

UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**Polifenoles totales y actividad antioxidante en la infusión de las
hojas de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.) en tres etapas de
desarrollo, procedente de Yarinacocha y Pucallpillo.**

Tesis para optar el título de:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

JUANA MARÍA MUÑOZ ESPINO

YARINACOCHA – UCAYALI

PERÚ - 2018

Dedicatoria

Esta investigación le dedico con todo mi cariño y amor a mi amado esposo Ing. Mg. Manuel Chuyma por su sacrificio y esfuerzo incondicional, por apoyarme en la carrera para nuestro futuro y por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado brindándome su comprensión, cariño y amor.

A mis hijos Piero y Jairo, por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mis padres, quienes con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis metas.

A los docentes que me inculcaron en la búsqueda del saber científico con carácter humanista, forjando en nosotros ese deseo de superación, instrumentos que nos permiten afrontar este mundo competitivo.

Juana María.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS todo poderoso y a la Virgen María por brindarme la oportunidad de obtener otro triunfo personal, y darme salud, sabiduría y entendimiento para lograr esta meta.

A la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales, Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por brindarme lo mejor para mi formación como profesional.

A todos mis amigos y compañeros de la UNIA, gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta por su apoyo y valiosa colaboración.

A mis padres, familiares y amigos especiales que siempre estuvieron apoyándome de manera incondicional, muchas gracias por todo.

A mis docentes que me brindaron sus diversos conocimientos, especialmente del campo y temas a mi profesión.

A mi Asesor de tesis Ing. Caleb Leandro Laguna, por su apoyo y sus consejos en las coordinaciones durante la elaboración y ejecución de la tesis.

A mi Co-asesor de tesis Ing. Darlym Reátegui Díaz, por su ayuda, dedicación, amabilidad demostrada y asesoramiento en cada momento de la ejecución de tesis.

Juana María.

Índice General

RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	13
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	15
2.1. Antecedentes.....	15
2.2. Bases teóricas	18
2.2.1. El camu camu.....	18
a. Generalidades	18
b. Clasificación botánica.....	18
c. Distribución geográfica.....	19
2.2.2. Fenología.....	19
a. Fases fenológicas de camu camu	20
2.2.3. Radicales libres y antioxidantes	21
a. Radicales libres	21
b. Antioxidantes	22
c. Antioxidantes naturales	23
d. Efectos benéficos de los antioxidantes.....	24
2.2.4. Polifenoles como antioxidantes	25
2.2.5. Determinación de polifenoles totales.....	25
2.2.6. Actividad antioxidante.....	26
a. Métodos de determinación de la actividad antioxidante	26
2.2.7. Secado de plantas.....	27
2.2.8. Infusión.....	28
2.2.9. Características sensoriales.....	28
a. Percepción sensorial	28
b. Los sentidos	28
c. Funcionamiento de un panel en la evaluación de las características sensoriales. ..	30
2.3. Definiciones de términos básicos	33
III. MÉTODOS.....	34
3.1. Ubicación y descripción del área de estudio.....	34
3.1.1. Ubicación.....	34
3.1.2. Descripción del área del estudio.....	34
3.2. Identificación y descripción del material experimental	34
3.2.1. Materiales.....	34
3.2.2. Reactivos y equipos	34
3.3. Variables.....	35

3.3.1. Variables independientes	35
3.3.2. Variables dependientes	35
3.4. Población y muestra	35
3.4.1. Población.....	35
3.4.2. Muestra	35
3.5. Tratamientos.....	36
3.6. Recolección de datos.....	36
3.6.1. Fuentes de información	36
3.6.2. Unidad experimental y unidad de medición	36
3.6.3. Tipo de muestreo.....	37
3.6.4. Técnicas para la recolección de los datos	37
a. Metodología de elaboración de los filtrantes para la infusión.	37
b. Obtención de la infusión	38
c. Determinación de los polifenoles totales	38
d. Determinación de la capacidad antioxidante	40
e. Características sensoriales.....	41
3.7. Procesamiento de los datos.....	42
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1. Contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas de camu camu procedente de Yarinacocha.....	43
4.2. Contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas de camu camu procedente de Pucallpillo.....	44
4.3. Contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas de camu camu por etapa de desarrollo y procedencia.....	46
4.4. Actividad antioxidante en la infusión de hojas de camu camu procedente de Yarinacocha.	51
4.5. Actividad antioxidante en la infusión de hojas de camu camu procedente de Pucallpillo.	53
4.6. Actividad antioxidante en la infusión de hojas de camu camu por etapas de desarrollo y procedencia.	55
4.7. Correlación entre el contenido de polifenoles y la actividad antioxidante de la infusión.	60
4.8. Evaluación de las características sensoriales de la infusión obtenida a partir de las hojas de camu camu según etapa de desarrollo y procedencia.....	62
V. CONCLUSIONES	69
VI. RECOMENDACIONES	70
VII. BIBLIOGRAFÍA	71
VIII. ANEXOS	79

Índice de cuadros

Cuadro 1. Tratamientos considerados en la investigación.	36
Cuadro 2. Comparación múltiple de medias para el contenido de polifenoles totales en la infusión..	43
Cuadro 3. Comparación múltiple de medias para el contenido de polifenoles totales en la infusión..	45
Cuadro 4. Comparación múltiple de Tukey para el contenido de polifenoles totales por tratamiento.	47
Cuadro 5. ANVA para el contenido de polifenoles totales.	48
Cuadro 6. Comparación múltiple de Tukey para el contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas, según procedencia.	50
Cuadro 7. Comparación múltiple de Tukey para el contenido de polifenoles totales por etapa de desarrollo de las hojas.	50
Cuadro 8. Comparación múltiple en medias para la evaluación de la actividad antioxidante en la infusión.	51
Cuadro 9. Comparación múltiple de medias para la evaluación de la actividad antioxidante en la infusión.	53
Cuadro 10. Comparación múltiple de Tukey para la actividad antioxidante por tratamiento.	55
Cuadro 11. ANVA para la actividad antioxidante por procedencia.	57
Cuadro 12. Comparación múltiple de Tukey para la actividad antioxidante, según procedencia.	59
Cuadro 13. Comparación múltiple de Tukey para la actividad antioxidante por etapa de desarrollo. ..	59
Cuadro 14. Prueba no paramétrica de Friedman para el atributo COLOR de la infusión de hojas camu camu.	62
Cuadro 15. Comparación de rangos de Wilcoxon para el atributo COLOR de la infusión de hojas de camu camu.	63
Cuadro 16. Prueba no paramétrica de Friedman para el atributo SABOR de la infusión de hojas camu camu.	64
Cuadro 17. Comparación de rangos de Wilcoxon para el atributo SABOR de la infusión de hojas de camu camu.	64
Cuadro 18. Prueba no paramétrica de Friedman para el atributo AROMA de la infusión de hojas camu camu.	65
Cuadro 19. Comparación de rangos de Wilcoxon para el atributo AROMA de la infusión de hojas de camu camu.	66
Cuadro 20. Prueba no paramétrica de Friedman para el atributo APARIENCIA GENERAL de la infusión de hojas camu camu.	67
Cuadro 21. Comparación de rangos de Wilcoxon para el atributo APARIENCIA GENERAL de la infusión de hojas de camu camu.	67
Cuadro 22. Medición de la absorbancia en la infusión de las hojas de camu camu de procedencia Yarinacocha.	81
Cuadro 23. Medición de la absorbancia en la infusión de las hojas de camu camu de procedencia Pucallpillo.	82
Cuadro 24. Análisis estadístico para el contenido de polifenoles totales en Yarinacocha.	83
Cuadro 25. Análisis estadístico de procedencia Yarinacocha.	83

Cuadro 26. Varianza para el contenido de polifenoles totales de la procedencia de Yarinacocha.	83
Cuadro 27. Comparación de Medias para el contenido de polifenoles totales procedencia Yarinacocha.	83
Cuadro 28. Análisis estadístico para el contenido de polifenoles totales en procedencia Pucallpillo.	84
Cuadro 29. Análisis estadístico de procedencia Pucallpillo.	84
Cuadro 30. Análisis de varianza para el contenido de polifenoles totales para la procedencia de Pucallpillo.	84
Cuadro 31. Comparación de Medias para el contenido de Polifenoles Totales procedente de Pucallpillo.	84
Cuadro 32. Prueba de Levene para el contenido de polifenoles.	85
Cuadro 33. Análisis estadístico para el contenido de polifenoles totales según la procedencia y tratamiento.	85
Cuadro 34. Análisis estadístico para el contenido de polifenoles totales por tratamiento.	85
Cuadro 35. Comparación de Medias para el contenido de Polifenoles Totales por Tratamiento.	85
Cuadro 36. Prueba de Levene por tratamiento.	86
Cuadro 37. Análisis de Varianza para Polifenoles Totales por procedencia.	86
Cuadro 38. Comparación de Medias de Mínimos Cuadrados para Polifenoles Totales por procedencia.	86
Cuadro 39. Análisis estadístico para la actividad antioxidante procedente de Yarinacocha.	87
Cuadro 40. Análisis estadístico para la procedencia de Yarinacocha.	87
Cuadro 41. Varianza para la actividad antioxidante según etapa de desarrollo en Yarinacocha.	87
Cuadro 42. Comparación de Medias para la actividad antioxidante procedente de Yarinacocha.	87
Cuadro 43. Prueba de Levene para la actividad antioxidante.	88
Cuadro 44. Análisis estadístico para la actividad antioxidante en Pucallpillo.	88
Cuadro 45. Análisis estadístico para la actividad antioxidante en Pucallpillo por tratamiento.	89
Cuadro 46. Varianza para la actividad antioxidante en procedente de Pucallpillo.	89
Cuadro 47. Comparación de Medias para actividad antioxidante en Pucallpillo según etapa de desarrollo.	89
Cuadro 48. Prueba de Levene para la actividad antioxidante procedente de Pucallpillo.	89
Cuadro 49. Comparación de Medias de Mínimos Cuadrados para la actividad antioxidante por procedencia.	90
Cuadro 50. Comparación de Medias para el contenido de Polifenoles Totales por Tratamiento.	90
Cuadro 51. Análisis de Varianza para la actividad antioxidante por procedencia.	91
Cuadro 52. Evaluación sensorial de la infusión para el atributo al COLOR.	92
Cuadro 53. Evaluación sensorial de la infusión para el atributo SABOR.	93
Cuadro 54. Evaluación sensorial de la infusión para el atributo AROMA.	94
Cuadro 55. Evaluación sensorial de la infusión para el atributo APARIENCIA GENERAL.	95
Cuadro 56. Análisis estadístico para el atributo color por etapa de desarrollo y procedencia.	96
Cuadro 57. Análisis estadístico para la etapa de desarrollo y procedencia.	96
Cuadro 58. Varianza para el atributo COLOR por procedencia.	96
Cuadro 59. Comparación de Medias para el atributo COLOR.	97

Cuadro 60. Comparación de rangos por LSD para el atributo COLOR.....	97
Cuadro 61. Prueba de Levene para el atributo COLOR.....	97
Cuadro 62. Análisis estadístico para la evaluación sensorial según el atributo SABOR según etapa de desarrollo y procedencia.	98
Cuadro 63. Varianza para el atributo SABOR por procedencia.....	98
Cuadro 64. Comparación de Medias para el atributo SABOR por procedencia.	98
Cuadro 65. Comparación múltiple de medias para el atributo SABOR.	99
Cuadro 66. Prueba de Levene para el atributo SABOR.	99
Cuadro 67. Análisis estadístico para el atributo AROMA por etapa de desarrollo y procedencia.	99
Cuadro 68. Análisis estadístico de procedencia para el atributo AROMA.	99
Cuadro 69. Análisis estadístico para el atributo AROMA según procedencia.	100
Cuadro 70. Comparación de Medias para atributo AROMA por etapa de desarrollo y procedencia.	100
Cuadro 71. Comparación de rangos por LSD para el atributo AROMA.	100
Cuadro 72. Prueba de Levene para el atributo AROMA.	100
Cuadro 73. Análisis estadístico para el atributo APARIENCIA GENERAL por procedencia.	101
Cuadro 74. Análisis estadístico según procedencia para el atributo APARIENCIA GENERAL.	101
Cuadro 75. Varianza para la evaluación sensorial según el atributo apariencia general según procedencia parte de la planta.	101
Cuadro 76. Comparación de Medias para el atributo apariencia general por etapa de desarrollo y procedencia.....	102
Cuadro 77. Comparación de rangos por LSD para el atributo APARIENCIA GENERAL.	102
Cuadro 78. Prueba de Levene para el atributo APARIENCIA GENERAL.	102
Cuadro 79. Resultados estadísticos de contraste para el atributo COLOR.....	103
Cuadro 80. Resultados estadísticos de contraste para el atributo SABOR.....	103
Cuadro 81. Resultados estadísticos de contraste para el atributo AROMA.	104
Cuadro 82. Resultados estadísticos de contraste para el atributo APARIENCIA GENERAL.....	104

Índice de figuras

Figura 1. Producción natural del camu camu a nivel mundial.	19
Figura 2. Proceso de elaboración de los filtrantes para la infusión a partir de las hojas de camu camu.	38
Figura 3. Comportamiento del contenido de polifenoles totales en la infusión según etapa de desarrollo.	44
Figura 4. Media según parte de la planta en Pucallpillo.	46
Figura 5. Comparación del contenido de polifenoles en las etapas de desarrollo y por procedencia.	47
Figura 6. Interacción de los factores Procedencia - Etapa de desarrollo para el contenido de polifenoles totales.	48
Figura 7. Interacción de los factores para el contenido de polifenoles totales según etapa de desarrollo - procedencia.	49
Figura 8. Comportamiento de la actividad antioxidante de la infusión según etapa de desarrollo.	52
Figura 9. Comportamiento de la actividad antioxidante de la infusión de hojas procedente de Pucallpillo, según etapa de desarrollo.	54
Figura 10. Comparación de la actividad antioxidante en las etapas de desarrollo y por procedencia.	56
Figura 11. Interacción de los factores para la actividad antioxidante en cada etapa de desarrollo de las hojas.	57
Figura 12. Interacción de los factores de acuerdo con la Procedencia para la actividad antioxidante según parte de la planta.	58
Figura 13. Correlación del contenido de polifenoles y actividad antioxidante en la infusión de hojas de camu camu de procedencia Yarinacocha.	60
Figura 14. Correlación del contenido de polifenoles y actividad antioxidante en la infusión de hojas de camu camu de procedencia Pucallpillo.	61
Figura 15. Curva de calibración de polifenoles totales utilizando ácido gálico como estándar.	80
Figura 16. Curva de calibración del Trolox para la evaluación de la actividad antioxidante por el método del DPPH.	80
Figura 17. Residuos según etapa de desarrollo de las hojas de camu camu procedente de Yarinacocha.	105
Figura 18. Residuos según etapa de desarrollo de las hojas de camu camu procedente de Pucallpillo.	105
Figura 19. Residuos del tratamiento según etapas de desarrollo y procedencia.	106
Figura 20. Residuos según procedencia.	106
Figura 21. Residuos según etapa de desarrollo de las hojas de camu camu procedente de Pucallpillo.	107
Figura 22. Residuos según etapa de desarrollo de las hojas de camu camu procedente de Pucallpillo.	107
Figura 23. Residuos del tratamiento según etapas de desarrollo y procedencia.	108
Figura 24. Comportamiento de la actividad antioxidante en la infusión según la procedencia.	109
Figura 25. Comportamiento de la actividad antioxidante en la infusión según etapa de desarrollo y procedencia.	109

Figura 26. Interacción de factores según etapa de desarrollo y procedencia.	110
Figura 27. Residuos según etapa de desarrollo y procedencia.....	110
Figura 28. Comportamiento de la evaluación sensorial en la infusión según etapa de desarrollo y procedencia.	111
Figura 29. Comportamiento estadístico de caja y bigotes en la evaluación sensorial de la infusión. .	111
Figura 30. Residuos de la evaluación sensorial en la infusión según etapa de desarrollo y procedencia.	112
Figura 31. Comportamiento de la evaluación sensorial en la infusión según etapa de desarrollo y procedencia.	112
Figura 32. Comportamiento estadístico de caja y bigotes en la evaluación sensorial de la infusión. .	113
Figura 33. Residuos de la evaluación sensorial en la infusión según etapa de desarrollo y procedencia.	113
Figura 34. Comportamiento de la evaluación sensorial en la infusión según etapa de desarrollo y procedencia.	114
Figura 35. Comportamiento estadístico de caja y bigotes en la evaluación sensorial de la infusión. .	114
Figura 36. Residuos de la evaluación sensorial en la infusión según etapa de desarrollo y procedencia.	115
Figura 37. Comportamiento de la evaluación sensorial en la infusión según etapa de desarrollo y procedencia.	115
Figura 38. Comportamiento estadístico de caja y bigotes en la evaluación sensorial de la infusión. .	116
Figura 39. Residuos de la evaluación sensorial en la infusión según etapa de desarrollo y procedencia.	116
Figura 40. Registros fotográficos.....	117

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la influencia de la procedencia y las etapas de desarrollo en el contenido de polifenoles, actividad antioxidante y características sensoriales de la infusión de hojas de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.), las hojas fueron recolectadas del fundo Pablito-Yarinacocha con coordenadas: -8.271736; -74.623873; -8.271343; -74.624357 y del fundo César-Pucallpillo con coordenadas: -8.446540; -74.501758; -8.446288; -74.502826, se lavaron con solución de hipoclorito 50 ppm, se oreó durante 30 min y se secaron en estufa a 70°C durante 12 horas, seguidamente se trituró, utilizando las partículas retenidas en tamiz N° 14. La infusión se preparó agregando 1.5 g de muestra a 100 mL de agua hirviendo y dejando reposar durante 10 min. Se aplicó un DCA con arreglo factorial 2x3. Los datos fueron procesados con el programa STATGRAPHICS Centurión XV. El contenido de polifenoles totales y la actividad antioxidante de la infusión se vio afectado por la etapa de desarrollo de las hojas y procedencia. El mayor rango promedio (mayor que 4.00 equivalente a BUENO) de la evaluación sensorial fue para la infusión de hojas adultas de Yarinacocha. Las hojas de camu camu tienen un alto potencial nutracéutico por su contenido de polifenoles, reflejado en la actividad antioxidante; los resultados abren el camino hacia la formulación de productos a partir de hojas de camu camu, logrando así incrementar el valor agregado de esta planta. La infusión de hojas tiernas (Yarinacocha) presentaron mayor cantidad de polifenoles totales: 0.454 ± 0.010 g EAG/100 mL, actividad antioxidante: 0.439 ± 0.008 mM TEAC/100 mL, la infusión de hojas adultas tuvo menor contenido: 0.163 ± 0.004 g EAG/100 mL, menor actividad antioxidante: 0.092 ± 0.006 mM TEAC/100 mL y las hojas tiernas (Pucallpillo) mayor contenido: 0.680 ± 0.003 g EAG/100 mL, actividad antioxidante: 0.634 ± 0.012 mM TEAC/100 mL, la infusión de hojas adultas menor contenido: 0.196 ± 0.009 g EAG/100 mL y actividad antioxidante: 0.187 ± 0.003 mM TEAC/100 mL.

Palabras clave: Hojas de Camu camu, infusión, polifenoles totales, actividad antioxidante, análisis sensorial.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the influence of provenance and development stages on the polyphenol content, antioxidant activity and sensory characteristics of the infusion of camu camu leaves (*Myrciaria dubia* HBK), the leaves were collected from the Pablito-Yarinacocha farm with coordinates : -8.271736; -74.623873; -8.271343; -74.624357 and of the César-Pucallpillo farm with coordinates: -8.446540; -74.501758; -8.446,288; -74.502826, were washed with 50 ppm hypochlorite solution, roasted for 30 min and oven-dried at 70 ° C for 12 hours, then ground, using the particles retained in No. 14 sieve. The infusion was prepared by adding 1.5 g of sample to 100 mL of boiling water and let stand for 10 min. A DCA was applied with a 2x3 factorial arrangement. The data was processed with the STATGRAPHICS Centurión XV program. The content of total polyphenols and the antioxidant activity of the infusion was affected by the stage of development of the leaves and origin. The highest average range (greater than 4.00 equivalent to GOOD) of the sensory evaluation was for the infusion of adult Yarinacocha leaves. The leaves of camu camu have a high nutraceutical potential due to their polyphenol content, reflected in the antioxidant activity; the results open the way to the formulation of products from camu camu leaves, thus increasing the added value of this plant. The infusion of tender leaves (Yarinacocha) showed a higher quantity of total polyphenols: 0.454 ± 0.010 g EAG/100 mL, antioxidant activity: 0.439 ± 0.008 mM TEAC/100 mL, the infusion of adult leaves had a lower content: 0.163 ± 0.004 g EAG /100 mL, lower antioxidant activity: 0.092 ± 0.006 mM TEAC/100 mL and tender leaves (Pucallpillo) higher content: 0.680 ± 0.003 g EAG/100 mL, antioxidant activity: 0.634 ± 0.012 mM TEAC/100 mL, infusion of adult leaves lower content: 0.196 ± 0.009 g EAG/100 mL and antioxidant activity: 0.187 ± 0.003 mM TEAC/100 mL.

Key words: Camu camu leaves, infusion, total polyphenols, antioxidant activity, sensory analysis.

I. INTRODUCCIÓN

El camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.) es una especie bastante difundida y cultivada en nuestra región con muy buena demanda local puesto que sus frutos contienen excelentes propiedades nutraceuticas, por otro lado, existe una deficiente investigación en cuanto a las propiedades de sus hojas.

Las plantas medicinales son un gran aliado para la salud humana, se utilizan para contrarrestar un sin número de enfermedades que a diario se presentan en el medio donde vivimos. Las plantas tienen un papel fundamental en la vida y desarrollo del hombre, siendo utilizadas a través del tiempo para suplir muchas necesidades fundamentales tales como alimento, medicina, vivienda, vestido e incluso en actos rituales y religiosos, por todo esto el conocimiento sobre el uso de plantas medicinales es una práctica tan antigua que viene desde los inicios de la misma existencia humana. (Aranda *et al.* 2010)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) calcula que, en todo el mundo, de la cuarta parte a la mitad de los productos farmacéuticos dispensados, tienen origen en plantas como extractos o principios activos puros aislados de ellas o bien como fármacos semisintéticos. (Sanabria 2003).

En la actualidad hay muchas enfermedades en los seres humanos, siendo mayor la incidencia en los países donde el ingreso per cápita es bajo; por lo que, para contrarrestar estas anomalías los pobladores consumen extractos o infusiones a base de plantas medicinales. Esta práctica es común en los pobladores peruanos, más aún en los amazónicos, toda vez que la amazonia peruana es muy diversa en flora.

El uso de los medicamentos preparados con plantas está muy difundido en muchos países industrializados, gran número de ellos están basados en el aprovechamiento de diferentes partes de las plantas como: hojas, raíces, frutos, cortezas; Por tanto, es importante conocer los componentes que tienen las plantas para el beneficio de la salud, así como la cantidad presente; además, de la actividad antioxidante que tienen, lo cual nos podría ayudar a prevenir y combatir algunas enfermedades como el cáncer.

Los polifenoles se encuentran ampliamente distribuidos en las frutas y vegetales, son productos del metabolismo secundario, en su mayoría derivados de la fenilalanina y en menor cantidad de la tirosina. (López 2008).

El interés en los compuestos fenólicos ha aumentado debido a la evidencia con respecto al papel importante de estos compuestos en la salud humana. Específicamente se han encontrado varios efectos preventivos en diferentes enfermedades como la prevención de cáncer, las enfermedades coronarias del corazón, los desórdenes inflamatorios, la degeneración neurológica, envejecimiento, (Manach *et al.* 2004).

Las hojas poseen un ciclo de vida corto y son necesarias para el crecimiento y desarrollo del fruto, pero una vez que los frutos tomaron el tamaño adecuado estas empiezan en su gran mayoría a madurar y caer, esta característica fisiológica ayudaría a rescatar aquellas hojas que ya no tengan mucha influencia en el crecimiento de los frutos, además existen muchas plantas que producen una exuberante área foliar, por lo que no sería necesaria la totalidad de las hojas en el arbusto, pudiendo estas ser raleadas como una práctica cultural para una mejor producción de frutos, de esta manera las hojas podrían ser utilizadas para otro tipo de consumo, como por ejemplo las infusiones por su concentración de polifenoles que poseen propiedades anticancerígenas, motivando la pregunta ¿Influirá la procedencia (Yarinacocha y Pucallpillo) y las etapas de desarrollo en el contenido de polifenoles totales, actividad antioxidante y características sensoriales de la infusión de hojas de *Myrciaria dubia* H.B.K.?

- Se tuvo como objetivo evaluar la influencia de la procedencia (Yarinacocha y Pucallpillo) y las etapas de desarrollo en el contenido de polifenoles, actividad antioxidante y características sensoriales de la infusión de hojas de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.), y como objetivos específicos:
- Determinar el contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.) en tres etapas de desarrollo procedente de Yarinacocha.
- Determinar el contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.) en tres etapas de desarrollo procedente de Pucallpillo.
- Evaluar la actividad antioxidante en la infusión de hojas de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.) en tres etapas de desarrollo procedente de Yarinacocha.
- Evaluar la actividad antioxidante en la infusión de hojas de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.) en tres etapas de desarrollo procedente de Pucallpillo.
- Evaluar las características sensoriales de la infusión obtenida a partir de las hojas de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.) según procedencia y etapa de desarrollo.

Para ello se tuvo que recolectar las hojas tiernas, jóvenes y adultas de camu camu, clasificarlo, llevarlo al secado y molienda, posteriormente se obtuvo la infusión de estas hojas para determinar la cantidad de polifenoles (g EAG/100 mL) y actividad antioxidante (mM TEAC /100 mL) en ambas procedencias y finalizando con la evaluación sensorial de la infusión.

Con este estudio se pretende aportar información sobre la práctica del beneficio de las propiedades de la hoja de camu camu, permitiendo su uso como infusión natural, con buenas propiedades preventivas contra enfermedades muy frecuentes en la sociedad y sería una alternativa de consumo frente a productos con propiedades sintéticas que a la larga pueden generar serios problemas a la salud.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Isla (2016), evaluó el contenido de compuestos fenólicos en la hoja de *Phyllanthus niruri*, en extracto acuoso determinada por espectrofotometría usando el método Folin-Ciocalteu y utilizando ácido gálico como referencia. Los resultados mostraron que la cantidad encontrada fue de $9,78 \pm 0,12$ mg de ácido gálico/g de hoja seca. La especie *Phyllanthus niruri* presenta un alto contenido de polifenoles totales.

Fong *et al.* (2014), evaluaron el potencial antioxidante de los extractos acuosos de hojas del Árbol del *Nim*. Empleo como métodos: el extracto de las hojas secas del *Nim* se obtuvo empleando un equipo Soxhlet y fue caracterizado mediante un análisis fitoquímico preliminar y espectroscopia UV/VIS. El contenido de fenoles totales fue determinado por el ensayo de Folin-Ciocalteu y la determinación de la actividad antioxidante fue desarrollada por el método del reactivo de fosfomolibdeno. Obtuvieron como resultados, el espectro UV/VIS del extracto acuoso obtenido exhibe un máximo de absorción a las longitudes de onda 217 y 245 nm, característicos de los principios activos de la planta (azadiractina y nimbina). El contenido de fenoles del extracto de la planta expresados en equivalentes de ácido tánico fue de 54,87 mg/g y mostró una actividad antioxidante a través del ensayo del fosfomolibdeno (215,01 mmol/g), comparable al ácido ascórbico. Por lo tanto, los resultados obtenidos demostraron que las hojas Árbol del Nim son una fuente rica en compuestos fenólicos con propiedades antioxidantes y un candidato potencial para el desarrollo de nuevos fitofármacos.

Oliveira (2014), evaluó la capacidad antioxidante del extracto acuoso de *Averrhoa carambola* L. (carambola) frente a diversos sistemas generadores de radicales libres. El estudio es de tipo analítico, experimental, de tipo cuasiexperimental, transversal y prospectivo. Prepararon los extractos acuosos del fruto y hoja frescos de *Averrhoa carambola* L. (Carambola), en los que se determinó cuantitativamente los contenidos de polifenoles, flavonoides y vitamina C, así como también se evaluaron sus propiedades mediante reacciones con el radical libre estable DPPH, el TPTZ-Fe⁺³ y su capacidad para reducir el ferricianuro de potasio. Dentro de los resultados se obtuvieron el contenido de vitamina C fue más elevado en el fruto, mientras que los polifenoles estuvieron en mayor cantidad en la hoja; en cuanto a los flavonoides, éstos se encontraron en semejante cantidad tanto en fruto como en hoja. Con respecto a la capacidad de reaccionar con el radical libre estable DPPH, el IC₅₀ que se obtuvo fue menor en la hoja, lo que indica que tiene una mejor actividad frente al DPPH, así como también el efecto antioxidante

evaluado con la técnica FRAP mostró un valor más elevado para la hoja. También la hoja mostró tener un mayor poder reductor que el fruto sobre el ferricianuro de potasio.

Garrido *et al.* (2013), realizaron métodos extractivos de maceración en agua y metanol, decocción e infusión de las hojas de *L. medicinalis*. Se determinaron fenoles y flavonoides totales y se evaluó la capacidad antioxidante in vitro, mediante la decoloración del radical 1,1-difenil-2- picrilhidracilo (DPPH) y la inhibición de la enzima xantina oxidasa (XO; y obtuvieron resultados del extracto de *L. medicinalis*, obtenido por maceración en metanol (LM-M), presentó mayor concentración de fenoles ($5807,9 \pm 340,0$ mg equivalentes de ácido gálico/100 g muestra seca), mientras que la decocción (LM-Dx) presentó mayor concentración de flavonoides ($136,0 \pm 5,5$ mg equivalentes de quercetina/100 g muestra seca) con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Sin embargo, ningún extracto tuvo actividad sobre XO.

Arnao *et al.* (2011), realizaron un estudio de la capacidad antioxidante de 10 accesiones de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en hojas y raíces procedentes de Cajamarca. Emplearon la prueba de DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidracilo) y midieron el contenido de fenoles totales y flavonoides totales. Usaron ácido ascórbico, ácido gálico (AG) y quercetina (Q) como referencia. Para la captación del radical DPPH, los extractos de raíces presentaron un IC_{50} , en el rango de 1,92 a 6,32 μ L de raíz/mL. Sus fenoles totales variaron de 217,5 a 352,4 μ g EAG/mL de raíz. Los extractos hidro alcohólicos de hojas mostraron un IC_{50} , para la captación del radical DPPH, entre 44,2 y 110,3 μ g de hoja seca/mL. Sus fenoles totales estuvieron en el rango de 7,7 a 22,7 mg EAG/g de hoja y el de flavonoides entre 2,2 y 4,4 mg EQ/g de hoja.

Villanueva-Tiburcio *et al.* (2010), evaluaron el contenido de antocianinas, ácido ascórbico, y polifenoles totales, en la cáscara fresca y seca de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) *McVaugh*) en diferentes estados de madurez; evaluar la actividad antioxidante en la cáscara seca, usando diferentes tipos de radicales (DPPH, ABTS+ y Peroxilo) y correlacionar el valor de ácido ascórbico y polifenoles totales con la actividad antioxidante. La extracción fue realizada en medio acuoso, y los resultados de las evaluaciones de cada experimento fueron analizados por un diseño completamente al azar (DCA), según la prueba de t-student ($p < 0,05$). El extracto de la cáscara de la muestra madura fresca mostró las concentraciones más elevadas de ácido ascórbico y antocianinas en relación al pintón y verde, con 21,95 mg/g^{-1} cáscara, y 46,42 mg/L^{-1} de cianidin-3-glucósido, respectivamente, mientras que el extracto de la cáscara seca del pintón mostró el mayor valor de ácido ascórbico y polifenoles totales con 53,49 mg/g^{-1} muestra y 7,70 mg de Ac. Gálico/g muestra. La mayor actividad antioxidante, fue en los extractos de la cáscara seca

de muestra pintón, con $IC_{50} = 46,20; 20,25$ y $8,30 \mu\text{g/mL}^{-1}$ frente a los radicales DPPH, ABTS+ y Peroxilo respectivamente.

