

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS BIOACTIVOS DE LOS FRUTOS SILVESTRES *Gaultheria glomerata* (Cav.) *Sleumer* (MACHAMACHA), *Monnina vargassi* Ferreyra (CONDORPAUSAN), *Vaccinium floribundum* Kunth (ALAYBILÍ) y *Rubus roseus* Poir (FRAMBUESA SILVESTRE).

Presentado por:

Br. TANIA SAYORI SALAS VILLANO

TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

ANDAHUAYLAS - APURIMAC - PERÚ

2017.

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS BIOACTIVOS
DE LOS FRUTOS SILVESTRES *Gaultheria glomerata* (Cav.)
Sleumer (MACHAMACHA), *Monnina vargassi* Ferreyra
(CONDORPAUSAN), *Vaccinium floribundum* Kunth
(ALAYBILÍ) y *Rubus roseus* Poir (FRAMBUESA SILVESTRE).

TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

Presentado por:

Br. TANIA SAYORI SALAS VILLANO

Asesor:

Ing. MSc. CARLOS ALBERTO LIGARDA SAMANEZ

Co-asesor:

Ing. JIMMY ARONI HUAMÁN

TRABAJO FINANCIADO CON FUENTE DE FINANCIAMIENTO DE
RECURSOS DETERMINADOS- UNAJMA

ANDAHUAYLAS - APURIMAC - PERÚ

2017.



Universidad Nacional José María Arguedas

Identidad y Excelencia para el Trabajo Productivo y el Desarrollo



FACULTAD DE INGENIERIA

APROBACIÓN DEL ASESOR Y CO ASESOR DE TESIS

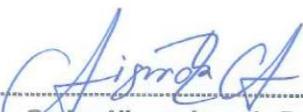
QUIENES SUSCRIBEN:

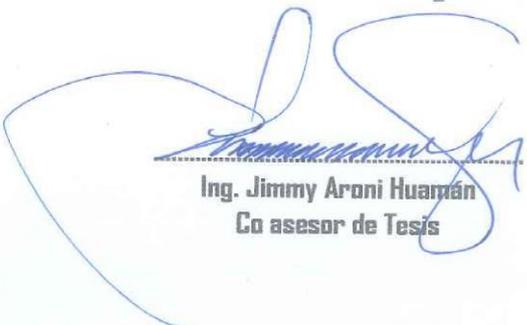
Ing. MSc. Carlos Alberto Ligarda Samanez Docente Nombrado categoría Auxiliar a (Tiempo Completo), adscrito al Departamento Académico de Ingeniería Tecnológica Agroindustrial ASESOR de tesis; Ing. Jimmy Aroni Huamán CO ASESOR de tesis.

CERTIFICAN:

Que, la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial **TANIA SAYORI SALAS VILLANO** ha culminado satisfactoriamente el informe final de tesis intitulado: "**CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS BIOACTIVOS DE LOS FRUTOS SILVESTRES *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer (MACHAMACHA), *Monnina vargasii* Ferreyra (CONDORPAUSAN), *Vaccinium floribundum* Kunth (ALAYBILÍ) y *Rubus roseus* Poir (FRAMBUESA SILVESTRE)**". Para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial en la Universidad Nacional José María Arguedas.

Andahuaylas, 11 de octubre de 2017


Ing. MSc. Carlos Alberto Ligarda Samanez
Asesor de Tesis


Ing. Jimmy Aroni Huamán
Co asesor de Tesis


Br. Tania Sayori Salas Villano
Tesisista



Universidad Nacional José María Arguedas

Identidad y Excelencia para el Trabajo Productivo y el Desarrollo



FACULTAD DE INGENIERIA

APROBACIÓN DEL JURADO EVALUADOR

La tesis: "CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS BIOACTIVOS DE LOS FRUTOS SILVESTRES *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer (MACHAMACHA), *Monnina vargassi* Ferreyra (CONDORPAUSAN), *Vaccinium floribundum* Kunth (ALAYBILÍ) y *Rubus roseus* Poir (FRAMBUESA SILVESTRE)" para optar el título profesional de ingeniero Agroindustrial ha sido evaluado por el jurado evaluador conformado por:

Presidente: Ing. MSc. Julio Cesar Sichez Muñoz

Primer miembro: Ing. Fredy Taipe Pardo

Segundo miembro: Ing. MSc. David Choque Quispe

Habiendo sido aprobado **POR UNANIMIDAD**, en la ciudad de Andahuaylas el día 19 de octubre de 2017.

Andahuaylas, 19 de octubre de 2017

Ing. MSc. Julio Cesar Sichez Muñoz
Presidente

Ing. Fredy Taipe Pardo
Primer miembro

Ing. MSc. David Choque Quispe
Segundo miembro



FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el Auditorio de la Sede Central de la Universidad Nacional José María Arguedas de la ciudad de Andahuaylas, siendo las cuatro de la tarde del día jueves diecinueve de octubre del año dos mil diecisiete, se reunieron el Ing. MSc. Julio César Sichez Muñoz, el Ing. Fredy Taipe Pardo, el Ing. MSc. David Choque Quispe, integrantes del Jurado Evaluador del Informe Final de Tesis intitulado: "CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS BIOACTIVOS DE LOS FRUTOS SILVESTRES MACHAMACHA (GAULTHERIA GLOMERATA (CAV.) SLEUMER), CONDORPAUSAN (MONNINA VARGASSI FERREYRA), ALAYBILÍ (VACCINIUM FLORIBUNDUM KUNTH) Y FRAMBUESA SILVESTRE (RUBUS ROSEUS POIR)" cuya autora es la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial TANIA SAYORI SALAS VILLANO, su Asesor Ing. MSc. Carlos Alberto Ligarda Samanez y Co-Asesor Ing. Jimmy Aroni Huamán, con el propósito de proceder a la sustentación y defensa de dicha tesis.

Luego de la sustentación y defensa del tesista, el Jurado Evaluador ACORDÓ: Aprobado por UNANIMIDAD a la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial TANIA SAYORI SALAS VILLANO, obteniendo la siguiente calificación y mención:

Nota escala vigesimal		Mención
Números	Letras	
19	diecinueve	Excelente

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

Ing. MSc. Julio César Sichez Muñoz
Presidente del Jurado Evaluador

Ing. Fredy Taipe Pardo
Primer Miembro del Jurado Evaluador

Ing. MSc. David Choque Quispe
Segundo Miembro del Jurado Evaluador

DEDICATORIA

Desde lo recóndito de mi corazón, a Dios por su bendición de cada día, a mis queridos padres Abelardo y Angélica por cuidarme con amor e instruirme siempre para ser perseverante en lograr mis metas, a mis hermanos por su motivación constante, a Jimmy por su amor incondicional y por acompañarme en este arduo camino; porque hicieron posible que esta meta sea tangible.

Tania Sayori

EPÍGRAFE

“El mejor momento para empezar es ahora porque el éxito está en el camino, es perseverar y nunca rendirse”.

Tania Sayori

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud a quienes colaboraron de diversas formas en la elaboración del presente trabajo de tesis:

- A mi hermosa familia: Padres (Abelardo Salas León y Angélica Villano Sánchez), hermanos (Brandwin, Jhovana, Grobert, Ovidio, Joaquín, Fermín, Mery, Elma y Lázaro) a quienes los quiero mucho, por creer en mí y apoyarme en cada decisión.
- A la Universidad Nacional José María Arguedas y la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por darme la oportunidad de estudiar, a cada maestro que hizo parte del proceso integral de mi formación profesional.
- En particular debo mi reconocimiento a mi Asesor de tesis Ing. MSc. Carlos Alberto Ligarda Samanez y Co asesor Ing. Jimmy Aroni Huamán por ser una guía indispensable, porque son en la práctica los coautores de este trabajo de investigación.
- Por sus veredictos calificados y orientaciones, que forman parte del mismo trabajo de investigación a mis jurados evaluadores Ing. MSc. Julio Cesar Sichez Muñoz, Ing. Fredy Taipe Pardo, Ing. MSc. David Choque Quispe.
- A la Blga. María del Carmen Delgado Laimé por su carisma, ánimo infundido al trabajo y enseñanza; al Ing. Herson Arone Palomino encargado de laboratorio de química por su gran apoyo ineludible.
- Al Dr. Francisco Alejandro Espinoza Montes (Vicepresidente de investigación), MSc. David Choque Quispe (Director general de investigación e innovación) de la Universidad Nacional José María Arguedas, por incentivar con fondos concursables a trabajos de investigación como este.
- AL Dr. Luis Mujica y Gavina Córdova (Pontificia Universidad Católica del Perú), por su motivación y corrección de estilo (Quechua).
- Por su amistad y apoyo incondicional a la Ing. Elibet Moscoso, a Edgar Aranguena y Haydee Luna.
- A mis compañeras y compañeros con quienes he compartido grandes momentos de aprendizaje y me han demostrado su amistad formidable durante la carrera Universitaria, ustedes lo saben.
- A mi amiga Melina Oscco Sánchez por enseñarme a sonreírle a la vida, que a pesar de la distancia siempre estaremos unidas donde nos conduzca la vida.

