml
- Bureta de 50 ml graduada en 0.1 ml
- Muestras de una fracción de la pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA ACIDEZ TITULABLE

Preparación de la muestra

Tomar una alícuota de 20 ml de una fracción de la pulpa de gulupa y colocarlo en un matraz. Poner en ebullición la muestra durante un minuto, con el objeto de eliminar el dióxido de carbono. Enfriar y valorar la acidez.

Medición de acidez

1. Llenar una bureta con una solución de hidróxido de sodio 0.1 N valorada
2. Tomar la lectura de la cantidad de solución en la bureta.
3. La muestra en forma de solución se introduce en un matraz Erlenmeyer
4. Adicionar 5 gotas de fenolftaleína al 1% como indicador.

PROCEDIMIENTO PARA TITULACIÓN

1. Adicionar gota por gota la solución de hidróxido de sodio, al mismo tiempo que se gira lentamente el matraz Erlenmeyer con muestra. Cuando aparece el color rosa se cierra la llave de la bureta y se sigue girando el frasco durante 15 segundos para ver si el color permanece. En caso contrario, se adiciona cada vez una gota extra de hidróxido de sodio.

2. Si el color permanece, se da por terminada la titulación.

3. Tomar la lectura en la bureta y se calcula la cantidad de hidróxido de sodio usada para neutralizar la acidez de la muestra.

4. Calcular la acidez presente en la muestra.

5. Realizar el mismo procedimiento por triplicado.

PROCEDIMIENTO PARA CÁLCULO DE LA ACIDEZ.

La acidez del producto se expresa como el porcentaje del ácido predominante en la muestra, ya sea como % de ácido cítrico, málico, láctico, etc.

$$\% \text{ Acidez} = \frac{V \times N \times \text{Meq}}{\text{g o ml de muestra}} \times 100 \quad \text{Ec. (6)}$$

V = volumen de NaOH consumidos

N = normalidad del NaOH M eq = peso miliequivalente del ácido predominante en la muestra.

EXPRESIÓN DE RESULTADOS

La acidez en la muestra expresada como ácido láctico se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Acidez g/L (ácido láctico)} = (V \times N \times 90) / M \quad \text{Ec. (7)}$$

En donde:

V = Volumen de solución de hidróxido de sodio 0.1 N gastado en la titulación de la muestra, en ml.

N = Normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

M = Volumen de la muestra, en ml.

90 = Equivalente del ácido láctico.

OBSERVACIONES Y RESULTADOS

MUESTRA	VOLUMEN DE NaOH GASTADO	ACIDEZ (meq Ácido cítrico/g)
1		
2		
3		
4		

DETERMINACION DE SOLIDOS SOLUBLE TOTALES SST (°Brix) EN LA (*Passiflora edulis Sims var. edulis*) GULUPA

OBJETIVO

Determinar la cantidad de sacarosa presente en una fracción de la pulpa de la (*Passiflora edulis Sims var. edulis*) gulupa.

FUNDAMENTO

El principio de medición se basa en la refracción de la luz (roto del latín: fractus) creada por la naturaleza y la concentración de los solutos (por ejemplo el azúcar). Es por esto que un refractómetro mide indirectamente la Densidad Relativa de los líquidos. La unidad de medida °Bx (grados Brix) lleva el nombre de Adolf F. Brix, un científico del siglo XIX. Según esa escala, 1 °Bx correspondería a un índice de refracción de una solución de sacarosa en agua al 1%. (Kruss Optronic).

Los grados °Brix miden la cantidad de sólidos solubles presentes en alimento expresados en porcentaje de sacarosa. Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de los alimentos. Se determinan empleando un refractómetro calibrado y a 20 °C.

Este equipo permite determinar con exactitud el extracto total que se ofrece en grados Brix (°Bx).

La medición de Grados °Brix son muy importantes para conocer hasta dónde concentrar un alimento o qué cantidad de azúcar debo agregar para que quede siempre con el mismo sabor. Dicha medición se puede realizar por medio de un refractómetro.

°Brix = Porcentaje de Azúcar presente en una solución. También representa la relación entre masa del azúcar y el volumen de la solución (g/ml) (Kg/L).

Los zumos de fruta contienen sacarosa pero también otros azúcares, ácidos, como el ácido ascórbico o el ácido cítrico, y minerales. Pero contienen también aditivos, como vitaminas, gluconato ferroso, compuestos de calcio o pectinas, para aportar la viscosidad deseada a los zumos, afectan al índice de refracción. Dado que los ácidos de frutas tienen un índice de refracción considerablemente menor que el de la sacarosa, su concentración se determina comúnmente mediante análisis volumétricos y el valor para los grados Brix se

corrige a través de tablas. Es por esto que en los intercambios comerciales la medida se describe también como: °Brix ref. = Resultado de medición no corregido °Bx corr. = Resultado de medición tras la corrección ácida. (Kruss Optronic).

La cantidad de azúcar en la fruta es esencial, ya sea para consumo en fresco mejorando su sabor, como para la elaboración de ciertos productos, ya que las normativas exigen que se mantenga un contenido de sólidos de azúcar determinado.

REACTIVOS Y MATERIALES

Reactivos

- Agua des-ionizada

Materiales

- 100 gr de una fracción de la pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa.
- Refractómetro
- Beaker
- Gotero

AJUSTE DEL REFRACTOMETRO

Limpia y seca cuidadosamente la tapa y el prisma con un paño limpio antes del ajuste del equipo, para remover partículas, se colocan 1 o 2 gotas de agua des-ionizada en el prisma para su calibración. Si el límite claro / oscuro no se encuentra en 0%, ajustar el equipo con ayuda del tornillo de calibración.

Quedando el equipo ajustado para la toma de grados Brix (°Bx) de la muestra.

PROCEDIMIENTO PARA MEDIR GRADOS °BRIX (°Bx)

1. Tomar 100 gr de la muestra.
2. Dejar caer mediante un gotero 1 o 2 gotas de una fracción de la pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa en el prisma de tal manera que la muestra lo cubra, tapar.
3. Realizar la medición de los grados Brix (°Bx).
4. Tomar la lectura obtenida.
5. Abrir la tapa, limpiar el prisma con ayuda de un paño y agua des-ionizada, luego secar.
6. Realizar el mismo procedimiento por triplicado y 7. Correlacionar de datos.

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA DE LA (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) GULUPA

OBJETIVO

Determinar la densidad relativa en una fracción de la pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa, por medio del picnómetro, bajo temperatura controlada y tomando como referencia la masa y la densidad relativa del agua destilada.

FUNDAMENTO

La Densidad Relativa o masa específica de una sustancia se define como la masa de su unidad de volumen [g/ml] y se determina por peso. La densidad relativa depende de la temperatura y la presión. Aunque la temperatura debe especificarse junto con la densidad relativa, la presión no es necesaria en el caso de líquidos y sólidos porque son prácticamente incompresibles. En la práctica, en lugar de la densidad relativa se determina el denominado cociente de peso sumergido, que se obtiene dividiendo el peso sumergido de la muestra a investigar por el de la sustancia de referencia que generalmente es agua en presencia de aire. El valor obtenido se expresa como índice adimensional conocido como densidad relativa.

La densidad relativa se midió con un picnómetro, que relaciona la masa de un volumen determinado de muestra a 20 °C y la masa del mismo volumen de agua destilada a la misma temperatura.

El Picnómetro es un instrumento sencillo utilizado para determinar la precisión de la Densidad Relativa de líquidos. Su característica principal es la de mantener un volumen fijo al colocar diferentes líquidos en su interior. Esto sirve para comparar las densidad relativa es de dos líquidos pesando el picnómetro con cada líquido por separado y comparando sus masas. Es usual comparar la Densidad Relativa de un líquido respecto a la Densidad Relativa del agua pura a una temperatura determinada, por lo que al dividir la masa de un líquido dentro del picnómetro respecto de la masa correspondiente de agua, obtendremos la densidad relativa del líquido respecto a la del agua a la temperatura de medición. El Picnómetro es muy sensible a los cambios de concentración de sales en el agua, por lo que se usa también para determinar la salinidad del agua.

REACTIVOS Y MATERIALES

Materiales

- Muestras fracción de la pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa.
- Picnómetro
- Termómetro graduado de 0 °C a 100 °C, dividido en quintos o décimos de grados para determinar temperaturas entre 10 °C y 30 °C.
- Material de laboratorio
- Baño de maría, con regulador de temperatura con precisión de ± 0.2 °C.
- Balanza analítica con sensibilidad de 0.0001 g.