Sotero *et al.* (2009), realizaron una investigación en la determinación de la actividad antioxidante de la pulpa, cáscara y semilla del camu camu colectado en el banco de Germoplasma del INIA-Loreto. Se realizó la evaluación de la actividad antioxidante, mediante el secuestro de radicales libres del DPPH. Se determinó la concentración de compuestos fenólicos y ácido ascórbico, mediante el método espectrofotométrico y por cromatografía de HPLC. Se observaron que los mejores resultados en cuanto a la actividad antioxidante la presentaron la cáscara de camu camu con IC_{50} de $146,94 \mu\text{g/mL}$, seguido de la pulpa con $167,67 \mu\text{g/mL}$ y con menor actividad la semilla con $399,77 \mu\text{g/mL}$. Las mejores concentraciones para compuestos fenólicos se obtienen en pulpa seca ($23168,0 \text{ mg/100g}$) y en cáscara seca ($17905,5 \text{ mg/100g}$). Las concentraciones de ácido ascórbico en peso seco reportan la mayor concentración en pulpa: $14337,94 \text{ mg/100g}$ y cáscara: $10506,37 \text{ mg/100g}$, siendo inferior en semilla: $87,08 \text{ mg/100g}$. En la pulpa y cáscara del camu camu se encontraron ácido clorogénico, catequina, epicatequina y rutina, destacando la catequina en cáscara con $47,29 \text{ mg/100g}$.

Muñoz *et al.* (2007). Evaluaron la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos en la parte comestible de aguaymanto, carambola, tomate de árbol, yacón, tumbo costeño, tumbo serrano, noni, camu-camu y guinda, siendo la capacidad antioxidante determinada por dos métodos: usando ABTS encontrando valores de $0,01$ a $27,66 \text{ mg TE/100g}$ de muestra y aplicando el método DPPH usando coeficiente de inhibición IC_{50} obteniendo valores de $3,45$ a $7057,99 \text{ mg/mL}$, siendo el camu-camu de mayor ARP con $289,29 \text{ mg/mL}$. El contenido de compuestos fenólicos totales usando el método Folin- Ciocalteu encontraron valores entre $2,16$ y $2393,72 \text{ mg GAE/100g}$ de materia fresca. La concentración de flavonoides y ácidos fenólicos libres fue determinado por HPLC-RP, siendo los más altos valores de clorogénico y ácido ferúlico $81,47$ y $188,72 \text{ mg/kg}$ de peso fresco, respectivamente. Los valores máximos de los otros compuestos fenólicos lo presentaron el noni con $42,63 \text{ mg/kg}$ de cafeico, $60,23 \text{ mg/kg}$ de rutina, el camu-camu con $0,55 \text{ mg/kg}$ de morina, el tumbo serrano con $0,05 \text{ mg/kg}$ de kaenferol. La capacidad antioxidante obtenida por los métodos de DPPH y ABTS está correlacionada con el contenido de compuestos fenólicos totales.

2.2. Bases teóricas

2.2.1.El camu camu

a. Generalidades

La selva tropical amazónica mundial, cuenta con una extensión aproximada de seis millones de km²; abarca gran parte de la zona Ecuatorial de Sudamérica y contiene más especies de flora y fauna que cualquier otra región del mundo en una complejidad de ecosistemas, climas y cuerpos de agua. Entre el 60% y 80% de todas las especies de la tierra, se encuentran en 8 o 10 países de la mega diversidad, privilegiando a 4 países amazónicos, que según los inventarios de biodiversidad de plantas totalizan 55 000 en Brasil, 50 000 en Colombia, 35 000 en Perú y 20 000 en Ecuador. En los mercados de Iquitos (Perú) el número de frutales nativos comercializados es de 120 especies exclusivamente silvestres y 19 especies entre cultivadas y silvestres, (Flores 1997).

Myrciaria dubia (H.B.K) McVaugh “camu camu”, es un frutal amazónico que está teniendo más atención por sus características peculiares e introducción en los mercados mundiales. La importancia está en que sus frutos presentan altos contenidos de vitamina C, que pueden alcanzar 3 g por 100 g de pulpa, equivalente a casi 30 veces el de la pulpa de cítricos como la naranja, limón y mandarina. Además, contiene diversos compuestos antioxidantes, (Imán *et al.* 2011). Por tanto, tiene proyecciones para convertirse en un frutal nativo con gran potencial económico en la Amazonía peruana. Para satisfacer la creciente demanda de los mercados nacionales e internacionales, es necesario aumentar las áreas sembradas de *M. dubia* y potenciarlo como producto bioecológico amazónico con calidad para exportación, que redundará en más oportunidades de trabajo y mayores divisas para la región, (Maco 2002)

b. Clasificación botánica

La clasificación botánica de la especie arbustiva, según Pinedo *et al.* (2001) es:

Reino	:	Vegetal
División	:	Fanerógamas
Clase	:	Dicotiledóneas
Orden	:	Myrtales
Familia	:	Myrtaceae
Género	:	Myrciaria
Especie	:	dubia

c. Distribución geográfica

El camu camu crece de manera natural en las orillas de los ríos, cochas y cursos menores de agua en la amazonia. Su distribución natural indica que la mayor concentración de poblaciones y de diversidad se encuentra en la amazonia peruana, a lo largo de los ríos Ucayali, Amazonas y sus afluentes, en el sector ubicado entre las localidades de Pucallpa (Rio Ucayali) y Genaro Herrera, Provincia de Requena, Rio Napo, Pevas (rio Amazonas). La prospección de germoplasma efectuada por el INIA – Perú, concluye que las zonas donde se observa la mayor concentración de poblaciones y el Rio Nanay, tributario del rio Amazonas, (Villachica 1996)

El camu camu se encuentra a lo largo del rio Amazonas, hasta el estado de Amazonas en Brasil, así como la cuenca superior del rio Orinoco, y en el estado de Rondonia-Brasil. Sin embargo, la presencia de la especie en estas zonas no es frecuente y abundante como lo observado a lo largo de los ríos y lagos en la Amazonia Peruana, donde se encuentra grandes poblaciones nativas, casi mono específicas, (Chávez 1993). En la Figura. 1, se muestra la distribución geográfica en la producción del Camu camu.



Figura 1. Producción natural del camu camu a nivel mundial.

FUENTE: (Maco 2002).

2.2.2. Fenología

Estudio de las fases o actividades periódicas y repetitivas del ciclo de vida de las plantas y su variación temporal a lo largo del año (Mantovani *et al.* 2003). Eventos

fenológicos como la brotación, la floración, fructificación e incluso la senescencia, responden directamente a cambios macro y micro climáticos (Sparks *et al.* 2009; Badeck *et al.* 2004).

La aparición, transformación o desaparición rápida de los órganos vegetales se llama fase fenológica o fenofase, la cual está determinada por cambios de tipo morfofisiológico. El intervalo entre dos fenofases constituye la etapa o estadio fenológico. La velocidad del desarrollo de las plantas puede ser juzgada por la duración de las fases y estadios fenológicos. Así, cambios en la duración de estas fases y estadios pueden ser indicadores de eventos climáticos o de eventos de estrés biótico o abiótico que afectan la fisiología de la planta, alterando el ciclo normal de eventos de crecimiento y desarrollo, (Azkues 2000)

La fenología de una especie puede ser descrita por medio de estadios particulares, tales como la formación y desarrollo de hojas, floración, fructificación, dispersión de semillas y germinación. Cada uno de estos eventos tiene un momento específico en el año y un curso de desarrollo característico. Sin embargo, ellos no son independientes. Es claro que no se puede producir fructificación sin que haya habido floración, y el desarrollo de la semilla no se puede dar sin la fertilización de las flores que ocurre con la polinización, (Fenner 1998).

a. Fases fenológicas de camu camu

Según los estudios reportados por Sánchez *et al.* (2007), después de evaluar el comportamiento de las plantas de camu camu en tres lugares diferentes: caserío Bellavista (margen izquierdo del lago Yarinacocha) en suelos de formación reciente de terrazas bajas, fundo Santa Rita Km 10-3 Carretera Federico Basadre (CFB) en suelos de terrazas altas y el caserío Pucallpillo (alto Ucayali) en suelos de terrazas bajas; por tres años consecutivos, identificó seis fases fenológicas: descanso (junio, julio y agosto), brotamiento (setiembre, octubre y noviembre), floración (noviembre, diciembre y enero), inicio de fructificación (diciembre, enero y febrero), llenado de fruto (enero, febrero y marzo) y cosecha (marzo, abril y mayo), las que durante el año ocurren en forma sucesiva sobreponiéndose y complementándose, pudiendo variar (adelantándose o atrasándose) de acuerdo al comportamiento climático, especialmente de la precipitación pluvial y nivel fisiográfico donde se encuentran la plantación.

Las etapas fenológicas del camu camu son uniformizadas mediante la defoliación ya sea manual o química; que, desde la emisión de brotes hasta la cosecha transcurre un tiempo de 205 días, equivalente a 6 meses con 25 días, (Abanto *et al.* 2011; Abanto 2010).

Por su parte Casas (2014), observó las siguientes fases fenológicas: Las hojas y los brotes del camu camu alcanzan a desarrollarse y lignificarse totalmente a los 88 días después de la defoliación. La emisión de yemas florales es a los 100 días y la floración se produce a los 115 hasta 125 días. La cosecha, a los 210 hasta los 234 días.

Según Imán *et al.* (2011) el color de las hojas de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.), depende de la edad de las mismas, verde claro en hojas tiernas, verde típico en hojas jóvenes y verde amarillento en hojas adultas.

2.2.3.Radicales libres y antioxidantes

a. Radicales libres

Los radicales libres son moléculas que en su estructura atómica presentan un electrón desapareado o impar en el orbital externo y que pueden existir independientemente, que los hace muy inestables, extraordinariamente reactivos y de vida corta, con una enorme capacidad para combinarse específicamente en la mayoría de los casos con la diversidad de moléculas integrantes de estructuras celulares: carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos y derivados de cada uno de ellos. Se forman en condiciones fisiológicas normales o por factores exógenos en proporciones controlables por los mecanismos de defensas celulares, (Ahmad 2001).

Los radicales libres, son especies químicas que contienen uno o más electrones desapareados. Los radicales libres de importancia biológica son:

- Óxido nítrico
- Di oxígeno
- Superóxido
- Radicales hidroperoxil - lipídicos

La generación de radicales es una consecuencia natural de la vida, por desarrollarse en un entorno oxigenado. Las especies radicales que se generan después de la destrucción de estas enzimas pueden iniciar la oxidación de radicales libres en otras partes de la célula:

- Ataque a los ácidos grasos poliinsaturados.

- La cadena de oxidación de radicales libres se refleja macroscópicamente como la “rancidez en alimentos”, (Condezo 2002).

Los radicales libres pueden capturar el electrón que les falta de las moléculas que están a su alrededor, y así tornarse estables. La molécula atacada (que ahora no tiene un electrón) se convertirá entonces en un radical libre y de este modo se inicia una reacción en cadena que dañará muchas células y puede ser indefinida si los antioxidantes no intervienen, (Estrella 2002).

Los radicales libres que se forman en condiciones fisiológicas normales o por factores exógenos en proporciones controlables por los mecanismos de defensas celulares. En situaciones patológicas esta producción se incrementa substancialmente, ingresando al estado del estrés oxidativo. Los radicales libres pueden capturar el electrón que les falta de las moléculas que están a su alrededor, y así tornarse estables. La molécula atacada (que ahora no tiene un electrón) se convertirá entonces en un radical libre y de este modo se inicia una reacción en cadena que dañará muchas células y puede ser indefinida si los antioxidantes no intervienen, (González *et al.* 2000).

b. Antioxidantes

Los antioxidantes son compuestos que inhiben o retrasan la oxidación de otras moléculas mediante la inhibición de la propagación de la reacción de oxidación, (Ahmad 2001; Zamora, citado por Urzua 2015). Es toda sustancia que hallándose presente a bajas concentraciones con respecto a un sustrato oxidable (biomolécula), retarda o previene la oxidación de dicho sustrato (Sandoval *et al.* 2002).

Las reacciones de oxidación que se producen en el organismo humano provocan alteraciones fisiológicas importantes, desencadenando diversas enfermedades. A nivel celular, los antioxidantes facilitan el uso fisiológico del oxígeno por parte de las mitocondrias celulares, ayudando a reducir los efectos del estrés oxidativo. Los compuestos antioxidantes forman complejos que mitigan las reacciones productoras de radicales libres, por consiguiente, desempeñan una función fundamental en la prevención de las enfermedades crónicas no transmisibles, (Zamora, citado por Urzua 2015).

La protección que otorga el consumo de frutas y verduras se atribuye a la presencia de diversos compuestos con actividad antioxidante como vitamina C, vitamina E, tocoferoles y polifenoles, (Moure *et al.* 2000).

Los antioxidantes facilitan el uso fisiológico del oxígeno por las mitocondrias de las células, lo cual ayuda a disminuir el estrés oxidativo y por consiguiente ayuda en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles, (Zamora 2007).

Los polifenoles, principal grupo de antioxidantes, son efectivos donadores de hidrógeno. Su potencial antioxidante depende del número y de la posición de los grupos hidroxilos y su conjugación, así como de la presencia de sustituyentes dadores de electrones en el anillo estructural. La capacidad de desplazamiento de electrones en el grupo aromático (resonancia), define su efectividad, (Kuskoski *et al.* 2004).

Los antioxidantes provenientes de estas fuentes además de disminuir el estrés oxidativo pueden poseer actividad antiinflamatoria, antitrombótica, anti teratogénica y antialérgica, entre otras, (Barry 1991).

c. Antioxidantes naturales

Los antioxidantes naturales han alcanzado una gran importancia por la relación directa que manifiestan con la disminución del riesgo a producir enfermedades coronarias y cáncer, entre otras. Numerosos antioxidantes, presentes en las frutas y verduras, entre los cuales se encuentran la vitamina E (α -tocoferol), vitamina C (ácido ascórbico), β -caroteno (provitamina A), compuestos fenólicos y flavonoides, se han relacionado a efectos positivos en la salud debido a su efecto antioxidante, (Rojas-Barquera y Narváez-Cuenca 2009).

Los compuestos fenólicos intervienen como antioxidantes naturales en alimentos de origen vegetal, por lo que la obtención y preparación de alimentos con un alto contenido en estos compuestos, supone una reducción en la utilización de aditivos antioxidantes, a la vez que se obtienen alimentos más saludables. Moléculas que, a bajas concentraciones, respecto a las de un sustrato oxidable, retardan o previenen su oxidación. El antioxidante al chocar con el radical libre cede un electrón, se oxida y se transforma en un radical libre débil no tóxico, (Martínez *et al.* 2000).

Los resultados del proceso de fotosíntesis por el que las plantas producen su energía es la liberación de oxígeno. Por lo tanto, las plantas también necesitan

protegerse de los efectos dañinos de éste. Para esto han desarrollado diversas sustancias antioxidantes, (Breene 2000)

Los antioxidantes deben estar presentes en el organismo en una concentración suficiente que permita prevenir la acumulación de elementos prooxidantes, estado conocido como estrés oxidativo. El antioxidante al reaccionar con el radical libre le cede un electrón, oxidándose a su vez y transformándose en un radical libre débil no toxico que en algunos casos como el de la vitamina E, puede generarse a su forma primitiva por la acción de otros antioxidantes, (Posada *et al.* 2003).

Según Condezo (2002), existe dos propiedades para que un antioxidante sea efectivo:

- El antioxidante debe reaccionar rápidamente con radicales errantes, dando un nuevo radical.
- La nueva especie radical debe ser no reactiva, de modo que no ataque a otras moléculas de la vecindad.

Para Posada *et al.* (2003), se considera antioxidantes nutrientes a los siguientes compuestos químicos:

- Ácido ascórbico
- B-caroteno
- α -tocoferol
- Polifenoles
- Algunos minerales como el hierro, Zinc, cobre, Manganeso y el Selenio.

d. Efectos benéficos de los antioxidantes

Los efectos benéficos de los antioxidantes naturales básicamente están dados por su capacidad de inhibir radicales libres ejerciendo acción en todos los procesos en los que se reduce o detiene el proceso de oxidación como:

- Hidrólisis enzimática de enlaces ésteres para remover ácidos grasos peroxidados de lípidos.
- Quelamiento de iones metálicos de transición y reducción de peróxidos por catálisis enzimática.
- Reducción de peróxidos por catálisis enzimática, (Condezo 2002)

2.2.4. Polifenoles como antioxidantes

Los polifenoles son metabolitos secundarios de las plantas distribuidos ampliamente en alimentos de origen vegetal: frutas, cereales, hortalizas y bebidas. Poseen diferentes estructuras químicas y actividad. Gran parte de ellos presentan acción potencialmente beneficiosa para la salud humana, asociados con el consumo de alimentos y bebidas ricos en Polifenoles previenen muchas enfermedades, destacando el cáncer y las enfermedades cardiovasculares además inhiben daños contra el Acido desoxirribonucleico (ADN) y bloquean la acción de enzimas específicas que causan la inflamación (ciclooxygenasa). La actividad antioxidante de los polifenoles se debe principalmente a sus propiedades redox, permitiendo actuar como agentes reductores, donadores de hidrógeno y secuestradores del oxígeno; además de tener potencial para quelar metales, inhibir la lipoxigenasa y secuestrar radicales libres, (Estrella 2002).

– Catequinas

Las catequinas han demostrado in vitro su capacidad para inhibir la COMT (catecolamina-ometiltransferasa), la enzima que degrada la noradrenalina. Dada la importancia de la noradrenalina en el control de la termogénesis y la oxidación de las grasas, es concebible que las catequinas inhibiendo la COMT incrementen o prolonguen el efecto de la noradrenalina en la termogénesis. Además, indica que las catequinas del té verde en solución acuosa y en condiciones aceleradas de almacenamiento, son más estables a 37°C que a 98°C y a bajos valores de pH, (Estrella 2002).

El té verde y té negro en infusión contienen 2.85 y 1.4 mg/100 g de catequina respectivamente, por lo que sugiere que un consumo superior a 7 tazas de té verde al día (3,5 g de catequinas diarias) es una buena elección para prevenir las enfermedades cardiovasculares, (Ahmad 2001).

El fruto de las moras contiene 20 mg de catequina/100 g de muestra fresca, (Mattivi 2002).

2.2.5. Determinación de polifenoles totales

El método más utilizado para la determinación de polifenoles totales es el ensayo de Folin-Ciocalteu. Este se basa en la capacidad de los fenoles para reaccionar con agentes oxidantes. El reactivo de Folin-Ciocalteu corresponde a una mezcla de ácido fosfotúngstico ($H_3PW_{12}O_{40}$) y ácido fosfomolibdico ($H_3PMO_{12}O_{40}$), que en presencia de fenoles se reduce a óxidos azules de tungsteno (W_8O_{23}) y molibdeno

(Mo₈O₂₃). El color es proporcional al número de grupos hidroxilos y se determina en espectrofotómetro a 725 nm, (Jiménez *et al.* 2011; Singleton y Rossi 1965).

2.2.6. Actividad antioxidante

Desde el punto de vista nutricional, la actividad antioxidante, se asocia con su papel protector contra enfermedades cardiovasculares y el cáncer; y consecuentemente en los procesos de envejecimiento, (Vasconcellos 2000).

a. Métodos de determinación de la actividad antioxidante

Existen numerosos métodos de determinación de antioxidantes entre ellos tenemos:

ABTS: ácido 2-2 azinobis – (3-etilbenzoatoazolin-6- sulfónico)

DPPH: 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl

DMPD: Dicloridrato de N, N-Dimetil-p-fenilendiamina, (Arrate 2007).

–DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl)

Este método se basa en la reducción del radical DPPH por los antioxidantes de la muestra. El radical es estable y tiene una coloración púrpura que se pierde progresivamente cuando se añade la muestra conteniendo sustancias antioxidantes. La decoloración del radical se determina a 515 nm y la cuantificación se realiza empleando soluciones patrón de ácido ascórbico o trolox. En general la reacción se puede medir a los 2, 3, 4, 5 y 10 minutos del inicio, ya que, en este intervalo, la mayoría de las sustancias completan la reacción con el DPPH, (Arrate 2007).

Ventajas:

El ensayo DPPH es un método rápido y sencillo, que no requiere de un equipamiento sofisticado. A diferencia del ensayo ABTS (TEAC), no es necesario generar el radical puesto que el DPPH se comercializa. El DPPH es un reactivo muy usual para investigar la actividad de inhibición de radicales libres de los polifenoles. El mecanismo de reacción consiste en sustraer un átomo de hidrógeno de un fenol donador para dar difenilpicrilhidrazina y un radical fenoxil. La reacción involucra un cambio de color de violeta a amarillo que fácilmente puede ser monitoreado midiendo el decaimiento de la absorbancia a 515 nm, (Ahmad 2001).

El radical fenoxil puede sufrir posteriores reacciones tales como el acoplamiento y fragmentación, que resultan en productos complejos, y que modifica la reacción y los valores del coeficiente de Inhibición del 50% del radical, (IC_{50}), por alteración de la estequiometría. El IC_{50} es un parámetro que describe en forma global la reacción con el radical, proporcionando información limitada del mecanismo de reacción. El valor de la constante de velocidad de la reacción (K_2) corrige las limitaciones de IC_{50} , incluyendo, además de la concentración, la velocidad de inhibición del radical DPPH. Esto permite diferenciar a los compuestos de acuerdo con su reactividad intrínseca, (Arrate 2007).

2.2.7. Secado de plantas

La razón más importante desde el punto de vista técnico por la que se seca las hierbas es su conservación, por este método se promueve el mantenimiento de los componentes de vegetal fresco y se evita la proliferación de microorganismos, además de permitir su almacenamiento por un tiempo determinado antes de su utilización, (Fernando 1996).

Durante el secado de las plantas se elimina el agua para evitar su deterioro, pérdida de las sustancias activas o sus características organolépticas. La rapidez de este proceso depende del aire y de las características del producto (Martínez *et al.* 2000).

Mediante el secado se prolonga la vida útil de los alimentos, reduce la proliferación de los microorganismos. Tal vez por ello, esta técnica es una de las más antiguas, probablemente su práctica viene de la época en que nuestros ancestros pasaron de cazadores recolectores a agricultores, y desde ese momento se ha mantenido como uno de los métodos más usados para conservar los alimentos, (Crapiste 1991).

El secado de las plantas tiene las siguientes ventajas:

- Prolonga la vida útil del producto.
- Los costos del envasado son muy reducidos (En lugar de botellas o latas se usan bolsas de plástico y papel).
- Reduce el peso y el volumen del producto final lo que facilita el costo de transporte y el almacenamiento, (Intermediate 2001).

2.2.8. Infusión

Según Saz (2012), son sustancias activas que se extraen, sufren muy poca alteración en su estructura química, conservando gran parte de sus propiedades, lo cual se utilizan flores, hojas, tallos tiernos.

Variedades

- Infusión: 20-30 gr. planta/Litro agua
- Maceración: 30-50 g/Litro
- Decocción: 30-50 g/Litro

Preparación

- Colocación, parte planta a utilizar en recipiente.
- Escaldado, poner agua a punto de hervir.
- Extracción, tapar recipiente y esperar, 5-10 minutos.
- Colado, filtrar liquido resultante.

Conservación

- 12 horas.
- Conservar frío sin calor.
- Se pueden calentar sin hervir.

2.2.9. Características sensoriales

Según Schutz (1971), menciona que el Instituto de Alimentos de EEUU (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”.

a. Percepción sensorial

Según Sancho (2002), define como “la interpretación de la sensación, es decir la toma de conciencia sensorial”. La sensación se puede medir únicamente por métodos psicológicos y los estímulos por métodos físicos o químicos.

b. Los sentidos

Según Hernández (2005), define y clasifica los sentidos, como los medios que el ser humano percibe y detecta el mundo que lo rodea, como lo es la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído.

Los cinco sentidos se clasifican en químicos: olfato y gusto; físicos: vista, tacto y oído.

- **La vista**

A través de este sentido se perciben las propiedades sensoriales externas de los productos alimenticios como lo es principalmente el color, aunque también se perciben otros atributos como la apariencia, la forma, la superficie, el tamaño, el brillo, la uniformidad y la consistencia visual (textura). Como ya se dijo con el sentido de la vista se perciben los colores los cuales se relacionan por lo general con varios sabores, no importa que sean agradables o no, esto se debe a la experiencia que tenga cada individuo.

- **El olfato**

El olfato del ser humano es un sentido muy rudimentario en comparación con el de algunos animales. Es el sentido que, alojado en la nariz, permite detectar la presencia de sustancias gaseosas. Los atributos que se perciben con el sentido del olfato son el olor y el aroma, el primer atributo tiene que ver con el producido por los alimentos por la volatilización de sustancias que se esparcen por el aire llegando hasta la nariz y el segundo consiste en la percepción de sustancias aromáticas de un alimento después de colocarlo en la boca. Al igual que el sentido de la vista las sensaciones percibidas pueden ser agradables o desagradables de acuerdo a las experiencias del individuo.

- **El gusto**

El sentido del gusto hace referencia a los sabores en los alimentos. Este atributo hace referencia a la combinación de tres propiedades: olor, aroma y gusto. Cuando un individuo o catador se encuentra resfriado no puede percibir olores ni sabores, es por esto que cuando se realice una evaluación sensorial de sabor, no sólo se debe tenerse en cuenta que la lengua del panelista este en perfectas condiciones sino además que no tenga problemas con la nariz y con la garganta. El sabor de un producto que se va a evaluar debe ser enmascarado, ya que este se ve influenciado por otras propiedades como el color y la textura, evitándose así que el catador se vea influenciado en sus respuestas, por estas propiedades.

- **El tacto**

La piel es un tejido delgado y resistente que recubre todo el cuerpo, proporcionándole una cubierta protectora e impermeable. La sensibilidad sensorial del tacto se percibe en la piel y en la lengua. A través de este sentido se detecta en un alimento: la textura, el tamaño, la forma, la viscosidad, la adhesividad, la untuosidad, la dureza, etc.

- **El oído**

El oído es el aparato de la audición y del equilibrio. Sus órganos se encargan de la percepción de los sonidos y del mantenimiento del equilibrio. La audición o sensación sonora se produce a partir de una vibración. Cuando el pabellón auricular recoge las ondas sonoras, estas se reflejan en sus pliegues y penetran en el conducto auditivo externo hasta que chocan con el tímpano. Esta membrana empieza a vibrar con una determinada frecuencia e intensidad.

- **El flavor**

Según Carpenter (2002), La percepción del flavor se divide en tres etapas:

- Evaluación del olor: aspirando el aroma del producto alimenticio antes de que penetre en la boca.
- Evaluación del flavor en la boca: cuando el producto alimenticio está en la boca.
- Evaluación del regusto: sensaciones percibidas una vez deglutida la muestra del producto alimenticio.

c. Funcionamiento de un panel en la evaluación de las características sensoriales.

Según Hernández (2005), para el desarrollo y funcionamiento de un panel de evaluación sensorial es necesario tener en cuenta ciertos parámetros para conseguir resultados lo más objetivamente posibles. Las condiciones para el desarrollo y aplicación de las diferentes pruebas sensoriales son los jueces, los cuales deben ser seleccionados y entrenados, además es necesario proporcionar las condiciones locativas básicas, para la sala de catación o cabinas, para el sitio de preparación de las muestras. También se tiene un especial cuidado en el momento de elegir la prueba que se va a aplicar, el

formulario, el número de muestras, las cantidades, los alimentos adicionales que van a servir de vehículo para ingerir la muestra, los recipientes que van a contener las muestras y la otra entre otras. Lo anterior brinda la seguridad y confiabilidad de los resultados, para posteriormente a través del estudio estadístico, lograr un análisis significativo permitiendo determinar la aceptabilidad esperada por el consumidor. Entre ellos se clasifican en:

- **Los panelistas**

Existen varios tipos de panelista de acuerdo al estudio que se esté realizando:

Panelistas expertos, panelistas entrenados o panelistas de laboratorio: Empleados en el control de calidad en el desarrollo de nuevos productos o para cuando se realizan cambios en las formulaciones.

Panelistas consumidores: Es empleado para determinar la reacción del consumidor hacia el producto alimenticio.

Los panelistas deben cumplir con algunos requerimientos, que son importante para obtener excelentes, estos requisitos son:

- Asistir puntualmente a cada una de las sesiones de catación.
- Debe tener una buena concentración y disposición, durante el desarrollo del panel.
- Preferiblemente deben ser de ambos géneros (femenino y masculino).
- Los panelistas deben evitar el uso de alcohol y de alimentos con especias y el café.
- Los panelistas en lo preferible deben ser no fumadores, y si lo son se recomienda que no hayan fumado por lo menos una hora antes del desarrollo de la prueba.
- No deben estar fatigados y/o cansados.
- No deben estar involucrados en el desarrollo del producto en estudio.
- No se recomienda realizar las pruebas después de haber consumido alguna comida abundante o por el contrario sin haber probado bocado desde varias horas.

- **Entrenamiento de los panelistas**

Los panelistas o catadores deben tener un entrenamiento adecuado para responder de una manera adecuada cuando se le solicita su opinión sobre algún alimento en estudio. El panelista que va a realizar alguna prueba

sensorial debe estar descansado, dispuesto y con la mente despejada, los panelistas se eligen de un grupo grande, los cuales se van clasificando de acuerdo a las habilidades para diferenciar muestras, es importante que el panelista que ha sido seleccionado tenga una sensibilidad tal que, al evaluar varias veces una muestra, los resultados obtenidos sean siempre los mismos.

- **Área para la realización de las pruebas o catación de las muestras**

Debe cumplir con algunas especificaciones:

- Estar retirada de áreas de ruidos. Debe ser un lugar tranquilo.
- Tener una temperatura ambiente, debe estar entre 18-22 C.
- Tener iluminación preferiblemente natural, la cual debe ser uniforme. Se recomienda lámparas con luz de color, para cada una de las cabinas, con el fin de eliminar diferencias de color entre las muestras.
- Tener una buena ventilación libre de olores extraños.
- Los colores de las paredes deben ser claros que no interfieran con el producto y que no cansen al panelista.
- Cabinas individuales: Deben ser amplias, conformadas por una mesa, una silla, una pileta (no es obligatorio además de que puede provocar malos olores), una ventanilla para el suministro de las muestras y pileta o grifos. En el momento de la prueba cada catador debe tener las muestras codificadas a evaluar, el formulario de prueba, un vaso con agua, vaso para escupir (si no hay grifos ni sifón), cubiertos, servilletas y demás elementos necesarios para el panel esto con el fin de interrumpir la concentración de los panelistas.

El número mínimo de cabinas es tres, pero normalmente se ubican entre 5-10, cuando los espacios son reducidos se emplean cabinas de prueba temporal portátiles. Cada cabina debe tener un dispositivo que permita al panelista indicar alguna señal al organizador del panel, además debe estar marcada con un símbolo o un número, para ser identificada.