ÍNDICE GENERAL

	PÁGINA
APROBACIÓN DEL ASESOR Y CO ASESOR DE TESIS.....	iii
APROBACIÓN DEL JURADO EVALUADOR.....	iv
COPIA DEL ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	v
DEDICATORIA.....	vi
EPÍGRAFE.....	vii
AGRADECIMIENTOS.....	viii
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT.....	xx
CHUMASQA.....	xxii
CAPÍTULO 1: INTRODUCCION.....	1
1.1. Antecedentes de la investigación.....	2
1.2. Justificación de la investigación.....	10
1.3. Problema de investigación.....	11
1.4. Hipótesis de Investigación.....	12
1.5. Variables de investigación.....	13
1.6. Objetivos de Investigación.....	13
CAPÍTULO 2: REVISIÓN DE LITERATURA.....	14
2.1. Bases teóricas.....	14
2.1.1. Capacidad antioxidante.....	14
2.1.2. Estructura química del oxígeno.....	16
2.1.3. Clasificación de los radicales libres del oxígeno.....	17
2.1.4. Técnicas para la determinación de la actividad antioxidante..	18
2.1.5. Compuestos bioactivos.....	19

2.1.6. Compuestos Fenólicos.....	20
2.1.7. La antocianina y su importancia.....	22
2.2. Marco conceptual.....	25
CAPÍTULO 3: MATERIALES Y METODOLOGIAS.....	28
3.1. Lugar de ejecución.....	28
3.2. Población y muestra.....	28
3.3. Operacionalización de variables.....	29
3.4. Equipos e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.5. Tipo de investigación.....	33
3.6. Métodos de análisis preliminares.....	33
3.7. Metodología experimental.....	36
3.8. Diseño experimental.....	45
3.9. Matriz de consistencia.....	50
CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	51
4.1. Resultados y discusiones de las características físicos - químicos de los frutos silvestres.....	51
4.2. Resultados y discusiones de la Capacidad antioxidante de los frutos silvestres.....	59
4.3. Resultados y discusiones de compuestos fenólicos de los frutos silvestres.....	62
4.4. Resultados y discusiones de compuestos antociánicos de los frutos silvestres.....	65
CONCLUSIONES.....	69
RECOMENDACIONES.....	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
ANEXOS.....	79

LISTA DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 01 : Diseño de contrastación y variables de investigación.	13
Tabla 02 : Mecanismo de actuación de los antioxidantes primarios.....	14
Tabla 03 : Clasificación de los Antioxidantes.....	15
Tabla 04 : Clasificación de antioxidantes de acuerdo a su solubilidad.....	16
Tabla 05 : Forma molecular y características químicas principales del oxígeno.....	16
Tabla 06 : Compuestos bioactivos de los alimentos clasificados según su naturaleza química.....	20
Tabla 07 : Distribución de las principales antocianidinas en algunas frutas y vegetales comunes.....	23
Tabla 08 : Variaciones estructurales del anillo B producen las seis antocianidinas conocidas.....	25
Tabla 09 : Operacionalización de variables.....	29
Tabla 10 : Lista de equipos e instrumentos de investigación.....	30
Tabla 11 : Lista de materiales de la investigación.....	31
Tabla 12 : Lista de recursos no disponibles.....	32
Tabla 13 : Lista de reactivos e insumos disponibles.....	33
Tabla 14 : Datos para la elaboración de la curva estándar de solución Trolox.....	37
Tabla 15 : Datos para la curva de calibración.....	40
Tabla 16 : Matriz de diseño experimental.....	45
Tabla 17 : Tabla de ANOVA para DCA.....	47

Tabla 18	: Matriz de consistencia.....	50
Tabla 19	: Resultados del porcentaje de Humedad de los frutos Silvestres.....	51
Tabla 20	: Resultados del pH de los frutos silvestres.....	53
Tabla 21	: Resultado del sólido soluble (° Brix) de los frutos silvestres.....	54
Tabla 22	: Resultados de la Acidéz total de los frutos silvestres.	56
Tabla 23	: Resultados del Índice de madurez de los frutos silvestres.....	57
Tabla 24	: Resultados de la capacidad antioxidante de los cuatro frutos silvestres.....	59
Tabla 25	: Resultados del contenido de fenoles totales de los frutos silvestres.....	62
Tabla 26	: Resultados del contenido de antocianinas totales de los frutos silvestres.....	65

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 01 : Reacción del DPPH con agente oxidante.....	19
Figura 02 : Estructura del fenol.....	21
Figura 03 : Estructura básica de las antocianinas.....	24
Figura 04 : Diagrama de flujo de la metodología experimental para la determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos (fenoles y antocianinas).....	44
Figura 05 : Comparación de medias de la humedad con LSD Fisher.....	52
Figura 06 : Comparación de medias de pH con LSD Fisher.....	53
Figura 07 : Comparación de medias de °Brix con LSD Fisher....	55
Figura 08 : Comparación de medias de Acidéz con LSD Fisher...	56
Figura 09 : Comparación de medias del índice de madurez con LSD Fisher.....	58
Figura 10 : Gráfica de resultados del nivel de capacidad antioxidante de los cuatro frutos silvestres.....	60
Figura 11 : Comparación de medias de capacidad antioxidante con LSD Fisher.....	60
Figura 12 : Gráfica de resultados de los compuestos fenólicos de los frutos silvestres.....	63
Figura 13 : Comparación de medias de los fenoles totales con LSD Fisher.....	64
Figura 14 : Gráfica de resultados de los compuestos antociánicos de los frutos silvestres.....	66
Figura 15 : Comparación de medias de Antocianinas totales con LSD Fisher.....	67

LISTA DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO 01 : Cálculos de resultados de humedad de los frutos silvestres.....	80
ANEXO 02 : Cálculos de los resultados del pH y sólidos solubles (°Brix) de los frutos silvestres.....	81
ANEXO 03 : Cálculo de resultados del acidéz total de los frutos silvestres.....	82
ANEXO 04 : Cálculos de resultado del índice de maduréz de los frutos silvestres.....	83
ANEXO 05 : Cálculos de los resultados de la capacidad antioxidante de los frutos silvestres.....	84
ANEXO 06 : Cálculos de los resultados de fenoles totales de los frutos silvestres.....	85
ANEXO 07 : Cálculos de resultados de las antocianinas totales de los frutos silvestres.....	86
ANEXO 08 : Gráfica de curva estándar de calibración de Trolox de la capacidad antioxidante de los frutos silvestres	87
ANEXO 09 : Gráfica de curva estándar de calibración de ácido gálico de fenoles totales de los frutos silvestres.....	88
ANEXO 10 : ANOVA y (LSD) de Fisher de la humedad de los frutos silvestres de machamacha (M), condorpausan (C), alaybilí (A) y frambuesa silvestre (F).....	89
ANEXO 11 : ANOVA y (LSD) de Fisher del pH de los frutos silvestres de machamacha (M), condorpausan (C), alaybilí (A) y frambuesa silvestre (F).....	90
ANEXO 12 : ANOVA y (LSD) de Fisher de los sólidos solubles (°Brix) de los frutos silvestres de machamacha (M), condorpausan (C), alaybilí (A) y frambuesa silvestre (F).....	91

ANEXO 13	: ANOVA y (LSD) de Fisher de la Acidéz de los frutos silvestres de machamacha (M), condorpausan (C), alaybilí (A) y frambuesa silvestre (F).....	92
ANEXO 14	: ANOVA y (LSD) de Fisher del índice de Maduréz de los frutos silvestres de machamacha (M), condorpausan (C), alaybilí (A) y frambuesa silvestre (F).....	93
ANEXO 15	: ANOVA y LSD de Fisher del nivel de la CAPACIDAD ANTIOXIDANTE de los frutos silvestres de machamacha (M), condorpausan (C), alaybilí (A) y frambuesa silvestre (F).....	94
ANEXO 16	: ANOVA y LSD de Fisher de FENOLES TOTALES de los frutos silvestres de machamacha (M), condorpausan (C), alaybilí (A) y frambuesa silvestre (F).....	95
ANEXO 17	: ANOVA y LSD de Fisher de ANTOCIANINAS TOTALES de los frutos silvestres de machamacha (M), condorpausan (C), alaybilí (A) y frambuesa silvestre (F).....	96
ANEXO 18	: Imágenes de las plantas silvestres.....	97
ANEXO 19	: Imágenes de la parte experimental de determinación de la capacidad antioxidante de los frutos silvestres.....	101
ANEXO 20	: Imágenes de la parte experimental de determinación de los compuestos fenólicos de los frutos silvestres.....	103
ANEXO 21	: Imágenes de determinación de los compuestos antociánicos de los frutos silvestres.....	105

NOMENCLATURA

ANOVA	: Análisis de varianza
A ·	: Radical estable
Δ Abs	: Variación de absorbancias
Abs	: Absorbancia de la muestra
Am	: Antocianina monoméricas
AGE	: Ácido gálico equivalente
A	: Alaybilí
AH	: Antioxidante
AOAC	: Association of Official Analytical Chemists (Asociación de los químicos analíticos oficiales)
AEAC	: Ascorbic Acid Equivalent Antioxidant Capacity (Capacidad antioxidante en equivalentes de ácido ascórbico)
ABTS	: Radical ácido 2,2'-Azinobis (3- etilbenzotiazolín -6- sulfónico)
bx	: Ecuación simplificada de la curva de calibración de Trolox.
C	: Condorpausan
C.F.T.	: Compuestos fenólicos Totales
CE₅₀	: Concentración Efectiva media
c	: Grosor de la cubeta en cm
cm	: Centímetros
D	: Diámetro
DCA	: Diseño completamente al azar
DPPH	: Radical libre 1,1- difenil-2- picrilhidrazilo
DF	: Factor de dilución
DTNB	: Reactivo 5´5- Dittiobis (2- ácido Nitro benzoico)
Eq*	: Equivalente
ϵ_{ij}	: Error atribuible a la medición
F	: Frambuesa silvestre
F.V	: Fuente de variabilidad
FRAP	: Ferric ion Reducing Antioxidant Power (Poder antioxidante de reducción férrica).
g	: Gramos
h	: Altura
H_o	: Hipótesis nula