Reactivos:

- Agua destilada.
- Fracción de pulpa de fruta

PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA DENSIDAD RELATIVA RELATIVA

(A) Densidad Relativa del Agua

- 1 Calibrar la balanza mediante el tornillo de contrapeso
- 2 Medir la masa del picnómetro vacío, este debe estar limpio y totalmente seco.
- 3 Llenar completamente de agua destilada utilizando una jeringa o una pipeta milimetrada, introducir termómetro para medir temperatura, registrar dato, ajustar temperatura en el baño de maría a 20 °C, colocar tapón. Al colocarlo, parte del líquido se derramará y por lo tanto deberá secar perfectamente el recipiente y el tapón por fuera. Si queda líquido en las paredes externas provocará error en la medición.
- 4 Medir la masa del picnómetro lleno de agua destilada
- 5 Quitar el tapón al picnómetro y sin vaciarlo, volver a llenar completamente. Colocar el tapón, secar bien por fuera y medir su masa.
- 6 Realizar el mismo procedimiento por triplicado.
- 7 Realizar operación matemática.

$$V_P = \frac{m_w}{\rho_w} = \frac{m_{p+w} - m_p}{\rho_w} \quad \text{Ec. (8) en donde:}$$

m_w = masa del Agua

ρ_w = Densidad Relativa del Agua

m_p = masa del picnómetro

Registrar los datos en la tabla a continuación.

Tabla de datos experimentales para el cálculo de la Densidad Relativa del agua pura.

No. de Muestras del Agua pura	(m_p)	m_{p+w}	$\frac{m_{p+w} - m_p}{\rho_w}$	Densidad Relativa g/ml a 20 °C
M ₁				
M ₂				
M ₃				

(B) Densidad Relativa de una fracción de la pulpa de (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa

- 1 Calibrar la balanza mediante el tornillo de contrapeso
- 2 Medir la masa del picnómetro vacío, este debe estar limpio y totalmente seco.
- 3 Llenar completamente de la fracción de la pulpa de la fruta utilizando una jeringa o una pipeta milimetrada, ajustar temperatura en baño de maría a 20 °C y enseguida colocar tapón. Al colocarlo, parte del líquido se derramará y por lo tanto deberá secar perfectamente el recipiente y el tapón por fuera. Si queda líquido en las paredes externas provocará error en la medición.
- 4 Pesarse el picnómetro con la fracción de la pulpa de gulupa. (medir su masa).
- 5 Registrar datos
- 6 Lavar el picnómetro con agua destilada, secar muy bien, tapar y medir su masa nuevamente.
- 7 Registrar datos

- 8 Retirar el tapón, llenar con la muestra, tapar nuevamente, secar muy bien el excedente del líquido.
- 9 Realizar el mismo procedimiento por triplicado.
- 10 Registrar datos en la tabla
- 11 Realizar operación matemática.

$$\rho_M = \frac{m_{p+M} - m_p}{m_{p+w} - m_p} * \rho_W \quad \text{Ec. (9)}$$

En donde:

ρ_M : La Densidad Relativa de la Muestra

M : Muestra fracción de la pulpa de gulupa

m_p : Masa del picnómetro

w : Agua

ρ_w : Densidad Relativa del Agua

Registre los datos en la tabla a continuación:

Tabla Datos Experimentales para el cálculo de la Densidad Relativa de las diferentes muestras en una fracción de la pulpa de (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa

No. de Muestras de fracción de la pulpa	(m_p)	m_{p+M}	$\frac{m_{p+M} - m_p}{m_{p+w} - m_p}$	ρ_M g/ml a 20 °C
M ₁				
M ₂				
M ₃				

*b.h: Resultados expresados en Base Húmeda

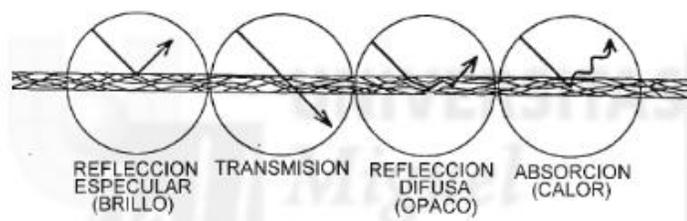
DETERMINACION DE COLOR EN LA (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) GULUPA

OBJETIVO

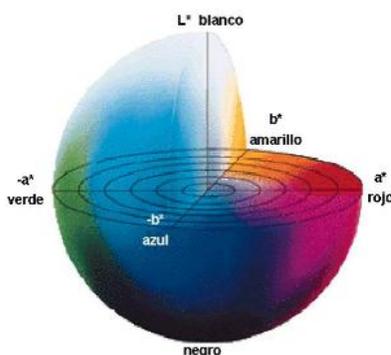
Determinar el comportamiento de la luz en una fracción de la pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa.

FUNDAMENTO

Para establecer los valores o coordenadas de color en un alimento se deben tener en cuenta tanto la luz como el tipo de objeto. El alimento puede absorber, transmitir, reflejar y dispersar. Por otra parte, los alimentos pueden ser opacos, translúcidos, transparentes.



El sistema más utilizado para establecer el color es el sistema de coordenadas CIELab ya que el espacio CIELAB está adaptado también como norma UNE, y en él se definen unas magnitudes colorimétricas que se derivan matemáticamente de los valores tri-estímulo y pueden considerarse una respuesta de los observadores patrones a un estímulo luminoso. Tratando de imitar a los observadores reales, estas respuestas se hacen depender del tipo de estímulo y del blanco de referencia. Se define una serie de coordenadas: a^* , b^* y L, C y H



El espacio de color $L^*a^*b^*$, también referido como CIELAB, es actualmente uno de los espacios de color más populares y uniformes usado para evaluar el color de un objeto. Este espacio de color es ampliamente usado porque correlaciona los valores numéricos de color consistentemente con la percepción visual humana. Investigadores y fabricantes lo usan para evaluar los atributos de color, identificar inconsistencias, y expresar precisamente sus resultados a otros en términos numéricos.

El Lenguaje Universal: Expresando el Color Usando Coordenadas $L^*a^*b^*$

El color corresponde a una percepción e interpretación subjetiva. Dos personas mirando un mismo objeto pueden usar puntos de referencia distintos y expresar el mismo color con una gran variedad de palabras diferentes, llevando a confusión y falta de comunicación internamente o a través de la cadena de abastecimiento. Para evitar esto y asegurar que una muestra cumpla con el estándar, el color debe ser expresado en términos numéricos y objetivos.

Cuando se clasifican los colores, se los puede expresar en términos de matiz (color), luminosidad (brillo) y saturación (vividez). Al crear escalas para éstos atributos, podemos expresar en forma precisa el color.

El espacio de color $L^*a^*b^*$ fue modelado en base a una teoría de color oponente que establece que dos colores no pueden ser rojo y verde al mismo tiempo o amarillo y azul al mismo tiempo. Como se muestra a continuación, L^* indica la luminosidad y a^* y b^* son las coordenadas cromáticas.

L^* =luminosidad

a^* = coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde)

b^* = coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul)

Los instrumentos de medición de color, incluyendo espectrofotómetros y colorímetros, pueden cuantificar éstos atributos de color fácilmente. Ellos determinan el color de un objeto dentro del espacio de color y muestran los valores para cada coordenada L^* , a^* , y b^* .

REACTIVOS Y MATERIALES

Reactivos

- Ninguno

Materiales

- Muestras de una fracción de pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa
- Capsula de porcelana
- Equipo para medir color (colorímetro)

PROCEDIMIENTO PARA MEDIR COLOR

1. Tomar la muestra de una fracción de pulpa de (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa
2. Agregar la muestra con pipeta en la capsula hasta llenar un poco más arriba de la mitad.
3. Prender el quipo (colorímetro).
4. Realizar la medición del color colocando la punta circular ubicada en una de las bases del equipo sobre la muestra y esperar unos segundos que marquen en la pantalla del equipo los datos.
5. Tomar la lectura obtenida y registrar los datos.
6. Sacar la muestra, limpiar si se ha derramado algo con ayuda de un paño limpio y seco.
7. Realizar el mismo procedimiento por triplicado.

DETERMINACION DE LA ACTIVIDAD ACUOSA (A_w) EN LA (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) GULUPA

OBJETIVO

Determinar la actividad acuosa en una fracción de la pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa.

FUNDAMENTO

Actividad acuosa (denominada también «actividad de agua») se define como la relación que existe entre la presión de vapor de un alimento dado en relación con la presión de vapor del agua pura a la misma temperatura. Se denomina por regla general como a_w del idioma inglés Water activity, a_w). La actividad acuosa es un parámetro estrechamente ligada a la humedad del alimento lo que permite determinar su capacidad de conservación, de propagación microbiana, etc. La actividad acuosa de un alimento se puede reducir aumentando la concentración de solutos en la fase acuosa de los alimentos mediante la extracción del agua (liofilización) o mediante la adición de nuevos solutos. La actividad acuosa junto con la temperatura, el pH y el oxígeno son los factores que más influyen en la estabilidad de los productos alimenticios.