- **Muestras**

- Temperatura: Por lo general las muestras deberán presentar a una temperatura a la cual se consumen normalmente la infusión, T° 60-70°C.
- Tamaño: Muestra de 10 - 20 mL.

- Número de muestras: Se recomienda que en una misma sesión no se deben dar más de cinco muestras al mismo tiempo a los panelistas, para evitar fatigas y llenura.

2.3. Definiciones de términos básicos

- **Antioxidante**

Es una molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas. La oxidación es una reacción química de transferencia de electrones de una sustancia a un agente oxidante. Las reacciones de oxidación pueden producir radicales libres que dañan las células, (Norma Técnica Colombiana 1998).

- **Radicales libres**

Son todas aquellas especies químicas, cargadas o no, que en su estructura atómica presentan un electrón desapareado o impar en el orbital externo, dándole una configuración espacial que genera gran inestabilidad, señalado por el punto situado a la derecha del símbolo. Poseen una estructura birradicálica, son muy reactivos, tienen una vida media corta, por lo que actúan cercano al sitio en que se forman y son difíciles de dosificar, (Cheesman y Slater 1998, Basaga1989).

- **Secado**

Es un proceso que involucra la transferencia de masa y energía. El entendimiento de estos dos mecanismos en el alimento a secar y el aire o gas de secado, así como de las propiedades termo físicas, de equilibrio y transporte de ambos sistemas, son de vital importancia para modelar el proceso y diseñar el secador, (Crapiste 1997).

- **Polifenoles**

Los polifenoles son moléculas que comparten la característica de poseer en su estructura varios grupos bencénicos sustituidos por funciones hidroxílicas; se encuentran en muchas plantas, algunas de uso común y por sus propiedades antioxidantes merecen mayor atención, (Quiñones y Aleixandre 2012).

III. MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del área de estudio

3.1.1. Ubicación

El trabajo de investigación se desarrolló en los laboratorios de Química Analítica y Procesos Agroindustriales de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA) en el distrito de Yarinacocha, carretera San José km 0.5, Puerto Callao y en el Centro de Investigación para el Desarrollo Biotecnológico para la Amazonia (CIDBAM) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), ubicado en la carretera Central Km 1.2 - Tingo María.

3.1.2. Descripción del área del estudio

La investigación se constituye en una investigación aplicada dentro del área de tecnología básica y forma parte del estudio de los antioxidantes, entre los cuales está el conocimiento de los polifenoles totales y actividad antioxidante en la infusión de las hojas de camu camu.

3.2. Identificación y descripción del material experimental

3.2.1. Materiales

Material biológico: Se trabajó con hojas de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.) en tres etapas de desarrollo. Fueron adquiridos del caserío San Lorenzo, perteneciente al distrito de Yarinacocha y el caserío de Pucallpillo, perteneciente al distrito de Manantay. Posteriormente fueron trasladados a los laboratorios de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA) y en el Centro de Investigación para el Desarrollo Biotecnológico para la Amazonia (CIDBAM) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) para el respectivo análisis.

Materiales de campo: Bolsas ziploc, lapicero, GPS, lapicero, plumón indeleble, cuaderno de apuntes y cámara fotográfica.

Materiales de laboratorio: Vasos de precipitación, fiolas, bandejas de plástico, papel toalla, bolsas filtrantes, cubetas de poliestireno p/espectro UV/VIS, tips, microtubos, papel Kraft, hisopos, tamiz N° 14, vasos descartables.

3.2.2. Reactivos y equipos

Reactivos de laboratorio: Ácido Gálico (Sigma Aldrich), Solución Fenol de folin Ciocalteau (HIMEDIA), 2,2-Difenil-1-picrilhidraizil (DPPH) (Sigma Aldrich),

Carbonato de sodio (Na_2CO_3) (Scharlau), Trolox (Sigma Aldrich), alcohol de 96°, agua destilada, hipoclorito de sodio.

Equipos de laboratorio: Balanza gramera, balanza analítica, centrifuga, agitador vortex, espectrofotómetro UV-VIS Genesys 10, micropipetas (10-100 μL ; 20-200 μL ; 100-1000 μL), estufa, molino manual, hervidora, refrigeradora.

3.3. Variables

3.3.1. Variables independientes

- Lugar de Procedencia
Niveles: Yarinacocha, Pucallpillo.
- Etapas de desarrollo de las hojas
Niveles: Hojas tiernas, hojas jóvenes, hojas adultas.

3.3.2. Variables dependientes

- Contenido de polifenoles totales (g EAG/100 mL)
- Actividad antioxidante (mM TEAC/100 mL)

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

La población considerada en la investigación corresponde a las hojas de las plantaciones de camu camu existentes en la provincia de Coronel Portillo

3.4.2. Muestra

La muestra fue de 1.00 kg de hojas frescas de camu camu por tratamiento (por etapa de desarrollo y procedencia), haciendo en total 6.00 kg de muestra. Del distrito de Yarinacocha se extrajo 3.00 kg de muestra de hojas del Fundo Pablito ubicada en el Caserío San Lorenzo, cuyas coordenadas son: -8.271736; -74.623873; -8.271343; -74.624357; mientras que del distrito de Manantay, se extrajeron 3.00 kg de muestra de hojas del fundo César ubicado en el caserío de Pucallpillo, con coordenadas: -8.446540; -74.501758; -8.446288; -74.502826.

Luego del secado y molienda se obtuvo 0.14 kg hojas molidas por tratamiento, las que fueron utilizadas para la determinación de polifenoles totales y actividad antioxidante en la infusión de las hojas de camu camu.

3.5. Tratamientos

Se ha estudiado la relación entre las variables: Lugar de Procedencia, etapas de desarrollo de las hojas; Contenido de polifenoles totales y Actividad antioxidante

En el siguiente cuadro se mencionan los diferentes tratamientos para obtener la infusión según los estados fenológicos de las hojas de camu camu.

Cuadro 1.Tratamientos considerados en la investigación.

Factor A: Etapa de desarrollo	Factor B: Procedencia	Tratamientos
Nivel 1: Hojas tiernas	Nivel 1: Yarinacocha	T ₁
Nivel 2: Hojas tiernas	Nivel 2: Pucallpillo	T ₂
Nivel 1: Hojas jóvenes	Nivel 1: Yarinacocha	T ₃
Nivel 2: Hojas jóvenes	Nivel 2: Pucallpillo	T ₄
Nivel 1: Hojas adultas	Nivel 1: Yarinacocha	T ₅
Nivel 2: Hojas adultas	Nivel 2: Pucallpillo	T ₆

FUENTE: Elaboración propia.

3.6. Recolección de datos

3.6.1.Fuentes de información

Las fuentes de información lo constituyen la revisión bibliográfica (libros, tesis y papers), además de consultas a expertos en el tema propuesto de investigación. Las fuentes primarias son los datos de las evaluaciones experimentales.

3.6.2.Unidad experimental y unidad de medición

Unidad experimental: Para el presente estudio la unidad experimental lo constituyó las hojas de *Myrciaria dubia* H.B.K. la cual se obtuvo en tres etapas de desarrollo y de diferentes procedencias, luego se deshidrató y molió, posteriormente se evaluó la actividad antioxidante, polifenoles totales y características sensoriales de la infusión.

Unidad de medición: La unidad de medición para la actividad antioxidante fue en mmol equivalentes de trolox, polifenoles totales en g equivalentes de ácido gálico por 100 g de muestra (gEAG.100gmuestra⁻¹).

3.6.3. Tipo de muestreo

En el estudio se aplicó un muestreo intencional (no probabilístico), porque las muestras que se recogieron para la investigación fueron por criterio, teniendo en cuenta las etapas de desarrollo y la sanidad de las hojas.

3.6.4. Técnicas para la recolección de los datos

a. Metodología de elaboración de los filtrantes para la infusión.

En la Figura 2, se muestra las etapas a seguir para la elaboración de la infusión a partir de hojas en diferentes etapas de desarrollo y procedencia.

- **Recolección:** Las hojas fueron recolectadas por la mañana con el debido cuidado, sin maltratar la planta. Teniendo en cuenta la etapa de desarrollo y procedencia.
- **Selección y clasificación:** Después de retirar las hojas que presentaron daños por heridas y hongos, éstas se seleccionaron y clasificaron teniendo en cuenta las características propias de la edad que corresponde (tiernas, jóvenes y adultas), como lo menciona Imán *et al.* 2011.
- **Lavado:** Se lavaron con abundante agua para retirar los residuos ajenos a las hojas y se desinfectaron con solución de hipoclorito 50 ppm.
- **Oreado:** Se realizó durante 30 minutos a temperatura ambiente de 27°C, y se voltearon cada 10 minutos.
- **Pesado:** Posteriormente se pesaron las hojas en la balanza para calcular el rendimiento del balance de materia.
- **Secado:** Las muestras se llevaron a la estufa a una temperatura de 70°C, por un período de 12 horas.
- **Molienda:** Posteriormente con ayuda de un molino manual se procedió a realizar la molienda.
- **Tamizado:** Una vez obtenido las hojas molidas se procedió al tamizado, se utilizó las partículas que quedaron retenidas en el tamiz N° 14 (1.4 mm)
- **Envasado y sellado:** Se colocaron en las bolsitas filtrantes (1.5 g por bolsita, de acuerdo a los filtrantes comerciales) y se sellaron. (cada muestra según la etapa de desarrollo de las hojas y procedencia).

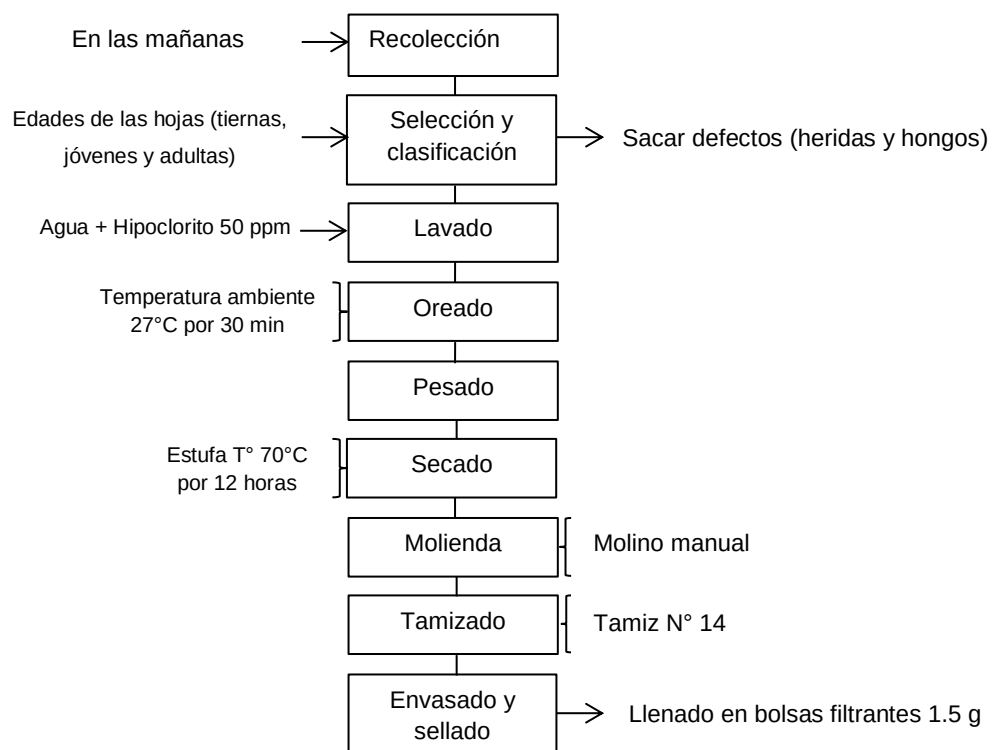


Figura 2. Proceso de elaboración de los filtrantes para la infusión a partir de las hojas de camu camu.

FUENTE: Elaboración propia.

b. Obtención de la infusión

Las bolsitas filtrantes conteniendo las muestras molidas de hojas secas de camu camu (1.5 g) se colocaron en un recipiente de 150 mL de capacidad, seguidamente se vertió 100 mL de agua hirviendo (aproximadamente 100°C), seguidamente se dejó enfriar durante 10 min a temperatura ambiente de 27°C.

c. Determinación de los polifenoles totales

Los polifenoles totales se determinaron mediante el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu modificado por Sandoval *et al.* (2001).

- Preparación de la solución de carbonato de sodio (Na₂CO₃) al 7.5%

Se preparó una solución de carbonato de sodio, disolviendo 7,5 g de carbonato de sodio con agua destilada en una fiola de 100 mL y se almacenó en un envase de vidrio color ámbar en refrigeración.

- **Preparación de solución stock de ácido gálico al 100 µg/mL**

Se pesó 0.01 g de ácido gálico, se disolvió con agua destilada hasta enrasar a 100 mL en una fiola. La solución se trasvasó a un envase ámbar y se almacenó en refrigeración hasta el momento de su uso.

- **Determinación de la curva estándar**

Preparación de estándares a partir de solución stock de ácido gálico µg/mL

$E_1 = 10 \text{ µg/mL} = 100 \text{ µL Acido Gálico} + 900 \text{ µL agua destilada}$

$E_2 = 25 \text{ µg/mL} = 250 \text{ µL Acido Gálico} + 750 \text{ µL agua destilada}$

$E_3 = 50 \text{ µg/mL} = 500 \text{ µL Acido Gálico} + 500 \text{ µL agua destilada}$

$E_4 = 75 \text{ µg/mL} = 750 \text{ µL Acido Gálico} + 250 \text{ µL agua destilada}$

$E_5 = 100 \text{ µg/mL} = 100 \text{ µL Acido Gálico} + 0 \text{ µL agua destilada}$

Una vez preparado la solución estándar se agitó en un vortex por unos 10 segundos para cada muestra, también se preparó el blanco que es 1000 µL agua destilada en una cubeta de poliestireno.

La reacción para la cuantificación de polifenoles se realizó en una cubeta de poliestireno añadiendo y mezclando los reactivos en el orden y volúmenes que sigue:

- 100 µL muestra
- 500 µL Folin
- 400 µL Na_2CO_3

La reacción se dejó reposar por dos horas a temperatura ambiente de 27°C y en oscuridad, luego se colocaron en el espectrofotómetro UV-VIS Genesys 10 y se realizaron las lecturas de absorbancia a una longitud de onda de 740 nm con estos valores de absorbancia encontrados y las concentraciones de ácido gálicos correspondientes se correlacionó mediante un sistema de regresión lineal por mínimos cuadrados utilizando Microsoft Excel para encontrar la ecuación lineal de primer grado ($y = ax + b$) que correlaciona la absorbancia con la concentración ecuación que llamamos curva estándar donde (Y) es la absorbancia y (X) la concentración de ácido gálico.

- **Cuantificación de polifenoles totales.**

Para la cuantificación de polifenoles totales en las muestras se realizó el procedimiento similar al de la curva estándar con la variación que en lugar de añadir estándar en la reacción pondremos muestra y repetiremos los pasos hasta obtener el valor de las absorbancias, estos valores fueron remplazados en la curva estándar y se calculó el valor de concentración la cual se expresó en gramos de ácido gálico equivalente por 100 mL de infusión (g EAG/100 mL).

d. Determinación de la capacidad antioxidante

- **Preparación del trolox**

Se preparó una solución de trolox, pesando 0.05 g de trolox en un matraz aforado el cual se disolvió con alcohol y enrasó a 100 mL luego se trasvasó a un envase de vidrio color ámbar y se almacenó en refrigeración hasta su uso.

- **Determinación de la curva estándar de trolox**

Preparación de estándares a partir de solución stock de trolox 2 mM

E_1	=	1.5 mM	=	750 μ L Trolox	+	250 μ L agua destilada
E_2	=	1 mM	=	500 μ L Trolox	+	500 μ L agua destilada
E_3	=	0.75 mM	=	370 μ L Trolox	+	630 μ L agua destilada
E_4	=	0.5 mM	=	250 μ L Trolox	+	750 μ L agua destilada
E_5	=	0.1 mM	=	50 μ L Trolox	+	950 μ L agua destilada
E_6	=	0 mM	=	1000 μ L agua destilada		

Una vez preparado la solución trolox se agitó en un vortex por unos 10 segundos para cada muestra, también se preparó el blanco que es 1000 μ L de alcohol en una cubeta de poliestireno.

Luego se preparó el control en una cubeta de poliestireno: 25 μ L de alcohol + 975 μ L del reactivo del DPPH, la cual junto con el blanco se colocaron en el espectrofotómetro y luego se realizó la lectura por 10 minutos obteniendo como resultado 0,930 de absorbancia, esto indica que el control es el ideal para realizar las siguientes lecturas.

Posteriormente se añadió con la micropipeta a cada cubeta lo siguiente:

- 25 μ L muestra

- 975 μ L DPPH

Seguidamente se colocó la cubeta y el blanco en el espectrofotómetro UV-Genesys 10 Visible a una longitud de onda de 515 nm y las absorbancias que se obtendrán serán reemplazadas en la ecuación de la curva del trolox y expresadas en equivalencia del Trolox (TEAC/mL)

- **Actividad antioxidante**

Se cogió la infusión preparada (1.5 g en 100 mL de agua), según la edad de las hojas y procedencia.

Para ello se realizó una dilución y se colocó en microtubos, seguido se realizó una agitación en un vortex por unos 10 segundos cada muestra, seguidamente se colocó en cada cubeta y se realiza lo siguiente:

- 25 μ L muestra diluida
- 975 μ L DPPH

Posteriormente se llevó cada muestra al espectrofotómetro para realizar la lectura, paralelamente se preparó el blanco con agua destilada y se procedió a trabajar bajo las mismas condiciones, este blanco sirve para calibrar el espectrofotómetro, la lectura se realizó cada 10 minutos en el espectrofotómetro a una longitud de onda 515 nm.

e. Características sensoriales

La evaluación sensorial se realizó con 60 panelistas semi entrenados en el Laboratorio de Procesos Agroindustriales. Sin embargo, los panelistas fueron ordenados en un Diseño de Bloques Incompletos Balanceados (DBIB), para evitar dificultades en la evaluación al degustar muchas muestras. Por lo que cada panelista sólo evaluó tres muestras.

La preparación de las muestras para la evaluación sensorial se hizo los pasos siguientes:

- En un vaso precipitado de 500 mL se colocó 1 filtrante conteniendo la muestra (6 g) de hojas secas de camu camu según etapa de desarrollo y procedencia y se añadió 400 mL de agua (aproximadamente a 100°C)
- Luego se dejó reposar durante 10 min para obtener la infusión, seguidamente se retiró el filtrante.
- Se enfrió a la temperatura de 40 - 30°C, y se sirvió 10 mL en cada vaso para que se proceda con la evaluación sensorial.

- Previamente a los panelistas se les instruyó sobre el procedimiento que deben tener en cuenta para la evaluación sensorial.

3.7. Procesamiento de los datos

Los resultados de las evaluaciones de ambas variables se procesaron mediante el cálculo de media, desviación estándar, elaboración de cuadros y figuras en Microsoft Excel 2016.

Para el análisis estadístico y procesamiento de datos se realizó con el programa STATGRAPHICS Centurión XV y el software estadístico SPSS 21.0.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas de camu camu procedente de Yarinacocha.

En el Cuadro 2 se muestran los resultados de la comparación múltiple de medias de Tukey para el contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas de camu camu en tres etapas de desarrollo procedente de Yarinacocha.

Cuadro 2. Comparación múltiple de medias para el contenido de polifenoles totales en la infusión.

Etapas de desarrollo	Concentración¹ en la infusión g EAG/ 100 mL
Hojas Tiernas	0.454 ± 0.010 ^a
Hojas Jóvenes	0.252 ± 0.002 ^b
Hojas Adultas	0.163 ± 0.004 ^c

¹ Los datos corresponden a la media ± SD, para n = 3.

Letras de superíndices diferentes indican diferencia significativa.

Los resultados ponen en manifiesto diferencia significativa entre las diferentes etapas de desarrollo de las hojas estudiadas, siendo las hojas tiernas que presentaron la mayor cantidad de polifenoles al poseer una media de 0.454 ± 0.010 g EAG/100 mL infusión. En las muestras provenientes de entornos naturales, la producción de compuestos fenólicos está relacionada con los cambios en el desarrollo del vegetal y son analizados con aquellos relacionados a la estacionalidad. A medida que las estaciones transcurren y la planta crece, se produce un aumento de los valores de compuestos fenólicos (Parker 1977 y Glyphis 1988); sin embargo, los resultados de la investigación no concuerdan por lo expuesto por dichos autores. Las hojas jóvenes presentaron mayores contenidos de polifenoles totales que las hojas adultas, coincidiendo con lo encontrado en hojas adultas de guayaba (Waterman y McKey 1989).

La Figura 3 muestra el comportamiento del contenido de polifenoles totales en la infusión según la etapa de desarrollo para las hojas procedente de Yarinacocha. Observamos que conforme avanza la etapa de desarrollo de las hojas, el contenido de polifenoles disminuye. Los valores superiores en el contenido de polifenoles totales en las hojas tiernas respecto a las hojas adultas, es un factor de defensa en las hojas tiernas contra los animales herbívoros (Harbone 1994, Winkel-Shirley 2002).

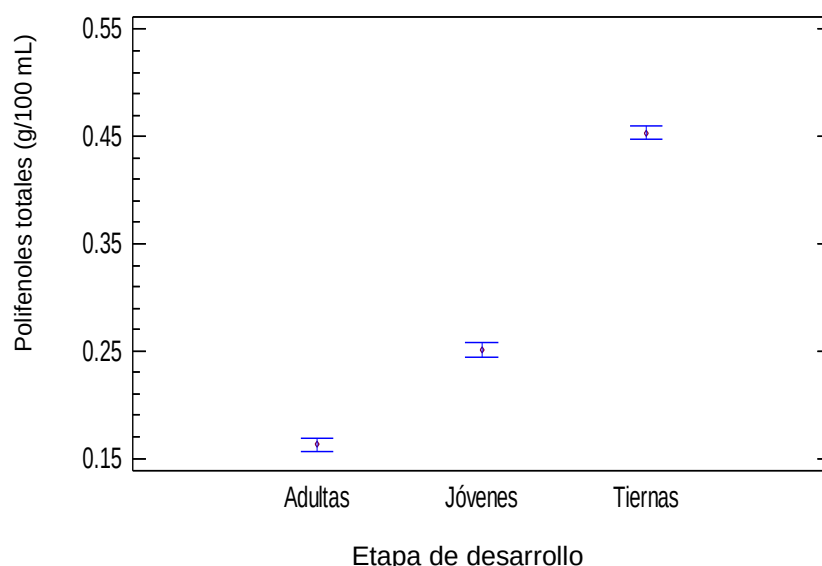


Figura 3. Comportamiento del contenido de polifenoles totales en la infusión según etapa de desarrollo.

La alta concentración de polifenoles totales presente en el extracto acuoso de hojas de camu camu hace que este recurso agrícola tenga un potencial benéfico para el organismo y en la medicina tradicional. La Organización Mundial de la Salud (OMS) calcula que, en todo el mundo, de la cuarta parte a la mitad de los productos farmacéuticos dispensados, tienen origen en plantas como extractos o principios activos puros aislados de ellas o bien como fármacos semisintéticos. (Sanabria 2003).

4.2. Contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas de camu camu procedente de Pucallpillo.

En el Cuadro 3 se muestra la comparación múltiple de medias de Tukey para el contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas de camu camu en tres etapas de desarrollo procedente de Pucallpillo. Los resultados ponen en manifiesto diferencia significativa entre las diferentes etapas de desarrollo de las hojas estudiadas, siendo las hojas tiernas que presentaron la mayor cantidad de polifenoles al poseer una media 0.680 ± 0.003 g EAG/100 mL infusión.

Las hojas jóvenes son la fuente principal de compuestos fenólicos, porque los sintetizan como defensa contra predadores herbívoros que las prefieren por su mayor calidad nutricional respecto a las hojas maduras. Sin embargo, eso no siempre ocurre porque no todos los metabolitos tienen el mismo comportamiento durante el desarrollo foliar (Estiarte *et al.* citado por Vargas-Álvarez 2006).

En el caso del té, las diferencias en los constituyentes de la hoja se deben a varios factores como: variedad de la planta, época de cosecha, edad de la hoja, clima, estado

del suelo, prácticas de cultivo, contaminación del ambiente, condiciones de secado y procesos tecnológicos (Fernández et al. citado por Staszewski 2011). Dichos factores también estarían influyendo en la composición de las hojas de camu camu, luego, las diferencias significativas en el contenido de polifenoles totales en las hojas varían cuando la planta de camu camu es cultivada en zonas agroecológicas diferentes.

Cuadro 3. Comparación múltiple de medias para el contenido de polifenoles totales en la infusión.

Etapas de desarrollo	Concentración¹ en la infusión g EAG/ 100 mL
Hojas Tiernas	0.680 ± 0.003 ^a
Hojas Jóvenes	0.432 ± 0.004 ^b
Hojas Adultas	0.196 ± 0.009 ^c

¹ Los datos corresponden a la media ± SD, para n = 3.

Letras de superíndices diferentes indican diferencia significativa.

El menor contenido de polifenoles totales se encontró en la infusión de hojas adultas de camu camu fue de 0.1960 ± 0.009 g EAG/100 mL; sin embargo, este contenido es mayor a lo encontrado en infusión de manzanilla: 69.28 ± 0.75 µg EAG/mL y de hierba buena: 231.85 ± 4.17 µg EAG/mL (Muñoz-Velázquez *et al.* 2012). Luego es posible el aprovechamiento de las hojas adultas de camu camu en la preparación de infusiones, porque el contenido de polifenoles totales es elevado comparado con las infusiones preparadas con las hojas de otras especies.

La Figura 4 muestra el comportamiento del contenido de polifenoles totales en la infusión según la etapa de desarrollo para las hojas procedente de Pucallpillo. Observamos que conforme avanza la etapa de desarrollo de las hojas, el contenido de polifenoles disminuye.

El comportamiento del contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas de camu procedente de Pucallpillo es similar a lo reportado para la zona de Yarinacocha, en ambos casos el contenido de polifenoles totales es menor en la infusión de hojas adultas. Probablemente las hojas maduras sean más importantes para las plantas porque proveen carbohidratos a las estructuras reproductoras y a los ápices de raíz y tallos (Krischik y Denno, citado por Vargas-Álvarez 2006).

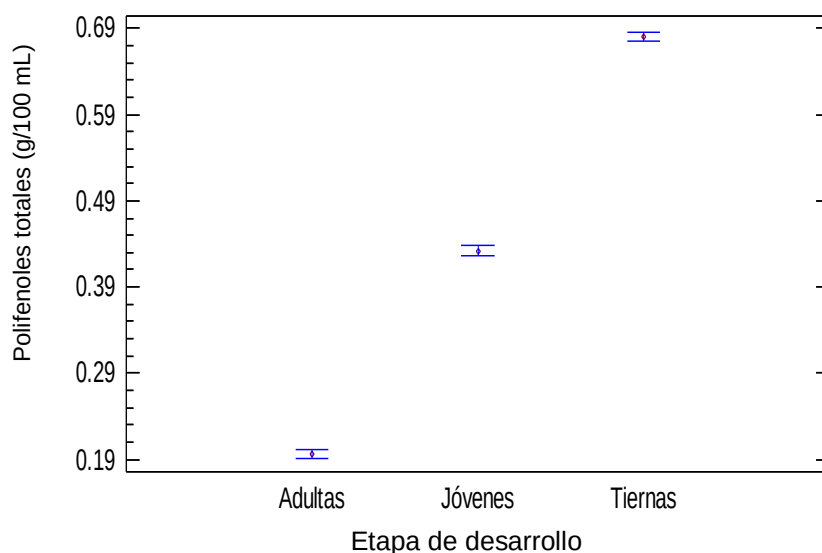


Figura 4. Media según parte de la planta en Pucallpillo.

En investigaciones realizadas en hojas de guayaba, se reporta valores de 16.466 ± 0.46 g EAG/100 g para la hoja tierna y de 13.219 ± 0.42 g EAG/100 g para la hoja madura (Ordoñez *et al.* 2011), dichos valores son menores a lo encontrado en las hojas de camu camu; porque la investigación reporta en contenido de polifenoles totales en la infusión por cada 100 mL.

4.3. Contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas de camu camu por etapa de desarrollo y procedencia.

En el cuadro 4 se muestra el análisis de comparación múltiple de medias de Tukey para el contenido de polifenoles totales por tratamiento (interacción de los factores: etapa de desarrollo - procedencia).

Observamos que existe diferencias estadísticamente significativas en el contenido de polifenoles por tratamiento, siendo la infusión preparada con las hojas tiernas que procedieron de Pucallpillo las que presentaron el mayor contenido: 0.680 ± 0.003 g EAG/100 mL infusión; mientras que la infusión preparada con las hojas adultas que procedieron de Yarinacocha tuvo el menor contenido de polifenoles totales: 0.163 ± 0.004 g EAG/100 mL.

Los polifenoles totales constituyen un grupo químico importante y se encuentran presentes en muchas plantas medicinales; no necesariamente son esenciales para el metabolismo de la planta (Ricco, *et al.* 2002), pero son sintetizados posiblemente como mecanismos de defensa contra los predadores, adaptación de la misma y contra la prevención de daños oxidativos (Marcano y Hasegawa 2002).

Cuadro 4. Comparación múltiple de Tukey para el contenido de polifenoles totales por tratamiento.

Tratamiento	Cantidad	Concentración ¹ g EAG/ 100 mL
T3 (Hojas adultas de Yarinacocha)	3	0.163 ± 0.004 ^a
T6 (Hojas adultas de Pucallpillo)	3	0.196 ± 0.009 ^b
T2 (Hojas jóvenes de Yarinacocha)	3	0.252 ± 0.002 ^c
T5 (Hojas jóvenes de Pucallpillo)	3	0.432 ± 0.004 ^d
T1 (Hojas tiernas de Yarinacocha)	3	0.454 ± 0.010 ^e
T4 (Hojas tiernas de Pucallpillo)	3	0.680 ± 0.003 ^f

1 Los datos corresponden a la media ± SD, para n = 3.

Letras de superíndices diferentes indican diferencia significativa.

En la figura 5, se muestra la comparación diferencia en el contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.) en tres etapas de desarrollo procedente de Yarinacocha y Pucallpillo.

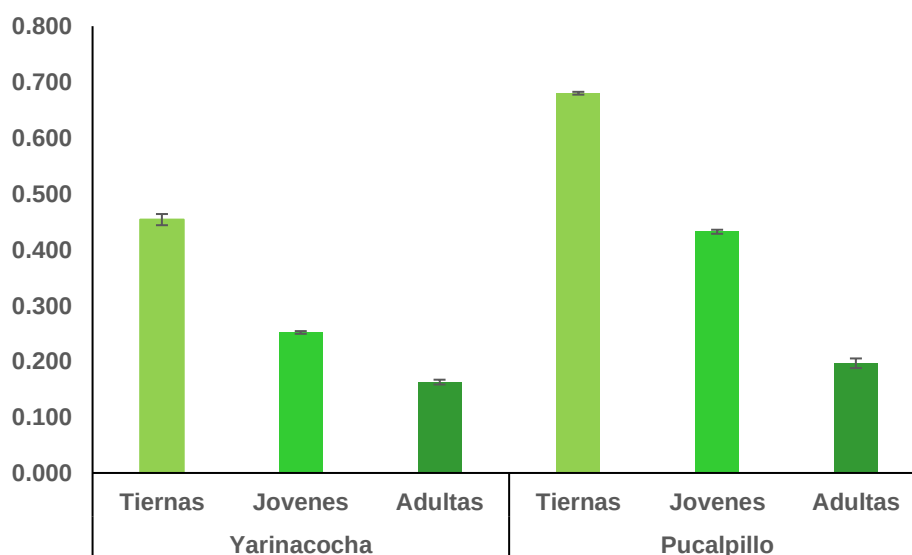


Figura 5. Comparación del contenido de polifenoles en las etapas de desarrollo y por procedencia.