H_A	: Hipótesis alterna
I.M.	: Índice de maduréz
L[•]	: Radical libre
LO[•]	: Radical alcoxi
LOO[•]	: Radical peroxilo
LSD	: Least Significant Difference (Diferencia mínima significativa)
l	: Litros
MW	: Peso molecular de la Cianidina-3-glucosido (449.6 g/mol)
M	: Machamacha
m	: Metros
ml	: Mililitros
m.s.n.m	: Metros sobre el nivel del mar
meq	: mili equivalente del ácido predominante
N	: Normalidad
nm	: Nanómetros
ORAC	: Oxygen Radical Absorbance Capacity (capacidad de absorción de radicales libres de oxígeno)
pH	: Potencial de hidrogeniones.
p	: Peso de la muestra en gramos
R	: Repeticiones
S	: Desviación estándar
T	: Tratamientos
τ_i	: Medición que corresponde al tratamiento i
TEAC	: Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (Capacidad Antioxidante como equivalente Trolox)
μl	: Micro litro
μg	: Micro gramo
Uv	: Ultravioleta visible
μ	: Media global
V	: Volumen en ml
\bar{X}	: Promedio
Y	: miligramos (mg) de ácido gálico equivalente / ml
Y_{ij}	: Modelo de DCA en el que actúan tratamientos y error aleatorio
ϵ	: Coeficiente de extinción molar de cianidina 3 - glucósido

RESUMEN

Hoy en día muchos alimentos procesados con excesivos insumos químicos, colorantes sintéticos, grasas saturadas, están dando lugar a generar radicales libres en el organismo y está relacionada con una incidencia negativa para la salud humana.

Muchos frutos, hortalizas, legumbres con colorantes naturales de rojo, azul y morados (Antociánicos) son captadores de radicales libres, sin embargo no han sido sujeto a estudios a pesar que éstos podrían ser frutos preventivos de enfermedades neurodegenerativas, disfunción cerebral, cardiovasculares, estrés oxidativo, envejecimiento de células, cáncer, entre otras.

Es la razón que la presente investigación estableció por objetivo determinar el nivel de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos (fenoles y antocianinas) de los frutos silvestres: *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer (Machamacha), *Monnina vargassi* Ferreyra (Condorpausan), *Vaccinium floribundum* Kunth (Alaybilí) y *Rubus roseus* Poir (Frambuesa silvestre); estos frutos fueron recolectados del bosque Kankarhuay ubicado en centro poblado de Cotahuacho, Distrito de Pacucha, Provincia Andahuaylas, Región Apurímac, teniendo como muestra a 250 g de fruto fresco que fueron seleccionados en completo estado de madurez, con tamaño apropiado, colores característicos de los frutos (rojo, azul y morado), sin daños físicos ni biológicos.

Para determinar la capacidad antioxidante se utilizó la metodología de la decoloración del radical DPPH y como estándar la curva de calibración de Trolox; para determinar los fenoles totales, el método espectrofotométrico con el reactivo de Folin Ciocalteu y como estándar de fenoles, el ácido gálico, luego para determinar el contenido de antocianinas totales el método de pH diferencial.

Los resultados obtenidos por quintuplicado, fueron tabulados y evaluados a través del análisis de varianza de ANOVA, empleando diferencias mínimas significativas (LSD) de Fisher como método de comparación múltiple con un nivel de confianza del 95 % y significancia de 0.05, para ello se utilizó el paquete estadístico de STATGRAPHICS Centurion XVI.I y Excel 2013, donde los valores obtenidos mostraron diferencias estadísticamente significativas; el nivel de la capacidad antioxidante mayor fue del fruto Frambuesa silvestre con 25010.87 ($\mu\text{g Eq}^*$ Trolox/

100 g fruto fresco), seguido por Machamacha 23328.90 ($\mu\text{g Eq}^*$ Trolox/ 100 g fruto fresco) luego, Alaybilí con 22902.90 ($\mu\text{g Eq}^*$ Trolox/ 100 g fruto fresco) y Condorpausan 21924.65 ($\mu\text{g Eq}^*$ Trolox/ 100 g fruto fresco) resultaron tener menor nivel de capacidad antioxidante; en lo que respecta al contenido de fenoles totales el fruto con mayor nivel fue Frambuesa silvestre con 5370.42 (mg AGE/ 100 g fruto fresco) seguido por Machamacha 5187.77 (mg AGE/ 100 g fruto fresco), los frutos silvestres de Alaybilí 4817.80 (mg AGE/ 100 g fruto fresco) y Condorpausan 4707.21 (mg AGE/ 100 g fruto fresco) resultaron con menor contenido de fenoles totales; en cuanto al contenido de antocianinas totales en alto nivel correspondió al fruto Frambuesa silvestre con 2013.967 (mg cianidina-3-glucosido/100 g fruto fresco), seguido por Machamacha con 1033.184 (mg cianidina-3-glucosido/100 g fruto fresco), Alaybilí 914.875 (mg cianidina-3-glucosido/100 g fruto fresco) y Condorpausan con 862.006 (mg cianidina-3-glucosido/100 g fruto fresco), estos tres últimos frutos (Machamacha, Alaybilí y Condorpausan) resultaron con menor nivel del contenido de antocianinas totales.

En conclusión podemos destacar que el alto nivel de capacidad antioxidante del fruto *Rubus roseus* Poir (Frambuesa silvestre) permite entender como el fruto con mayor captación de radicales libres, de igual manera destacó por su alto contenido de fenoles totales y antocianinas totales, no obstante, los frutos silvestres: *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer (Machamacha), *Vaccinium floribundum* kunth (Alaybilí) y *Monnina vargassi* Ferreyra (Condorpausan) demostraron su nivel elevado de la capacidad antioxidante, contenido de fenoles totales y antocianinas totales, lo que permitirá preservar, revalorar y aprovechar en la industria alimentaria, farmacéutico a estos frutos silvestres antes desconocidas, ya que poseen alto contenido de capacidad antioxidante y compuestos bioactivos que puedan ser beneficiosos para la salud humana.

PALABRAS CLAVE: *Frutos silvestres, Antioxidantes, bioactivos, Fenoles, Antocianinas*

ABSTRACT

Nowadays, a lot of processed food, which contains excessive chemical inputs, synthetic dyes and saturated fat, is generating free radicals in the body and these are related to a negative impact on human health.

However, many fruits, vegetables and legumes, that contain natural dyes of red, blue and purple (Anthocyanins), are free radical scavengers. Nevertheless, these products have not been subject to studies yet, although these fruits could preventive neurodegenerative diseases, brain dysfunction, cardiovascular, stress oxidative, cell aging, and cancer, among others.

That is why; the principal purpose of this research is to determine the level of antioxidant capacity and bioactive compounds (phenols and anthocyanins) of wild fruits: *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer (Machamacha), *Monnina vargassi* Ferreyra (Condorpausan), *Vaccinium floribundum* Kunth (Alaybilí) and *Rubus roseus* Poir (wild raspberry). These fruits were harvest in the Kankarhuay forest, that is located in Cotahuacho, Pacucha District, Andahuaylas Province and Region Apurimac. There were 250 g of fresh fruit as samples. First of all, the different fruits were selected, taking into account the state of ripeness, appropriate size, characteristic color of the fruits (red blue and purple), without physical or biological damage. The DPPH radical methodology was used in order to determine the antioxidant capacity, and also it was used the Trolox calibration as a curve standard. The spectrophotometric method was used to determined total phenols; it was used Folin Ciocalteu reagent and gallic acid as a standard for phenols. The differential pH method was used in order to determine the content of total anthocyanins.

The different results obtained by quintuplicate were tabulated and evaluated through the analysis of variance of ANOVA; also it was used Fisher's minimum significant differences (LSD) as a multiple comparison method, having a confidence level of 95% and significance of 0.05. For that method was used the statistical package of STATGRAPHICS Centurion XVI.I and Excel 2013. The different values have showed statistically significant differences. The highest level of antioxidant capacity was the wild raspberry fruit 25010.87 ($\mu\text{g Eq} * \text{Trolox} / 100$ g fresh fruit), followed by Machamacha with 23328.90 ($\mu\text{g Eq} * \text{Trolox} / 100$ g fresh fruit) then, Alaybilí with 22902.90 ($\mu\text{g Eq} * \text{Trolox} / 100$ g fresh fruit). The

Condorpausan have contained the lower level of antioxidant capacity with 21924.65 ($\mu\text{g Eq} \cdot \text{Trolox} / 100 \text{ g fresh fruit}$); As far as phenols content is concerned, the wild raspberry have gotten the highest total content phenols with 5370.42 (mg AGE / 100 g fresh fruit) followed by Machamacha 5187.77 (mg AGE / 100 g fresh fruit), the wild fruits of Alaybilí 4817.80 (mg AGE / 100 g fresh fruit) and Condorpausan 4707.21 (mg AGE / 100 g fresh fruit). As regards the content of total anthocyanins, the wild raspberry have gotten the highest level of this compound with 2013.967 (mg cyanidin-3-glucoside / 100 g fresh fruit), followed by Machamacha with 1033,184 (mg cyanidin-3-glucoside / 100 g fresh fruit), Alaybilí 914,875 (mg cyanidin-3-glucoside / 100 g fresh fruit) and Condorpausan with 862,006 (mg cyanidin-3-glucoside / 100 g fresh fruit); these last three fruits have gotten less content of total anthocyanins.