La actividad de agua es uno de los factores intrínsecos que posibilitan o dificultan el crecimiento microbiano en los alimentos. Por ello la medición de la actividad de agua es importante para controlar dicho crecimiento.

La actividad de agua (a_w) se mide en valores de 0 a 1, el agua tiene una a_w de 1 y la mayoría de los alimentos está dentro de un rango entre 0,2 y 0,99. Cuanto más bajo sea el valor de a_w , significará que tiene menor cantidad de agua disponible para el desarrollo microbiano y por tanto será considerado como menos perecedero

REACTIVOS Y MATERIALES

Reactivos

- Ninguno

Materiales

- Muestras de una fracción de pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) Gulupa.
- Capsula de porcelana

- Equipo para medir actividad acuosa

AJUSTE DEL MEDIDOR DE ACTIVIDAD ACUOSA

Limpiar y secar cuidadosamente la tapa donde se introduce la capsula con la muestra, prender el equipo y ajustar a una temperatura aproximada de 25 °C.

PROCEDIMIENTO PARA MEDIR ACTIVIDAD ACUOSA (A_w)

1. Tomar la muestra de una fracción de pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa.
2. Agregar mediante una pipeta la muestra en la capsula hasta llenar un poco más arriba de la mitad.
3. Introducir la capsula en el equipo.
4. Realizar la medición de la actividad acuosa
5. Tomar lectura obtenida y registrar los datos.
6. Abrir la tapa, sacar la muestra, limpiar si se ha derramado algo con ayuda de un paño y agua des-ionizada, luego secar.
7. Realizar el mismo procedimiento por triplicado.

DETERMINACION DE CENIZAS EN LA (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) GULUPA

OBJETIVO

Determinar cenizas en una fracción de pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa.

FUNDAMENTO

La determinación de cenizas es referida como el análisis de residuos orgánicos que quedan después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica de un alimento. Es esencial el conocimiento básico de las características de varios métodos para analizar cenizas, así como el equipo para llevarlo a cabo para garantizar resultados confiables. Existen tres tipos de análisis de cenizas: cenizas en seco para la mayoría de las muestras de alimentos; cenizas húmedas (Por Oxidación) para muestras con alto contenido de grasas (Carnes y Productos Cárnicos) como método de preparación de la muestra para análisis elemental y análisis simple de cenizas de plasma en seco a baja temperatura para la preparación de muestras cuando se llevan a cabo análisis de volátiles elementales.

La ceniza remanente es el residuo inorgánico y la medición de la ceniza total es útil en el análisis de alimentos, ya que se pueden determinar diversos minerales contenidos en la muestra. Algunos errores y dificultades involucrados en la determinación de cenizas en seco son: la pérdida de ceniza debido al cambio gradual en las sales minerales con el calor, como el cambio de Carbonatos a Óxidos; adhesión con las muestras con un contenido alto de azúcares, lo cual pueden ocasionar pérdida de la muestra y fusión del carbón partes oxidadas atrapadas de la muestras.

REACTIVOS Y MATERIALES

Reactivos

- Ninguno

Materiales

- Muestras de una fracción de pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa.
- Crisol de porcelana
- Mufla
- Balanza
- Desecador de vidrio
- Pinzas metálicas
- Cuchara metálica

ESTANDARIZACION DE LA MUFLA

Limpiar la parrilla donde se introduce el crisol con la muestra, prender el equipo y ajustar a una temperatura aproximada entre 550 y 650 °C.

PROCEDIMIENTO PARA OBTENER CENIZA

1. Colocar a masa constante un crisol de porcelana, perfectamente limpio introduciéndolo a la mufla a 550 °C aproximadamente, durante una hora.
2. Extraer el crisol de la mufla, pasarlo al desecador y dejar enfriar hasta temperatura ambiente.
3. Determinar la masa del crisol en balanza analítica y registrar el dato.
4. Tomar la muestra de una fracción de la pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa, con ayuda de una cuchara metálica y agregamos dos (2) cucharadas la muestra en el crisol.
5. Determinar la masa del crisol con la muestra en balanza analítica y registrar el dato.
6. Introducir el crisol, con la muestra a la mufla a temperatura aproximada de entre 550 °C y 650 °C aproximadamente, durante dos horas.
7. Extraer el crisol de la mufla e introducirlo al desecador y dejar enfriar hasta temperatura ambiente.
8. Determinar la masa del crisol y de la muestra calcinada en balanza analítica y registrar el dato.

9. Realizar el mismo procedimiento por triplicado.

10. Realizar operación matemática

EXPRESION PARA HALLAR RESULTADOS

$$\mathbf{Cenizas \% = \frac{C-A}{B-A} X 100} \quad \mathbf{Ec.(10)}$$

Dónde:

A= masa del crisol vacío en gramos

B= masa del crisol y la muestra en gramos

C= masa del crisol y la muestra calcinada en gramos

DETERMINACION DE MINERALES EN LA (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) GULUPA

OBJETIVO

Determinar minerales en una fracción de la pulpa de (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa.

FUNDAMENTO

Los minerales y elementos traza son esenciales para una amplia gama de funciones metabólicas en el cuerpo humano. Las deficiencias de minerales y elementos traza pueden producir severos daños en la salud. Los alimentos juegan un rol clave al suministrar estos nutrientes para su consumo por los seres humanos. Los datos sobre el contenido de minerales y elementos traza de los alimentos son críticos para las personas involucradas en investigación epidemiológica y patrones de enfermedades, evaluación de la salud y estado nutricional de individuos y poblaciones y el comercio nacional e internacional de los alimentos.

Los datos de composición de alimentos son en la actualidad inadecuados. Existen grandes brechas en los datos disponibles en relación a lo que contienen los alimentos y existe muy poca información sobre la variabilidad de los componentes alimentarios. Por lo tanto, es esencial revisar y completar la información existente sobre el contenido de minerales y elementos traza en los alimentos para las tablas de composición de alimentos.

La mayoría de los métodos espectroscópicos para la determinación de metales traza requieren de una mineralización de la muestra para remover la materia orgánica de los alimentos. El método más frecuentemente utilizado para la mineralización de las muestras de alimentos es la calcinación ya sea por vía seca o, por vía húmeda con agentes oxidantes. La vía húmeda puede realizarse en vasos abiertos o sistemas cerrados bajo presión.

La calcinación vía seca en una mufla tiene la ventaja de que no se necesitan reactivos o sólo se requiere una pequeña cantidad de ellos; el rendimiento de muestras es alto y se requiere sólo instrumental simple. Por lo general, las muestras son calentadas a 500-550°C en crisoles de sílica o de platino. La técnica no es adecuada para elementos volátiles (por ejemplo Se, Hg) los cuales se pierden durante la calcinación. Generalmente, la técnica puede

utilizarse para el análisis de metales tales como Na, K, Mg, Ca, Fe, Cu y Zn aunque se ha informado ocasionalmente pérdidas de estos elementos.

REACTIVOS Y MATERIALES

Reactivos

- Ácido nítrico
- Ácido Clorhídrico

Materiales

- Muestras calcinada (cenizas) de una fracción de pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa
- Espectrofotómetro de absorción atómica
- Centrifuga
- Pipeta aforada de 50 ml
- Balón aforado de 50 ml

PREPARACION DE LA MUESTRA

Se preparó una dilución de ácido HNO₃ al 5% y HCl al 5% y se adiciono a las cenizas obtenidas en relación 1:1, se centrifugo por espacio de 20 minutos, se tomó una fracción de la muestra de la parte superior del tubo de centrifuga y se afora a 50 ml, para la determinación de minerales.

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINACION DE MINERALES

1. Se coloca una muestra del producto obtenido en la celda dentro del equipo, se efectúa el corrido de la muestra hasta obtener la lectura.
2. Realizamos el mismo procedimiento por triplicado.

DETERMINACION DE FENOLES TOTALES EN LA (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) GULUPA POR EL METODO FOLIN-CIOCALTEU

OBJETIVO

Determinar Fenoles Totales en una fracción de pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa por el método Folin-Ciocalteu.

FUNDAMENTO

Los compuestos fenólicos son sustancias orgánicas ampliamente distribuidas en el reino vegetal. Se sintetizan como metabolitos secundarios con funciones de defensa, y son en gran medida responsables de las propiedades del color, la astringencia y el flavor (sabor y aroma) de los vegetales. Se encuentran en las verduras y frutas. Su estructura química es propicia para secuestrar radicales libres (Kuskoski et al., 2005).