Podemos observar en la figura que la infusión de las hojas tiernas son la que presentan mayor contenido de polifenoles totales para ambas procedencias; mientras que para infusión de las hojas adultas el contenido de polifenoles es menor.

En el cuadro 5 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para evaluar el efecto de la procedencia de las hojas y de la etapa de desarrollo en el contenido de polifenoles totales de la infusión.

Cuadro 5. ANVA para el contenido de polifenoles totales.

Fuente	S.C.	g.l.	C.M.	Fc	Pv
Modelo (R^2 : 99.89%)	0.5822	5	0.1164	3165.97	0.00
Procedencia	0.0972	1	0.0972	2644.00	0.00
Etapa de desarrollo	0.4545	2	0.2272	6178.44	0.00
Procedencia*Etapa de desarrollo	0.0305	2	0.0152	414.48	0.00
Residuo	0.0004	12	0.0001		
Total	0.5826	17			

Observamos que la procedencia de las hojas influye de un modo altamente significativo ($P_v < 0.01$) en el contenido de polifenoles totales de la infusión de hojas de camu camu. También la etapa de desarrollo de las hojas ejerce un efecto altamente significativo ($P_v < 0.01$) en el contenido de polifenoles totales de la infusión. Además, se observa que el modelo es adecuado para el experimento establecido, ya que explica el 99.89% de los datos. De mayor interés es el resultado de la interacción, el cual influye en forma altamente significativa ($P_v < 0.01$) en el contenido de polifenoles totales.

En la figura 6 se puede apreciar el comportamiento del contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas de camu camu considerando la procedencia de las hojas por cada etapa de desarrollo.

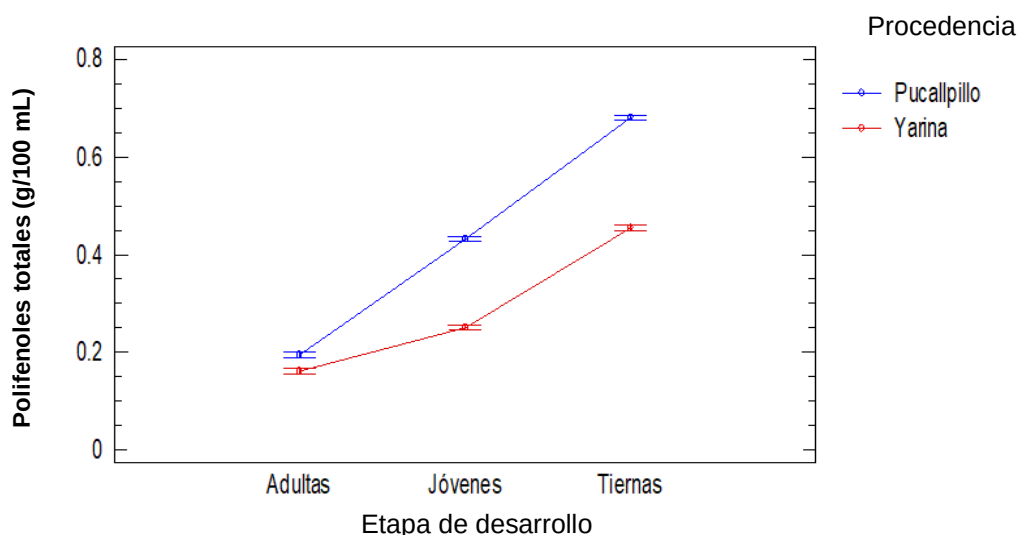


Figura 6. Interacción de los factores Procedencia - Etapa de desarrollo para el contenido de polifenoles totales.

Para las hojas tiernas la diferencia en el contenido de polifenoles totales es similar a la diferencia que hay entre hojas jóvenes. Sin embargo, para las hojas adultas esa diferencia es mínima. Para el contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas de ambas procedencias, se observa que conforme avanza la etapa de desarrollo de las hojas, el contenido de polifenoles totales disminuye, siendo más pronunciado en la infusión de hojas procedente de Pucallpillo.

En la figura 7 se muestra los cambios en el contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas de camu camu según etapa de desarrollo de las hojas por procedencia.

Observamos que para las dos procedencias el contenido de polifenoles totales es diferente significativamente, en todos los casos el contenido de polifenoles totales es mayor para la procedencia de Pucallpillo.

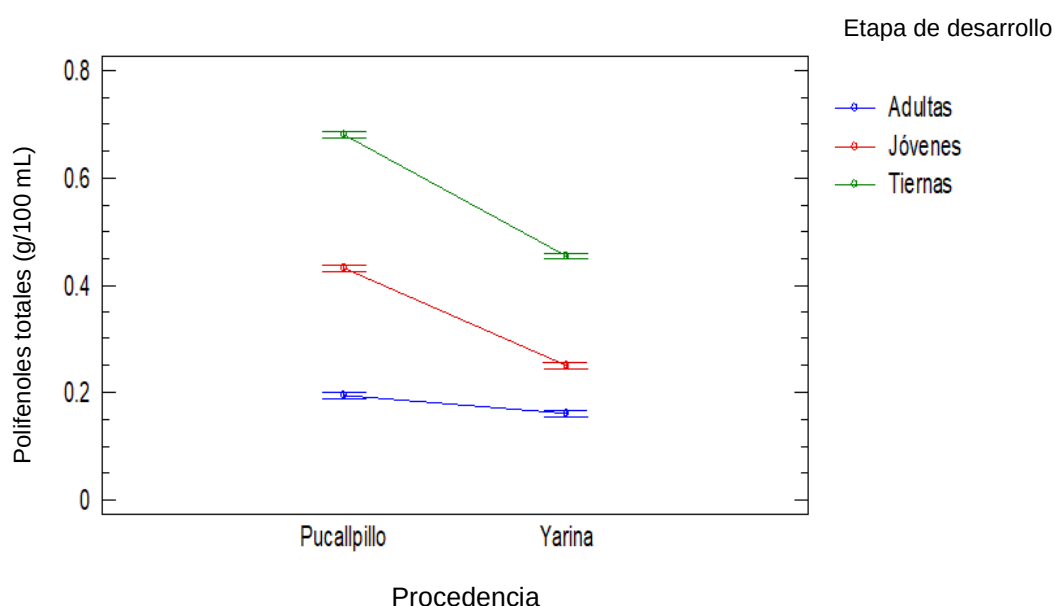


Figura 7. Interacción de los factores para el contenido de polifenoles totales según etapa de desarrollo - procedencia.

Es sabido que los compuestos fenólicos constituyen un amplio grupo de sustancias químicas, considerados metabolitos secundarios de las plantas, existe un creciente interés en el estudio de los polifenoles, ya que muchos de ellos son clasificados como antioxidantes los cuales son muy utilizados como conservantes en la industria alimenticia pero además poseen importancia nutricional ya que pueden prevenir o reparar el daño causado por el oxígeno a las células de los tejidos vivos (Mazza y Velioglu 1992). El contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas de camu camu, pone de manifiesto el interés que debemos tener a este recurso vegetal.

En el cuadro 6 se muestra la comparación múltiple de Tukey para el contenido de polifenoles totales por procedencia. La infusión de hojas de procedencia Pucallpillo presentó valores superiores en el contenido de polifenoles totales: 0.436 ± 0.002 g EAG/100 mL.

Cuadro 6. Comparación múltiple de Tukey para el contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas, según procedencia.

Procedencia	Cantidad	Concentración ¹ en la infusión g EAG/ 100 mL
Yarinacocha	9	0.289 ± 0.002 ^a
Pucallpillo	9	0.436 ± 0.002 ^b

¹ Los datos corresponden a la media $\pm$ SD, para n = 9.

Letras de superíndices diferentes indican diferencia significativa.

La diferencia significativa en el contenido de polifenoles puede ser explicada por las condiciones agroecológicas de las plantaciones de camu camu. Porque la producción y la productividad de las plantas dependen de la integración e interacción de los elementos y factores que participan en el sistema durante la germinación, el crecimiento y el desarrollo vegetativo y reproductivo. Estos elementos y factores son: agua edáfica y atmosférica, suelos o sustratos, elementos nutritivos, clima y sus componentes, organismos vivos; benéficos y dañinos, y el hombre (Cerna 2007).

En el cuadro 7 se muestra la comparación múltiple de Tukey para el contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas de camu camu por etapa de desarrollo.

Cuadro 7. Comparación múltiple de Tukey para el contenido de polifenoles totales por etapa de desarrollo de las hojas.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Concentración ¹ en la infusión g EAG/ 100 mL	Grupos Homogéneos
Hojas Adultas	6	0.179 ± 0.002	a
Hojas Jóvenes	6	0.342 ± 0.002	b
Hojas Tiernas	6	0.567 ± 0.002	c

¹ Los datos corresponden a la media $\pm$ SD, para n = 6.

Letras diferentes indican diferencia significativa.

Los resultados ponen en manifiesto diferencia significativa entre las etapas de desarrollo de las hojas, siendo la infusión de hojas tiernas que presentaron la mayor cantidad de polifenoles al poseer una media 0.567 ± 0.002 g EAG/100 mL infusión.

Actualmente el interés por los compuestos fenólicos ha aumentado debido a la evidencia con respecto al papel importante de estos compuestos con actividad antioxidante en la salud humana. Se han encontrado varios efectos preventivos en diferentes enfermedades como la prevención de cáncer, las enfermedades coronarias del corazón, los desórdenes inflamatorios, la degeneración neurológica, envejecimiento (Bueno 2009).

Los polifenoles, al exhibir una gama de cualidades beneficiosas para la salud, pueden incluirse entre los productos de origen natural con aplicaciones valiosas en la medicina tradicional (Maureen y Prieto 1999). Esto nos indica que se debe aprovechar las hojas de camu camu para la elaboración de una infusión ya que es beneficiosa para la salud por su alto contenido de polifenoles totales: 0.179 ± 0.002 g EAG/100 mL de infusión de hojas adultas, comparado con la infusión de limón: 75.66 ± 1.20 μ g EAG/mL, boldo: 312.71 ± 4.44 μ g EAG/mL y Té verde: 1628.05 ± 18.17 (Muñoz-Velázquez *et al.* 2012). Luego, la infusión de hojas de camu camu podría reducir la presencia de enfermedades, esta cualidad lo convierte en un producto con aplicaciones funcionales.

4.4. Actividad antioxidante en la infusión de hojas de camu camu procedente de Yarinacocha.

En el cuadro 8 se muestran los resultados de la comparación múltiple de medias de tukey para la actividad antioxidante por el método DPPH en la infusión de hojas de camu camu en tres etapas de desarrollo procedente de Yarinacocha, expresado en capacidad antioxidante equivalente en Trolox (TEAC).

Cuadro 8. Comparación múltiple en medias para la evaluación de la actividad antioxidante en la infusión.

Etapas de desarrollo	Concentración¹ en la infusión mM TEAC/100 mL
Hojas Tiernas	0.439 ± 0.008 ^a
Hojas Jóvenes	0.330 ± 0.003 ^b
Hojas Adultas	0.092 ± 0.006 ^c

¹ Los datos corresponden a la media $\pm$ SD, para n = 3.

Letras de superíndices diferentes indican diferencia significativa.

Los resultados ponen en manifiesto diferencia significativa entre las diferentes etapas de desarrollo de las hojas estudiadas, siendo la infusión de hojas tiernas la que presentó la mayor actividad antioxidante: 0.439 ± 0.008 mM TEAC /100 mL infusión.

La menor actividad antioxidante se encontró en la infusión de hojas adultas de camu camu: 0.092 ± 0.006 mM TEAC /100 mL; sin embargo, este contenido es mayor a lo encontrado en la Infusión de hojas de té de montaña: 47.22 mg TEAC/g (Irakli *et al.* 2018). Es posible el aprovechamiento de las hojas adultas de camu camu en la preparación de infusiones porque presentó una alta actividad antioxidante comparado con otras hojas de plantas.

Los antioxidantes disminuyen el estrés oxidativo y pueden poseer actividad antiinflamatoria, antitrombótica, anti teratogénica y antialérgica, entre otras. (Barry 1991). Por otro lado, existe un gran interés en conocer el efecto antioxidante de la dieta humana y de los suplementos dietarios; muchos estudios epidemiológicos han asociado a las dietas de contenido moderado a alto de antioxidantes en frutas y verduras con el descenso de la morbilidad y menor riesgo en desarrollar enfermedades. (Icex 2010, Marm 2009, Quiroz 2009). La importancia del aprovechar las hojas adultas de camu camu en la preparación de infusiones, porque presenta una elevada actividad antioxidante en comparación a las pulpas de frutas de otras especies, esto sería una fuente principal de la dieta diaria con la finalidad de prevenir ciertas enfermedades.

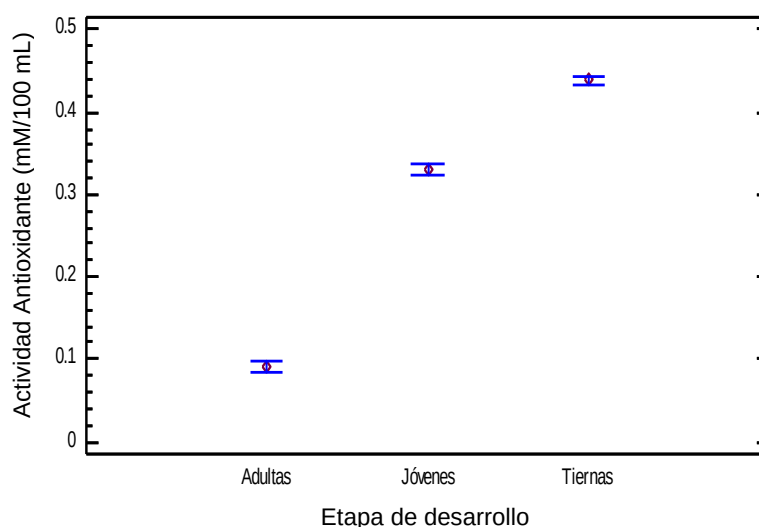


Figura 8. Comportamiento de la actividad antioxidante de la infusión según etapa de desarrollo.

En la figura 8 se muestra el comportamiento de la actividad antioxidante de la infusión de hojas procedente de Yarinacocha, según etapa de desarrollo.

La evaluación de la actividad antioxidante de la infusión de hojas de camu camu disminuye conforme la etapa de desarrollo de las hojas va siendo menor a medida que

las hojas cambian a joven y adulta. La elevada actividad antioxidante se atribuye principalmente al contenido de polifenoles totales, además si comparamos en las edades de las hojas el que presentó mayor actividad antioxidante corresponde a las hojas tiernas. La actividad antioxidante de la infusión de las hojas de camu camu hace atractivo a este residuo agroindustrial para la elaboración de productos funcionales. Se encontró que los extractos de hojas de *Citrus máxima* (Pomelo) mostró actividad hepatoprotector, hipolipidémico y antiinflamatorio; las actividades antioxidantes y la presencia de compuestos fenólicos es una causa probable de dicha propiedad (Feksa 2018).

4.5. Actividad antioxidante en la infusión de hojas de camu camu procedente de Pucallpillo.

En el cuadro 9 se muestran los resultados de la comparación múltiple de medias de Tukey para la actividad antioxidante por el método DPPH en la infusión de hojas de camu camu en tres etapas de desarrollo.

Cuadro 9. Comparación múltiple de medias para la evaluación de la actividad antioxidante en la infusión.

Etapas de desarrollo	Concentración¹ en la infusión mM TEAC/100 mL
Hojas Tiernas	0.634 ± 0.012 ^a
Hojas Jóvenes	0.380 ± 0.014 ^b
Hojas Adultas	0.187 ± 0.003 ^c

¹ Los datos corresponden a la media ± SD, para n = 3.

Letras de superíndices diferentes indican diferencia significativa.

Observamos que la menor actividad antioxidante corresponde a la infusión de hojas adultas de camu camu: 0.187 ± 0.003 mM TEAC/100mL, sin embargo, esta actividad antioxidante es mayor a lo encontrado en el extracto acuoso de orégano (*Lippia graveolens HBK*) presentó 160 mg/mL (Soto-Domínguez *et al.* 2012)

La capacidad antioxidante presentes en los tés herbales juega un papel importante en la actividad antiinflamatoria (Muñoz-Velásquez, citado por Rietveld y Wiseman 2003). Diversos ensayos de capacidad antioxidante muestran incrementos significativos en la capacidad antioxidante de plasma de humano una hora después de haber consumido cantidades moderadas de té. Los compuestos fenólicos presentes en el té poseen propiedades antiinflamatorias, tanto en estudios in vitro como en modelos animales, particularmente durante el estrés oxidativo (Rahman *et al.* 2006).

En la figura 9 se muestra el comportamiento de la actividad antioxidante de acuerdo con las etapas de desarrollo de las hojas procedente de Pucallpillo, se observa que las hojas tiernas poseen una capacidad antioxidante alta con respecto a las otras etapas de desarrollo.

Los antioxidantes provenientes de hojas; además, de disminuir el estrés oxidativo pueden poseer actividad antiinflamatoria, antitrombótica, anti teratogénica y antialérgica, entre otras. (Barry 1991).

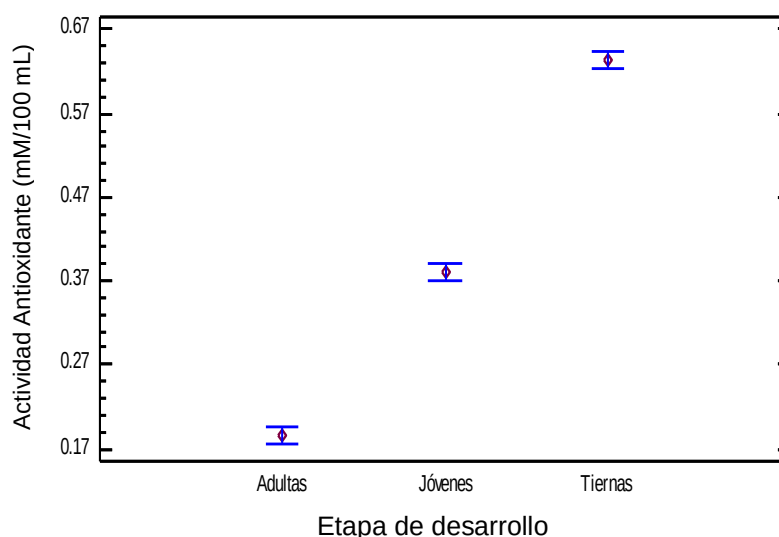


Figura 9. Comportamiento de la actividad antioxidante de la infusión de hojas procedente de Pucallpillo, según etapa de desarrollo.

Las cantidades de flavonoides y polifenoles en alimentos y plantas incluidas en la dieta humana (frutas, vegetales, té, vino, café, cacao) son mucho más altas que las cantidades de otros antioxidantes como las vitaminas C y E, lo cual hace de estos compuestos los principales antioxidantes adquiridos en la dieta (Lotito y Frei 2006).

Los flavonoides constituyen parte de los polifenoles, y han mostrado fuerte actividad antioxidante en sistemas *in vitro*, gracias a su bajo potencial de oxidación lo que les confiere capacidad de estabilizar radicales libres donando electrones o átomos de hidrógeno (Bors y Saran 1987). Una dieta rica en frutas y vegetales con alto contenido de polifenoles está asociada con una menor incidencia de enfermedades cardiovasculares, infarto, cáncer y otras enfermedades crónicas. Se atribuye a los flavonoides un efecto protector contra el riesgo de enfermedades cardiovasculares (Knekt *et al.* 2002, Arts y Hollman 2005), se debe a su actividad antioxidante, porque estas patologías se dan por un desbalance oxidativo. (Aviram y Fuhrman 2002, Rietveld y Wisema 2003).

4.6. Actividad antioxidante en la infusión de hojas de camu camu por etapas de desarrollo y procedencia.

En el cuadro 10 se muestran los resultados de la comparación múltiple de medias de Tukey para la actividad antioxidante por el método DPPH en la infusión de hojas de camu camu por tratamiento (interacción de los factores: etapa de desarrollo - procedencia).

Cuadro 10. Comparación múltiple de Tukey para la actividad antioxidante por tratamiento.

Tratamiento	Cantidad	Concentración ¹ en la infusión mM TEAC/100 mL
T3 (Hojas adultas de Yarinacocha)	3	0.092 ± 0.006 ^a
T6 (Hojas adultas de Pucallpillo)	3	0.187 ± 0.002 ^b
T2 (Hojas jóvenes de Yarinacocha)	3	0.330 ± 0.003 ^c
T5 (Hojas jóvenes de Pucallpillo)	3	0.380 ± 0.013 ^d
T1 (Hojas tiernas de Yarinacocha)	3	0.439 ± 0.008 ^e
T4 (Hojas tiernas de Pucallpillo)	3	0.634 ± 0.011 ^f

¹ Los datos corresponden a la media ± SD, para n = 3.

Letras de superíndices diferentes indican diferencia significativa.

Observamos que existe diferencias estadísticamente significativas en la actividad antioxidante por tratamiento, siendo la infusión preparada con las hojas tiernas que procedieron de Pucallpillo las que presentaron la mayor actividad: 0.634 ± 0.011 mM TEAC/100 mL; mientras que la infusión preparada con las hojas adultas que procedieron de Yarinacocha tuvo la menor actividad antioxidante: 0.092 ± 0.006 mM TEAC/100 mL. En algunos estudios realizados encontraron que la capacidad antioxidante de las hojas de inca muña fue: 1004.1 µmol TE/g (b.s) y la muña: 868.0 µmol TE/g (b.s) (Yapuchura 2010), en las hojas de teaberry oriental: 0.95 a 1.16 mM TEAC/ g (Michael *et al.* 2017). Esta diferencia con el valor de la capacidad antioxidante de la infusión de hojas de camu camu se debe al método de evaluación y a la base de cálculo en el reporte de los resultados.

Los antioxidantes disminuyen el estrés oxidativo y pueden poseer actividad antiinflamatoria, antitrombótica, anti teratogénica y antialérgica, entre otras (Barry 1991). Por otro lado, existe un gran interés en conocer el efecto antioxidante de la dieta humana y de los suplementos dietarios; muchos estudios epidemiológicos han asociado a las dietas de contenido moderado a alto de antioxidantes en frutas y verduras con el

descenso de la morbilidad y menor riesgo en desarrollar enfermedades. (Icex 2010, Mmarm 2009, Quiroz 2009).

Las tendencias mundiales de la alimentación, en los últimos años, indican un interés acentuado de los consumidores hacia ciertos alimentos que, además de contener nutrientes, contengan sustancias fisiológicamente activas que cumplan, al igual que los nutrientes esenciales, una función beneficiosa en la reducción de ciertas enfermedades. A estos alimentos, se les ha denominado “alimentos funcionales” y se viene realizando la identificación de ciertos principios activos, a fin de evaluar su seguridad y las dosis respectivas a utilizar, estableciéndose, en la mayoría de los casos, marcadores analíticos, marcadores farmacológicos; realizándose, además, ensayos clínicos controlados a doble ciego, demostrando sus efectos bioquímicos, fisiológicos, farmacológicos y toxicológicos (Castañeda, citado por Alvírez-Morales *et al.* 2002).

En la figura 10, observamos en la figura que la infusión de las hojas tiernas son la que presentan mayor actividad antioxidante para ambas procedencias; mientras que para infusión de las hojas adultas la actividad antioxidante es menor.

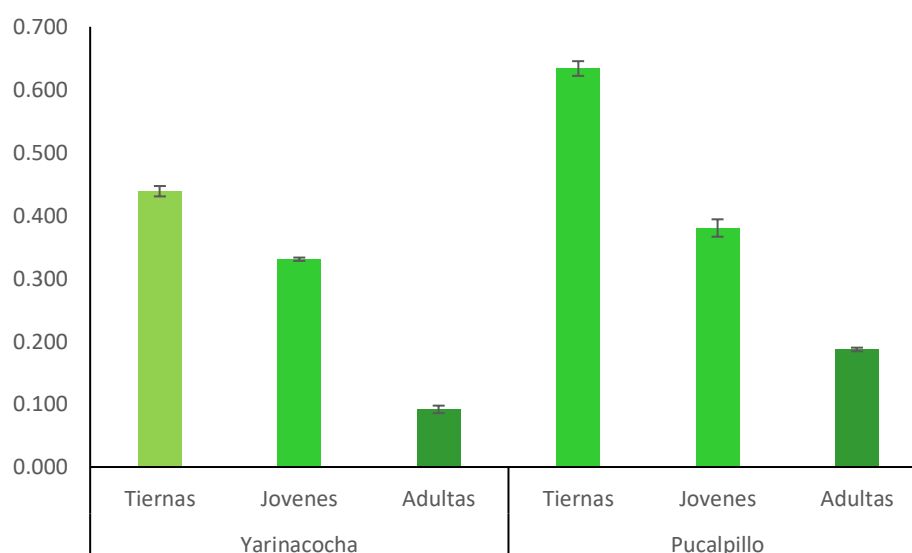


Figura 10. Comparación de la actividad antioxidante en las etapas de desarrollo y por procedencia.

En el cuadro 11 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para evaluar el efecto de la procedencia de las hojas y de la etapa de desarrollo en la actividad antioxidante de la infusión.

Observamos que la procedencia de las hojas influye de un modo altamente significativo ($P_v < 0.01$) en la actividad antioxidante de la infusión de hojas de camu camu. También la etapa de desarrollo de las hojas ejerce un efecto altamente significativo ($P_v < 0.01$) en la actividad antioxidante de la infusión. Además, se observa que el modelo es adecuado para el experimento establecido, ya que explica el 99.83% de los datos. De mayor interés es el resultado de la interacción, el cual influye en forma altamente significativa ($P_v < 0.01$) en la actividad antioxidante.

Cuadro 11. ANVA para la actividad antioxidante por procedencia.

Fuente	S.C.	g.l.	C.M.	Fc	Pv
Modelo (R^2 : 99.83%)	0.5479	5	0.1095	1486.63	0.00
Procedencia	0.0576	1	0.0576	782.49	0.00
Etapa de desarrollo	0.4736	2	0.2368	3212.51	0.00
Procedencia*Etapa de desarrollo	0.0166	2	0.0083	112.82	0.00
Residuo	0.0008	12	0.00007		
Total	0.5488	17			

En la figura 11 se puede apreciar el comportamiento de la actividad antioxidante en la infusión de hojas de camu camu considerando la procedencia de las hojas para cada etapa de desarrollo.

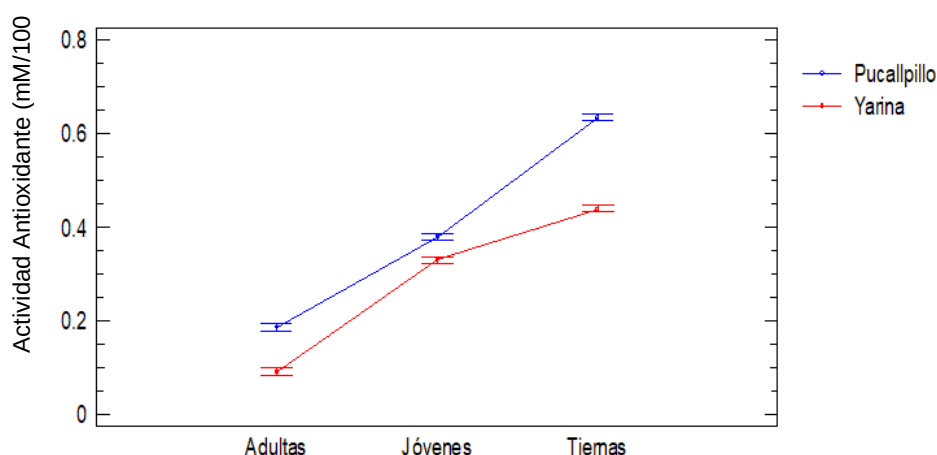


Figura 11. Interacción de los factores para la actividad antioxidante en cada etapa de desarrollo de las hojas.

Observamos que la infusión de hojas de camu camu de procedencia de Pucallpillo presenta una mayor actividad antioxidante en comparación al de la procedencia de

Yarinacocha. Para la actividad antioxidante en la infusión de hojas de ambas procedencias, se observa que conforme avanza la etapa de desarrollo de las hojas, la actividad antioxidante disminuye, siendo más pronunciado en la infusión de hojas procedente de Pucallpillo.

Los extractos de plantas y diferentes clases de fitoquímicos han demostrado ser una fuente importante de compuestos con marcada actividad antioxidante, permitiendo el crecimiento acelerado de investigaciones en este campo (Fong, citado por Baydar *et al.* 2007; Tepe y Sokmen 2007).

En la figura 12 muestra la Interacción de los factores por procedencia para la actividad antioxidante según la etapa de desarrollo.

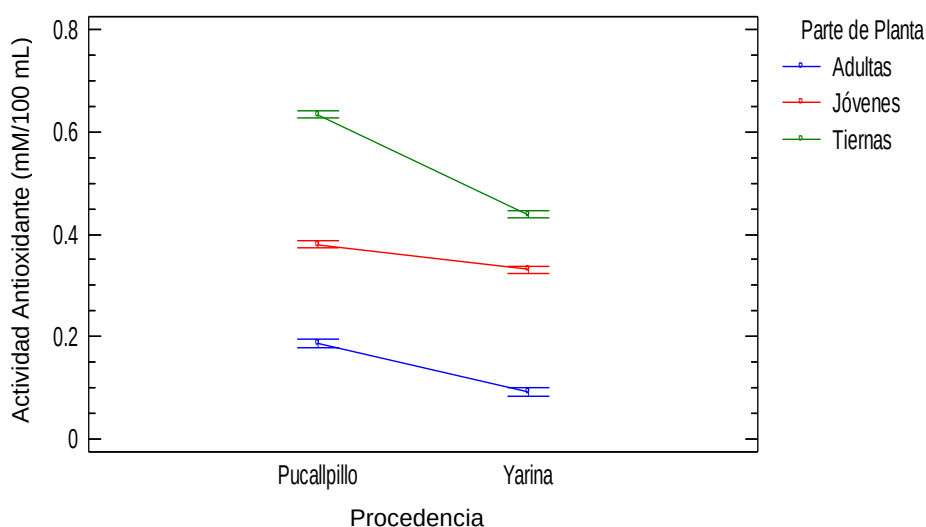


Figura 12. Interacción de los factores de acuerdo con la Procedencia para la actividad antioxidante según parte de la planta.

Observamos que las hojas tiernas de la infusión para ambas procedencias presentan una mayor actividad antioxidante a diferencia de las hojas jóvenes adultas. Esto nos indica que estas hojas contienen poder antioxidante y su relación con las etapas de desarrollo, lo que servirá para el consumo humano para la prevención de múltiples enfermedades y mejorar la calidad de vida de las personas.

En el cuadro 12 se muestran los resultados de la comparación múltiple de tukey para la actividad antioxidante por el método DPPH en la infusión de hojas de camu camu por procedencia.

Cuadro 12. Comparación múltiple de Tukey para la actividad antioxidante, según procedencia.

Procedencia	Cantidad	Concentración ¹ en la infusión mM TEAC/100 mL
Yarinacocha	9	0.287 ± 0.003 ^a
Pucallpillo	9	0.400 ± 0.003 ^b

¹ Los datos corresponden a la media ± SD, para n = 9.