On the whole, it could be underlined that the highest level of antioxidant capacity was found in the fruit *Rubus roseus* Poir (wild raspberry), and that result can be understood that that fruit have the highest uptake of free radicals, likewise that fruit have underlined because of its content of total phenols and content of total anthocyanins. Nevertheless, the others wild fruits like a *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer (Machamacha), *Vaccinium floribundum* kunth (Alaybili) and *Monnina vargassi* Ferreyra (Condorpausan) have demonstrated their high level of antioxidant capacity, content of total phenols and content of total anthocyanins. These results will allow us to preserve, revalue and take advantage in the food industry, pharmaceutical of these wild fruits that had not studied before. It is necessary to mention that, these wild fruits have had a high content of antioxidant capacity and bioactive compounds, and that will benefit for human health.

KEY WORDS: *Wild fruits, Antioxidants, bioactive, Phenols, Anthocyanins.*

CHUMASQA

Kunan pachakunam qayllas mikunakuna qilliwan qanrakunawan ruwasqaña kachkan, millay colorante sintéticonawanña chapusqa, wirapa atipasqaña mikunakunaqa, chaymi unanchachkan Radicales libres sutiyuqta ukunchikpi, kayqa hatu hatun manchakuy unquykuna hatarichiqmi.

Qayllas rurukuna, yuyukuna, purutukuna, kikumanta pukaniq, anqasniq hinataq kulli kaqkunam (Antocianina hatalliqkuna) chay radicales libresta hapinku, ichaqa chay rurukuna manaraqmi taripasqaraqchu kachkanku, aswanqa yaqapaschá kay rurukunaqa kankuman yuyay sipikuptin, yuyay chaqwakuptin, sirkakuna iqipaptin, llakllay intuptin, célulakuna payayaptin, lunaptin, hukkunatapas harkaqnin.

Chayraykum kay taripay qillqapa qispiynin kachkan maynam Antioxidante kaynin hinataq Compuestos Bioactivosninkuna (Fenokuna hinataq Antocianinakuna) kay purun rurukunapa: *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer (Machamacha), *Monnina vargassi* Ferreyra (Condorpa usan), *Vaccinium floribundum* Kunth (Alaybili) y *Rubus roseus* Poir (kita Frambuesa); Kay rurukunaqa sachá sachayuq Kankarwaymanta huqarimusqam kanku. , kayqa kachkan Centro Poblado Cotahuachopim, Distrito Pacucha, Provincia Andahuylaspi, qawarinapaqtaqmi chay rurukunaqa akllasqa kan 250 g chayllaraq pallaykusqa, sumaq puqusqankuna, akllasqa sayayniyuq, niraqkamalla (puka, anqas, hinataq kulli), mana ima unquyniyuq, nitaq imanpas kirisqa, nitaq llaqllasqa.

Chay capacidad antioxidante taripanapaqmi ruwakurqa uk reactivo radical DPPH nisqanwan, chaynallataq qinqu tupachiqnin Trolox nisqanwan; chay llapan Fenoles taripaynimpaqñataq uk reactivo Folin Ciocalteu nisqanwan ruwakurqa, chaynallataq ácido gálicuwan, chaymanta llapan Antocianina taripayninpaqñataq pH niraqkunawan.

Qispiqninkunañataq pichqa kutikama chaninchasqa, tukuy niraq qawapasqa (ANOVA), hukman pisi pisilla tukuy niraq (LSD), imaymana tupanachinapaq, chay 95 % riqsisqa kasqanta, inallataq chay 0.05 chiqirisqankunata, chaypaqmi qipichasqa yupay STATGRAPHICS Centurion XVI.I hinataq Excel 2013, kaykunam qispichirqa yupaykuna riqsiqichikunampaq, imaymana kasqankunata. Kay kita rurukunapa capacidad antioxidante qispiyninmi riqsiqichikun allin hatu hatun kita frambuesapaq 25010.87 ($\mu\text{g Eq}^*$ Trolox/ 100 g llullu ruru) qatiqninñataq

Machamacha con 23328.90 ($\mu\text{g Eq}^*$ Trolox/ 100 g llullu ruru, chaymantañataq Alaybilí con 22902.90 ($\mu\text{g Eq}^*$ Trolox/ 100 g llullu ruru) y Condorpausan 21924.65 ($\mu\text{g Eq}^*$ Trolox/ 100 g llullu ruru) aslla capacidad antioxidantiyuq; Chay llapan fenolespa yupayninmi, hatun qispirun kita frambuesapaq 5370.42 (mg AGE/ 100 g llullu ruru), qatiqninmi Machamacha 5187.77 (mg AGE/ 100 g llullu ruru), chaymanta Alaybilí 4817.80 (mg AGE/ 100 g llullu ruru) inataq Condorpausan 4707.21 (mg AGE/ 100 g llullu ruru) uchuylla llapan fenolesniyuq; Kunan kay llapan Antocianinapa qispiyninmi allin hatu hatun kita frambuesapaq 2013.967 (mg cianidina-3-glucosido/100 g llullu ruru), qipanman qatiqninkuna Machamacha con 1033.184 (mg cianidina-3-glucosido/100 g llullu ruru), Alaybilí 914.875 (mg cianidina-3-glucosido/100 g llullu ruru) inallataq Condorpausan con 862.006 (mg cianidina-3-glucosido/100 g llullu ruru) kay kimsan kita rurukunam pisilla antocianinayuq qispirun.

Tukupanapaq taripachwan allin hatun hatun niraq capacidad antioxidanteyuq kay *Rubus roseus* Poir (kita frambuesa), chaymi yachachiwanchik kay kita ruru kanman hachka radicales libres hapiqkuna, chaynallataq allin hatun llapan fenolesniyuq hinataq llapan antocianinayuq, ichaqa kay wakin kita rurukunapas *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer (Machamacha), *Vaccinium floribundum* kunth (Alaybilí) y *Monnina vargassi* Ferreyra (Condorpausan) allin hatun niraq capacidad antioxidante, llapan fenoles hinataq llapan antocianinayuq riqsiykachikunku, chaymi kunanqa kay taripakuywan waqaychana, chanincha hinataq llallirina kanqa chay hatun llankay mikuna ruwanapaq, qanpikuna qispichinapaq kay purun rurukunamanta, hatun niraq capacidad antioxidante hinataq compuestos bioactivosniyuq kasqan rayku, chayqa kanmansi sumaq allin hampi runakunapaq.

Tiksi rimaykuna: *Purun rurukuna, Antioxidantikuna, bioactivokuna, Fenolkuna, Antocianinakuna.*

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

La excesiva oxidación biomolecular da lugar a daños en el organismo, es así que un exceso de radicales libres está relacionado con una mayor incidencia a nivel mundial de enfermedades degenerativas asociadas al envejecimiento; cáncer, daños cardiovasculares, catarata, disfunción cerebral, artrosis, colesterol y otros **(Pratico et al., 2000)**.

El Perú, siendo un país mega diverso, es poseedor de la riqueza natural más grande de América, donde se encuentran un riquísimo potencial de recursos fitogenéticos tales como las plantas silvestres o nativas, el uso de estas no solo se limita a la alimentación cotidiana o industria, sino también está orientada a la gastronomía folklórica y tecnificada **(Brack, 2000)**.

Los frutos silvestres como la machamacha, condorpausan, alaybilí, frambuesa silvestre y muchos otros frutos silvestres que existen en los diferentes distritos de la Región Apurímac están siendo desatendidos por desconocimiento de sus propiedades curativas como la capacidad antioxidante, compuestos bioactivos y algunas otras propiedades funcionales que puedan prevenir enfermedades que hoy en día son causados por consumir los “fast food” ó comidas rápidas, colorantes sintéticos, fármacos y otros alimentos tóxicos que no solo deterioran la salud humana sino también al medioambiente.

Los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante derivados de frutas, vegetales, legumbres y otros productos por sus propiedades de ser captadores de radicales libres protegen a los humanos contra enfermedades degenerativas, cardiovasculares, coronarias, cáncer, envejecimiento celular, inflamaciones crónicas y colesterol **(Cuevas, 2011)**.

Por ello en la presente investigación se estudió a los frutos silvestres con características de composición antocianico (Color característico de rojo, azul y morado) como: ***Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer*** (Machamacha), ***Monnina vargassi Ferreyra*** (Condorpausan), ***Vaccinium floribundum Kunth*** (Alaybilí) y ***Rubus roseus Poir*** (Frambuesa silvestre), de ellos se determinó el nivel de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos (fenoles y antocianinas), para dar una alternativa de solución y/o aporte de investigación de estas plantas silvestres

antes desconocidas, y que puedan ser preservados y revalorados. Además puedan aportar su valor agregado en la industria alimentaria, farmacéutico; de esta manera disponer de productos saludables a futuro.