REACTIVOS Y MATERIALES

Reactivos

- Reactivo Folin-Ciocalteu
- Carbonato de Sodio 7.5 % Na_2CO_3
- Ácido gálico $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_5$ – solución patrón
- Agua destilada

Materiales

- Muestras de una fracción de pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa
- Filtros
- Celdas de cuarzo
- Frascos de vidrio de 10 ml
- Centrifuga

PROCEDIMIENTO

1. Filtración de la muestra
2. Se toman 20 μl de la muestra filtrada de una fracción de la pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa.

Se toman: 180 μl de agua destilada, 800 μl bicarbonato de sodio Na_2CO_3 al 7.5 %, 1000 μL de reactivo Folin-Ciocalteu (dilución 1/10), Esperar 2 minutos (desarrollo del color).

Hacer un blanco siguiendo el mismo procedimiento, substituyendo la muestra por 100 μL de la solución en la que se encuentra extraída.

Homogenizar los tubos e incubar por 60 minutos a temperatura ambiente. Después de la incubación hacer las lecturas de las absorbancias a 765 nm, cerrando el equipo con el blanco.

SOLUCIONES

1. Solución de Carbonato de Sodio (Na_2CO_3) 7.5 %
2. Pesar 7.5 gramos de carbonato de sodio y disolver en aproximadamente 80 mL de agua destilada. Transferir a un balón volumétrico de 100 mL, completar a volumen, homogenizar y almacenar.
3. Solución patrón de ácido gálico.
4. Pesar 10 mg de ácido gálico y disolver en aproximadamente 80 mL de solución de etanol. Transferir para un balón volumétrico de 100 mL, completar a volumen, homogenizar y almacenar.

CALCULOS.

Para la determinación del poder reductor será utilizada una curva patrón con ácido gálico.

Tabla 1. Curva patrón ácido gálico.

Tubos	Ácido gálico 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$	Solución de Etanol	Reactivo de Folin-Ciocalteu (1/10)	Carbonato de Sodio 7.5%	Absorbancias 760 nm
Blanco	-	100 μL			
1	5 μL	95 μL			
2	10 μL	90 μL			
3	20 μL	80 μL			
4	30 μL	70 μL	1000 μL	800 μL	
5	40 μL	60 μL			
6	50 μL	50 μL			
7	60 μL	40 μL			

Los resultados serán expresados en mg de ácido gálico por 100 mL de muestra.

DETERMINACION DE FLAVONOIDES EN LA (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) GULUPA POR MEDIO TRICLORURO DE ALUMINIO (AlCl₃)

OBJETIVO

Determinar flavonoides en una fracción de pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa por medio tricloruro de Aluminio (AlCl₃)

FUNDAMENTO

Los flavonoides son pigmentos naturales presentes en los vegetales y que protegen al organismo del daño producido por agentes oxidantes, como los rayos ultravioletas, la polución ambiental, sustancias químicas presentes en los alimentos, etc. El organismo humano no puede producir estas sustancias químicas protectoras, por lo que se debe obtener mediante la alimentación o en forma de suplementos.

REACTIVOS Y MATERIALES

Reactivos

- ✓ Etanol 96%
- ✓ Agua des-ionizada
- ✓ Solución de AlCl₃
- ✓ Quercetina (C₁₅H₁₀O₇)

Materiales

- Muestras de una fracción de pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa.
- Balanza
- Frascos de vidrio
- Celdas de Cuarzo
- Espectrofotómetro UV-Vis
- P H-metro
- Macropipeteador

PROCEDIMIENTO

Preparar los tubos siguiendo la tabla de abajo, realizar las muestras por triplicado:

Tubos	Muestra diluida	Diluyente de la muestra	Solución de Cloruro de Aluminio al 2%	Etanol Absoluto
Blanco	-	50 µL	50 µL	1150 µL
1	50 µL	-	50 µL	1150 µL

Homogenizar los tubos e incubar por 40 minutos a temperatura ambiente protegiendo los de la luz. Cerrar el espectrofotómetro con el blanco a una longitud de onda de 415 nm y realizar la corrida de las muestras para la obtención de las lecturas de la absorbancia.

Curva Patrón:

Preparar 7 tubos siguiendo la tabla de abajo, realizando los ensayos con la solución de Quercetina (C₁₅H₁₀O₇), muestra 300 µg/ml por triplicado

Tubos	Concentración de Quercetina (µg/ml)	Solución de Quercetina 300 µg/ml	Diluyente de la muestra	Solución del Cloruro de Aluminio 2%	Etanol Absoluto
Blanco	0	-	50 µL	50 µL	1150 µL
1	0,6 µg/mL	2,5 µL	47,5 µL	50 µL	1150 µL
2	1,2 µg/mL	5 µL	45 µL	50 µL	1150 µL
3	2,4 µg/mL	10 µL	40 µL	50 µL	1150 µL
4	4,8 µg/mL	20 µL	30 µL	50 µL	1150 µL
5	7,2 µg/mL	30 µL	20 µL	50 µL	1150 µL
6	9,6 µg/mL	40 µL	10 µL	50 µL	1150 µL

Preparación de las Soluciones:

✓ Solución de Cloruro de Aluminio al 2 %

Pesar 2 gramos de cloruro de Aluminio y disolver en aproximadamente 80 mL de etanol absoluto. Transferir para un balón volumétrico de 100 mL y completar con etanol absoluto, homogeneizar y almacenar.

✓ Solución muestra de Quercetina

Pesar 15 mg de Quercetina y disolver en aproximadamente 40 mL de metanol. Transferir para un balón volumétrico de 50 mL, completar el volumen y homogeneizar (Concentración de la muestra 300 µg/mL). Utilizar día de la realización de la prueba.

Referente: Miliauskas, G.; Venskutonis, P.R.; van Beek, T.A. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. Food Chemistry, v. 85, p. 231–237, 2004.

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE TOTAL EN LA (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) GULUPA POR LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD REDUCTORA DE Fe⁺³: ENSAYO FRAP.

OBJETIVO

Determinar la actividad Antioxidante Total en una fracción de la pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) gulupa por medio del método FRAP.

FUNDAMENTO

La actividad antioxidante es la capacidad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa (por ejemplo, la peroxidación lipídica), de tal manera que un antioxidante actúa, principalmente, gracias a su capacidad para reaccionar con radicales libres y, por lo tanto, recibe el nombre de antioxidante terminador de cadena.

Con esta técnica se estima el potencial antioxidante de una muestra de acuerdo con su capacidad para reducir el Fe⁺³ presente en un complejo con la 2,4,6-tri (2-piridil)-s-triazina (TPTZ) hasta la forma ferrosa (Fe⁺²), que muestra un máximo de absorbancia a una longitud de onda entre 590 - 595 nm. Se llevó a cabo en un buffer de ácido acético-acetato de sodio (pH 3,4), que contenía TPTZ y cloruro de hierro (FeCl₃). Se utilizaron 900 µL de ésta solución, 50 µL de muestra y 50 µL de la solución buffer. Luego de 30 min de reacción se determinó la absorbancia a una longitud de onda de 590 nm. Para cada muestra se tuvo en cuenta la lectura de la absorbancia del blanco sin cromóforo. La curva de referencia se construyó con ácido ascórbico como patrón primario. La actividad de las muestras en estudio, se expresó como valor FRAP (g de ácido ascórbico por cada 100 g de muestra).

REACTIVOS Y MATERIALES

Reactivos

- Reactivo FRAP
- Ácido Clorhídrico (HC)
- Agua des-ionizada
- Solución de TPTZ (2, 4, 6-tripiridyl-s- triazine)
- Solución de FeCl₃
- Solución de Trolox 500 µM

Materiales

- Muestras de fracción de la pulpa de gulupa (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*)
- Balanza
- Frascos de vidrio
- Celdas de Cuarzo
- Espectrofotómetro U.V. vis
- pH-metro
- Micropipeteador

1. PROCEDIMIENTO:

Preparar los tubos siguiendo la tabla de abajo, realizar muestras por triplicado:

Tubos	Recativo de FRAP	Solvente de la muestra	Muestra diluida
Blanco	950 μ L	50 μ L	-
1	950 μL	-	50 μL

Homogenizar los tubos e incubar en baño de maría a 37 °C, durante 30 minutos. Correr las muestras para obtener las lecturas de absorbancia a una longitud de onda de 593 nm en el espectrofotómetro e introducir el blanco, cerrar el equipo para realizar lecturas.

2. Curva Patrón

Preparar 7 tubos, teniendo en cuenta la siguiente tabla:

Tubos	Concentración Trolox (μ M)	Reactivo FRAP	Solvente	Solución Trolox 500 μ M
1	0	950 μ L	50 μ L	-
2	2,5 μM	950 μ L	45 μ L	5 μL
3	5 μM	950 μ L	40 μ L	10 μL
4	7,25 μM	950 μ L	35 μ L	15 μL
5	10 μM	950 μ L	30 μ L	20 μL
6	12,5 μM	950 μ L	25 μ L	25 μL
7	15 μ M	950 μL	20 μL	30 μL

Homogenizar los tubos e incubar en baño de maría a 37 °C por 30 minutos. Pasado este tiempo, realizar las lecturas de absorbancia a una longitud de onda de 593 nm en el espectrofotómetro, introducir el blanco cerrando el equipo y realizar corridas de las muestras.