Letras de superíndices diferentes indican diferencia significativa.

Observamos que existe diferencias estadísticamente significativas en la actividad antioxidante por procedencia, siendo la infusión preparada con las hojas de Pucallpillo las que presentaron la mayor actividad: 0.400 ± 0.003 mM TEAC/100 mL.

Estudios realizados en las hojas de té negro descubrieron que la actividad antioxidante se vio significativamente influenciado por el factor de ubicación de la plantación (Zhang *et al.* 2018). Luego, podemos afirmar que la actividad antioxidante de la infusión de hojas de camu camu se ve influenciado por el factor geográfico y tipo de suelo según donde se encuentre las plantaciones.

En el cuadro 13 se muestran los resultados de la comparación múltiple de medias de Tukey para la actividad antioxidante por el método DPPH en la infusión de hojas de camu camu, según etapa de desarrollo.

Cuadro 13. Comparación múltiple de Tukey para la actividad antioxidante por etapa de desarrollo.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Concentración ¹ en la infusión mM TEAC/100 mL	Grupos Homogéneos
Hojas Adultas	6	0.139 ± 0.013	a
Hojas Jóvenes	6	0.355 ± 0.013	b
Hojas Tiernas	6	0.536 ± 0.013	c

¹ Los datos corresponden a la media ± SD, para n = 6.

Letras diferentes indican diferencia significativa

Observamos que existe diferencias estadísticamente significativas en la actividad antioxidante por etapa de desarrollo, siendo la infusión preparada con las hojas tiernas las que presentaron la mayor actividad: 0.536 ± 0.013 mM TEAC/100 mL; mientras que

la infusión preparada con las hojas adultas tuvo la menor actividad antioxidante: 0.139 ± 0.013 mM TEAC/100 mL.

En investigaciones realizadas con hojas del té negro extrajeron más polifenoles cuando las hojas variaron de menor a mayor tamaño, usando el mismo método de procesamiento de muestras. Encontraron que los grados foliares afectan significativamente el contenido de polifenoles en el té verde; la composición de los polifenoles del té se ve afectado por la ubicación geográfica y de la plantación de té, grado de la hoja y tamaño de la hoja. (Zhang *et al.* 2018)

4.7. Correlación entre el contenido de polifenoles y la actividad antioxidante de la infusión.

En las figuras 13 y 14 se observan las correlaciones entre el contenido de polifenoles totales y la actividad antioxidante de la infusión de hojas de camu camu para la zona de Yarinacocha y Pucallpillo respectivamente.

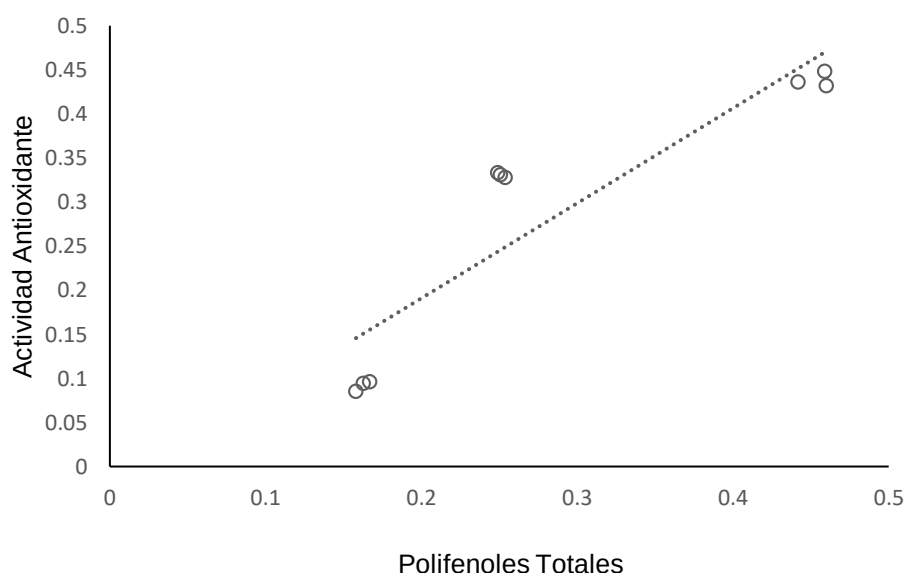


Figura 13. Correlación del contenido de polifenoles y actividad antioxidante en la infusión de hojas de camu camu de procedencia Yarinacocha.

Para analizar la relación existente entre el contenido de polifenoles totales (g EAG/100 mL) y la capacidad antioxidante expresado en valores de DDPH (mM TEAC/100 mL) para la infusión de hojas de camu camu procedente de Yarinacocha se determinó el coeficiente de correlación de Pearson, que fue: 0.9054 ($p < 0.01$).

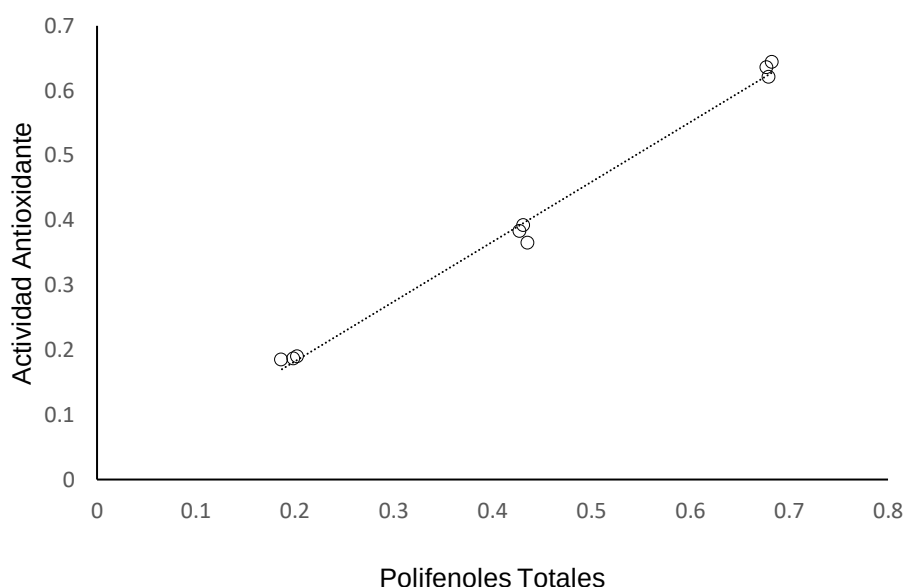


Figura 14. Correlación del contenido de polifenoles y actividad antioxidante en la infusión de hojas de camu camu de procedencia Pucallpillo.

La relación existente entre el contenido de polifenoles totales (g EAG/100 mL) y la capacidad antioxidante expresado en valores de DPPH (mM TEAC/100 mL) para la infusión de hojas de camu camu procedente de Pucallpillo fue: 0.9966 (coeficiente de correlación de Pearson) con un valor de probabilidad $p < 0.01$.

Los valores del coeficiente de Pearson considerando ambos lugares de procedencia, nos indican que el contenido de polifenoles totales (g EAG/100 mL) determinado por Espectrofotómetro UV/Vis podría utilizarse para predecir la actividad antioxidante en valores de DPPH (mM TEAC/100 mL) de las infusiones de hojas de camu camu. Esto por existir una alta correlación positiva. Los resultados concuerdan con informes de investigaciones anteriores, que indicaban que las plantas con mayor contenido polifenólico posee una mayor actividad antioxidante (Wang *et al.* citado por Ying *et al.* 2015). Existe reportes de investigaciones en los que la correlación de Pearson entre los contenidos de polifenoles y los valores ORAC de los téis negros fue 0.856 ($p < 0.01$), lo que indica que conociendo el contenido total de polifenoles se puede predecir los valores de ORAC (Zhang *et al.* 2018), similar resultado se obtuvo al relacionar los contenidos de polifenoles y los valores de la actividad antioxidante (método FRAP) para la hoja de carambola cuyo valor fue: 0.998 (Oliveira 2014).

También, hubo una correlación significativamente positiva entre el contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante medida por DPPH ($r = 0.933$), ABTS + ($r = 0.922$) y FRAP ($r = 0.911$). La actividad antioxidante se atribuyó al contenido fenólico en

plantas probablemente debido a sus propiedades redox, que les permiten actuar como agentes reductores, donantes de hidrógeno, y extintores de oxígeno singlete (Whang *et al.* citado por Ying *et al.* 2015).

La actividad biológica de muchos polifenoles tiene propiedades captadoras de radicales libres, lo que les confiere actividad antioxidante, que podría estar relacionada con la prevención de enfermedades cardiovasculares y de algunos tipos de cáncer (Tomás-Barberán *et al.* 2000-2001). Por tanto, la infusión preparada con hojas de camu camu representa una alternativa muy interesante para la incorporación de antioxidantes naturales que permiten contrarrestar ciertas enfermedades.

4.8. Evaluación de las características sensoriales de la infusión obtenida a partir de las hojas de camu camu según etapa de desarrollo y procedencia.

En el Cuadro 14 se muestran los resultados de la Prueba no paramétrica de Friedman para el atributo color en la infusión de hojas camu camu en tres etapas de desarrollo y por procedencia.

Cuadro 14. Prueba no paramétrica de Friedman para el atributo COLOR de la infusión de hojas camu camu.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Rango promedio
Hojas adultas de Pucallpillo	30	3.93
Hojas adultas de Yarinacocha	30	4.00
Hojas jóvenes de Pucallpillo	30	3.92
Hojas jóvenes de Yarinacocha	30	3.12
Hojas tiernas de Pucallpillo	30	3.62
Hojas tiernas de Yarinacocha	30	2.42
Chi cuadrado	40.721	
gl	5	
Pv	0.00	

Observamos que el atributo COLOR de la infusión de hojas de camu camu se ve influenciado de una manera altamente significativa ($P_v < 0.01$) por los tratamientos (etapa de desarrollo de las hojas – procedencia). El mayor valor del rango promedio fue para la infusión de hojas adultas de Yarinacocha (4.00) y Pucallpillo (3.92). Mientras que el menor valor corresponde a la infusión obtenida de las hojas tiernas de Yarinacocha (2.42)

En el Cuadro 15 se muestran los resultados de la Prueba de comparación de rangos de Wilcoxon para el atributo COLOR de la infusión de hojas camu camu en tres etapas de desarrollo y por procedencia.

Cuadro 15. Comparación de rangos de Wilcoxon para el atributo COLOR de la infusión de hojas de camu camu.

Etapas de desarrollo	Rango promedio	Grupos homogéneos ¹
Hojas tiernas de Yarinacocha	2.42	a
Hojas jóvenes de Yarinacocha	3.12	b
Hojas tiernas de Pucallpillo	3.62	c
Hojas jóvenes de Pucallpillo	3.92	c
Hojas adultas de Pucallpillo	3.93	c
Hojas adultas de Yarinacocha	4.00	c

¹ Letras diferentes indican diferencia significativa.

Observamos que el rango promedio para la infusión de hojas adultas que procedieron de Yarinacocha es mayor (4.00); mientras que la infusión preparada con las hojas tiernas de la misma procedencia tuvo menor rango promedio (2.42).

El rango promedio de la evaluación sensorial del atributo COLOR obtenido por cada infusión, es inversamente proporcional al contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante; es decir, mientras que la infusión de hojas tiernas de Yarinacocha contiene 0.454 ± 0.010 g EAG/100 mL y una actividad antioxidante 0.439 ± 0.008 mM TEAC/100 mL, el valor del rango promedio fue: 2.42. En tanto que, para la infusión de hojas adultas de Yarinacocha el contenido de polifenoles totales fue: 0.163 ± 0.004 g EAG/100 mL y la actividad antioxidante 0.092 ± 0.006 mM TEAC/100 mL, el rango promedio se incrementó (4.00). Luego, para los panelistas la infusión que presentó mejor color (4.00 = BUENO) fue la que se preparó con las hojas adultas de camu camu que fueron recolectados de Yarinacocha.

En el Cuadro 16 se muestran los resultados de la Prueba no paramétrica de Friedman para el atributo SABOR en la infusión de hojas camu camu en tres etapas de desarrollo y por procedencia.

Cuadro 16. Prueba no paramétrica de Friedman para el atributo SABOR de la infusión de hojas camu camu.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Rango promedio
Hojas Adultas de Pucallpillo	30	3.7
Hojas Adultas de Yarinacocha	30	4.7
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	30	2.9
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	30	3.8
Hojas Tiernas de Pucallpillo	30	3.0
Hojas Tiernas de Yarinacocha	30	2.8
Chi cuadrado	47.31	
gl	5	
Pv	0.00	

El atributo SABOR de la infusión de hojas de camu camu se ve influenciado de una manera altamente significativa ($P_v < 0.01$) por los tratamientos (etapas de desarrollo de las hojas – procedencia). El mayor valor del rango promedio fue para la infusión de hojas adultas de Yarinacocha (4.7) y hojas jóvenes de Yarinacocha (3.8). Mientras que el menor valor corresponde a la infusión obtenida de las hojas tiernas de Yarinacocha (2.8)

En el Cuadro 17 se muestran los resultados de la Prueba de comparación de rangos de Wilcoxon para el atributo SABOR de la infusión de hojas camu camu en tres etapas de desarrollo y por procedencia.

Cuadro 17. Comparación de rangos de Wilcoxon para el atributo SABOR de la infusión de hojas de camu camu.

Etapas de desarrollo	Rango promedio	Grupos homogéneos ¹
Hojas Tiernas de Yarinacocha	2.83	a
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	2.92	a
Hojas Tiernas de Pucallpillo	3.02	a
Hojas Adultas de Pucallpillo	3.70	b
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	3.82	b
Hojas Adultas de Yarinacocha	4.72	c

¹ Letras diferentes indican diferencia significativa.

Observamos que el rango promedio para la infusión de hojas adultas que procedieron de Yarinacocha es mayor (4.72); mientras que la infusión preparada con las hojas tiernas de la misma procedencia tuvo menor rango promedio (2.83).

El rango promedio de la evaluación sensorial del atributo SABOR obtenido por cada infusión, es inversamente proporcional al contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante; es decir, mientras que la infusión de hojas tiernas de Yarinacocha contiene 0.454 ± 0.010 g EAG/100 mL y una actividad antioxidante 0.439 ± 0.008 mM TEAC/100 mL, el valor del rango promedio fue: 2.83. En tanto que, para la infusión de hojas adultas de Yarinacocha el contenido de polifenoles totales fue: 0.163 ± 0.004 g EAG/100 mL y la actividad antioxidante 0.092 ± 0.006 mM TEAC/100 mL, el rango promedio se incrementó (4.72). Por tanto, la infusión que presentó mejor sabor (4.72 = BUENO/EXCELENTE) fue la que se preparó con las hojas adultas de camu camu que fueron recolectados de Yarinacocha.

En el Cuadro 18 se muestran los resultados de la Prueba no paramétrica de Friedman para el atributo AROMA en la infusión de hojas camu camu en tres etapas de desarrollo y por procedencia.

Cuadro 18. Prueba no paramétrica de Friedman para el atributo AROMA de la infusión de hojas camu camu.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Rango promedio
Hojas Adultas de Pucallpillo	30	3.47
Hojas Adultas de Yarinacocha	30	4.67
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	30	3.17
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	30	3.47
Hojas Tiernas de Pucallpillo	30	3.37
Hojas Tiernas de Yarinacocha	30	2.87
Chi cuadrado	40.57	
gl	5	
Pv	0.00	

Observamos que el atributo AROMA de la infusión de hojas de camu camu se ve influenciado de una manera altamente significativa ($P_v < 0.01$) por los tratamientos (etapa de desarrollo de las hojas – procedencia). El mayor valor del rango promedio fue para la infusión de hojas adultas de Yarinacocha (4.67) y Pucallpillo (3.47). Mientras que el menor valor corresponde a la infusión obtenida de las hojas tiernas de Yarinacocha (2.87)

En el Cuadro 19 se muestran los resultados de la Prueba de comparación de rangos de Wilcoxon para el atributo AROMA de la infusión de hojas camu camu en tres etapas de desarrollo y por procedencia.

Cuadro 19. Comparación de rangos de Wilcoxon para el atributo AROMA de la infusión de hojas de camu camu.

Etapas de desarrollo	Rango promedio	Grupos Homogéneos ¹	
Hojas Tiernas de Yarinacocha	2.87	a	
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	3.17	a	b
Hojas Tiernas de Pucallpillo	3.37	a	b
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	3.47		b
Hojas Adultas de Pucallpillo	3.47		b
Hojas Adultas de Yarinacocha	4.67		c

¹ Letras diferentes indican diferencia significativa

Observamos que el rango promedio para la infusión de hojas adultas que procedieron de Yarinacocha es mayor (4.67); mientras que la infusión preparada con las hojas tiernas de la misma procedencia tuvo menor rango promedio (2.87).

El rango promedio de la evaluación sensorial del atributo AROMA obtenido por cada infusión, es inversamente proporcional al contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante; es decir, mientras que la infusión de hojas tiernas de Yarinacocha contiene 0.454 ± 0.010 g EAG/100 mL y una actividad antioxidante 0.439 ± 0.008 mM TEAC/100 mL, el valor del rango promedio fue: 2.87. En tanto que, para la infusión de hojas adultas de Yarinacocha el contenido de polifenoles totales fue: 0.163 ± 0.004 g EAG/100 mL y la actividad antioxidante 0.092 ± 0.006 mM TEAC/100 mL, el rango promedio se incrementó (4.67). Luego, la infusión que presentó mejor aroma (4.67 = BUENO) fue la que se preparó con las hojas adultas de camu camu que fueron recolectados de Yarinacocha.

En el Cuadro 20 se muestran los resultados de la Prueba no paramétrica de Friedman para el atributo APARIENCIA GENERAL en la infusión de hojas camu camu en tres etapas de desarrollo y por procedencia.

Cuadro 20. Prueba no paramétrica de Friedman para el atributo APARIENCIA GENERAL de la infusión de hojas camu camu.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Rango promedio
Hojas Adultas de Pucallpillo	30	4.03
Hojas Adultas de Yarinacocha	30	4.13
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	30	3.53
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	30	3.43
Hojas Tiernas de Pucallpillo	30	3.72
Hojas Tiernas de Yarinacocha	30	2.15
Chi cuadrado	50.05	
gl	5	
Pv	0.00	

El atributo APARIENCIA GENERAL de la infusión de hojas de camu camu se ve influenciado de una manera altamente significativa ($P_v < 0.01$) por los tratamientos (etapa de desarrollo de las hojas – procedencia). El mayor valor del rango promedio fue para la infusión de hojas adultas de Yarinacocha (4.13) y Pucallpillo (4.03). Mientras que el menor valor corresponde a la infusión obtenida de las hojas tiernas de Yarinacocha (2.15)

En el Cuadro 21 se muestran los resultados de la Prueba de comparación de rangos de Wilcoxon para el atributo APARIENCIA GENERAL de la infusión de hojas camu camu en tres etapas de desarrollo y por procedencia.

Cuadro 21. Comparación de rangos de Wilcoxon para el atributo APARIENCIA GENERAL de la infusión de hojas de camu camu.

Etapas de desarrollo	Rango promedio	Grupos Homogéneos	
Hojas Tiernas de Yarinacocha	2.15	a	
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	3.43	b	
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	3.53	b	c
Hojas Tiernas de Pucallpillo	3.72	b	c
Hojas Adultas de Pucallpillo	4.03		c
Hojas Adultas de Yarinacocha	4.13		c

El rango promedio para la infusión de hojas adultas que procedieron de Yarinacocha es mayor (4.13); mientras que la infusión preparada con las hojas tiernas de la misma procedencia tuvo menor rango promedio (2.15).

El rango promedio de la evaluación sensorial del atributo APARIENCIA GENERAL obtenido por cada infusión, es inversamente proporcional al contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante; es decir, mientras que la infusión de hojas tiernas de Yarinacocha contiene 0.454 ± 0.010 g EAG/100 mL y una actividad antioxidante 0.439 ± 0.008 mM TEAC/100 mL, el valor del rango promedio fue: 2.15. En tanto que, para la infusión de hojas adultas de Yarinacocha el contenido de polifenoles totales fue: 0.163 ± 0.004 g EAG/100 mL y la actividad antioxidante 0.092 ± 0.006 mM TEAC/100 mL, el rango promedio se incrementó (4.13). Luego, para los panelistas la infusión que presentó mejor apariencia general (4.13 = BUENO) fue la que se preparó con las hojas adultas de camu camu que fueron recolectados de Yarinacocha.

La acción antioxidante de los polifenoles totales es bastante conocida en relación con su capacidad para secuestrar especies reactivas de oxígeno (Pastene, citado por Oliveira 2014). La actividad antioxidante de un alimento guarda relación directa con su contenido de compuestos polifenólicos, los cuales actúan neutralizando las especies reactivas de oxígeno (EROS). La evaluación de la capacidad antioxidante permite conocer su actividad antioxidante que adquirirá el organismo a través de su consumo (Oliveira 2014).

Una infusión es una bebida que se obtiene de las partes aéreas (hojas secas, flores y frutos) de varias hierbas o plantas aromáticas a las cuales se vierte agua a punto de hervir y se deja reposar durante un tiempo (Wiseman *et al.* 1997). En los últimos años, el consumo de este tipo de bebidas se ha incrementado considerablemente (Rivera *et al.* 2008). La preferencia por las infusiones se atribuye al sabor agradable, adicionalmente proveen efectos benéficos a la salud, entre los que se encuentran la actividad antimicrobiana, capacidad antioxidante y actividad antiinflamatoria aguda, entre otros, los cuales se han relacionado a su contenido de compuestos fenólicos (McKay y Blumberg, 2006; Wiart, 2007; Pereira *et al.* 2009).

V. CONCLUSIONES

- El contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.) procedente de Yarinacocha presentaron diferencias según la etapa de desarrollo. Las hojas tiernas presentaron la mayor cantidad de polifenoles totales: 0.454 ± 0.010 g EAG/100 mL infusión y el menor contenido: 0.163 ± 0.004 g EAG/100 mL fue para la infusión de hojas adultas.
- El contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.) procedente de Pucallpillo fueron diferentes para las tres etapas de desarrollo. Las hojas tiernas presentaron la mayor cantidad de polifenoles totales: 0.680 ± 0.003 g EAG/100 mL infusión; mientras que el de menor contenido de polifenoles totales: 0.196 ± 0.009 g EAG/100 mL fue para la infusión de hojas adultas.
- La actividad antioxidante de la infusión de hojas de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.) procedentes de Yarinacocha fueron para cada etapa de desarrollo. Las hojas tiernas presentaron la mayor actividad antioxidante: 0.439 ± 0.008 mM TEAC /100 mL; mientras que la menor actividad antioxidante corresponde a la infusión de hojas adultas de camu camu: 0.092 ± 0.006 mM TEAC/100 mL infusión.
- La actividad antioxidante para la infusión de hojas de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.) procedentes de Pucallpillo mostraron diferencias según la etapa de desarrollo. Las hojas tiernas presentaron la mayor actividad antioxidante: 0.634 ± 0.012 mM TEAC /100 mL; mientras que la menor actividad antioxidante correspondió a la infusión de hojas adultas de camu camu: 0.187 ± 0.003 mM TEAC/100 mL infusión.
- En la evaluación de las características sensoriales, atributos: COLOR, SABOR, AROMA Y APARIENCIA GENERAL realizadas a la infusión de hojas de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.) según procedencia y etapa de desarrollo, el mayor rango promedio se obtuvo para la infusión de hojas adultas procedente de Yarinacocha, dicho valor fue: > 4.00 ; lo que demuestra que la infusión tuvo el calificativo de BUENO.
- Las hojas de camu camu tienen un alto potencial nutraceutico debido a su contenido de polifenoles, lo que se ve reflejado en la actividad antioxidante; los resultados permiten promover el uso de hojas de camu camu bajo la forma de infusión; además, abre el camino hacia la formulación de otros productos con alto contenido de polifenoles y actividad antioxidante, logrando así contribuir con el desarrollo agroindustrial.

VI. RECOMENDACIONES

- Usar las hojas de camu camu adultas para la preparación de infusiones u otro tipo de bebida, porque fue la que presentó mejor cualidad sensorial y el contenido de polifenoles totales es mucho mayor que las bebidas elaboradas con té verde.
- Realizar estudios para el aprovechamiento de las hojas adultas en la elaboración de nuevos productos y evaluar la estabilidad en almacenamiento de los polifenoles totales y la actividad antioxidante.
- Realizar estudios sobre la extracción etanólica, para evaluar su aplicación en el desarrollo de nuevos productos agroindustriales con enfoque nutracéutico.
- También efectuar investigaciones en corteza de camu camu como complemento de la información completa que se debe tener de la planta de camu camu.
- Realizar nuevas investigaciones con otras hojas de plantas amazónicas y aprovechar las propiedades medicinales que se les atribuye.
- Aportar otros estudios relacionados a la medicina tradicional con la salud humana mediante el consumo de la infusión de hojas de camu camu.
- Seguir realizando más estudios sobre la actividad antioxidante en la infusión de las hojas de camu camu con la técnica FRAP y ABTS.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Abanto, C. 2010. Efecto del fertirriego sobre la productividad del camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K Me Vaugh) en la Región Ucayali. IIAP - Pucallpa, Perú. Tesis para optar el título de Ing. forestal. UNALM. Lima. Perú. 95p.
- Abanto, R; Oliva, C; Domínguez, T; Meza, A; Chagas, E. 2011. Efecto del fertirriego sobre la producción de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K Me Vaugh) en la Región Ucayali. Pucallpa. Perú. En: 11 Congreso Nacional del Camu camu 19-21/09/2011
- Ahmad, I. 2001. Some methodological problems in the determination of antioxidants activity using chromogen radicals: A practical case. Viewpoint. Food Science and Technology. New York, USA. 11: 419-421p.
- Alvidres-Morales, A; González-Martínez, B; Jiménez Salas, Z. 2002. Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales, 3:3
- Aranda, J; Villacrés, J; Nonato Nina, E; Ríos, F. 2010. Plantas Medicinales de la Amazonía Peruana. Iquitos: IMET – EsSalud.
- Arnao, I; Seminario, I; Cisneros, R; Trabucco, J. 2011. Potencial antioxidante de 10 accesiones de yacón, *Smallanthus sonchifolius* (Poepp y Endl.) H. Robinson, procedentes de Cajamarca- Perú. An Fac Med. 72 (4)
- Arrate, L. 2007. Antioxidantes en alimentación: Diferentes formas de expresar su Actividad antioxidante. Tipos de unidades y métodos de Análisis, Barcelona. 419-421p.
- Arts, LI; Hollman, P. 2005. Polyphenols and disease risk in epidemiologic studies. En: The American Journal of Clinical Nutrition. January. 81(1): 317-325p.
- Aviram, M; Fuhrman, B. 2002. Wine flavonoids protect against LDL oxidation and atherosclerosis. En: Annals of the New York Academy of Sciences. 957: 146-61p.
- Azkues, M. 2000. La fenología como la herramienta en la agroclimatología. En: Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Ceniap).
- Badeck, F.W., Bondeau, A., Bottcher, K., Doktor, D., Lucht, W., Schaber, J. and Sitch, S. 2004. Responses of spring phenology to climate change. New Phytol. 162, 295-309p.
- Barry, H. 1991. Antioxidant effects a basis for drug selection. Drugs. 42: 569-573.
- Basaga, HS. 1989. Biomedical aspects of free radicals. Biochem Cell Biol; 68:989-98p.
- Baydar, NG; Özkan, G; Yasar, S. 2007. Evaluation of the antiradical and antioxidant potential of grape extracts. Food Control, 18(9):1131-36p.

- Bors, W; Saran, M. 1987. Radical scavenging by flavonoid antioxidants. En: Free radical research communications. 2(4-6): 289-94p.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensm. – Wiss. Technol. 28: 25-3p.
- Breene, J. 2000. Anthocyanin-based: A new source of antiradical activity for foodstuff. J. Agric. Food Chem. New York, USA. 588-591p.
- Bueno, E. 2009. Efecto del extracto acuoso de la planta *Phyllanthus niruri*, sobre la peroxidación lipídica, catalasa y potencial antioxidante en el tejido renal de ratas diabéticas. Trabajo de pregrado. Departamento de Bioanálisis. Universidad de Oriente. Cumaná.
- Carpenter, R. 2002. Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A.
- Casas, J. 2014. Curva de absorción de nutrientes en la biomasa estacional del cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* HBK Me Vaugh) en suelos de Yarinacocha (Pucallpa). Tesis de maestría. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 80p.
- Cerna, BLA. 2007. Agrotecnia sostenible. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo. Consultado 23 de agosto de 2018. Disponible en http://www.upao.edu.pe/fondo_editorial/pdf/agrotecnia.pdf
- Condezo, HL. 2002. Curso de Especialización. Facultad de Industrias Alimentarias CIPNA, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 120-132p.
- Chávez, W. 1993. Camu camu. C.W. Clay y C.R. Clement. Selected species and strategies to enhance income generation from Amazonian forest. FO: Misc.93 ó. Working Paper. FAO. Rome. 139-146p.
- Cheesman, KH; Slater, TF. 1998. Free Radicals in Medicine. Br Med Bull; 49: 118-21p.
- Crapiste, J. 1991. Antioxidantes naturales, 1ª Ed., Editorial Nowtilus S.L., Madrid, España. 52-65p.
- Crapiste, G. 1997. Food storage stability. Minesotta, Estados Unidos. Editorial CRC Press LLC.
- Estrella, S. 2002. Actividad Antioxidante del extracto acuoso de cedrón (*Aloysia triphylla*) en diferentes modelos in vitro, tesis. Facultad de Industrias Alimentarias UNAS - Tingo María. Perú. 45-68p.
- Fenner, M. 1998. The phenology of growth and reproduction in plants. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics. (Reino Unido) 1: 78-91p.
- Fernando 1996. Tecnología e secado para hierbas aromáticas. Segunda edición. Barcelona. 180-190p.

- Feksa, DL; Coelho, R P; Aparecida da Costa Güllich, A; Dal Ponte, ES; da Costa Escobar Piccoli, J; Manfredini, V. 2018. Extract of *Citrus maxima* (pummelo) leaves improve hepatoprotective activity in Wistar rats submitted to the induction of non-alcoholic hepatic steatosis. *Biomedicine y Pharmacotherapy*, 98: 338-346 p.
- Flores, P. 1997. Cultivo de frutales nativos amazónicos- Manual para el Extensionista. (s. e.) **, Editorial Mirigaf S.R.L., Lima-Perú.
- Fong, L; Berenguer, R; De la Vega, A; Wawoe, N; Puente, E. 2014. Potencial antioxidante de un extracto acuoso de hojas del NIM (*Azadirachta Indica A. Juss*). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, Universidad de Ciencias Médicas. Santiago de Cuba, Cuba. 19(2): 205-207,197-207p.
- Garrido, G; Ortiz, M; Pozo, P. 2013. Fenoles y flavonoides totales y actividad antioxidante de extractos de hojas de *Lampaya medicinalis F. Phil*. *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, 1(1): 30-38p. Universidad Católica del Norte, Chile.
- González, MC; Betancourt-rule, MY; Ortíz, R. 2000. Daño oxidativo y antioxidantes. *Bioquímica*. Colombia. 25: 1-98p.
- Glyphis, JP; Puttic, GM. 1988. *Phytochemistry*. 27: 743-52p.
- Harbone, J. 1994. "Introduction to Ecological Biochemistry". 4ª Ed. Academic Press Ed., London.
- Hernández, E. 2005. Evaluación sensorial. Curso tecnología de cereales y oleaginosas. Universidad Nacional Abierta y a distancia (UNAD), Bogotá. Edición 1. 128p.
- Icex. 2010. Estadísticas de comercio exterior. España. Fecha acceso: 01.10.14. Disponible en: <http://datacomex.comercio.es>
- Imán, S; Pinedo, S; Melchor, M. 2011. Caracterización morfológica y evaluación de la colección nacional de germoplasma de camu camu (*Myrciaria dubia*). *Scientia Agropecuaria*, Loreto-Perú 2(4): 189-201p.
- Intermediate, W. 2001. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*. New York, USA. 25-30p.
- Irakli, M; Chatzopoulou, P; Ekateriniadou, L. 2018. Optimización de la extracción asistida por ultrasonido de compuestos fenólicos: oleuropeína, ácidos fenólicos, alcoholes fenólicos y flavonoides de hojas de olivo y evaluación de sus actividades antioxidantes. *Cultivos y productos industriales*, 124:382-388p.
- Isla, M. 2016. Cuantificación de polifenoles totales en hoja de *Phyllanthus niruri*. Tesis Qco. Farmacéutico. Chimbote, Perú. 25p.