1.1. Antecedentes de la Investigación

Peña, (2006) en su investigación “Contenido de antocianinas totales y actividad antioxidante en frutos de frambuesa (*Rubus idaeus L.*) con diferente grado de maduración”, determinó el efecto de localidad y grado de maduración sobre el contenido de antocianinas mediante un método colorimétrico convencional y la actividad antioxidante por el método del radical DPPH, humedad (por diferencia de peso), color (Hunter-Lab) en la variedad de frambuesa (Autumn Bliss). El grado de maduración de los frutos se estableció por su color rosado, rojo y muy rojo. Concluyó que el grado de maduración y la localidad de los frutos afectaron el color, antocianinas y su actividad antioxidante por lo que recomienda consumir los frutos de frambuesa en su coloración rojo intenso.

Barrios, (2007) en su investigación “Efectos sobre las características físicas y químicas de frutos de arándano cv. Elliot (*vaccinium corymbosum L*) bajo mallaje de sombra para el control de la madurez”, evaluó la variabilidad de las características físicas y químicas en fruta de arándano cultivar Elliot, obtuvo resultados: Índices de madurez de frutos de arándano cv. Elliot bajo luz es (7,59); Acidez Titulable (1,49) g de ácido cítrico; pH (2,90), Sólidos solubles (10,40) ° brix; Contenido de antocianos totales de frutos de arándano cv. Elliot (521,71) Antocianinas totales (mg cianidina-3-glucósido/100 g peso fresco) Contenido de fenoles totales de frutos de arándano cv. Elliot (2454,76 mg eq. ácido gálico/100 g de peso fresco); Capacidad antioxidante es 4300 (mg Equivalente Trolox /100 g fruta fresca). Concluyó que el índice de madurez del fruto hace que los contenidos de la capacidad antioxidante sean mayor.

Martínez et al., (2008) en su investigación “Propiedades Fisicoquímicas de Seis Variedades de Fresa (*Fragaria ananassa*) que se Cultivan en Guanajuato” reportó resultados en cuanto a la acidez titulable la variedad Albión presentó el mayor valor 1.51 (g ácido cítrico), mientras que Aroma mostró el menor valor 0.88 (g ácido cítrico). Respecto al contenido de sólidos solubles (° Brix) las

variedades Albión y Sweet Charly 2 presentaron el mayor contenido (10.92 y 10.74 respectivamente); mientras que la variedad Aroma tuvo un valor de 6.62 ° Brix. En cuanto al pH, la variedad Sweet Charly 2 mostró el mayor valor (4.21) mientras que el valor menor fue para las variedades Camarosa y Festival con valores de 3.69 y 3.71 respectivamente; la humedad de todas las variedades se encontró entre 89.15 % para la variedad Sweet Charly 2 y 93.72 % para la variedad Aroma. Todas las propiedades analizadas fueron diferentes entre las variedades estudiadas esta diferencias de deben al cambio del medio ambiente y a las condiciones de cultivo.

Mosquera, (2009) en su investigación “Actividad antioxidante e inhibición de la peroxidación lipídica de extractos de frutos de mortiño (*Vaccinium meridionale SW*)”, determinó la actividad antioxidante del mortiño expresada por la metodología del radical DPPH y ABTS, estos métodos evaluaron la capacidad de los extractos de mortiño para atrapar radicales libres en medios orgánicos y acuosos respectivamente. El mortiño presentó contenido de fenoles totales de 609 ± 39 (meq de ácido gálico/100 g de fruta fresca) y la capacidad antioxidante un valor de 8694 TEAC y DPPH (2404 ± 120 valores de TEAC), ABTS (8694 ± 435 valores de TEAC) y FRAP (581 ± 29 valores de AEAC). Concluyó que el método del radical ABTS fue mucho menor a los valores obtenidos para el radical DPPH.

Chávez, (2011) en su investigación “Evaluación de actividad antihipertensiva de nutraceuticos de fresa silvestre y comercial”, cuantificó las concentraciones totales de fenoles entre 208.83 y 378.75 mg ácido gálico/ 100 g de las distintas variedades de fresa, y flavonoides totales entre 137.15 a 123.60 mg / ml de quercitina y antocianinas totales en un rango de 10.89 y 40.62 mg cianidina 3 – glucósido /100 g. Concluye que las frutas silvestres mexicanas de zamora y jacona muestran mayor contenido de antocianinas totales (33.80 y 25.35 mg de cianidina 3 –glucósido/ 100 g), asimismo su actividad antihipertensivo son mayores que la variedad extranjera albión y chiflón.

Martínez et al., (2011) en su investigación “Antocianinas y actividad anti radicales libres de *Rubus adenotrichus Schltl* (zarzamora)”, determinó el contenido de fenoles, flavonoides y antocianinas en extracto metanólico de frutos de *Rubus adenotrichus Schltl* así como la capacidad para inhibir radicales libres por métodos colorimétricos y cuantificó antocianinas por HPLC. El

contenido de antocianinas fue de 680 mg de cianidina-3-glucósido en 100 g de materia seca es decir 6.8 mg/g; El contenido de fenoles (2923 mg/g); La concentración del extracto que neutralizó el 50 % de los radicales libres DPPH (CE₅₀) fue 148 µg/ml, además utilizó como estándar vitamina C y la (CE₅₀) que fue de 18.7 µg/ml.

Márquez, (2011) “Capacidad antioxidante y caracterización estructural de las antocianinas de los frutos rojos de *Prunus domestica* L., *Ficus carica* L. y *Vitis vinifera* L. c.v. "red globe" cultivados en Perú”, realizó el estudio fitoquímico de los frutos rojos de las especies vegetales, conocidas como ciruela, higo y uva “Red Globe, recolectadas en el departamento de Lima e Ica entre los meses de noviembre 2010 a marzo 2011. La cuantificación de las antocianinas monoméricas totales de los tres frutos mostró que hay mayor cantidad de antocianinas monoméricas (expresado en mg de cianidina 3-glucósido /100g) en la ciruela 39,92, seguido del higo 30,09 y la uva red globe 21,28; la capacidad antioxidante de los frutos, encontrándose que la uva presenta una IC50 (µg/mL) de 3,87, el higo una IC50 (µg/mL) de 8,50 y la ciruela una IC50 (µg/mL) de 13,25.

Barrera, (2012) en su investigación “Determinación de fenoles y capacidad antioxidante total de manzana, pera, arandano y frambuesa en diferentes estados de conservación”, Determinó las concentraciones en combinaciones entre todos los frutos por serie; para la concentración de fenoles totales utilizó el reactivo Folin Ciocalteau y la actividad antioxidante midió por el método de FRAP (análisis del poder reductor férrico/ antioxidante) para reducir el ion férrico a ion ferroso y por la reducción de DPPH en solución metabólica. Concluyó que las frutas con mayor capacidad antioxidante son arándano y frambuesa en combinación con manzana (80:20), encontrándose hallazgos similares en los distintos estados de conservación.

Gaviria et al., (2012) en su investigación “Cambios en la Actividad Antioxidante en Frutos de Mortiño (*Vaccinium meridionale* Sw.) durante su Desarrollo y Maduración” evaluó la variación en el contenido de fenoles y antocianinas totales y de la actividad antioxidante por las metodologías DPPH expresado en (µg equivalentes de Trolox por 100 g de fruta fresca) mediante la construcción de una curva calibración a 517 nm. El contenido de antocianinas por el método pH diferencial varió desde 4,2 mg eq cianidin-3-glucosido/ 100 g fruto

fresco hasta 271,9 mg Cianidin-3-glucosido/ 100 g Fruta fresco al final de la maduración; los fenoles totales (4.804 mg ácido gálico equivalente/ 100 g fruto fresco). Capacidad antioxidante con captación de radical DPPH fue 3750 µg equivalente de Trolox/ 100 g Fruto fresco. Concluyó que el progreso de la maduración de frutos varía la calidad de sus compuestos.

Mendoza et al., (2012) en su investigación “Caracterización físico química de la uchuva (*Physalis peruviana*) en la región de Silvia Cauca”, analizó una de las frutas con mayor potencial de mercado como es la uchuva (*Physalis peruviana*) determinando sus características fisicoquímicas, Fruto de color anaranjado intenso, los resultados muestran que la acidez es (1,68) g ácido cítrico; índice de madurez 9; pH de 3.72, concluyó que esta es una fruta apta para el procesamiento con valores de pH 3,7, acidez (2,0) g ácido cítrico , sólidos solubles 13 ° Brix.

Cantillano et al., (2012) “Actividad antioxidante, compuestos fenólicos y ácido ascórbico de frutillas en dos sistemas de producción”, Utilizó frutillas de Camarosa y Camino real con madurez comercial, procedentes de cultivos en sistemas de producción orgánico y convencional. Obtuvo resultados del sistema de producción convencional: Fenoles totales del fruto camino real 1182,88 y camarosa 1273,48 (mg GAE/g); Antocianinas totales del fruto camino real 24,15 y camarosa 17,78 en (mg cianidina 3- glucósido/ 100 g); Actividad antioxidante del fruto camino real 4620 y camarosa 4690 (µg Eq Trolox /100 g fruto fresco). Sistema de producción orgánico: Antocianinas totales de camino real 16,57 y camarosa 11,93 en (mg cianidina 3- glucósido/ 100 g); Fenoles totales de camino real 1130,67 y Camarosa 1250,86 (mg GAE/100 g) y actividad antioxidante del fruto camino real 4670 y camarosa 5070 (µg Eq Trolox /100 g fruto fresco). Concluyó el sistema de producción orgánico tiene mejor calidad de actividad antioxidante.