3. Soluciones

3.1 Reactivo FRAP

3.1.1 Tampón acetato 300 mM pH 3.6

Para preparar 1 litro de solución, pesar 3,1g de acetato de sodio, disolver en aproximadamente 800 ml de agua ultra pura y adicionar 16 ml de ácido acético glacial. Verificar el pH y ajustar si es necesario con ácido acético o HCl concentrado. Completar volumen para 1 litro con agua ultra pura. Guardar en la nevera.

3.1.2 Solución de HCl 40mM - PM = 36,46, p % = 36,5 % e d = 1,18

En un balón volumétrico de 250 ml que contiene agua ultra pura adicionar 0,8465 ml de HCl concentrado y completar volumen con agua ultra-pura.

3.1.3 Solución de TPTZ (2, 4, 6-tripirydil-s- triazine) 10 mM en HCl 40 mM

Pesar 0,0312g de TPTZ (PM 312,34) y disolver en 10 ml de ácido Clorhídrico 40 mM (usar el mismo día de la preparación).

3.1.4 Solución de FeCl₃. 6H₂O 20 mM (PM 270,30)

Pesar 0,0541g de FeCl₃.6H₂O y disolver para 10 mL de agua ultra pura (usar el mismo día de la preparación).

3.1.5 Reactivo de FRAP

*Preparar el reactivo de FRAP en la siguiente proporción 10:1:1, Tampón acetato 300 mM pH 3.6, Solución de TPTZ 10 mM e FeCl₃.6H₂O 20 mM respectivamente (usar el mismo día de la preparación).

3.1.6 Solución de Trolox 500 μM

Pesar 0,0063g de Trolox y disolver en 50 mL de solvente. Almacenar en frasco oscuro (usar el mismo día de la preparación).

Referentes:

Benzie, I. F. F. and Strain, J.J. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, 239, p. 70–76, 1996.

Thaiponga, K.; Boonprakoba, U.; Crosbyb, K.; Cisneros-Zevallosc, L.; Byrneg, D. H. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis* 19, 669–675, 2006.

DETERMINACION DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE TOTAL EN LA (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) GULUPA POR EL METODO ABTS•+

OBJETIVO

Determinar la actividad Antioxidante Total en una fracción de la pulpa de la (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) por medio del método ABTS.

FUNDAMENTO

El protocolo se basa en la capacidad de los compuestos antioxidantes para atrapar el radical catiónico ABTS•+, al donar un electrón o un protón, lo que causa la decoloración del radical, el cual se genera por la reacción de oxidación del ABTS (3,5 mM) con persulfato de potasio ($K_2S_2O_8$) (1,25 mM). Después de 24 h de reacción se ajustó la absorbancia con buffer fosfato pH 7,4 hasta 0,7 unidades, a una longitud de onda de 732 nm. Para la evaluación se adicionaron 990 μ L de la solución ABTS con 10 μ L de la solución muestra. La mezcla de reacción se dejó en reposo y en oscuridad por 30 min. Posteriormente se midió la absorbancia a 732 nm. Los resultados se expresaron como valores de TEAC (capacidad antioxidante equivalente al Trolox[®]) (μ mol de Trolox[®]/100 g de fruto fresco), mediante la construcción de una curva patrón con varias concentraciones de antioxidante Trolox[®].

REACTIVOS

- Persulfato de potasio ($K_2S_2O_8$)
- Buffer fosfato pH 7,4
- solución ABTS ((2,2'azino-bis-(3-etilbenzotiazolin 6-ácido sulfónico)
- Solución de Trolox 500 μ M
- Agua desionizada
- Persulfato de amonio ($(NH_4)_2S_2O_8$)

MATERIALES

- Muestras de fracción de pulpa de gulupa.
- Balanza

- Frascos de vidrio
- Celdas de Cuarzo
- Espectrofotómetro UV-Vis
- pH-metro
- Macropipeteador

1. PROCEDIMIENTO

1.1 MUESTRA

Preparar 7 tubos, de acuerdo a la tabla de abajo (realizar los ensayos por triplicado):

Tubos	Radical ABTS ⁺ en etanol absoluto	Diluyente de la muestra	Muestra diluida
Blanco	950 µL	50 µL	-
1	950 µL	45 µL	5 µL
2	950 µL	40 µL	10 µL
3	950 µL	30 µL	20 µL
4	950 µL	25 µL	25 µL
5	950 µL	20 µL	30 µL
6	950 µL	10 µL	40 µL

Adicionar los reactivos, homogenizar cada tubo de ensayo. Cerrar el espectrofotómetro a una longitud de onda de 750 nm con etanol absoluto y leer las absorbancias del blanco. Incubar los tubos por 6 minutos a temperatura ambiente protegidos de la luz y leer las absorbancias de todos los tubos.

1.2 CURVA PATRÒN DE TROLOX

Preparar 6 tubos, aplicando la tabla siguiente (realizar los ensayos por triplicado):

Tubos	Concentración Trolox (µM)	Radical ABTS ⁺ en etanol absoluto	Diluyente de la muestra	Solución Trolox 500 µM
Blanco	0	950 µL	50 µL	-
1	2,5 µM	950 µL	45 µL	5 µL
2	5 µM	950 µL	40 µL	10 µL
3	10 µM	950 µL	30 µL	20 µL
4	12,5 µM	950 µL	25 µL	25 µL
5	15 µM	950 µL	20 µL	30 µL
6	17,5 µM	950 µL	15 µL	35 µL

Adicionar los reactivos, homogenizar cada tubo de ensayo. Cerrar el espectrofotómetro a una longitud de onda de 750 nm con etanol absoluto y leer las absorbancias del blanco.

Incubar los tubos por 6 minutos a temperatura ambiente y protegerlos de la luz y leer las absorbancias de todos los tubos.

2. Soluciones

2.1. Solución contenido Radical ABTS^{•+} (Concentración ABTS 7mM y persulfato de amonio 2,45 mM)

Para obtención del radical ABTS^{•+} pesar 0,096g de ABTS ((2,2'azino-bis-(3-etilbenzotiazolin 6-ácido sulfônico)), disolver en 10 mL de agua ultra pura. Posteriormente pesar 0,0140g de persulfato de potasio, disolver en 10 mL de agua ultra pura, juntar los dos volúmenes y completar a 25 mL. Dejar en agitación constante en un lugar oscuro por 16 horas.

Para realizar la prueba, la solución del radical ABTS^{•+} deberá ser diluida en etanol absoluto y corroborar que la absorbancia leída a una longitud de onda de 750 nm este entre 0,7000 e 0,7500.

2.2. Solución de Trolox 500 µM

Pesar 0,0063g de Trolox y disolver en 50 mL de etanol absoluto. Almacenar en frasco oscuro.

Referente:

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; MIN YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v.26, p.1231–1237, 1999.

Anexo E Parámetros Fisicoquímicos asociados a las muestras del cultivo No 1 (lote No. 2) de una fracción de pulpa de gulupa colectada en la región de Anaime - Municipio de Cajamarca – Tolima.

Muestra	H	a_w	pH	ATT	G	SST	δ	Sf
	g/100g	Unidades	Unidades	meq/kg	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g
1	80,6 (0,06)	0,96 (0,00)	2,92 (0,00)	4,26 (0,14)	4,43 (0,07)	15,1 (0,35)	1,08 (0,00)	0,38 (0,00)
2	80,8 (0,10)	0,96 (0,02)	2,96 (0,00)	4,30 (0,10)	3,76 (0,00)	14,4 (0,14)	1,08 (0,00)	0,45 (0,00)
3	79,5 (0,09)	0,98 (0,00)	2,93 (0,03)	4,22 (0,04)	4,16 (0,04)	15,7 (0,14)	1,09 (0,01)	0,40 (0,00)
4	79,3 (0,03)	0,99 (0,00)	2,91 (0,00)	5,29 (0,39)	3,23 (0,04)	15,9 (0,28)	1,09 (0,01)	0,45 (0,00)
5	78,9 (0,04)	0,98 (0,00)	2,89 (0,03)	4,67 (0,08)	4,28 (0,04)	15,9 (0,00)	1,09 (0,00)	0,37 (0,00)
6	81,2 (0,02)	0,97 (0,00)	2,92 (0,01)	4,11 (0,03)	4,04 (0,06)	14,4 (0,07)	1,08 (0,00)	0,33 (0,00)
7	79,0 (0,00)	0,96 (0,00)	2,88 (0,00)	4,08 (0,02)	4,02 (0,00)	16,2 (0,35)	1,08 (0,01)	0,36 (0,00)
8	78,9 (0,06)	0,96 (0,00)	2,92 (0,02)	3,79 (0,02)	4,00 (0,05)	16,2 (0,35)	1,08 (0,01)	0,28 (0,00)
9	78,8 (0,02)	0,96 (0,00)	2,91 (0,02)	4,03 (0,00)	3,99 (0,10)	16,6 (0,78)	1,08 (0,00)	0,35 (0,00)
10	78,8 (0,08)	0,97 (0,00)	2,84 (0,03)	4,56 (0,02)	4,27 (0,02)	15,2 (0,71)	1,08 (0,00)	0,36 (0,00)
PROM	79,6 (0,91)	0,97 (0,01)	2,91 (0,03)	4,33 (0,42)	4,02 (0,33)	15,5 (0,79)	1,08 (0,01)	0,37 (0,05)