- Jiménez, P; Masson, L; Barriga, A; Chávez, J; Robert, P. 2011. Oxidative stability of oils containing olive leaf extracts obtained by pressure, supercritical and solvent-extraction. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 113: 497505.
- Knekt, P; Kumpulainen, J; Järvinen, R; Rissanen, H; Heliovaara, M; Reunanen, A; Hakulinen, T; Aromaa, A. 2002. Flavonoid intake and risk of chronic diseases. En: *The American journal of clinical nutrition*. 76(3): 560-568p.
- Krischik, VA; Dennno, RF. 1983. Individual, population, and geographic patterns in plant defense. In: *Variable Plants and Hervivores in Natural and Managed Systems*. Dennno, R. F., and M. S. McClure. Ed. Academic Press, New York, 463-512p.
- Kuskoski, M; Asuero, A; García-Parilla, M; Troncoso, A; Fett, R. 2004. Actividad antioxidante de pigmentos antociánicos. *Food Science and Technology*. 24: 691- 693p.
- López, J. 2008. Los alimentos funcionales: Importancia y aplicaciones. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Chile.
- Lotito, S; Frei, B. 2006. Consumption of flavonoid-rich foods and increased plasma antioxidant capacity in humans: cause, consequence, or epiphenomenon. En: *Free radical biology y medicine*. 41 (12): 1727-1746p.
- Maco, G. 2002. Germinación y desarrollo inicial de *Myrciaria dubia* (H.B.K) McVaugh y *Myrciaria* sp. Con relación al tamaño de semillas y tipos de sustratos. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Perú.
- McKay, D; Blumberg, J. 2006. A review of the bioactivity and potential benefits of chamomile tea (*Matricaria recutita* L.). *Phytother*. 20: 519-530p.
- Manach, C; Scalbert, A; Morand, C; Remesy, C; Jimenez, L. 2004. Polyphenols: food sources and bioavailability. *Am J Clin Nutr*; 79: 727-747p.
- Mantovani, M; Ruschel, AR; Sedrez, Dos Reis, M.; Puchalski, A; Nodari, RO. 2003. Fenología reproductiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da floresta atlântica. R. Árvore, Vicoso-MG. 27(4): 451-458p.
- Mattivi, Y. 2002. Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in Select Herbs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. New York, USA ,165-170p.
- Marcano, D; Hasegawa, M. 2002. Fitoquímica Orgánica. 2ª Ed., Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Universidad de Venezuela.
- Martínez, I; Periago, MJ; Ros, G. 2000. Significado nutricional de los compuestos fenólicos en la dieta. Lima, Perú. 50: 5-15p.

- Maureen, A; Prieto, E. 1999. Plantas que contienen polifenoles. Antioxidantes dentro del estilo de vida. Rev. Cubana Invest Biomed. 18(1):12-4p.
- Mmarm. 2009. Anuario estadístico agroalimentario. Madrid.
- Mazza, G; Velioglu, Y. 1992. Anthocyanins and other phenolic compounds in fruits of red-flesh apples. Food Chemistry. 43: 113-117p.
- Michael, P; Owczarek, A; Kosno, M; Gontarek, D; Matczak, M; Olszewska, MA. 2017. Variation in polyphenolic profile and in vitro antioxidant activity of eastern teaberry (*Gaultheria procumbens* L.) leaves following foliar development. Phytochemistry Letters, 20: 356-364p.
- Muñoz, A; Ramos-Escudero, D; Alvarado-Ortiz, C; Castañeda, B. 2007. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición. Universidad San Martín de Porres. Rev. Soc. Quím. Perú – Lima. 73(3):142-149p. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v73n3/a03v73n3.pdf>
- Muñoz-Velázquez, EE; Rivas-Díaz, Loarca-Piña, MGF; Mendoza-Díaz, S; Reynoso-Camacho, R; Ramos-Gómez, M. 2012. Comparación del contenido fenólico, capacidad antioxidante y actividad antiinflamatoria de infusiones herbales comerciales. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 3(3):481-495p.
- Norma técnica colombiana (NTC: 3408, 1998). Industria Agrícola. Plantas aromáticas. Preparación de la infusión para uso en análisis sensorial.
- Oliveira, G. 2014. Capacidad antioxidante de *Averrhoa carambola* L. (carambola) frente a sistemas generadores de radicales libres. Tesis en Mg. Nutrición. UNMSM. Lima, Perú. 50p.
- Ordoñez, G; León, A; Reátegui, D; Sandoval, Ch. 2012. Cuantificación de Polifenoles Totales y Actividad Antioxidante en hojas, corteza, flores y fruto de dos variedades de guayaba (*Psidium guajava* L.). Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), Tingo María, Perú Investigación y Amazonía 1(2): 48-52p.
- Parker, J. 1977. Chem. Ecology. Vol. 3:489-96p
- Pereira, R; Fachinetto, R; Prestes, A; Puntel, R; Heinzmann, B. 2009. Antioxidant effects of different extracts from *Melissa officinalis*, *Matricaria recutita* and *Cymbopogon citratus*. Neurochem (34): 973-983p.
- Pinedo, M; Riva, R; Rengifo, S; Delgado, V; Villacrés, V; González, C; Inga, S; López, U; Farroñay, P; Vega, V; Linares, B. 2001. Sistema de producción de camu camu en restinga. Manual Técnico IIAP. Iquitos - Perú.

- Posada, M; Pineda, V; Agudelo, GM. 2003. Los antioxidantes de los alimentos y su relación con las enfermedades crónicas.
- Quiñones, M; y Aleixandre, A. 2012. Actividad biológica de los compuestos fenólico (efectos en la salud). *Nutr Hosp.* 27(1): 76-80p.
- Quiroz I. 2009. Granado perspectiva y oportunidades de un negocio emergente: antecedentes de mercado. Fundación Chile.
- Rahman, I.; Biswas, S. K. and Kirkham, P. A. 2006. Regulation of inflammation and redox signaling by dietary polyphenols. *Biochem. Pharmacol.* 72:1439-1452p.
- Rietveld, A; Wiseman, S. 2003. Antioxidant effects of tea: evidence from human clinical trials. En: *The Journal of nutrition.* 133(10): 3285-3292 p.
- Ricco, R; Sena, G; Vai, V; Wagner, M; Gurni, A. 2002. Taninos condensados de *Ephedra chilensis* K. presl (E. Andina Poepp.Ex. May)-Ephedraceae. *Rev. Dominguezia*, 18(1): 17-25 p.
- Rivera, J; Muñoz-Hernández, O; Rosas-Peralta, M; Aguilar-Salinas, C; Popkin, B; Willett, W. 2008. Consumo de bebidas para una vida saludable. México. 50(2): 173 -195p.
- Rojas-Barquera, D; Narváez-Cuenca, C. 2009. Determinación de vitamina C, compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante de frutas de guayaba (*Psidiumguajava* L.) cultivadas en Colombia. *Química Nova* 32(9): 2336-2340p.
- Sanabria, A. 2003. Biodiversidad, Tradiciones e investigación al servicio de la salud. Memorias del Seminario Internacional de Plantas Medicinales y sus Derivados: OPS, Ministerio del Medio Ambiente y de la Protección Social, Embajada Real de los Países Bajos. Bogotá, 22-31p.
- Sánchez, J. 2007. Fertilidad del suelo y nutrición mineral de plantas: Conceptos básicos. Lima. Perú. 19p.
- Sancho, J. 2002. Introducción al análisis sensorial de los Alimentos.
- Sandoval, M; Okuhama, N; Ángeles, F. 2001. Técnicas de investigación para determinar la actividad antioxidativa y antiinflamatoria de plantas medicinales de la Amazonía. Iquitos, Perú.
- Sandoval, M; Okuhama, M; Angeles, L. 2002. Antioxidant activity of the cruciferous vegetable maca (*lepidium meyenii*). *Food chemistry.* 79: 207-213p.
- Saz, P. 2012. Fitoterapia y medicina naturista. Disponible en: http://www.unizar.es/med_naturista/plantas/plantas.
- Schutz, H. 1971. Sources invalidity in the Sensory Evaluation of Food. *Food Techn.* 25: 3 – 53p.

- Singleton, V; y Rossi, J. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture. Vol. 16: 144-158p.
- Sparks, TH; Menzel, A; Stenseth, NC. 2009. European cooperation in plant phenology introduction. Climate Research. 39: 175-177p.
- Sotero, V; Silva, L; García de Sotero, D; Imán, S. 2009. Evaluación de la actividad antioxidante de la pulpa, cáscara y semilla del fruto del camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.). Rev. Soc. Quím. Perú – Lima, 75(3): 293-299p. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v75n3/a03v75n3.pdf>
- Soto-Domínguez, A; García-Garza, R; Ramírez-Casas, Y; Morán-Martínez, J; Serrano-Gallardo, LB. 2012. El Extracto Acuoso de Orégano (*Lippia graveolens* HBK) del Norte de México Tiene Actividad Antioxidante sin Mostrar un Efecto Tóxico in vitro e in vivo. International Journal of Morphology, 30(3): 937-944p.
- Staszewski, VM. 2011. Impacto de la interacción entre polifenoles de té verde y proteínas del lactosuero sobre las propiedades biológicas y funcionales de las mezclas. Tesis presentada para optar al título de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Consultado 23 de agosto de 2018. Disponible en http://digital.bl.fcen.uba.ar/download/tesis/tesis_n4824_VonStaszewski.pdf
- Tepe, B; Sokmen, A. 2007. Screening of the antioxidative properties and total phenolic contents of three endemic Tanacetum subspecies from Turkish flora. Bioresource Technol, (98):3076-3079p.
- Tomás-Barberán, FA; Ferreres, F; Gil, M. 2000. Antioxidant phenolic metabolites from fruit and vegetables and changes during postharvest storage and processing. En: Atta-ur.Rahman ed. Studies in Natural products Chemistry. Amsterdam: Elsevier. Vol. 23: 739-95p.
- Tomás-Barberán, FA; Espín, JC. 2001. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. J Sci Food Agric. 81: 853-76p.
- Urzua, U. 2015. Análisis y evaluación de la inclusión de extracto de hojas de olivo libre y encapsulado en matrices de almidón y gluten. Universidad de Chile. Tesis para optar el título de ingeniero de alimentos, 77p.
- Vargas, D; Soto, M; Gonzales, V; Engleman, E; Martinez, A. 2006. Cinética de acumulación y distribución de flavonoides en guayaba (*Psidium guajava* L.). Estado de México. Agrociencia. 40: 109 -115p.
- Vasconcellos, J. 2000. Alimentos Funcionales. Conceptos y beneficios para la salud. Institute Food Technology (IFT). California. U.S.A. 120-145p.

- Villachica, LH. 1996. El cultivo del camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh en la Amazonia peruana, Tratado de Cooperación Amazónica.
- Villanueva-Tiburcio, J; Condezo-Hoyos, L; Ramirez, E. 2010. Antocianinas, ácido ascórbico, polifenóis totais e atividade antioxidante na casca do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) McVaugh). Ciencia Tecnología de Alimento. UNAS, Tingo Maria – Perú, 30(1):151-160p. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v30s1/23.pdf>
- Wang, H; Cao, G; Prior, R. 1996. Total Antioxidant Capacity of Fruits. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 44(3), 701-705p.
- Waterman, PG; McKey, DB. 1989 “Herbivory and secondary compounds in rain forest plants” en “*Tropical rain forest ecosystems*”. (H. Lieth and M.J.A. Werger eds.), Elsevier, Amsterdam. 513-536p.
- Wiat, C. 2007. Anti-inflammatory plants. In: *ethnopharmacology of medicinal plants: Asia and the Pacific*. Ed. Humana Press Inc. Totowa, New Jersey. 1: 1-56p.
- Winkel-Shirley, B. 2002. Biosíntesis de flavonoides y efectos del estrés. *Current Opinion in Plant Biology*, 5(3): 218-23p.
- Wiseman, S; Balentine, D; Frei, B. 1997. Antioxidants in tea. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 37: 705-718p.
- Yapuchura, R. 2010. Estudio de los componentes antioxidantes de las hojas de muña *Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb.) e inca muña (*clinopodium Bolivianum* (Benth.)) Kuntze, tesis para optar el título de Mg. Scientiae en Tecnología de alimentos UNALM – Lima, Perú. 95p.
- Zamora, J. 2007. Antioxidantes: Micronutrientes en lucha por la salud. *Revista Chilena de Nutrición*. 34(1): 17-26p.
- Zhang, C; Suen, CL-C; Yang, C; Quek, SY. 2018. Capacidad antioxidante y composición principal de los polifenoles del té, según se ve afectada por la ubicación geográfica, la elevación de la plantación y el grado foliar. *Food Chemistry*, 244: 109-119p.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: Curva de calibración para la determinación del contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante.

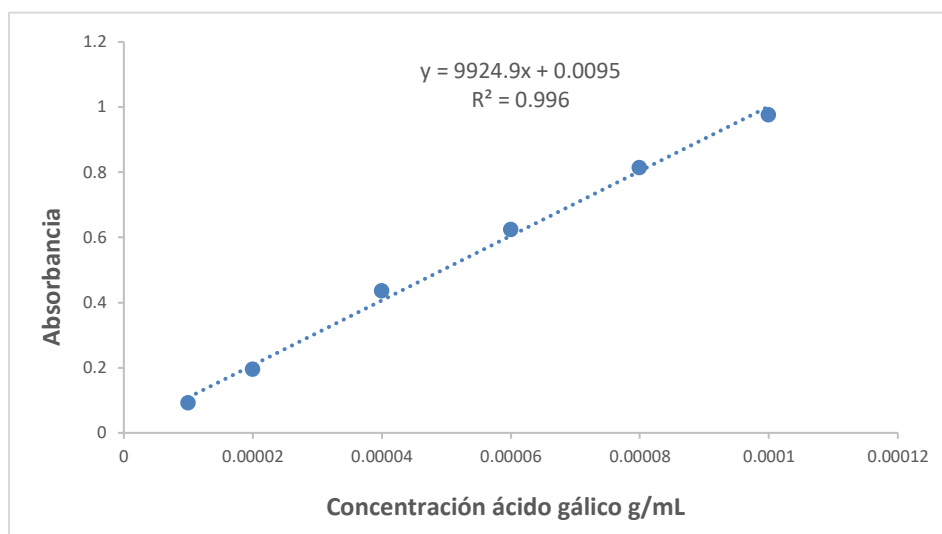


Figura 15. Curva de calibración de polifenoles totales utilizando ácido gálico como estándar.

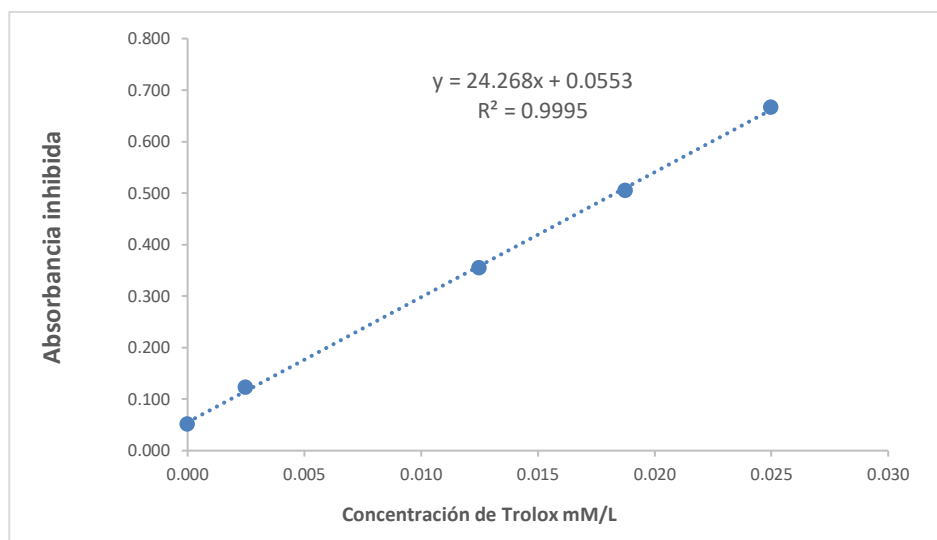


Figura 16. Curva de calibración del Trolox para la evaluación de la actividad antioxidante por el método del DPPH.

ANEXO 2: Absorbancia para la infusión de hojas de camu camu procedente de Yarinacocha.

Cuadro 22. Medición de la absorbancia en la infusión de las hojas de camu camu de procedencia Yarinacocha.

Tiempo	Control	Absorbancia								
		Tierna			Joven			Adulta		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
0:00	0.948	0.732	0.736	0.750	0.544	0.581	0.558	0.518	0.527	0.542
0:30	0.947	0.678	0.685	0.694	0.515	0.548	0.523	0.467	0.480	0.495
1:00	0.947	0.648	0.655	0.662	0.500	0.531	0.503	0.441	0.450	0.468
1:30	0.947	0.627	0.634	0.642	0.488	0.520	0.489	0.421	0.432	0.452
2:00	0.947	0.611	0.618	0.621	0.479	0.511	0.480	0.408	0.417	0.441
2:30	0.947	0.598	0.604	0.608	0.471	0.503	0.472	0.397	0.406	0.433
3:00	0.947	0.586	0.593	0.596	0.464	0.497	0.463	0.387	0.398	0.425
3:30	0.946	0.576	0.583	0.587	0.460	0.492	0.455	0.379	0.389	0.419
4:00	0.946	0.568	0.572	0.579	0.457	0.485	0.450	0.372	0.383	0.403
4:30	0.946	0.559	0.566	0.575	0.454	0.481	0.444	0.365	0.378	0.399
5:00	0.946	0.553	0.558	0.561	0.448	0.478	0.44	0.359	0.375	0.391
5:30	0.947	0.547	0.552	0.556	0.444	0.475	0.435	0.354	0.371	0.382
6:00	0.947	0.542	0.547	0.550	0.439	0.473	0.433	0.351	0.367	0.380
6:30	0.947	0.536	0.542	0.546	0.438	0.478	0.428	0.362	0.361	0.374
7:00	0.947	0.531	0.536	0.541	0.436	0.466	0.427	0.344	0.358	0.371
7:30	0.947	0.526	0.531	0.538	0.432	0.464	0.421	0.345	0.353	0.371
8:00	0.947	0.527	0.527	0.534	0.43	0.461	0.430	0.340	0.348	0.371
8:30	0.947	0.518	0.522	0.529	0.427	0.459	0.421	0.345	0.346	0.371
9:00	0.947	0.514	0.518	0.520	0.425	0.457	0.421	0.334	0.343	0.37
9:30	0.947	0.510	0.515	0.520	0.423	0.455	0.421	0.336	0.339	0.367
10:00	0.947	0.506	0.511	0.520	0.421	0.454	0.421	0.336	0.339	0.367

FUENTE: Elaboración propia.

ANEXO 3: Absorbancia para la infusión de hojas de camu camu procedente de Pucallpillo.

Cuadro 23. Medición de la absorbancia en la infusión de las hojas de camu camu de procedencia Pucallpillo.

Tiempo	Control	Absorbancia								
		Tierno			Joven			Adulto		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
0:00	0.948	0.732	0.736	0.75	0.544	0.581	0.558	0.518	0.527	0.542
0:30	0.947	0.678	0.685	0.694	0.515	0.548	0.523	0.467	0.480	0.495
1:00	0.947	0.648	0.655	0.662	0.500	0.531	0.503	0.441	0.450	0.468
1:30	0.947	0.627	0.634	0.642	0.488	0.520	0.489	0.421	0.432	0.452
2:00	0.947	0.611	0.618	0.621	0.479	0.511	0.480	0.408	0.417	0.441
2:30	0.947	0.598	0.604	0.608	0.471	0.503	0.472	0.397	0.406	0.433
3:00	0.947	0.586	0.593	0.596	0.464	0.497	0.463	0.387	0.398	0.425
3:30	0.946	0.576	0.583	0.587	0.460	0.492	0.455	0.379	0.389	0.419
4:00	0.946	0.568	0.572	0.579	0.457	0.485	0.450	0.372	0.383	0.403
4:30	0.946	0.559	0.566	0.575	0.454	0.481	0.444	0.365	0.378	0.399
5:00	0.946	0.553	0.558	0.561	0.448	0.478	0.440	0.359	0.375	0.391
5:30	0.947	0.547	0.552	0.556	0.444	0.475	0.435	0.354	0.371	0.382
6:00	0.947	0.542	0.547	0.550	0.439	0.473	0.433	0.351	0.367	0.38
6:30	0.947	0.536	0.542	0.546	0.438	0.478	0.428	0.362	0.361	0.374
7:00	0.947	0.531	0.536	0.541	0.436	0.466	0.427	0.344	0.358	0.371
7:30	0.947	0.526	0.531	0.538	0.432	0.464	0.421	0.345	0.353	0.371
8:00	0.947	0.527	0.527	0.534	0.430	0.461	0.430	0.340	0.348	0.371
8:30	0.947	0.518	0.522	0.529	0.427	0.459	0.421	0.345	0.346	0.371
9:00	0.947	0.514	0.518	0.520	0.425	0.457	0.421	0.334	0.343	0.37
9:30	0.947	0.510	0.515	0.520	0.423	0.455	0.421	0.336	0.339	0.367
10:00	0.947	0.506	0.511	0.520	0.421	0.454	0.421	0.336	0.339	0.367

FUENTE: Elaboración propia.

ANEXO 4: Análisis estadístico complementario para el contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas de camu camu procedente de Yarinacocha.

Cuadro 24. Análisis estadístico para el contenido de polifenoles totales en Yarinacocha.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Promedio	Mediana	Varianza	D.E.
Hojas Adultas	3	0.162	0.163	0.000020	0.0045
Hojas Jóvenes	3	0.251	0.251	0.000006	0.0025
Hojas Tiernas	3	0.453	0.459	0.000102	0.0101
Total	9	0.289	0.251	0.016717	0.1292

Cuadro 25. Análisis estadístico de procedencia Yarinacocha.

Etapas de desarrollo	C.V.	Error Estándar	Mínimo	Máximo	S.E.
Hojas Adultas	2.77%	0.0026	0.158	0.167	-0.233
Hojas Jóvenes	1.00%	0.0014	0.249	0.254	0.414
Hojas Tiernas	2.22%	0.0058	0.442	0.46	-1.211
Total	44.70%	0.0430	0.158	0.46	0.653

Cuadro 26. Varianza para el contenido de polifenoles totales de la procedencia de Yarinacocha.

Fuente de variación	S.C.	Gl	C.M.	Fc	Pv
Etapas de desarrollo	0.1334	2	0.06674	1552.11	0.0000
Error experimental	0.0002	6	0.00004		
Total	0.1337	8			

Cuadro 27. Comparación de Medias para el contenido de polifenoles totales procedencia Yarinacocha.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
Hojas Adultas	3	0.1626	0.0037	0.1561	0.1692
Hojas Jóvenes	3	0.2513	0.0037	0.2447	0.2578
Hojas Tiernas	3	0.4536	0.0037	0.4471	0.4602
Total	9	0.2892			

ANEXO 5: Análisis estadístico complementario para el contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas de camu camu procedente de Pucallpillo.

Cuadro 28. Análisis estadístico para el contenido de polifenoles totales en procedencia Pucallpillo.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Promedio	Mediana	Varianza	Desviación Estándar
Hojas Adultas	3	0.196	0.199	0.00006	0.00832
Hojas Jóvenes	3	0.432	0.432	0.00001	0.004
Hojas Tiernas	3	0.680	0.68	0.000006	0.00251
Total	9	0.436	0.432	0.04395	0.20965

Cuadro 29. Análisis estadístico de procedencia Pucallpillo.

Etapas de desarrollo	C.V.	Error Estándar	Mínimo	Máximo	Sesgo Estandarizado
Hojas Adultas	4.24%	0.0048	0.187	0.203	-0.9145
Hojas Jóvenes	0.92%	0.0023	0.428	0.436	0.0
Hojas Tiernas	0.36%	0.0014	0.678	0.683	0.4140
Total	48.06%	0.0698	0.187	0.683	0.0455

Cuadro 30. Análisis de varianza para el contenido de polifenoles totales para la procedencia de Pucallpillo.

Fuente de variación	S.C.	G.I.	C.M.	Fc	Pv
Etapas de desarrollo	0.3514	2	0.17573	5751.23	0.0000
Error experimental	0.0001	6	0.00003		
Total	0.3516	8			

Cuadro 31. Comparación de Medias para el contenido de Polifenoles Totales procedente de Pucallpillo.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
Hojas Adultas	3	0.1963	0.0031	0.1908	0.2018
Hojas Jóvenes	3	0.432	0.0031	0.4264	0.4375
Hojas Tiernas	3	0.6803	0.0031	0.6748	0.6858
Total	9	0.4362			

Cuadro 32. Prueba de Levene para el contenido de polifenoles.

	Prueba	Valor-P
Levene's	0.718519	0.525114

Cuadro 33. Análisis estadístico para el contenido de polifenoles totales según la procedencia y tratamiento.

Tratamiento	Error Estándar	Mínimo	Máximo	Sesgo Estandarizado
Hojas Tiernas de Yarinacocha	0.005	0.442	0.46	-1.211
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	0.001	0.249	0.254	0.414
Hojas Adultas de Yarinacocha	0.002	0.158	0.167	-0.233
Hojas Tiernas de Pucallpillo	0.001	0.678	0.683	0.414
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	0.002	0.428	0.436	0.0
Hojas Adultas de Pucallpillo	0.004	0.187	0.203	-0.914
Total	0.043	0.158	0.683	1.036

Cuadro 34. Análisis estadístico para el contenido de polifenoles totales por tratamiento.

Fuente de variación	S.C.	G.I.	C.M.	Fc	Pv
Etapas de desarrollo	0.5821	5	0.1164	3165.97	0.0000
Error experimental	0.0004	12	0.00003		
Total	0.5826	17			

Cuadro 35. Comparación de Medias para el contenido de Polifenoles Totales por Tratamiento.

Tratamiento	Cantidad	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
Hojas Tiernas de Yarinacocha	3	0.453	0.0035	0.4482	0.4590
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	3	0.251	0.0035	0.2459	0.2567
Hojas Adultas de Yarinacocha	3	0.162	0.0035	0.1572	0.1680
Hojas Tiernas de Pucallpillo	3	0.680	0.0035	0.6749	0.6857
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	3	0.432	0.0035	0.4266	0.4373
Hojas Adultas de Pucallpillo	3	0.196	0.0035	0.1909	0.2017
Total	18	0.3627			

Cuadro 36. Prueba de Levene por tratamiento.

Levene's	Prueba	Valor-P
	0.42614	0.8219

Cuadro 37. Análisis de Varianza para Polifenoles Totales por procedencia.

Fuente	S.C.	G.I.	C.M.	Fc	Pv
Modelo	0.5822	5	0.1164	3165.97	0.00
Procedencia	0.0972	1	0.0972	2644.00	0.00
Etapas de desarrollo	0.4545	2	0.2272	6178.44	0.00
Procedencia*Etapas de desarrollo	0.0305	2	0.0152	414.48	0.00
Residuo	0.0004	12	0.0001		
Total	0.5826	17			
R ² : 99.89%					

Cuadro 38. Comparación de Medias de Mínimos Cuadrados para Polifenoles Totales por procedencia.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
MEDIA GENERAL	18	0.3627	0.0014	0.3596	0.3658
Procedencia					
Pucallpillo	9	0.4362	0.0020	0.4318	0.4406
Yarinacocha	9	0.2892	0.0020	0.2848	0.2936
Etapas de desarrollo					
Hojas Adultas	6	0.1795	0.0024	0.1741	0.1848
Hojas Jóvenes	6	0.3416	0.0024	0.3362	0.3470
Hojas Tiernas	6	0.567	0.0024	0.5616	0.5723
Procedencia*Etapas de desarrollo					
Hojas Adultas de Pucallpillo	3	0.1963	0.0035	0.1887	0.2039
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	3	0.432	0.0035	0.4243	0.4396
Hojas Tiernas de Pucallpillo	3	0.6803	0.0035	0.6727	0.6879
Hojas Adultas de Yarinacocha	3	0.1626	0.0035	0.1550	0.1702
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	3	0.2513	0.0035	0.2437	0.2589
Hojas Tiernas de Yarinacocha	3	0.4536	0.0035	0.4460	0.4612

ANEXO 6: Análisis estadístico complementario para la actividad antioxidante de la infusión de hojas de camu camu procedente de Yarinacocha.

Cuadro 39. Análisis estadístico para la actividad antioxidante procedente de Yarinacocha.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Promedio	Desviación Estándar	C.V.
Hojas Adultas	3	0.091	0.005	6.39%
Hojas Jóvenes	3	0.330	0.002	0.76%
Hojas Tiernas	3	0.438	0.008	1.89%
Total	9	0.287	0.153	53.61%

Cuadro 40. Análisis estadístico para la procedencia de Yarinacocha.

Etapas de desarrollo	Rango	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
Hojas Adultas	0.011	-1.0661	
Hojas Jóvenes	0.005	-0.4140	
Hojas Tiernas	0.016	0.9145	
Total	0.363	-0.6276	-1.04346

Cuadro 41. Varianza para la actividad antioxidante según etapa de desarrollo en Yarinacocha.

Fuente de variación	S.C.	G.I.	C.M.	Fc	Pv
Etapas de desarrollo	0.1891	2	0.09459	2579.92	0.0000
Error experimental	0.0002	6	0.00003		
Total	0.1894	8			

Cuadro 42. Comparación de Medias para la actividad antioxidante procedente de Yarinacocha.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
Hojas Adultas	3	0.091	0.003	0.085	0.097
Hojas Jóvenes	3	0.330	0.003	0.324	0.336
Hojas Tiernas	3	0.438	0.003	0.432	0.444
Total	9	0.287			

Cuadro 43. Prueba de Levene para la actividad antioxidante.

Levene's	Prueba	Valor-P
	0.969412	0.431703

Cuadro 44. Análisis estadístico para la actividad antioxidante en Pucallpillo.

Tratamiento	Cantidad	Promedio	Desviación Estándar	C.V.
Hojas Tiernas de Yarinacocha	3	0.438	0.0083	1.89%
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	3	0.330	0.0025	0.76%
Hojas Adultas de Yarinacocha	3	0.091	0.0058	6.39%
Hojas Tiernas de Pucallpillo	3	0.633	0.0116	1.84%
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	3	0.38	0.0137	3.61%
Hojas Adultas de Pucallpillo	3	0.187	0.0026	1.41%
Total	18	0.343	0.17968	52.29%

ANEXO 7: Análisis estadístico complementario para la actividad antioxidante de la infusión de hojas de camu camu procedente de Pucallpillo.