Aroni, (2013) en su investigación “Evaluación de la estabilidad de antocianinas presentes en los frutos de capachu (*Hesperomeles escalloniifolia schldl*), huancachu (*Berberis cummutata eichler*), cheqche (*Berberis humbertiana j.f. Macbr*) y alaybilí (*Vaccinium floribundum Kunth*) frente al pH y temperatura”, identificó las antocianidinas de los cuatro frutos mediante la metodología Cromatografía Líquida de Alta Resolución (CLAR ó HPLC), de los frutos capachu y cheqche identificó las antocianidinas (delfinidina,

cianidina, petunidina, peonidina y malvidina) mientras que en los huancachu y alaybilí identificó sólo antocianidina, cianidina. También cuantificó el contenido total de antocianinas mediante el método del pH diferencial, siendo capachu (2026.201 mg/100 g) con mayor contenido antociánico que huancachu (1271.809 mg/100 g), cheqche (2306.297 mg/100 g) y alaybilí (319.170 mg/100 g). Además determinó la estabilidad de las antocianinas de los frutos aplicando un diseño experimental factorial 3², temperatura (20, 30 y 40 °C) y pH (3; 4 y 5). Concluyó que la menor variación y mejor estabilidad fue en el fruto Capachu a temperatura de 20 °C y un pH de 3 quiere decir que a menor temperatura y pH la estabilidad de antocianinas es mayor.

Fabiani *et al.*, (2013) en su investigación “Evaluación del contenido de antioxidantes en extractos convencionales y supercríticos de arándano (*Vaccinium corymbosum* L)”, cuantificó polifenoles totales (PFT), antocianinas y actividad antirradicalaria (AA) por ensayo del DPPH. Los resultados por el método supercrítico en antocianinas totales (AT) fue (86,1 ± 2,5 mg /100 g fruto base húmeda), en polifenoles totales (PFT) de (167,5 ± 11,1 mg EAG/100 g fruto base Húmeda) y el porcentaje de decoloración del DPPH (6452 ± 8,99 µg Eq Trolox/ g muestra fresco) y por método convencional en antocianinas totales (AT) fue (146,4 ± 3,1 mg /100 g fruto base húmeda); en polifenoles totales (104,6 ± 15,9 mg EAG/100 g fruto base húmeda) y el porcentaje de decoloración del DPPH (62,86 ± 6,03 % Trolox). Concluyó que el método que mejor resulta para polifenoles es la extracción por el método supercrítico y para antocianinas es método de extracción convencional.

Chordi, (2013) en su estudio “Contenido fenólico y capacidad antioxidante de fresa mínimamente procesada sometida a tratamientos de conservación por pulsos de luz de alta intensidad”, determinó los compuestos fenólicos y su capacidad antioxidante de la fresa sometida a diferentes tratamientos por pulsos de luz de alta densidad, los resultados presentan valores similares justo después de ser procesadas en un rango comprendido entre 12903 y 14164 µg equivalentes de Trolox/ 100 g de muestra, indicando la existencia de diferencias significativas entre los valores muestreados; Los compuestos fenólicos con una media de 177.9 y 500 mg equivalentes de ácido gálico/100 g en la muestra control. Concluyó que el tratamiento con pulsos de luz en fresa mínimamente procesada provocó una ligera disminución del contenido de compuestos fenólicos totales, pero no afectó a la capacidad antioxidante.

Aparcana et al., (2014) en su investigación “Evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto de *Physalis peruviana* aguaymanto de diferentes lugares geográficos del Perú”, valoró y comparó el contenido de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu y la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto de aguaymanto, provenientes de Ancash, Junín, Cajamarca y Huánuco, por los métodos radicalarias de DPPH (1,1-difenil-2- picril-hidrazilo) y ABTS (ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico), concluye que *Physalis peruviana L* de Huánuco, Junín, Ancash y Cajamarca evaluados por DPPH, expresaron un IC₅₀ de 1,86; 2,04 ; 2,24 y 2,36 mg/mL respectivamente; asimismo, de ABTS expresado en IC₅₀ fue de 1,29; 1,30; 1,47 y 1,55 mg/mL, correspondiendo el de mayor capacidad antioxidante al aguaymanto de Huánuco.

Ormazábal, (2014) en su investigación “Capacidad antioxidante de extractos secos provenientes de berries: maqui (*Aristotelia chilensis*), murtila (*Ugni molinae*) y arándano (*Vaccinium corymbosum*)”, caracterizó extractos de maqui, murtila y arándano en cuanto a su actividad antioxidante y la concentración total de polifenoles de los preparados secos de berries y cuantificó polifenoles utilizando reactivo de Folin-Ciocalteu, ascorbato de sodio, ácido 5,5'-ditio-bis (2-nitrobenzoico) (DTNB), cloruro férrico, los tres extractos fueron usadas como parámetro comparativo, entre ellos; Concluyó que el extracto de maqui tiene la mejor actividad antioxidante comparado con los extractos de arándano y murtila además el extracto con mayor contenido de polifenoles equivalentes de catequina, conteniendo 10 veces más antioxidantes por gramo de extracto seco fue mayor comparando con los dos frutos.

Aldaba et al., (2016) en su investigación “Funcionalidad del arándano azul (*Vaccinium corymbosum L.*)”, el objetivo del trabajo es analizar los fenoles totales cuantificó mediante una modificación de la técnica espectrofotométrica desarrollada del ABTS a 517 nm y los fenoles totales se llevó a cabo mediante el método de Folin- Ciocalteu a 765 nm espectrofotómetro, como resultado muestra de la siguiente manera: el contenido de humedad con un valor medio de 81,5 %. En cuanto a la actividad antioxidante, los resultados muestran 23200 µg de Trolox/100g de fruta fresca; cuanto al contenido fenólico (1681mg de ácido gálico/100g de Fruta fresca), concluyó que el arándano azul (Blueberry)

ocupa los primeros lugares entre los alimentos vegetales tanto en cantidad como en calidad de antioxidantes.

Martínez, (2016) en su investigación “Evaluación de la actividad antioxidante de frambuesas comerciales”, estudió las frambuesas cultivadas mediante métodos ecológicos y tradicionales. La actividad antioxidante se determinó por el descenso de la absorbancia a 517 nm de una solución metanólica de radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) en presencia de extracto de frambuesa, usando la curva estándar de Trolox como blanco. Obtuvo resultados de sólidos solubles en frambuesas tradicionales 9.2 y frambuesas ecológicas 7.1 (° brix); Los fenoles totales en cultivo de Frambuesa tradicional es 243 mg AGE /100 g y Ecológico 285 (mg AGE /100 g); La capacidad antioxidante de 690 en cultivo tradicional y cultivo ecológico 820 (µg Eq Trolox /100 g fruto fresco). Concluyó que las frambuesas cultivadas ecológicamente presentan mayor capacidad antioxidante y fenoles totales.

Lillo, et al., (2016) en su investigación “Cuantificación espectrofotométrica de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en distintos berries nativos del Cono Sur de América”, determinó distintos tipos de fenoles en cuatro berries nativos y el arándano por métodos espectrofotométricos. Los resultados se muestran de la siguiente manera: Capacidad antioxidante de los frutos de *V. corymbosum* (2640) *L. apiculata* (4930) , *B. darwinii* (5220), *A. chilensis* (7770), *U. molinae* (5280) expresados en (µg equivalentes de Trolox / g de muestra); Los polifenoles totales *V. corymbosum* (139), *L. apiculata* (293), *B. darwinii* (226), *A. chilensis* (417), *U. molinae* (288) expresados en (mg AGE /100 g); Contenido de Antocianinas totales de *V. corymbosum* (0,20), *L. apiculata* (0,18), *B. darwinii* (0,043), *A. chilensis* (3,41), *U. molinae* (0,076) expresados en (mg cianidina 3- glucósido/ 100 g). Concluyó que el berry que obtuvo la mayor concentración de fenoles totales, antocianinas totales y Capacidad antioxidante fue *A. chilensis*, siendo este uno de los berries nativos.

Price et al., (2017) en su investigación “Efecto del refrigerado y congelado en el contenido de polifenoles totales, antocianinas y actividad antioxidante de arándanos (*vaccinium corymbosum*, variedad “biloxi”) cultivados en diferentes microclimas de Perú”, Determinó los polifenoles totales por el método espectrofotométrico, antocianinas totales por pH diferencial y actividad

antioxidante por el método de secuestro de radicales DPPH; Además, determinó pH y grados Brix, así como la cinética de degradación de antocianinas en el tiempo de 28 días a refrigeración (4 °C), como resultados: pH de (3,01±0,02) Huacho (Lima) y 3,21±0,02 Coris (Ancash); ° Brix 14,37±0,21 Huacho (Lima), 23.27 en Coris (Ancash). El contenido de polifenoles (mg ácido gálico equivalente/100 g) es 1183,99±8,77 de Huacho (Lima), 1428,62±19,58 de Coris (Ancash) y el contenido de antocianinas 62,93±9,58 de Huacho (Lima), 75,64±2,33 de Coris (Ancash) en (mg cianidina-3-glucosido/100 g). Concluyó que es factor climático y el ambiente influyó en la variación de resultados.