H= humedad; a_w = Actividad de agua; pH= Potencial de hidrogeno; ATT= Acidez total titulable; G= Conductividad eléctrica; SST= Solidos solubles totales; δ = Densidad Relativa; Sf= cenizas;

Anexo F Parámetros Fisicoquímicos asociados a las muestras del cultivo No 2 (lote No. 3) de una fracción de pulpa de gulupa colectada en la región de Anaime - Municipio de Cajamarca – Tolima.

<i>Muestra</i>	H	a_w	<i>pH</i>	ATT	G	SST	δ	Sf
	g/100g	Unidades	Unidades	meq/kg	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g
1	79,2 (0,37)	0,97 (0,00)	2,82 (0,02)	3,13 (0,03)	4,17 (0,18)	16,0 (0,00)	1,08 (0,01)	0,41 (0,10)
2	79,5 (0,36)	0,98 (0,00)	2,78 (0,02)	3,20 (0,05)	4,10 (0,02)	15,0 (0,07)	1,08 (0,00)	0,45 (0,05)
3	78,6 (0,15)	0,99 (0,00)	2,79 (0,01)	3,45 (0,13)	4,05 (0,03)	16,1 (0,07)	1,08 (0,00)	0,40 (0,02)
4	78,7 (0,10)	0,98 (0,00)	2,77 (0,00)	3,23 (0,00)	3,97 (0,05)	16,1 (0,00)	1,09 (0,00)	0,39 (0,00)
5	79,8 (0,13)	0,99 (0,00)	2,77 (0,02)	3,59 (0,08)	4,44 (0,00)	14,7 (0,07)	1,08 (0,00)	0,44 (0,05)
6	78,4 (0,01)	0,98 (0,00)	2,75 (0,00)	3,43 (0,05)	4,00 (0,02)	16,1 (0,07)	1,08 (0,00)	0,45 (0,00)
7	79,5 (0,17)	0,98 (0,00)	2,70 (0,02)	3,91 (0,02)	4,39 (0,02)	15,2 (0,57)	1,08 (0,00)	0,46 (0,04)
8	79,9 (0,05)	0,99 (0,00)	2,67 (0,01)	4,04 (0,03)	4,43 (0,00)	15,3 (0,57)	1,07 (0,00)	0,55 (0,00)
9	78,9 (0,02)	0,99 (0,00)	2,72 (0,00)	3,78 (0,00)	4,35 (0,00)	16,0 (0,00)	1,08 (0,00)	0,66 (0,23)
10	78,1 (0,06)	0,99 (0,00)	2,73 (0,05)	3,95 (0,03)	4,51 (0,00)	16,0 (0,07)	1,08 (0,00)	0,52 (0,16)
PROM	79,1 (0,61)	0,99 (0,00)	2,75 (0,05)	3,57 (0,33)	4,24 (0,20)	15,6 (0,56)	1,08 (0,00)	0,47 (0,11)

H= humedad; a_w = Actividad de agua; pH= Potencial de hidrogeno; ATT= Acidez total titulable; G = Conductividad eléctrica; SST= Solidos solubles totales; δ = Densidad Relativa; Sf= cenizas;

Anexo G Análisis de varianza (ANOVA) de los parámetros fisicoquímicos asociados a las muestras del cultivo No 1 (lote No 2) de una fracción de pulpa de gulupa, colectada en la Región de Anaimé, Municipio de Cajamarca-Tolima.

Parámetro	Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Humedad	Entre grupos	15,7739	9	1,75266	493,87	0,0000
	Intra grupos	0,0354881	20	0,00354881		
	Total (Corr.)	15,8094	29			
Actividad Acuosa (Aw)	Entre grupos	0,0018358	9	0,000203978	3,23	0,0408
	Intra grupos	0,000631	20	0,0000631		
	Total (Corr.)	0,0024668	29			
pH	Entre grupos	0,018845	9	0,00209389	5,74	0,0058
	Intra grupos	0,000365	20	0,000365		
	Total (Corr.)	0,022495	29			
Acidez Total Titulable ATT	Entre grupos	3,18687	9	0,354097	18,82	0,0000
	Intra grupos	0,188151	20	0,0188151		
	Total (Corr.)	3,37503	29			
Conductividad eléctrica	Entre grupos	2,01765	9	0,224183	86,72	0,0000
	Intra grupos	0,02585	20	0,002585		
	Total (Corr.)	2,0435	29			
Sólidos Solubles Totales SST	Entre grupos	10,2405	9	1,13783	7,09	0,0026
	Intra grupos	1,605	20	0,1605		
	Total (Corr.)	11,8455	29			
Densidad Relativa	Entre grupos	0,000289055	9	0,0000321173	0,84	0,6011
	Intra grupos	0,000384135	20	0,0000384135		
	Total (Corr.)	0,00067319	29			
Cenizas	Entre grupos	0,0464499	9	0,0051611	430,99	0,0000
	Intra grupos	0,000119751	20	0,0000119751		
	Total (Corr.)	0,0465697	29			

GI = grado de libertad

Anexo H Análisis de varianza (ANOVA) de los parámetros fisicoquímicos asociados a las muestras del cultivo No 2 (lote No 3) de una fracción de pulpa de gulupa, colectada en la Región de Anaime, Municipio de Cajamarca-Tolima.

Parámetro	Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Humedad	Entre grupos	6,81664	9	0,757404	21,39	0,0000
	Intra grupos	0,354139	20	0,0354139		
	Total (Corr.)	7,17078	29			
Actividad Acuosa (A_w)	Entre grupos	0,00087125	9	0,0000968056	7,90	0,0017
	Intra grupos	0,0001225	20	0,00001225		
	Total (Corr.)	0,00099375	29			
pH	Entre grupos	0,03612	9	0,00401333	160,05	0,0001
	Intra grupos	0,0025	20	0,0025		
	Total (Corr.)	0,03862	29			
Acidez Total Titulable ATT	Entre grupos	2,01048	9	0,223386	74,10	0,0000
	Intra grupos	0,030148	20	0,0030148		
	Total (Corr.)	2,04062	29			
Conductividad eléctrica	Entre grupos	0,748033	9	0,0831148	22,94	0,0000
	Intra grupos	0,0362255	20	0,00362255		
	Total (Corr.)	0,784259	29			
Solidos Solubles Totales SST	Entre grupos	5,3325	9	0,5925	8,91	0,0010
	Intra grupos	0,665	20	0,0665		
	Total (Corr.)	5,9975	29			
Densidad Relativa	Entre grupos	0,000288438	9	0,0000320487	0,87	0,5747
	Intra grupos	0,000366276	20	0,0000366276		
	Total (Corr.)	0,000654714	29			
Cenizas	Entre grupos	0,12062	9	0,0134022	1,45	0,2835
	Intra grupos	0,0921936	10	0,00921936		
	Total (Corr.)	0,212813	19			

GI = grado de libertad

Anexo I. Parámetros asociados a los minerales obtenidos en las muestras de una fracción de pulpa de gulupa cultivo No 1 (lote No 2), colectada en la Región de Anaime, Municipio de Cajamarca-Tolima.