Cuadro 45. Análisis estadístico para la actividad antioxidante en Pucallpillo por tratamiento.

Fuente de variación	S.C.	G.I.	C.M.	Fc	Pv
Etapas de desarrollo	0.5479	5	0.10959	1486.63	0.0000
Error experimental	0.0008	12	0.00007		
Total	0.5488	17			

Cuadro 46. Varianza para la actividad antioxidante en procedente de Pucallpillo.

Fuente de variación	S.C.	G.I.	C.M.	Fc	Pv
Etapas de desarrollo	0.3011	2	0.1505	1359.06	0.0000
Error experimental	0.0006	6	0.0001		
Total	0.3017	8			

Cuadro 47. Comparación de Medias para actividad antioxidante en Pucallpillo según etapas de desarrollo.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
Hojas Adultas	3	0.187	0.006	0.176	0.197
Hojas Jóvenes	3	0.38	0.006	0.369	0.390
Hojas Tiernas	3	0.633	0.006	0.623	0.644
Total	9	0.400			

Cuadro 48. Prueba de Levene para la actividad antioxidante procedente de Pucallpillo.

	Prueba	Valor-P
Levene's	0.831751	0.551341

Cuadro 49. Comparación de Medias de Mínimos Cuadrados para la actividad antioxidante por procedencia.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
MEDIA GENERAL	18	0.3436	0.0020	0.3392	0.3480
Procedencia					
Pucallpillo	9	0.4002	0.0028	0.3939	0.4064
Yarinacocha	9	0.287	0.0028	0.2807	0.2932
Etapas de desarrollo					
Hojas Adultas	6	0.1393	0.0035	0.1316	0.1469
Hojas Jóvenes	6	0.3553	0.0035	0.3476	0.3629
Hojas Tiernas	6	0.5361	0.0035	0.5285	0.5438
Procedencia*Etapas de desarrollo					
Hojas Adultas de Pucallpillo	3	0.187	0.0049	0.1761	0.1978
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	3	0.38	0.0049	0.3691	0.3908
Hojas Tiernas de Pucallpillo	3	0.6336	0.0049	0.6228	0.6444
Hojas Adultas de Yarinacocha	3	0.0916	0.0049	0.0808	0.1024
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	3	0.3306	0.0049	0.3198	0.3414
Hojas Tiernas de Yarinacocha	3	0.4386	0.0049	0.4278	0.4494

Cuadro 50. Comparación de Medias para el contenido de Polifenoles Totales por Tratamiento.

Tratamiento	Cantidad	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
Hojas Tiernas de Yarinacocha	3	0.438	0.004	0.431	0.446
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	3	0.330	0.004	0.323	0.338
Hojas Adultas de Yarinacocha	3	0.091	0.004	0.084	0.099
Hojas Tiernas de Pucallpillo	3	0.633	0.004	0.626	0.641
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	3	0.38	0.004	0.372	0.387
Hojas Adultas de Pucallpillo	3	0.187	0.004	0.179	0.194
Total	18	0.343			

Cuadro 51. Análisis de Varianza para la actividad antioxidante por procedencia.

Fuente	S.C.	G.I.	C.M.	Fc	Pv
Modelo	0.5479	5	0.1095	1486.63	0.0000
Procedencia	0.0576	1	0.0576	782.49	0.0000
Etapas de desarrollo	0.4736	2	0.2368	3212.51	0.0000
Procedencia*Etapas de desarrollo	0.0166	2	0.0083	112.82	0.0000
Residuo	0.0008	12	0.00007		
Total	0.5488	17			
R ² : 99.83%					

**ANEXO 8: Resultados de la evaluación sensorial de la infusión de hojas de camu camu
- atributo COLOR.**

Cuadro 52. Evaluación sensorial de la infusión para el atributo al COLOR.

Panelista	Yarinacocha			Panelista	Pucallpillo		
	Hojas tiernas	Hojas jóvenes	Hojas adultas		Hojas tiernas	Hojas jóvenes	Hojas adultas
1	5	5	5	31	5	5	5
2	5	5	5	32	5	5	5
3	5	4	5	33	5	5	5
4	4	4	5	34	5	5	5
5	4	4	5	35	5	5	5
6	4	4	4	36	5	5	5
7	4	4	4	37	5	5	5
8	4	4	4	38	4	4	4
9	4	4	4	39	4	4	4
10	4	4	4	40	4	4	4
11	4	4	4	41	4	4	4
12	3	4	4	42	4	4	4
13	3	4	4	43	4	4	4
14	3	4	4	44	4	4	4
15	3	4	4	45	4	4	4
16	3	4	4	46	4	4	4
17	3	3	4	47	3	4	4
18	3	3	4	48	3	4	4
19	3	3	4	49	3	4	4
20	3	3	4	50	3	4	4
21	3	3	3	51	3	4	3
22	3	3	3	52	3	3	3
23	3	3	3	53	3	3	3
24	3	3	3	54	3	3	3
25	3	3	3	55	3	3	3
26	2	3	3	56	3	3	3
27	2	3	3	57	3	2	3
28	2	3	3	58	2	2	3
29	2	2	3	59	2	2	1
30	1	1	2	60	2	1	1

FUENTE: Elaboración propia.

**ANEXO 9: Resultados de la evaluación sensorial de la infusión de hojas de camu camu
- atributo SABOR.**

Cuadro 53. Evaluación sensorial de la infusión para el atributo SABOR.

Panelista	Yarinacocha			Panelista	Pucallpillo		
	Hojas tiernas	Hojas jóvenes	Hojas adultas		Hojas tiernas	Hojas jóvenes	Hojas adultas
1	5	5	5	31	5	5	5
2	5	4	5	32	4	4	5
3	5	4	5	33	4	4	4
4	5	4	5	34	4	4	4
5	4	4	5	35	4	4	4
6	4	4	5	36	4	4	4
7	4	4	4	37	4	4	4
8	4	4	4	38	4	4	4
9	4	4	4	39	4	3	4
10	4	4	4	40	4	3	4
11	4	4	4	41	3	3	4
12	3	4	4	42	3	3	4
13	3	4	4	43	3	3	3
14	3	4	4	44	3	3	3
15	3	4	4	45	3	3	3
16	3	4	4	46	3	3	3
17	3	3	4	47	3	3	3
18	3	3	4	48	3	3	3
19	3	3	4	49	3	3	3
20	3	3	3	50	3	3	3
21	3	3	3	51	3	3	3
22	2	3	3	52	3	3	3
23	2	3	3	53	3	3	3
24	2	3	3	54	3	3	3
25	2	3	3	55	3	3	3
26	2	3	3	56	2	3	3
27	2	2	3	57	2	2	3
28	1	2	2	58	2	2	3
29	1	2	2	59	2	2	2
30	1	2	2	60	1	1	2

FUENTE: Elaboración propia.

**ANEXO 10: Resultados de la evaluación sensorial de la infusión de hojas de camu camu
- atributo AROMA.**

Cuadro 54. Evaluación sensorial de la infusión para el atributo AROMA.

Panelista	Yarinacocha			Panelista	Pucallpillo		
	Hojas tiernas	Hojas jóvenes	Hojas adultas		Hojas tiernas	Hojas jóvenes	Hojas adultas
1	5	5	5	31	5	5	5
2	5	5	5	32	5	5	5
3	5	5	5	33	5	5	5
4	5	5	5	34	4	5	5
5	4	5	5	35	4	5	5
6	4	4	5	36	4	5	5
7	4	4	5	37	4	4	4
8	4	4	5	38	4	4	4
9	4	4	5	39	4	4	4
10	4	4	5	40	4	4	4
11	4	4	5	41	4	4	4
12	4	4	5	42	4	4	4
13	4	4	4	43	4	4	4
14	3	4	4	44	4	4	4
15	3	4	4	45	4	4	4
16	3	4	4	46	4	3	4
17	3	4	4	47	4	3	4
18	3	4	4	48	4	3	4
19	3	3	4	49	4	3	3
20	3	3	4	50	4	3	3
21	3	3	4	51	3	3	3
22	3	3	4	52	3	3	3
23	3	3	3	53	3	3	3
24	3	3	3	54	3	3	3
25	3	3	3	55	3	3	3
26	3	3	3	56	3	3	3
27	3	3	3	57	3	2	3
28	3	2	3	58	2	2	3
29	2	2	2	59	2	2	1
30	1	2	2	60	1	2	1

FUENTE: Elaboración propia.

ANEXO 11: Resultados de la evaluación sensorial de la infusión de hojas de camu camu
- atributo APARIENCIA GENERAL.

Cuadro 55. Evaluación sensorial de la infusión para el atributo APARIENCIA GENERAL.

Panelista	Yarinacocha			Panelista	Pucallpillo		
	Hojas tiernas	Hojas jóvenes	Hojas adultas		Hojas tiernas	Hojas jóvenes	Hojas adultas
1	5	5	5	31	5	5	5
2	5	5	5	32	5	5	5
3	5	5	5	33	5	5	5
4	4	4	5	34	5	5	5
5	4	4	5	35	4	4	5
6	4	4	5	36	4	4	5
7	4	4	5	37	4	4	5
8	4	4	4	38	4	4	4
9	4	4	4	39	4	4	4
10	4	4	4	40	4	4	4
11	3	4	4	41	4	4	4
12	3	4	4	42	4	4	4
13	3	4	4	43	4	4	4
14	3	4	4	44	4	4	4
15	3	4	4	45	4	4	4
16	3	4	4	46	4	4	4
17	3	4	4	47	4	4	4
18	3	4	4	48	4	4	4
19	3	4	4	49	4	3	4
20	3	3	4	50	3	3	4
21	3	3	4	51	3	3	4
22	3	3	4	52	3	3	3
23	3	3	3	53	3	3	3
24	3	3	3	54	3	3	3
25	3	3	3	55	3	3	3
26	2	3	3	56	3	3	3
27	2	3	3	57	3	3	3
28	2	3	3	58	3	3	3
29	2	2	2	59	3	3	2
30	1	2	2	60	3	2	2

FUENTE: Elaboración propia.

ANEXO 12: Análisis estadístico complementario para los atributos sensoriales de la infusión de hojas de camu camu.

Cuadro 56. Análisis estadístico para el atributo color por etapa de desarrollo y procedencia.

Etapa de desarrollo	Cantidad	Promedio	Desviación Estándar	C.V.	Rango
Hojas Adultas de Pucallpillo	30	3.76	1.04	27.61%	4.0
Hojas Adultas de Yarinacocha	30	3.8	0.76	20.02%	3.0
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	30	3.76	1.04	27.61%	4.0
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	30	3.5	0.82	23.42%	4.0
Hojas Tiernas de Pucallpillo	30	3.66	0.95	26.15%	3.0
Hojas Tiernas de Yarinacocha	30	3.26	0.94	28.91%	4.0
Total	180	3.62	0.93	25.90%	4.0

Cuadro 57. Análisis estadístico para la etapa de desarrollo y procedencia.

Etapa de desarrollo	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
Hojas Adultas de Pucallpillo	-2.398	1.789
Hojas Adultas de Yarinacocha	-0.314	-0.258
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	-1.958	0.557
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	-1.797	2.129
Hojas Tiernas de Pucallpillo	-0.020	-1.063
Hojas Tiernas de Yarinacocha	-0.123	0.212
Total	-2.730	0.636

Cuadro 58. Varianza para el atributo COLOR por procedencia.

Fuente de variación	S.C.	G.I.	C.M.	Fc	Pv
Etapa de desarrollo	6.494	5	1.298	1.49	0.1950
Error experimental	151.567	174	0.871		
Total	158.061	179			

Cuadro 59. Comparación de Medias para el atributo COLOR.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
Hojas Adultas de Pucallpillo	30	3.766	0.170	3.528	4.004
Hojas Adultas de Yarinacocha	30	3.8	0.170	3.562	4.037
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	30	3.766	0.170	3.528	4.004
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	30	3.5	0.170	3.262	3.737
Hojas Tiernas de Pucallpillo	30	3.666	0.170	3.428	3.904
Hojas Tiernas de Yarinacocha	30	3.266	0.170	3.028	3.504
Total	180	3.627			

Cuadro 60. Comparación de rangos por LSD para el atributo COLOR.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Media	Grupos Homogéneos	
Hojas Tiernas de Yarinacocha	30	3.266	a	
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	30	3.5	a	b
Hojas Tiernas de Pucallpillo	30	3.666	a	b
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	30	3.7666	a	
Hojas Adultas de Pucallpillo	30	3.766	a	
Hojas Adultas de Yarinacocha	30	3.8	a	

Cuadro 61. Prueba de Levene para el atributo COLOR.

	Prueba	Valor-P
Levene's	0.467129	0.800369

Cuadro 62. Análisis estadístico para la evaluación sensorial según el atributo SABOR según etapa de desarrollo y procedencia.

Etapa de desarrollo	Cantidad	Promedio	D.E.	C.V.	Rango
Hojas Adultas de Pucallpillo	30	3.40	0.723	21.29%	3.0
Hojas Adultas de Yarinacocha	30	3.73	0.907	24.30%	3.0
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	30	3.13	0.776	24.77%	4.0
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	30	3.43	0.773	22.54%	3.0
Hojas Tiernas de Pucallpillo	30	3.17	0.833	26.33%	4.0
Hojas Tiernas de Yarinacocha	30	3.10	1.184	38.22%	4.0
Total	180	3.33	0.895	26.92%	4.0

Cuadro 63. Varianza para el atributo SABOR por procedencia.

Fuente de variación	S.C.	G.I.	C.M.	Fc	Pv
Etapa de desarrollo	8.894	5	1.778	2.30	0.0473
Error experimental	134.767	174	0.774		
Total	143.661	179			

Cuadro 64. Comparación de Medias para el atributo SABOR por procedencia.

Etapa de desarrollo	Cantidad	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
Hojas Adultas de Pucallpillo	30	3.4	0.160	3.175	3.624
Hojas Adultas de Yarinacocha	30	3.733	0.160	3.509	3.957
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	30	3.133	0.160	2.909	3.357
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	30	3.433	0.160	3.209	3.657
Hojas Tiernas de Pucallpillo	30	3.166	0.160	2.942	3.390
Hojas Tiernas de Yarinacocha	30	3.1	0.160	2.875	3.324
Total	180	3.327			

Cuadro 65. Comparación múltiple de medias para el atributo SABOR.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Promedio	Grupos Homogéneos	
Hojas Tiernas de Yarinacocha	30	3.100	a	
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	30	3.133	a	b
Hojas Tiernas de Pucallpillo	30	3.166	a	b
Hojas Adultas de Pucallpillo	30	3.400	a	b
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	30	3.433	a	b
Hojas Adultas de Yarinacocha	30	3.733		b

Cuadro 66. Prueba de Levene para el atributo SABOR.

	Prueba	Valor-P
Levene's	1.517	0.187

Cuadro 67. Análisis estadístico para el atributo AROMA por etapa de desarrollo y procedencia.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Promedio	Desviación Estándar	C.V.	Rango
Hojas Adultas de Pucallpillo	30	3.666	1.028	28.04%	4.0
Hojas Adultas de Yarinacocha	30	4.066	0.944	23.22%	3.0
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	30	3.566	0.971	27.23%	3.0
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	30	3.666	0.884	24.11%	3.0
Hojas Tiernas de Pucallpillo	30	3.633	0.889	24.49%	4.0
Hojas Tiernas de Yarinacocha	30	3.466	0.899	25.94%	4.0
Total	180	3.677	0.943	25.65%	4.0

Cuadro 68. Análisis estadístico de procedencia para el atributo AROMA.

Etapas de desarrollo	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
Hojas Adultas de Pucallpillo	-1.99	1.45
Hojas Adultas de Yarinacocha	-1.48	-0.55
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	0.09	-1.0
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	-0.50	-0.55
Hojas Tiernas de Pucallpillo	-2.37	1.881
Hojas Tiernas de Yarinacocha	-0.44	0.9
Total	-2.43	0.10

Cuadro 69. Análisis estadístico para el atributo AROMA según procedencia.

Etapas de desarrollo	S.C.	g.l.	C.M.	Fc	Pv
Fuente de variación	6.31	5	1.262	1.44	0.2138
Etapas de desarrollo	153.0	174	0.879		
Error experimental	159.31	179			

Cuadro 70. Comparación de Medias para atributo AROMA por etapas de desarrollo y procedencia.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
Hojas Adultas de Pucallpillo	30	3.666	0.171	3.427	3.905
Hojas Adultas de Yarinacocha	30	4.066	0.171	3.827	4.305
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	30	3.566	0.171	3.327	3.805
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	30	3.666	0.171	3.427	3.905
Hojas Tiernas de Pucallpillo	30	3.633	0.171	3.394	3.872
Hojas Tiernas de Yarinacocha	30	3.466	0.171	3.227	3.705
Total	180	3.677			

Cuadro 71. Comparación de rangos por LSD para el atributo AROMA.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Media	Grupos Homogéneos	
Hojas Tiernas de Yarinacocha	30	3.466	a	
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	30	3.566	a	
Hojas Tiernas de Pucallpillo	30	3.633	a	b
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	30	3.666	a	b
Hojas Adultas de Pucallpillo	30	3.666	a	b
Hojas Adultas de Yarinacocha	30	4.066	a	

Cuadro 72. Prueba de Levene para el atributo AROMA.

	Prueba	Valor-P
Levene's	0.51492	0.764752

Cuadro 73. Análisis estadístico para el atributo APARIENCIA GENERAL por procedencia.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Promedio	D.E.	C.V.	Rango
Hojas Adultas de Pucallpillo	30	3.866	0.860	22.25%	3.0
Hojas Adultas de Yarinacocha	30	3.9	0.844	21.66%	3.0
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	30	3.7	0.749	20.26%	3.0
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	30	3.666	0.758	20.67%	3.0
Hojas Tiernas de Pucallpillo	30	3.766	0.678	18.02%	2.0
Hojas Tiernas de Yarinacocha	30	3.233	0.935	28.92%	4.0
Total	180	3.688	0.827	22.43%	4.0

Cuadro 74. Análisis estadístico según procedencia para el atributo APARIENCIA GENERAL.

Etapas de desarrollo	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
Hojas Adultas de Pucallpillo	-0.952	-0.287
Hojas Adultas de Yarinacocha	-1.200	0.015
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	0.094	-0.348
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	-0.800	0.129
Hojas Tiernas de Pucallpillo	0.722	-0.806
Hojas Tiernas de Yarinacocha	0.087	0.348
Total	-1.429	-0.306

Cuadro 75. Varianza para la evaluación sensorial según el atributo apariencia general según procedencia parte de la planta.

Etapas de desarrollo	S.C.	G.I.	C.M.	Fc	Pv
Fuente de variación	8.711	5	1.742	2.66	0.0240
Etapas de desarrollo	113.867	174	0.654		
Error experimental	122.578	179			

Cuadro 76. Comparación de Medias para el atributo apariencia general por etapa de desarrollo y procedencia.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
Hojas Adultas de Pucallpillo	30	3.866	0.147	3.660	4.07279
Hojas Adultas de Yarinacocha	30	3.9	0.147	3.693	4.10612
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	30	3.7	0.147	3.493	3.90612
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	30	3.666	0.147	3.460	3.87279
Hojas Tiernas de Pucallpillo	30	3.766	0.147	3.560	3.97279
Hojas Tiernas de Yarinacocha	30	3.233	0.147	3.027	3.43946
Total	180	3.688			

Cuadro 77. Comparación de rangos por LSD para el atributo APARIENCIA GENERAL.

Etapas de desarrollo	Cantidad	Media	Grupos Homogéneos	
Hojas Tiernas de Yarinacocha	30	3.23	a	b
Hojas Jóvenes de Yarinacocha	30	3.66	a	b
Hojas Jóvenes de Pucallpillo	30	3.7	a	b
Hojas Tiernas de Pucallpillo	30	3.76	a	b
Hojas Adultas de Pucallpillo	30	3.86	a	b
Hojas Adultas de Yarinacocha	30	3.9	a	b

Cuadro 78. Prueba de Levene para el atributo APARIENCIA GENERAL.

	Prueba	Valor-P
Levene's	0.176113	0.971234

Cuadro 79. Resultados estadísticos de contraste para el atributo COLOR.

Atributo Color de la infusión	Z	Pv
Hojas Jóvenes Yarinacocha - Hojas Tiernas Yarinacocha	-2.333 ^a	0.020
Hojas Adultas Yarinacocha - Hojas Tiernas Yarinacocha	-4.000 ^a	0.000
Hojas Tiernas Pucallpillo - Hojas Tiernas Yarinacocha	-3.464 ^a	0.001
Hojas Jóvenes Pucallpillo - Hojas Tiernas Yarinacocha	-3.873 ^a	0.000
Hojas Adultas Pucallpillo - Hojas Tiernas Yarinacocha	-3.638 ^a	0.000
Hojas Adultas Yarinacocha - Hojas Jóvenes Yarinacocha	-3.000 ^a	0.003
Hojas Tiernas Pucallpillo - Hojas Jóvenes Yarinacocha	-1.890 ^a	0.059
Hojas Jóvenes Pucallpillo - Hojas Jóvenes Yarinacocha	-2.309 ^a	0.021
Hojas Adultas Pucallpillo - Hojas Jóvenes Yarinacocha	-2.530 ^a	0.011
Hojas Tiernas Pucallpillo - Hojas Adultas Yarinacocha	-1.414 ^b	0.157
Hojas Jóvenes Pucallpillo - Hojas Adultas Yarinacocha	-0.378 ^b	0.705
Hojas Adultas Pucallpillo - Hojas Adultas Yarinacocha	-0.378 ^b	0.705
Hojas Jóvenes Pucallpillo - Hojas Tiernas Pucallpillo	-1.134 ^a	0.257
Hojas Adultas Pucallpillo - Hojas Tiernas Pucallpillo	-1.134 ^a	0.257
Hojas Adultas Pucallpillo - Hojas Jóvenes Pucallpillo	0.000 ^c	1.000

Cuadro 80. Resultados estadísticos de contraste para el atributo SABOR.

Atributo Sabor de la infusión	Z	Pv
Hojas Jóvenes Yarinacocha - Hojas Tiernas Yarinacocha	-2.500 ^a	0.012
Hojas Adultas Yarinacocha - Hojas Tiernas Yarinacocha	-4.359 ^a	0.000
Hojas Tiernas Pucallpillo - Hojas Tiernas Yarinacocha	-0.632 ^a	0.527
Hojas Jóvenes Pucallpillo - Hojas Tiernas Yarinacocha	-0.277 ^a	0.782
Hojas Adultas Pucallpillo - Hojas Tiernas Yarinacocha	-2.324 ^a	0.020
Hojas Adultas Yarinacocha - Hojas Jóvenes Yarinacocha	-3.000 ^a	0.003
Hojas Tiernas Pucallpillo - Hojas Jóvenes Yarinacocha	-2.828 ^b	0.005
Hojas Jóvenes Pucallpillo - Hojas Jóvenes Yarinacocha	-3.000 ^b	0.003
Hojas Adultas Pucallpillo - Hojas Jóvenes Yarinacocha	-0.378 ^b	0.705
Hojas Tiernas Pucallpillo - Hojas Adultas Yarinacocha	-4.123 ^b	0.000
Hojas Jóvenes Pucallpillo - Hojas Adultas Yarinacocha	-4.243 ^b	0.000
Hojas Adultas Pucallpillo - Hojas Adultas Yarinacocha	-2.887 ^b	0.004
Hojas Jóvenes Pucallpillo - Hojas Tiernas Pucallpillo	-0.577 ^b	0.564
Hojas Adultas Pucallpillo - Hojas Tiernas Pucallpillo	-2.646 ^a	0.008
Hojas Adultas Pucallpillo - Hojas Jóvenes Pucallpillo	-2.828 ^a	0.005

Cuadro 81. Resultados estadísticos de contraste para el atributo AROMA.

Atributo Aroma de la infusión	Z	Pv
Hojas Jóvenes Yarinacocha - Hojas Tiernas Yarinacocha	-2.121 ^a	0.034
Hojas Adultas Yarinacocha - Hojas Tiernas Yarinacocha	-4.243 ^a	0.000
Hojas Tiernas Pucallpillo - Hojas Tiernas Yarinacocha	-1.667 ^a	0.096
Hojas Jóvenes Pucallpillo - Hojas Tiernas Yarinacocha	-1.134 ^a	0.257
Hojas Adultas Pucallpillo - Hojas Tiernas Yarinacocha	-2.121 ^a	0.034
Hojas Adultas Yarinacocha - Hojas Jóvenes Yarinacocha	-3.464 ^a	0.001
Hojas Tiernas Pucallpillo - Hojas Jóvenes Yarinacocha	--0.447 ^b	0.655
Hojas Jóvenes Pucallpillo - Hojas Jóvenes Yarinacocha	-1.342 ^b	0.180
Hojas Adultas Pucallpillo - Hojas Jóvenes Yarinacocha	0.000 ^c	1.000
Hojas Tiernas Pucallpillo - Hojas Adultas Yarinacocha	-3.606 ^b	0.000
Hojas Jóvenes Pucallpillo - Hojas Adultas Yarinacocha	-3.873 ^b	0.000
Hojas Adultas Pucallpillo - Hojas Adultas Yarinacocha	-0.464 ^b	0.001
Hojas Jóvenes Pucallpillo - Hojas Tiernas Pucallpillo	-0.632 ^b	0.527
Hojas Adultas Pucallpillo - Hojas Tiernas Pucallpillo	-0.378 ^a	0.705
Hojas Jóvenes Yarinacocha - Hojas Tiernas Yarinacocha	-1.134 ^a	0.257

Cuadro 82. Resultados estadísticos de contraste para el atributo APARIENCIA GENERAL.

Atributo Apariencia general de la infusión	Z	Pv
Hojas Jóvenes Yarinacocha - Hojas Tiernas Yarinacocha	-3.606 ^a	0.000
Hojas Adultas Yarinacocha - Hojas Tiernas Yarinacocha	-4.472 ^a	0.000
Hojas Tiernas Pucallpillo - Hojas Tiernas Yarinacocha	-3.771 ^a	0.000
Hojas Jóvenes Pucallpillo - Hojas Tiernas Yarinacocha	-3.742 ^a	0.000
Hojas Adultas Pucallpillo - Hojas Tiernas Yarinacocha	-4.359 ^a	0.000
Hojas Adultas Yarinacocha - Hojas Jóvenes Yarinacocha	-2.646 ^a	0.008
Hojas Tiernas Pucallpillo - Hojas Jóvenes Yarinacocha	-1.732 ^a	0.083
Hojas Jóvenes Pucallpillo - Hojas Jóvenes Yarinacocha	-0.577 ^a	0.564
Hojas Adultas Pucallpillo - Hojas Jóvenes Yarinacocha	-2.449 ^a	0.014
Hojas Tiernas Pucallpillo - Hojas Adultas Yarinacocha	-1.414 ^b	0.157
Hojas Jóvenes Pucallpillo - Hojas Adultas Yarinacocha	-2.121 ^b	0.034
Hojas Adultas Pucallpillo - Hojas Adultas Yarinacocha	-1.000 ^b	0.317
Hojas Jóvenes Pucallpillo - Hojas Tiernas Pucallpillo	-1.414 ^b	0.157
Hojas Adultas Pucallpillo - Hojas Tiernas Pucallpillo	-1.134 ^a	0.257
Hojas Jóvenes Yarinacocha - Hojas Tiernas Yarinacocha	-1.890 ^a	0.059

ANEXO 13: Figuras del análisis estadístico complementario para el contenido de polifenoles totales en la infusión de hojas de camu camu procedente de Yarinacocha y Pucallpillo.

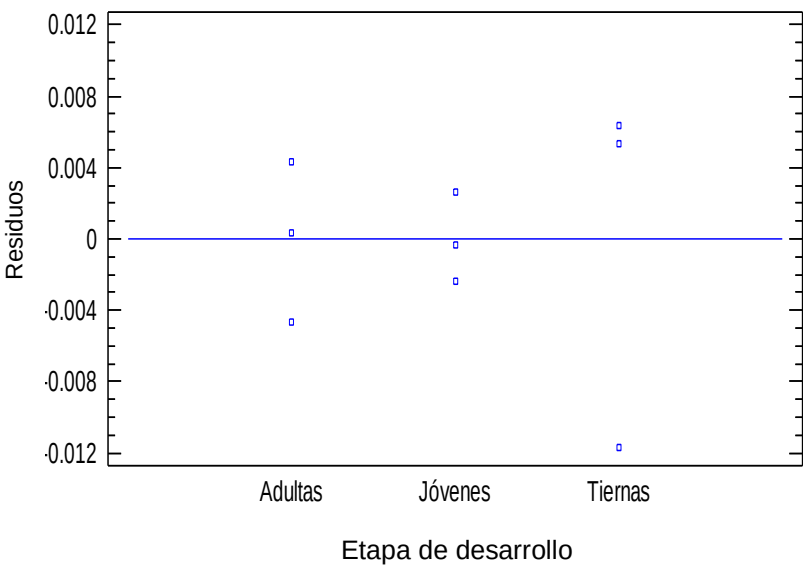


Figura 17. Residuos según etapa de desarrollo de las hojas de camu camu procedente de Yarinacocha.

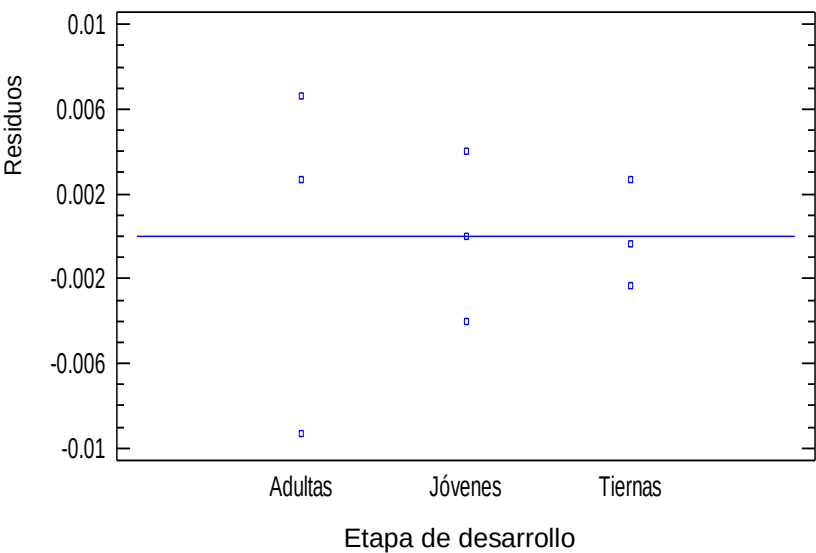


Figura 18. Residuos según etapa de desarrollo de las hojas de camu camu procedente de Pucallpillo.