Pino, (2017), en su investigación “Descripción del desarrollo vegetativo y de las características físicas y químicas de los frutos de cuatro clones de arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.)”, estudió los análisis fisicoquímicas de 4 clones de (*Vaccinium corymbosum* L.). Siendo descritas en esta parte sólo de 2 clones de arándano. Obtuvo los resultados de pH es ALB-12 (3,06), AET-10 (3,09); Acidéz titlable AET-10 (1,09), ALB-12 (1.18); índice de madurez ALB-12 (12,83) , AET-10 (13.57), Los contenidos de fenoles totales para ALB-12 es (302,0), AET-10 (332.8), mg de equivalente ácido gálico /100; Antocianinas totales de AET-10 (130,64), ALB-12 (183.72) (mg cianidina-3-glucósido/100 g peso fresco). Concluyó que los clones de madurez tardía tienen menor nivel de sólidos solubles y pH, una mayor acidez titlable que los de maduración semitardía, eso influye en el contenido de los fenoles y antocianinas.

Cuenca, (2017) en su investigación “Evaluación de las características físico químicas del colorante de mora, extraído con microondas a diferentes niveles de tiempo y potencia”, evaluó la aplicación del calentamiento de microondas para la extracción del colorante de mora y su efecto en las características físico-químicas, utilizando dos variedades de mora, Castilla (TC) y Brazo (TB). Obtuvo resultados de la siguiente manera: para la variedad TC en cuanto al contenido de Antocianina totales es de (352.8 mg cianidina-3-glucósido/100 g peso fresco); de pH (3,41); ° Brix (8,0) y Acidéz (0.14) g ácido cítrico; y para la variedad TB en cuanto a la Antocianinas totales es de (480.0) mg cianidina-3-glucósido/100 g peso fresco), pH (3,35); ° Brix (8,33), acidéz (0.24) g ácido cítrico. Concluyó que las mejores características fisicoquímicas a diferentes tiempos y potencia son de la variedad mora Brazo.

1.2. Justificación de la investigación

La alimentación ha sido una de las necesidades y preocupaciones fundamentales del hombre. Anteriormente se creía que sólo era esencial para la entrega de los nutrientes y energía necesaria para mantener los procesos vitales, hoy impera el concepto de una alimentación saludable y equilibrada. Por esta razón los alimentos funcionales han tomado gran importancia en la alimentación actual, pues además de nutrir aportan algunos compuestos con propiedades fisiológicas a la salud humana (**Urango et al., 2009**).

Hipócrates (**Citado por Heinrich, 1931**) refirió “que el alimento sea la medicina, que la medicina sea el alimento” por ello la nueva tendencia de las plantas que tienen frutos con compuestos bioactivos (compuestos fenólicos, antioxidantes, antociánicos y con principios medicinales) ha llamado la atención a consumidores a tener mayor interés por los beneficios que generan para la salud.

La contribución de los compuestos fenólicos a la pigmentación de los alimentos vegetales está claramente reconocida a través de las antocianinas responsables de los colores rojo, azul, morado, naranja y púrpura de la mayoría de los vegetales, entre ellas las frutas están en una área de la interacción alimento-salud como compuestos “nutracéuticos” con beneficios nutricionales, farmacéuticos que contribuyen la prevención y tratamiento de enfermedades causados actualmente por los radicales libres (enfermedades degenerativas, cáncer, colesterol, envejecimiento de células, estrés oxidativo, entre otros) (**Marquéz, 2011**).

Es la razón que la presente investigación estableció como objetivo, determinar la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos (fenoles y antocianinas) de los frutos silvestres: ***Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer*** (Machamacha), ***Monnina vargassi Ferreyra*** (Condorpausan), ***Vaccinium floribundum Kunth*** (Alaybilí) y ***Rubus roseus Poir*** (Frambuesa silvestre).

Es una incidencia positiva en lo económico, social y ambiental (se desarrollaría mediante la preservación, domesticación de las plantas silvestres con frutos antociánicos), ya que somos actores principales que podemos garantizar la disponibilidad de alimentos saludables para la futura generación; ésta investigación propone una alternativa que permita de los frutos silvestres: machamacha, condorpausan, alaybilí y frambuesa silvestre su revaloración y

aprovechamiento agroindustrial, farmacéutico incluso comercialización, porque estos frutos silvestres podrían ser curativos de algunas enfermedades causados por los radicales libres, ya que éstos poseen alto contenido de capacidad antioxidante y compuestos bioactivos (Fenoles y antocianinas); Además son frutos que se encuentran en zonas rurales del sur del país, como es el Centro poblado de Cotahuacho, Distrito de Pacucha, Provincia Andahuaylas y Región Apurímac-Perú.

Apurímac es una región agroecológica y minera con paz social, producción diversificada, ambientalmente sostenible, erradicando la desnutrición crónica infantil y la violencia de género, mejorando la calidad de vida de sus habitantes tal como señala el documento del Plan de Desarrollo Regional Concertado 2017-2021; Con el propósito de construir una región más justa, equitativa, inclusiva y que además mire el futuro con esperanza y seguridad, señalado en el documento prospectivo Apurímac 2030.

1.3. Problema de la investigación

Problema general

- ✓ ¿Cuál es el nivel de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos (fenoles y antocianinas) de los frutos silvestres: ***Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer** (Machamacha), ***Monnina vargassi* Ferreyra** (Condorpausan), ***Vaccinium floribundum* Kunth** (Alaybilí) y ***Rubus roseus* Poir** (Frambuesa silvestre)?.

Problema específico

- ✓ ¿Cuál es el nivel capacidad antioxidante de frutos silvestres: ***Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer** (Machamacha), ***Monnina vargassi* Ferreyra** (Condorpausan), ***Vaccinium floribundum* Kunth** (Alaybilí) y ***Rubus roseus* Poir** (Frambuesa silvestre)?.
- ✓ ¿Cuál es el nivel de los compuestos fenólicos de los frutos silvestres: ***Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer** (Machamacha), ***Monnina vargassi* Ferreyra** (Condorpausan), ***Vaccinium floribundum* Kunth** (Alaybilí) y ***Rubus roseus* Poir** (Frambuesa silvestre)?.

- ✓ ¿Cuál es el nivel de los compuestos antociánicos de los frutos silvestres: ***Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer** (Machamacha), ***Monnina vargassi* Ferreyra** (Condorpausan), ***Vaccinium floribundum* Kunth** (Alaybilí) y ***Rubus roseus* Poir** (Frambuesa silvestre)?.

1.4. Hipótesis de la investigación

Hipótesis general

- ✓ El nivel de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos varían significativamente en los frutos silvestres: ***Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer** (Machamacha), ***Monnina vargassi* Ferreyra** (Condorpausan), ***Vaccinium floribundum* Kunth** (Alaybilí) y ***Rubus roseus* Poir** (Frambuesa silvestre).

Hipótesis específicos

- ✓ El nivel de la capacidad antioxidante varían significativamente en los frutos silvestres: ***Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer** (Machamacha), ***Monnina vargassi* Ferreyra** (Condorpausan), ***Vaccinium floribundum* Kunth** (Alaybilí) y ***Rubus roseus* Poir** (Frambuesa silvestre).
- ✓ El nivel de los compuestos fenólicos varían significativamente en los frutos silvestres: ***Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer** (Machamacha), ***Monnina vargassi* Ferreyra** (Condorpausan), ***Vaccinium floribundum* Kunth** (Alaybilí) y ***Rubus roseus* Poir** (Frambuesa silvestre).
- ✓ El nivel de los compuestos antociánicos varían significativamente en los frutos silvestres: ***Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer** (Machamacha), ***Monnina vargassi* Ferreyra** (Condorpausan), ***Vaccinium floribundum* Kunth** (Alaybilí) y ***Rubus roseus* Poir** (Frambuesa silvestre).

1.5. Variables de la investigación

Tabla 1: Diseño de contrastación y variables de investigación

Variable de entrada/Independiente	Objetivo	Variable de salida/Dependiente
Frutos silvestres (Machamacha, Condorpausan, Alaybilí, Frambuesa silvestre).	Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de los frutos silvestres.	Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos (antocianinas y fenoles).

1.6. Objetivos de la investigación

Objetivo general

- ✓ Determinar la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos (fenoles y antocianinas) de los frutos silvestres: ***Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer** (Machamacha), ***Monnina vargassi* Ferreyra** (Condorpausan), ***Vaccinium floribundum* Kunth** (Alaybilí) y ***Rubus roseus* Poir** (Frambuesa silvestre).

Objetivos específicos

- ✓ Determinar la capacidad antioxidante de los frutos silvestres: ***Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer** (Machamacha), ***Monnina vargassi* Ferreyra** (Condorpausan), ***Vaccinium floribundum* Kunth** (Alaybilí) y ***Rubus roseus* Poir** (Frambuesa silvestre).
- ✓ Determinar los compuestos fenólicos de los frutos silvestres: ***Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer** (Machamacha), ***Monnina vargassi* Ferreyra** (Condorpausan), ***Vaccinium floribundum* Kunth** (Alaybilí) y ***Rubus roseus* Poir** (Frambuesa silvestre).
- ✓ Determinar los compuestos antociánicos de frutos silvestres: ***Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer** (Machamacha), ***Monnina vargassi* Ferreyra** (Condorpausan), ***Vaccinium floribundum* Kunth** (Alaybilí) y ***Rubus roseus* Poir** (Frambuesa silvestre).