MINERALES mg/Kg					
MUESTRA	SODIO (Na)	ZINC (Zn)	MAGNESIO (Mg)	POTASIO (K)	POTASIO/SODIO
1	3,70 (0,02) ^{bc}	13,6 (0,16) ^{ab}	21,6(0,18) ^{abc}	68,1 (0,18) ^b	18,4 (0,06) ^f
2	3,48 (0,03) ^b	11,4 (3,81) ^a	17,4 (5,42) ^a	49,5 (15,9) ^a	14,2 (4,44) ^{bcd}
3	3,81 (0,04) ^c	14,2 (0,88) ^{abc}	21,6 (1,09) ^{bc}	54,1 (2,67) ^a	14,2 (0,55) ^{abcd}
4	3,05 (0,26) ^a	14,2 (1,43) ^{abc}	20,1 (1,54) ^{ab}	50,0 (4,40) ^a	16,4 (0,03) ^{df}
5	3,48 (0,05) ^b	15,1 (0,47) ^{bc}	20,8 (0,42) ^{abc}	50,8 (1,51) ^a	14,6 (0,20) ^{bcd}
6	3,58 (0,04) ^{bc}	14,5 (0,10) ^{bc}	21,2 (0,11) ^{abc}	52,4 (0,62) ^a	14,6 (0,32) ^{bcd}
7	4,10 (0,08) ^d	16,7 (0,30) ^c	24,6 (0,20) ^c	48,8 (0,83) ^a	11,9 (0,04) ^{ab}
8	4,44 (0,12) ^f	14,7 (0,69) ^{bc}	21,7 (1,09) ^{bc}	48,1 (2,29) ^a	10,8 (0,82) ^a
9	4,26 (0,21) ^{df}	13,5 (0,70) ^{ab}	22,2 (1,11) ^{bc}	50,9 (2,77) ^a	11,9 (1,23) ^{abc}
10	3,43 (0,18) ^b	14,9 (0,21) ^{bc}	23,4 (0,52) ^{bc}	52,5 (0,99) ^a	15,3 (0,54) ^{cdf}
TOTAL	3,73 (0,42)	14,3 (1,66)	21,4 (2,32)	52,5 (6,87)	14,3 (2,44)

Anexo J. Análisis de varianza (ANOVA) de los minerales obtenidos en las muestras de una fracción de pulpa de gulupa cultivo No 1 (lote No 2), colectada en la Región de Anaime, Municipio de Cajamarca-Tolima.

MINERALES mg/Kg	Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
SODIO (Na)	Entre grupos	3,25828	9	0,362031	20,45	0,000
	Intra grupos	0,177007	20	0,0177007		
	Total (Corr.)	3,43529	29			
ZINC (Zn)	Entre grupos	33,441	9	3,71566	1,98	0,1511
	Intra grupos	18,7702	20	1,87702		
	Total (Corr.)	52,2111	29			
MAGNESIO (Mg)	Entre grupos	65,8877	9	7,32086	2,04	0,1417
	Intra grupos	35,9703	20	3,59703		
	Total (Corr.)	101,858	29			
POTASIO (K)	Entre grupos	598,927	9	66,5474	2,23	0,1141
	Intra grupos	298,805	20	29,8805		
	Total (Corr.)	897,732	29			
POTASIO/SODIO	Entre grupos	90,7948	9	10,0883	4,44	0,0145
	Intra grupos	22,7071	20	2,27071		
	Total (Corr.)	113,502	29			

Gl = grado de libertad

Anexo K. Parámetros asociados a los minerales obtenidos en las muestras de una fracción de pulpa de gulupa cultivo No 2 (lote No 3), colectada en la Región de Anaimé, Municipio de Cajamarca-Tolima.

MINERALES mg/Kg					
MUESTRA	SODIO (Na)	ZINC (Zn)	MAGNESIO (Mg)	POTASIO (K)	POTASIO/SODIO
1	3,67 (0,16) ^a	16,2 (0,56) ^b	16,9 (0,77) ^{abc}	68,1 (0,18) ^b	18,6 (0,88) ^e
2	4,09 (0,11) ^a	17,2 (0,42) ^b	16,1 (0,39) ^a	49,5 (16,0) ^a	12,2 (4,25) ^{bcd}
3	4,07 (0,08) ^a	17,7 (0,50) ^b	17,4 (0,42) ^{abc}	54,1 (2,67) ^a	13,3 (0,92) ^{cd}
4	3,47 (0,02) ^a	16,4 (0,08) ^b	18,8 (0,24) ^c	50,0 (4,40) ^a	14,4 (1,33) ^d
5	5,34 (0,50) ^{bc}	16,6 (0,46) ^b	18,8 (0,86) ^c	50,8 (1,51) ^a	9,55 (1,18) ^{ab}
6	7,22 (0,52) ^e	16,0 (1,48) ^{ab}	17,8 (1,21) ^{abc}	52,4 (0,62) ^a	7,28 (0,61) ^a
7	6,06 (0,15) ^{cd}	15,6 (0,86) ^{ab}	17,8 (1,00) ^{abc}	48,8 (0,83) ^a	8,10 (0,06) ^a
8	5,15 (0,73) ^b	14,0 (1,97) ^a	16,5 (2,04) ^{ab}	48,1 (2,29) ^a	9,46 (1,79) ^{ab}
9	6,59 (0,14) ^{de}	16,3 (1,05) ^b	18,3 (0,72) ^{bc}	50,9 (2,77) ^a	7,74 (0,58) ^a
10	4,89 (0,23) ^b	17,1 (0,51) ^b	18,5 (0,18) ^{bc}	52,5 (0,99) ^a	10,8 (0,31) ^{abc}
TOTAL	5,05 (1,26)	16,3 (1,22)	17,7 (1,16)	52,5 (6,87)	11,1 (3,65)

Anexo L. Análisis de varianza (ANOVA) de los minerales obtenidos en las muestras de una fracción de pulpa de gulupa cultivo No 2 (lote No 3), colectada en la Región de Anaimé, Municipio de Cajamarca-Tolima.

MINERALES mg/Kg	Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
SODIO (Na)	Entre grupos	28,992	9	3,22133	26,87	0,00
	Intra grupos	1,1988	20	0,11988		
	Total (Corr.)	30,1908	29			
ZINC (Zn)	Entre grupos	19,2469	9	2,13855		
	Intra grupos	9,11062	20	0,911062	2,35	0,1000
	Total (Corr.)	28,3576	29			
MAGNESIO (Mg)	Entre grupos	16,6067	9	1,84519	2,08	0,1349
	Intra grupos	8,87662	20	0,887662		
	Total (Corr.)	25,4833	29			
POTASIO (K)	Entre grupos	598,927	9	66,5474	2,23	0,1141
	Intra grupos	298,805	20	29,8805		
	Total (Corr.)	897,732	29			
POTASIO/SODIO	Entre grupos	226,671	9	25,1856	9,39	0,0008
	Intra grupos	26,8266	20	2,68266		
	Total (Corr.)	253,497	29			

GI = grado de libertad

Anexo M Parámetros de color asociados a las muestras del cultivo No 1 (lote No 2) de una fracción de pulpa de gulupa colectada en la región de Anaimé - Municipio de Cajamarca – Tolima.

Muestra	L	a*	b*	c	h
	Luminancia	coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde)	coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul)	Cromaticidad	Angulo de Tono
1	65,5 (0,15)	8,47 (0,32)	50,3 (0,11)	51,0 (0,16)	80,4 (0,33)
2	63,8 (0,00)	6,49 (0,07)	48,0 (0,35)	48,4 (0,33)	82,3 (0,14)
3	64,4 (0,00)	9,10 (0,00)	48,6 (0,00)	49,4 (0,00)	79,4 (0,00)
4	66,1 (0,25)	7,21 (0,13)	50,2 (0,66)	50,7 (0,63)	81,8 (0,26)
5	63,4 (0,18)	8,69 (0,37)	55,9 (0,17)	56,6 (0,11)	81,2 (0,39)
6	65,7 (0,10)	8,94 (0,00)	44,2 (0,15)	45,1 (0,14)	78,6 (0,05)
7	65,1 (0,45)	7,50 (0,26)	50,8 (0,18)	51,4 (0,14)	81,6 (0,32)
8	65,7 (0,00)	10,7 (0,00)	56,4 (0,00)	57,4 (0,00)	79,2 (0,00)
9	66,3 (0,82)	7,67 (0,00)	53,2 (0,47)	53,7 (0,47)	81,8 (0,07)
10	65,6 (0,00)	8,20 (0,36)	56,1 (0,46)	56,7 (0,51)	81,7 (0,29)
PROM	65,4 (0,76)	8,30 (1,16)	51,4 (3,92)	52,0 (3,92)	80,8 (1,28)

Anexo N Parámetros de color asociados a las muestras del cultivo No. 2 (lote No 3) de una fracción de pulpa de gulupa colectada en la región de Anaimé - Municipio de Cajamarca – Tolima.