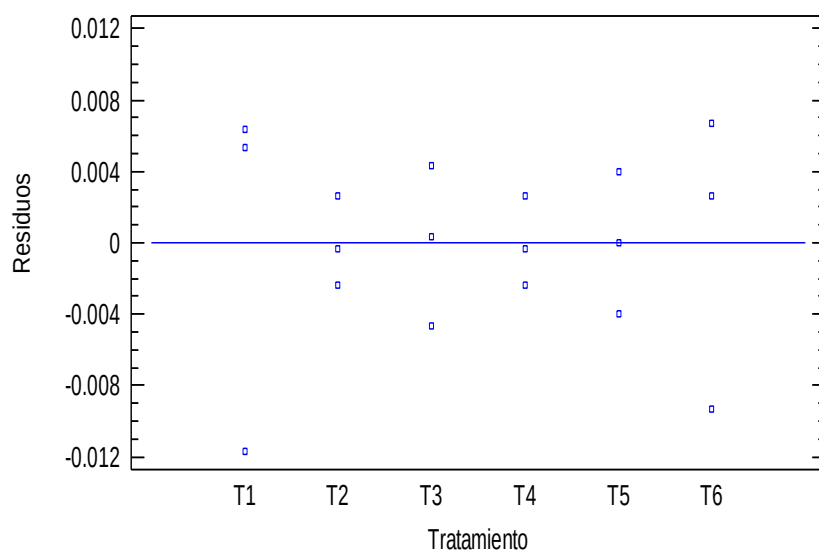


Figura 19. Residuos del tratamiento según etapas de desarrollo y procedencia.

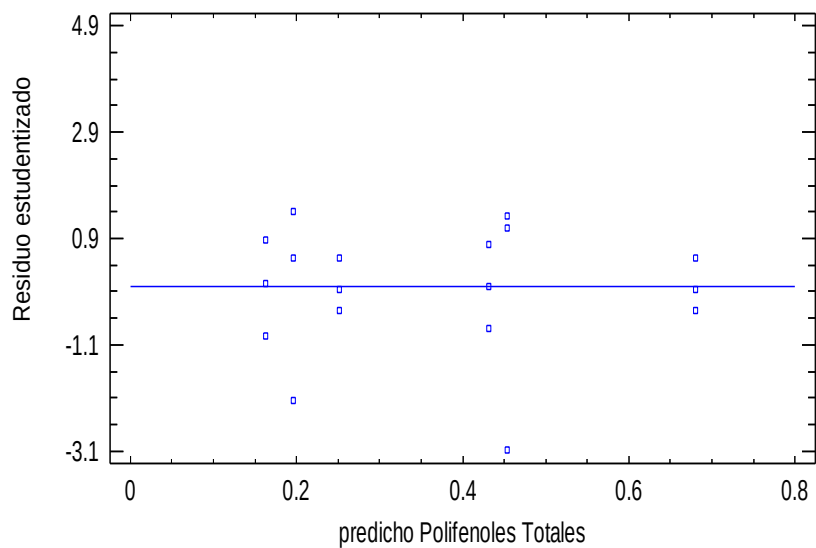


Figura 20. Residuos según procedencia.

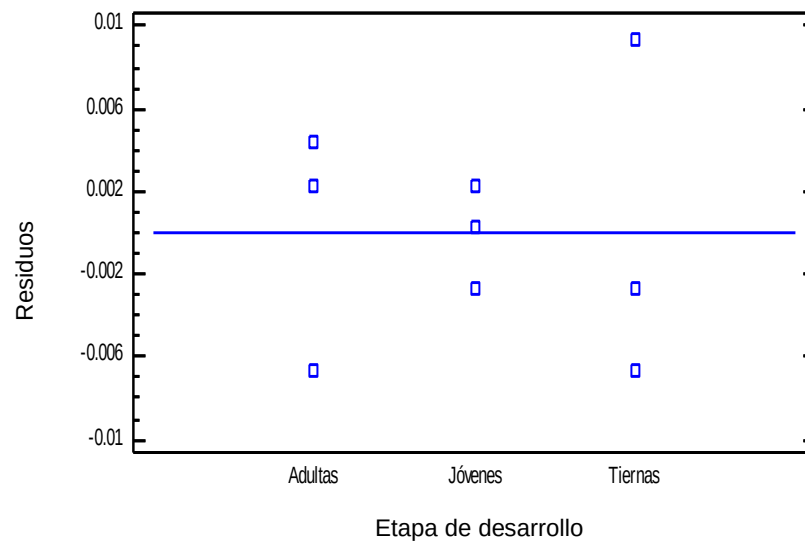


Figura 21. Residuos según etapa de desarrollo de las hojas de camu camu procedente de Pucallpillo.

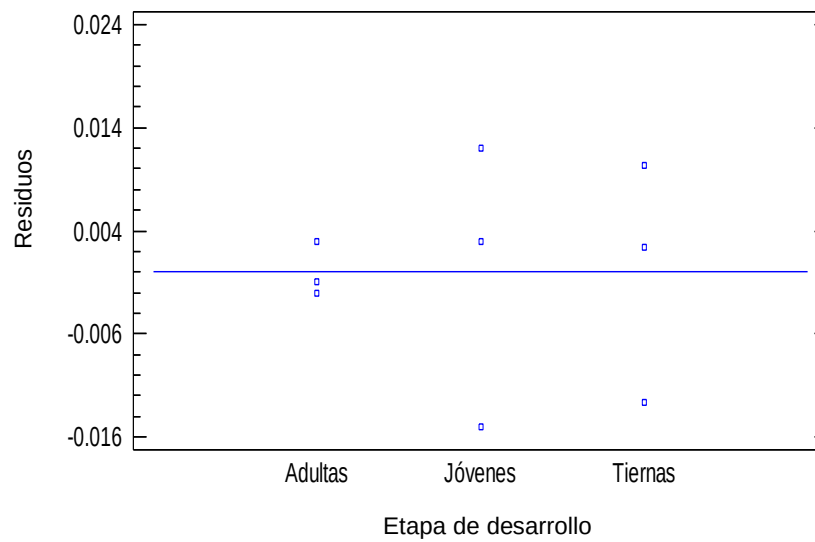


Figura 22. Residuos según etapa de desarrollo de las hojas de camu camu procedente de Pucallpillo.

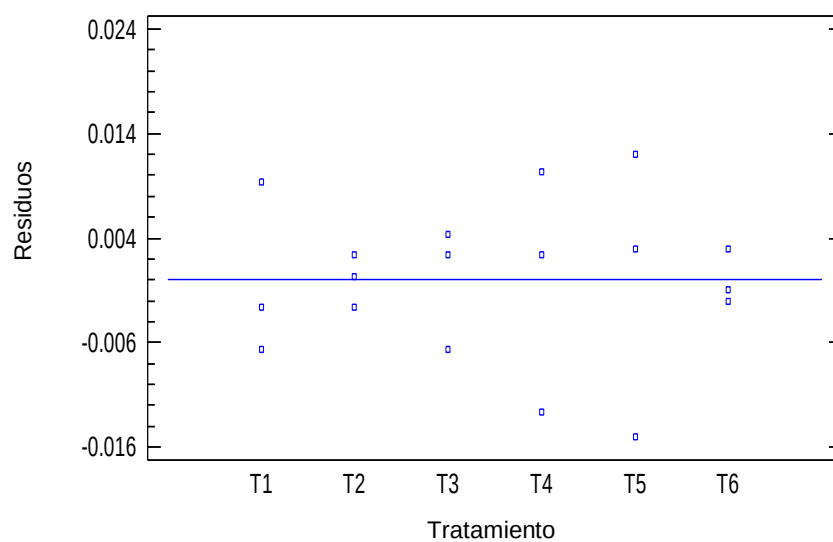


Figura 23. Residuos del tratamiento según etapas de desarrollo y procedencia.

ANEXO 14: Figuras del análisis estadístico complementario para la actividad antioxidante de la infusión de hojas de camu camu procedente de Yarinacocha y Pucallpillo.

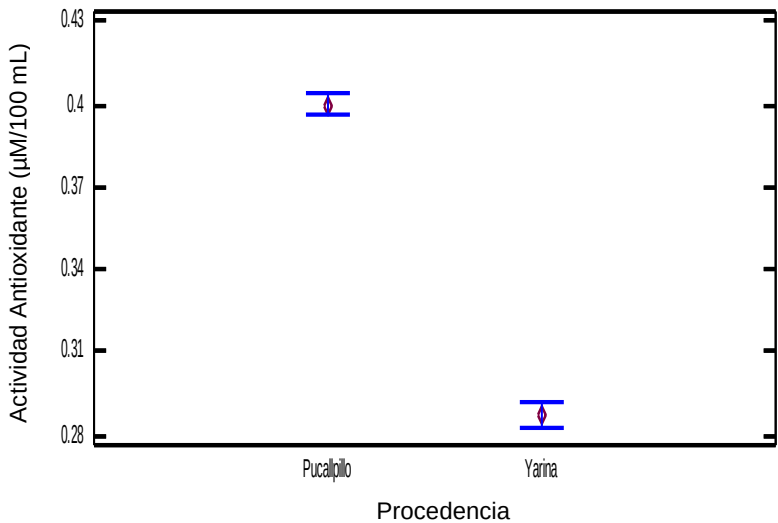


Figura 24. Comportamiento de la actividad antioxidante en la infusión según la procedencia.

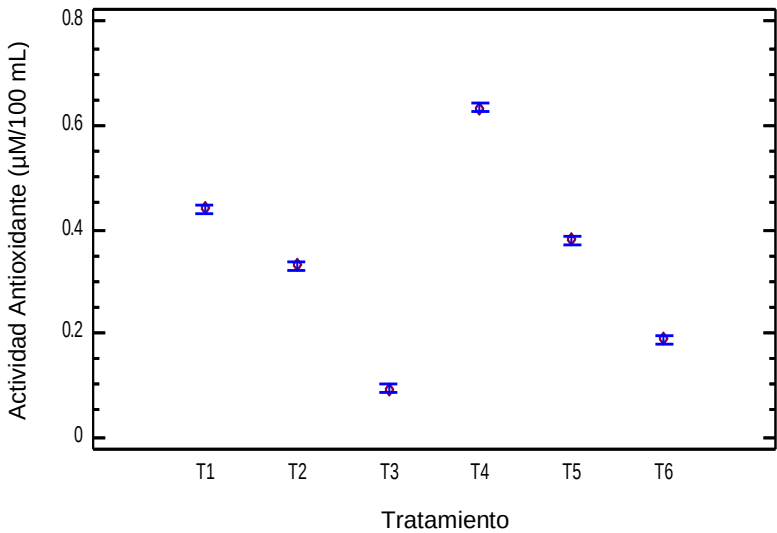


Figura 25. Comportamiento de la actividad antioxidante en la infusión según etapa de desarrollo y procedencia.

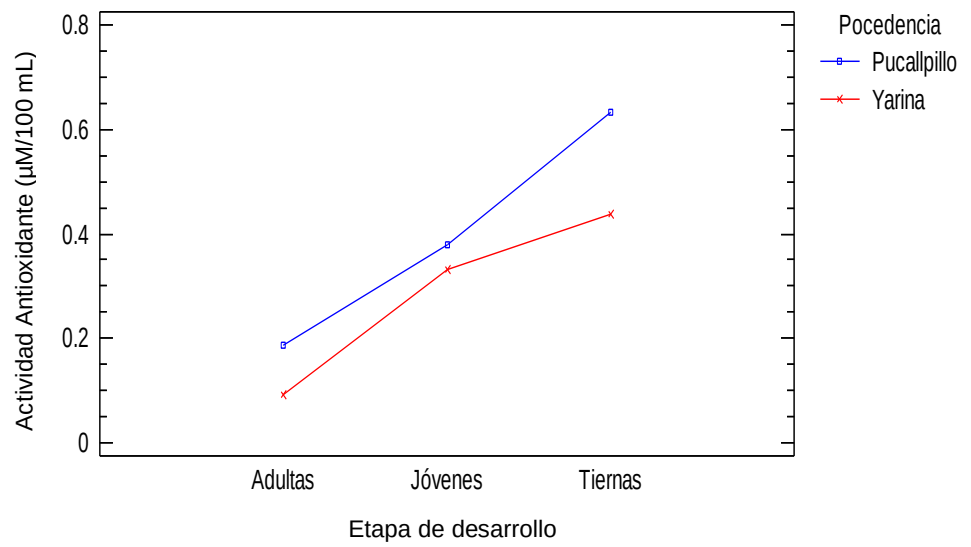


Figura 26. Interacción de factores según etapa de desarrollo y procedencia.

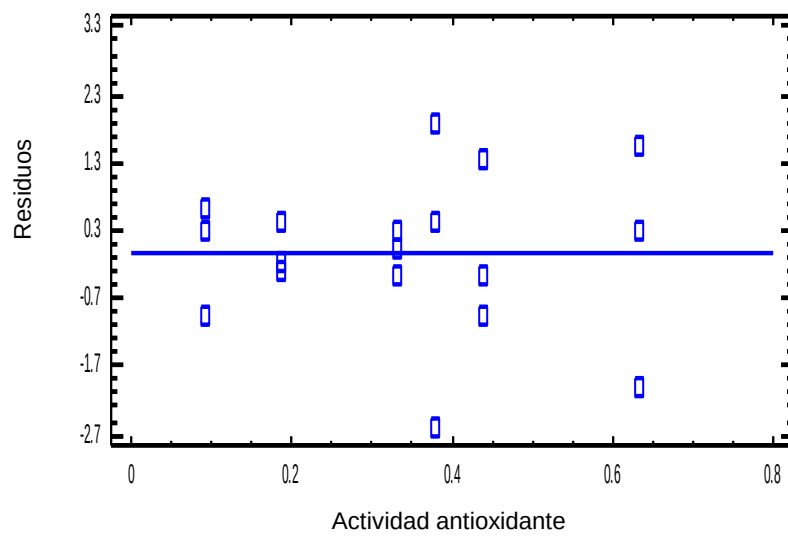


Figura 27. Residuos según etapa de desarrollo y procedencia.

ANEXO 15: Figuras del análisis estadístico complementario para los atributos sensoriales de la infusión de hojas de camu camu.

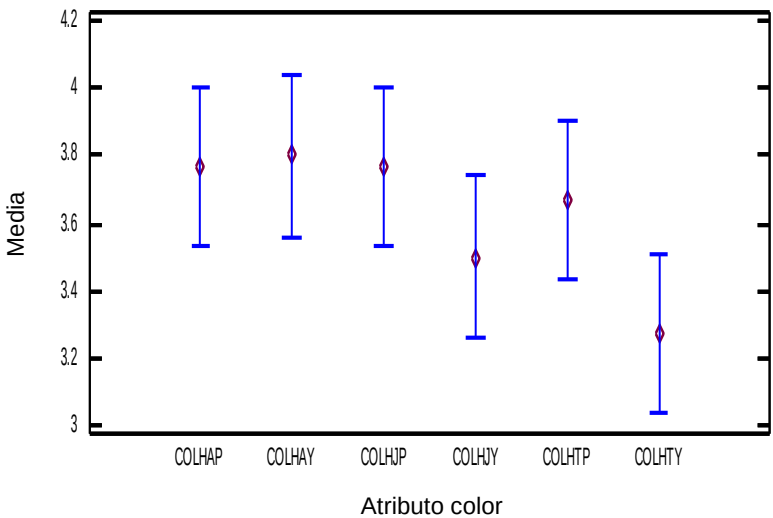


Figura 28. Comportamiento de la evaluación sensorial en la infusión según etapa de desarrollo y procedencia.

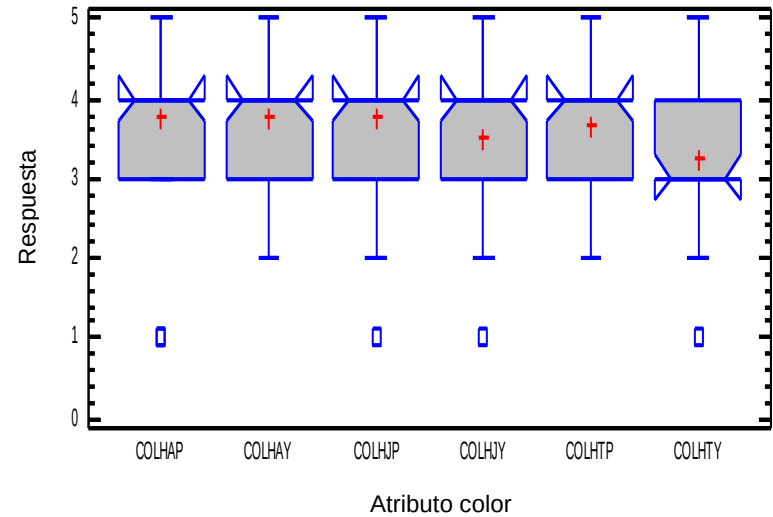


Figura 29. Comportamiento estadístico de caja y bigotes en la evaluación sensorial de la infusión.

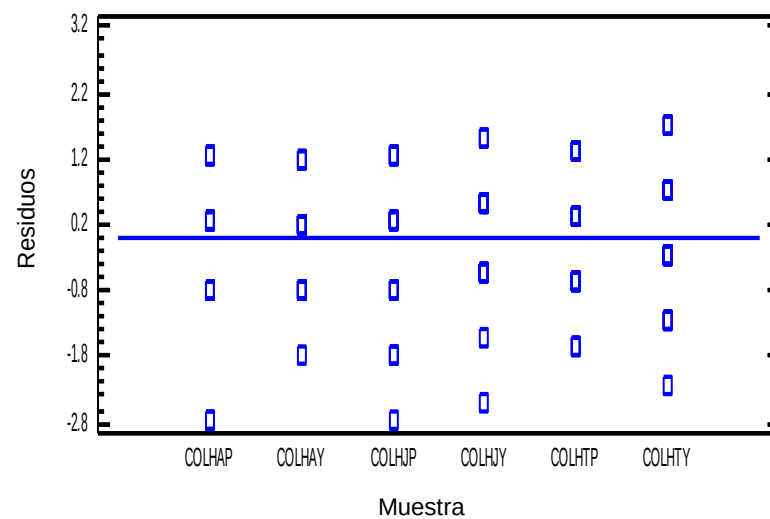


Figura 30. Residuos de la evaluación sensorial en la infusión según etapa de desarrollo y procedencia.

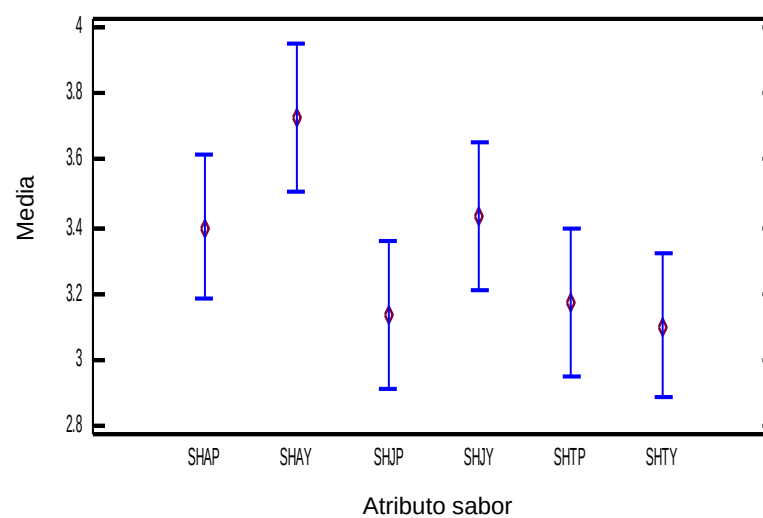


Figura 31. Comportamiento de la evaluación sensorial en la infusión según etapa de desarrollo y procedencia.

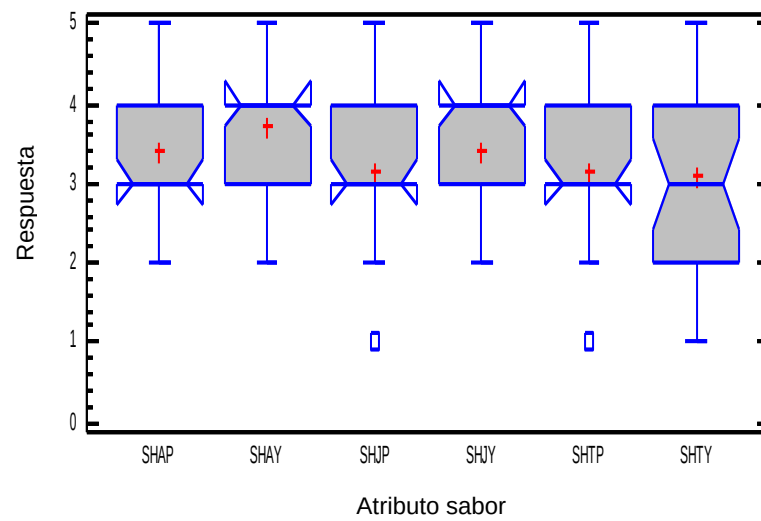


Figura 32. Comportamiento estadístico de caja y bigotes en la evaluación sensorial de la infusión.

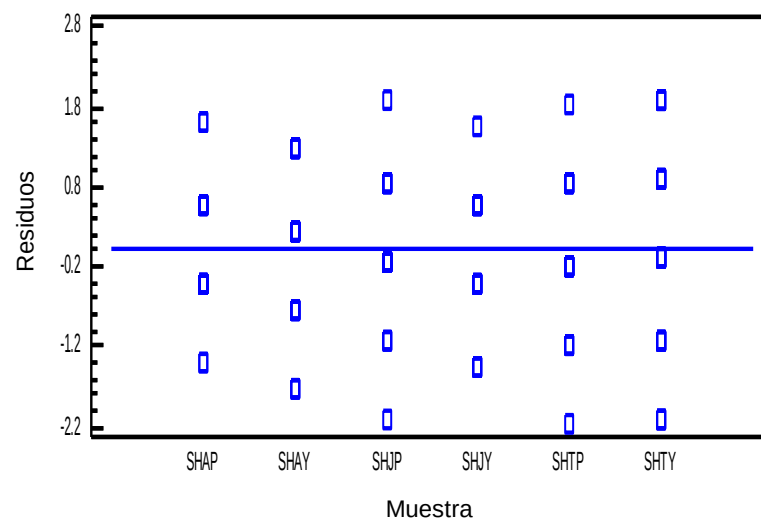


Figura 33. Residuos de la evaluación sensorial en la infusión según etapa de desarrollo y procedencia.

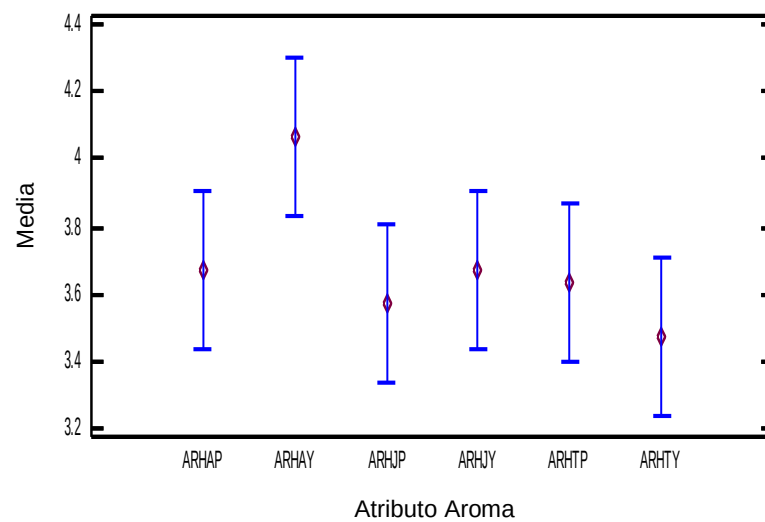


Figura 34. Comportamiento de la evaluación sensorial en la infusión según etapa de desarrollo y procedencia.

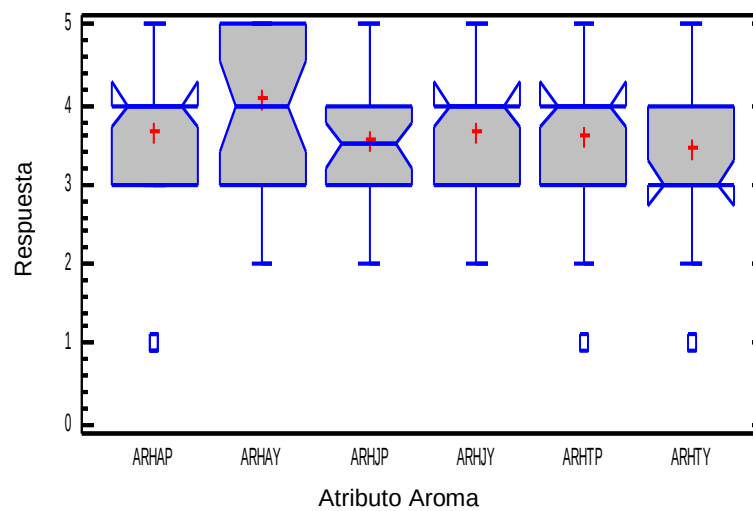


Figura 35. Comportamiento estadístico de caja y bigotes en la evaluación sensorial de la infusión.

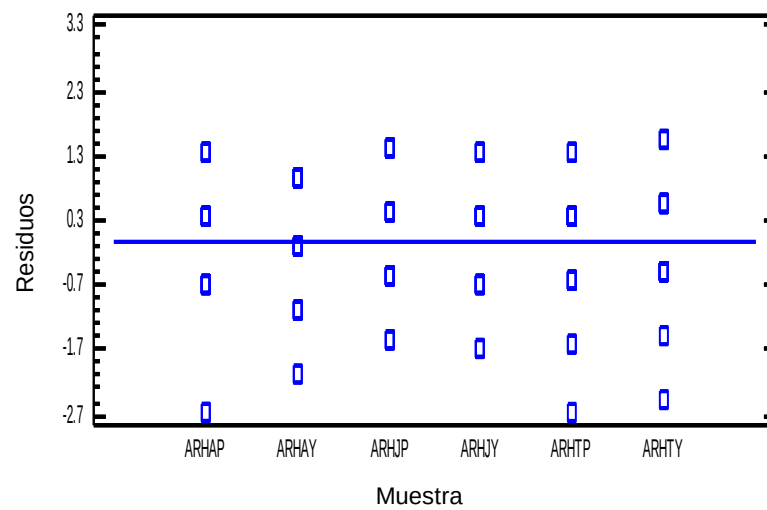


Figura 36. Residuos de la evaluación sensorial en la infusión según etapa de desarrollo y procedencia.

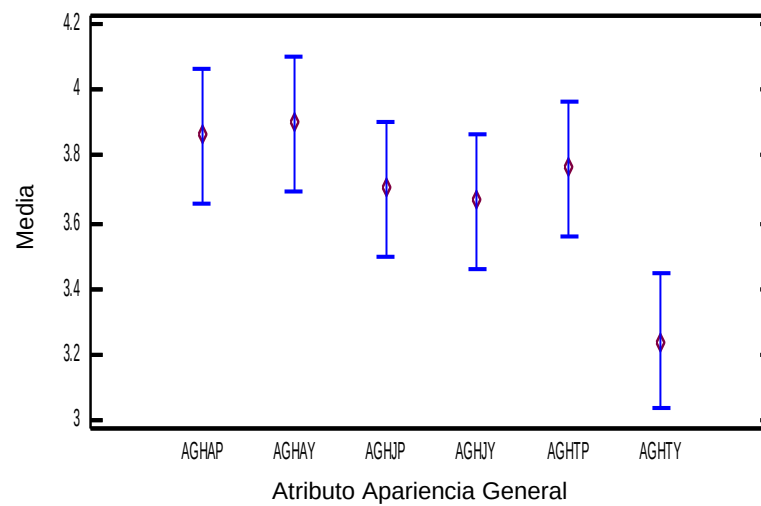


Figura 37. Comportamiento de la evaluación sensorial en la infusión según etapa de desarrollo y procedencia.

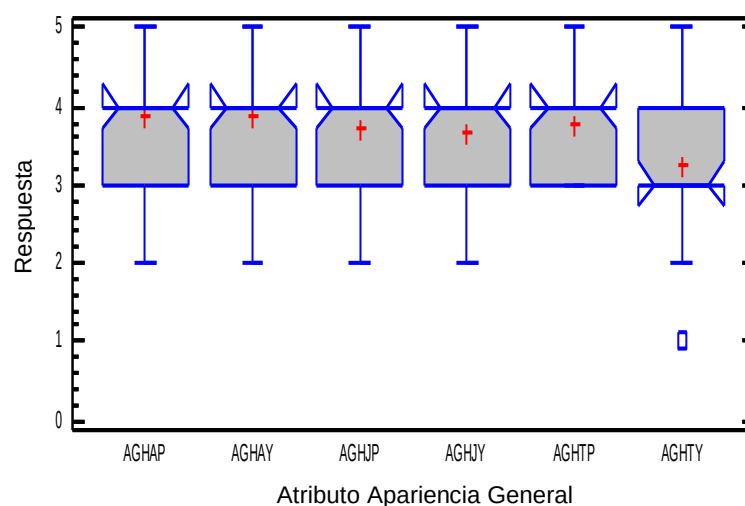


Figura 38. Comportamiento estadístico de caja y bigotes en la evaluación sensorial de la infusión.

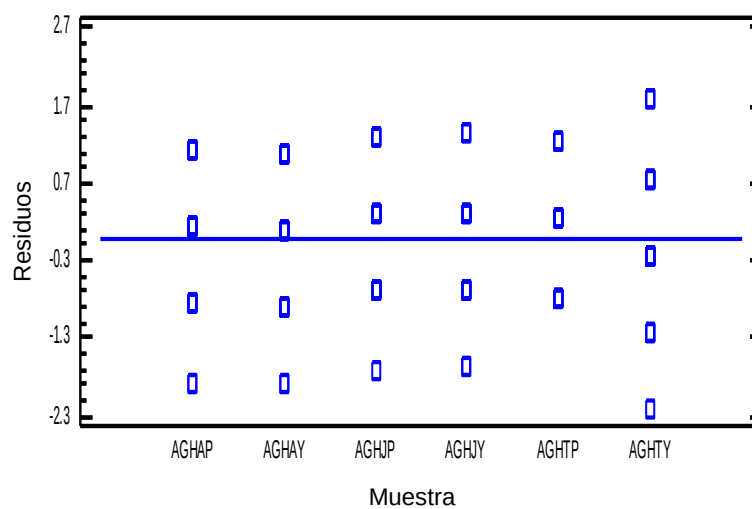


Figura 39. Residuos de la evaluación sensorial en la infusión según etapa de desarrollo y procedencia.

Figura 40. Registros fotográficos



Foto 1. Lugar de procedencia



Foto 2. Recolección de las hojas



Foto 3. Lavado, selección y clasificación de las hojas



Foto 4. Secado, molienda y tamizado de las hojas.



Foto 5. Pesado, llenado de las bolsas filtrantes e infusión.

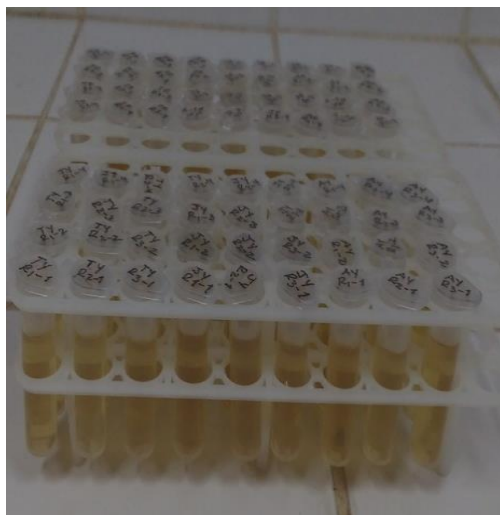


Foto 6. Dilución y centrifugado de las muestras.



Foto 7. Preparación y colocación de las muestras en el espectrofotómetro.



Foto 8. Análisis de las muestras.



Foto 9. Muestras para el análisis sensorial de la infusión en hojas de camu camu.



Foto 10. Análisis sensorial de la infusión en hojas de camu camu.



Foto 11. Panelistas evaluando las características sensoriales de la infusión en el laboratorio de procesos agroindustriales.