Muestra	L	a*	b*	c	h
	Luminancia	coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde)	coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul)	Cromaticidad	Angulo de Tono
1	66,8 (0,78)	6,73 (0,13)	52,3 (0,11)	53,4 (0,13)	82,8 (0,12)
2	68,1 (0,44)	6,38 (0,47)	52,2 (0,50)	52,7 (0,44)	83,4 (0,58)
3	68,7 (0,34)	7,39 (0,83)	55,9 (1,00)	56,4 (0,89)	82,5 (0,98)
4	68,6 (0,26)	7,46 (0,04)	59,2 (0,05)	59,6 (0,05)	82,8 (0,03)
5	67,7 (0,23)	7,15 (0,16)	53,8 (1,80)	54,2 (1,80)	82,4 (0,09)
6	68,7 (1,69)	7,51 (0,40)	59,4 (0,15)	59,5 (0,10)	82,8 (0,40)
7	67,1 (0,18)	7,46 (0,42)	59,7 (0,46)	60,1 (0,40)	82,9 (0,46)
8	66,6 (0,00)	7,86 (0,00)	59,4 (0,00)	59,9 (0,00)	82,5 (0,00)
9	65,8 (0,00)	7,97 (0,00)	59,5 (0,00)	60,0 (0,00)	82,4 (0,00)
10	66,7 (0,78)	7,83 (0,15)	59,3 (0,08)	59,9 (0,10)	82,5 (0,13)
PROM	67,5 (1,11)	7,37 (0,56)	57,10 (3,01)	57,6 (3,04)	82,6 (0,37)

Anexo O Análisis de varianza (ANOVA) de los parámetros color asociados a las muestras del cultivo No. 1 (lote No 2) de una fracción de pulpa de gulupa, colectada en la Región de Anaimé, Municipio de Cajamarca-Tolima.

Parámetro	Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Luminancia	Entre grupos	10,0219	9	1,11354	11,07	0,0004
	Intra grupos	1,0056	20	0,10056		
	Total (Corr.)	11,0275	29			
a*	Entre grupos	25,123	9	2,79145	60,94	0,0000
	Intra grupos	0,45805	20	0,045805		
	Total (Corr.)	25,5811	29			
b*	Entre grupos	290,485	9	32,2761	297,72	0,0000
	Intra grupos	1,0841	20	0,10841		
	Total (Corr.)	291,569	29			
c	Entre grupos	291,304	9	32,3671	303,76	0,0000
	Intra grupos	1,06555	20	0,1065553		
	Total (Corr.)	292,369	29			
h	Entre grupos	30,7025	9	3,41139	62,51	0,0000
	Intra grupos	0,545707	20	0,0545707		
	Total (Corr.)	31,2482	29			

GI = grado de libertad

Anexo P Análisis de varianza (ANOVA) de los parámetros de color asociados a las muestras del cultivo No. 2 (lote No 3) de una fracción de pulpa de gulupa, colectada en la Región de Anaimé, Municipio de Cajamarca-Tolima.

Parámetro	Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Luminancia	Entre grupos	18,8861	9	2,09845	4,63	0,0126
	Intra grupos	4,5454	20	0,45354		
	Total (Corr.)	2364215	29			
a*	Entre grupos	4,57982	9	0,508869	3,83	0,0239
	Intra grupos	1,35735	20	0,1132735		
	Total (Corr.)	5,90717	29			
b*	Entre grupos	167,664	9	18,6294	39,36	0,0000
	Intra grupos	4,7336	20	0,47336		
	Total (Corr.)	172,398	29			
c	Entre grupos	171,262	9	19,0292	43,07	0,0000
	Intra grupos	4,41829	20	0,441829		
	Total (Corr.)	175,681	29			
h	Entre grupos	0,963539	9	0,10706	0,63	0,7509
	Intra grupos	1,70158	20	0,170158		
	Total (Corr.)	2,66512	29			

GI = grado de libertad

Anexo Q. Parámetros de la capacidad antioxidante asociados a las muestras del cultivo No 1 (lote No. 2) de una fracción de pulpa de gulupa colectada en la región de Anaimé - Municipio de Cajamarca – Tolima.

Muestra	FENOLES TOTALES	FLAVONOIDES	FRAP	ABTS
	mg ácido gálico/100 muestra	mg de quercetina/100g de muestra	mg Trolox /100 g muestra	mg equivalente de Trolox/ 100 g de muestra
1	161,1 (1,42)	2,17 (0,00)	11,7 (0,64)	0,66 (0,06)
2	152,2 (1,43)	2,29 (0,03)	20,3 (1,32)	0,89 (0,03)
3	139,7 (0,10)	2,31 (0,09)	17,9 (0,30)	0,79 (0,02)
4	143,6 (2,65)	2,31 (0,04)	15,8 (0,19)	0,70 (0,02)
5	160,5 (7,75)	2,12 (0,00)	18,6 (0,72)	0,83 (0,01)
6	157,9 (1,09)	2,05 (0,01)	15,5 (1,02)	0,74 (0,05)
7	173,9 (4,56)	2,48 (0,00)	11,2 (0,37)	0,57 (0,01)
8	172,0 (4,51)	1,86 (0,03)	24,5 (0,94)	0,70 (0,05)
9	168,9 (4,51)	2,35 (0,04)	43,2 (0,14)	0,71 (0,04)
10	179,3 (8,69)	3,12 (0,01)	21,9 (0,61)	0,61 (0,04)
PROM	160,9 (13,1)	2,31 (0,33)	20,0 (8,92)	0,72 (0,10)

Anexo R. Parámetros de la capacidad antioxidante asociados a las muestras del cultivo No 2 (lote No. 3) de una fracción de pulpa de gulupa colectada en la región de Anaimé - Municipio de Cajamarca – Tolima.

Muestra	FENOLES TOTALES	FLAVONOIDES	FRAP	ABTS
	mg ácido gálico/100 g de muestra	mg de quercetina/100 g de muestra	mg Trolox / 100 g de muestra	mg equivalente de Trolox / 100 g de muestra
1	147,8 (1,30)	2,07 (0,07)	17,5 (0,69)	0,65 (0,05)
2	152,9 (12,2)	1,73 (0,04)	10,1 (0,38)	0,56 (0,04)
3	149,3 (24,1)	2,13 (0,11)	21,0 (1,70)	0,51 (0,05)
4	140,2 (2,24)	2,40 (0,04)	25,4 (0,32)	0,69 (0,01)
5	155,1(2,69)	1,85 (0,01)	19,4 (2,04)	0,68 (0,01)
6	132,2 (1,58)	2,21 (0,06)	12,9 (0,25)	0,61 (0,04)
7	158,3 (7,45)	4,18 (0,07)	24,7 (0,60)	0,74 (0,04)
8	153,7 (7,45)	2,85(0,01)	20,0 (0,69)	0,56 (0,04)
9	168,2 (18,8)	3,02 (0,33)	17,2 (1,57)	0,63 (0,01)
10	143,2 (3,11)	2,99 (0,09)	12,5 (0,07)	0,56 (0,05)
Promedio	150,11 (12,67)	2,55 (0,72)	18,0 (5,02)	0,62 (0,08)

Anexo S. Análisis de varianza (ANOVA) de los parámetros de Actividad Antioxidante asociados a las muestras del cultivo No. 1 (lote No. 2) de una fracción de pulpa de gulupa, colectada en la Región de Anaime, Municipio de Cajamarca-Tolima.

Parámetro	Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
FENOLES	Entre grupos	3075,49	9	341,721	16,26	0,0001
	Intra grupos	210,159	20	21,0159		
	Total (Corr.)	3285,65	29			
FLAVONOIDES	Entre grupos	2,03651	9	0,226279	187,9	0,0000
	Intra grupos	0,0120366	20	0,00120366		
	Total (Corr.)	2,04854	29			
FRAP	Entre grupos	1505,45	9	167,272	317,56	0,0000
	Intra grupos	5,26741	20	0,526741		
	Total (Corr.)	1510,72	29			
ABTS	Entre grupos	0,17008	9	0,0188978	13,50	0,0002
	Intra grupos	0,014	20	0,0014		
	Total (Corr.)	0,18408	29			

GI = grado de libertad

Anexo T. Análisis de varianza (ANOVA) de los parámetros de Actividad Antioxidante asociados a las muestras del cultivo No. 2 (lote No. 3) de una fracción de pulpa de gulupa (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*), colectada en la Región de Anaime, Municipio de Cajamarca-Tolima.

Parámetro	Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
FENOLES	Entre grupos	1828,21	9	203,135	1,66	0,2193
	Intra grupos	1220,51	20	122,051		
	Total (Corr.)	3048,72	29			
FLAVONOIDES	Entre grupos	9,71674	9	1,07969	74,57	0,0000
	Intra grupos	0,144788	20	0,0144788		
	Total (Corr.)	9,86152	29			
FRAP	Entre grupos	466,873	9	51,8748	46,51	0,0000
	Intra grupos	11,1545	20	1,11545		
	Total (Corr.)	478,027	29			
ABTS	Entre grupos	0,09658	9	0,0107311	7,95	0,0016
	Intra grupos	0,0135	20	0,00135		
	Total (Corr.)	0,11008	29			

GI = grado de libertad