CAPÍTULO 2

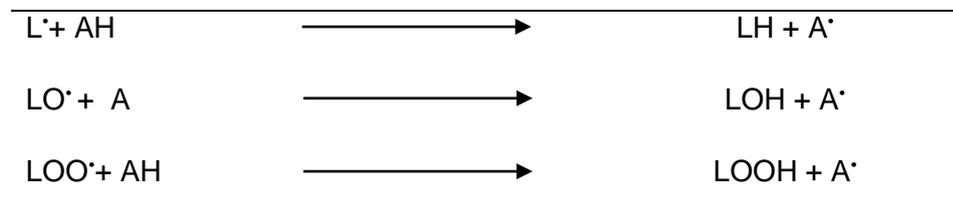
REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Bases teóricas

2.1.1. Capacidad antioxidante

Los antioxidantes tienen diferentes mecanismos de acción, unos impiden la formación de los radicales libres y/o especies reactivas (sistema de prevención), otros inhiben la acción de los radicales libres, algunos favorecen la reparación y la reconstitución de las estructuras biológicas dañadas como señala en la tabla 2.

Tabla 2: Mecanismo de actuación de los antioxidantes primarios



Fuente: Armenteros *et al.* (2012).

Donde:

L^{\cdot}	:		Radical libre
AH	:		Antioxidante
LO^{\cdot}	:		Radical alcoxi
LOO^{\cdot}	:		Radical peroxilo
A^{\cdot}	:		Radical estable

Tradicionalmente los antioxidantes se han dividido en dos grupos: antioxidantes primarios o eliminadores de radicales y antioxidantes secundarios o que previenen la oxidación.

Los antioxidantes primarios son capaces de inhibir la iniciación y propagación de las reacciones de oxidación mediante la inactivación de los radicales libres (L^{\cdot} , LO^{\cdot} , LOO^{\cdot}) que participan en las reacciones oxidativas, convirtiéndolos en productos estables.

Los antioxidantes primarios son principalmente compuestos fenólicos (AH) que pueden donar un átomo de hidrógeno o un electrón al radical libre convirtiéndolo en un producto estable (LH, LOH, LOOH).

Asimismo, el antioxidante como consecuencia de esta reacción se oxida a su vez formándose un radical estable que no propaga la reacción de oxidación.

Los antioxidantes secundarios son compuestos que actúan disminuyendo la formación de radicales libres. Los más utilizados son agentes quelantes de metales como el EDTA (ácido etilen-diaminico-tetracético) o el ácido cítrico (**Armenteros et al., 2012**).

Clasificación de los antioxidantes.- Los antioxidantes se pueden clasificar en la tabla 3 como compuestos endógenos producidos por el organismo o compuestos exógenos suministrados con la ingesta de alimentos.

Tabla 3: Clasificación de los Antioxidantes

EXOGENOS	ENDÓGENOS	COFACTORES
Vitamina E	Glutación	Cobre
Vitamina C	Coenzima Q	Zinc
Beta-caroteno	Ácido tiótico	Manganeso
Compuestos Fenólicos	Enzimas: Superóxido dismutasa (SOD), Catalasa, Glutación peroxidasa	Hierro
Lycopeno		Selenio

Fuente: Compuestos endógenos y exógenos **Criado, et al., (2009)**.

De acuerdo a su solubilidad podemos diferenciar entre antioxidantes hidrofóbicos (vitamina E y carotenoides) o hidrofílicos (vitamina C y compuestos fenólicos) como se muestra en la tabla 4:

Tabla 4: Clasificación de antioxidantes de acuerdo a su solubilidad

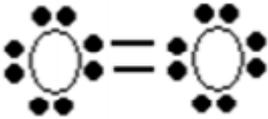
Hidrofílicos	Hidrofóbicos
Vitamina C (Ácido ascórbico)	Vitamina E (α -tocoferol)
Fenólicos	Carotenoides

Fuente: Armenteros *et al.*, (2012).

2.1.2. Estructura química del oxígeno

El oxígeno (O) en estado natural es un gas incoloro, inodoro e insípido, ligeramente más pesado que el aire (Babor *et al.*, 1956).

Tabla 5: Forma molecular y características químicas principales del oxígeno

Numero atómico	8
Valencia	-2
Peso atómico	16
Forma Común	Moléculas diatómicas gaseosas 

Fuente: Hill *et al.*, (2000).

Las principales especies reactivas del oxígeno o sustancias pro oxidantes son:

Ozono (O₃), Radical Hidroxilo (HO)⁺, Peróxido de Hidrógeno (H₂O₂), Anión Superóxido (O₂⁻), Oxígeno Singlete (¹O₂), Oxígeno Nítrico (NO), Peróxido (ROO), semiquinona (Q).

Daño o estrés oxidativo

El daño o estrés oxidativo se ha definido como la exposición de la materia viva diversas fuentes que producen una ruptura del equilibrio que debe

existir entre las sustancias o factores pro oxidantes y los mecanismos antioxidantes encargados de eliminar dichas especies químicas, ya sea por un déficit de estas defensas o por un incremento exagerado de la producción de oxígeno. Por lo tanto se reconoce como mecanismo general de daño celular, asociado con la fisiopatología primaria o la evolución de un número creciente de entidades y síndromes de interés medico social, involucrados en la génesis y en las consecuencias de dichos eventos (**Álvarez et al, 2011**).

2.1.3. Clasificación de los radicales libres del oxígeno

Radicales libres inorgánicos o primarios

Se originan por tranferencia de electrones sobre el átomo de oxígeno, representan por tanto distintos estados en la reducción de este y se caracterizan por tener una vida media muy corta; estos son el anión superóxido, el radical hidróxilo y el óxido nítrico.

Radicales libres orgánicos o secundarios

Se pueden originar por la tranferencia de un electrón de un radical primario a un átomo de un molécula orgánica o por la reacción de 2 radicales primarios entre sí, poseen una vida media un tanto más larga que los primarios; los principales átomos de las biomoléculas son: carbono, nitrógeno, oxígeno y azufre.

Intermediarios estables relacionados con los radicales libres del oxígeno

Aquí se incluye un grupo de especies químicas que sin ser radicales libres, son generadoras de estas sustancias o resultan de la reducción o metabolismo de ellas, entre las que están el oxígeno singlete, el peróxido de hidrógeno, el ácido hipocloroso, el peroxinitrito, el hidroperóxido orgánico.

Los radicales libres se generan a nivel intracelular y extracelular. Entre las células relacionadas con la producción de radicales libres del oxígeno tenemos los neutrófilos, monocitos, macrófagos, eosinófilos, y las células endoteliales. (**Álvarez et al, 2011**).

2.1.4. Técnicas para la determinación de la actividad antioxidante

En la actualidad, debido a la complejidad de los procesos de oxidación, no existe un método que refleje de forma completa el perfil antioxidante de una muestra, por tanto, es bueno trabajar con varios métodos para facilitar la comparación e interpretación de los resultados. Las características “ideales” que debe reunir un método de determinación de capacidad antioxidante son: sencillez, mecanismo químico definido y punto final fijo, reproducibilidad, adaptabilidad a sustancias antioxidantes hidrofílicas y lipofílicas y elevado rendimiento de análisis (**Agudo, 2010**).

Determinación directa.-El radical se emplea como un factor de cuantificación (produce una señal analítica). La adición del antioxidante, antes o después de la generación del radical, provoca una disminución de la señal. En el ensayo de post-adición se forma el radical en ausencia de la muestra y así, cuando se añade la sustancia antioxidante se produce un descenso en la señal debido a la disminución de la concentración del radical. En ensayos de inhibición, la muestra se añade a los sustratos de oxidación antes que sea generado el radical, La reacción comienza con la adición del oxidante (ABTS^{•+}, DPPH, etc).

Método del ABTS^{•+} + (Ácido 2,2'-azinobis (3- etilbenzotiazolín)-6-sulfónico).- La ventaja de este ensayo es que puede realizarse tanto en muestras hidrosolubles como liposolubles, eligiendo el disolvente apropiado en cada caso (**Ronald, 2005**).

Método ORAC (Oxigen Radical Absorbance Capacity).- El fundamento del método ORAC se basa en la habilidad que tienen los compuestos antioxidantes para bloquear radicales libres por donación de un átomo de hidrógeno



En este método, el radical artificial AAPH (2,2'-Azobis-(2-aminopropano)-dihidrocloruro) oxida a la fluoresceína de forma que esta pierde su fluorescencia. De esta forma, las sustancias antioxidantes presentes en el extracto obtenido a partir del alimento disminuirían dicha pérdida de fluorescencia (**Agudo, 2010**).

El método del DPPH (1, 1-difenil-2- picrilhidrazilo).- Este ensayo fue propuesto originalmente por Brand-Williams. Se basa en la reducción del radical DPPH• por los antioxidantes de la muestra. Este método permite evaluar la actividad de sustancias frente al radical libre estable 2,2- difenil-1-picrilhidracilo (DPPH) en una solución metanólica que tiene un color violeta intenso que se pierde progresivamente cuando se añade la muestra que contiene antioxidantes esto se reduce a un color amarillo como se observa en la figura 1.

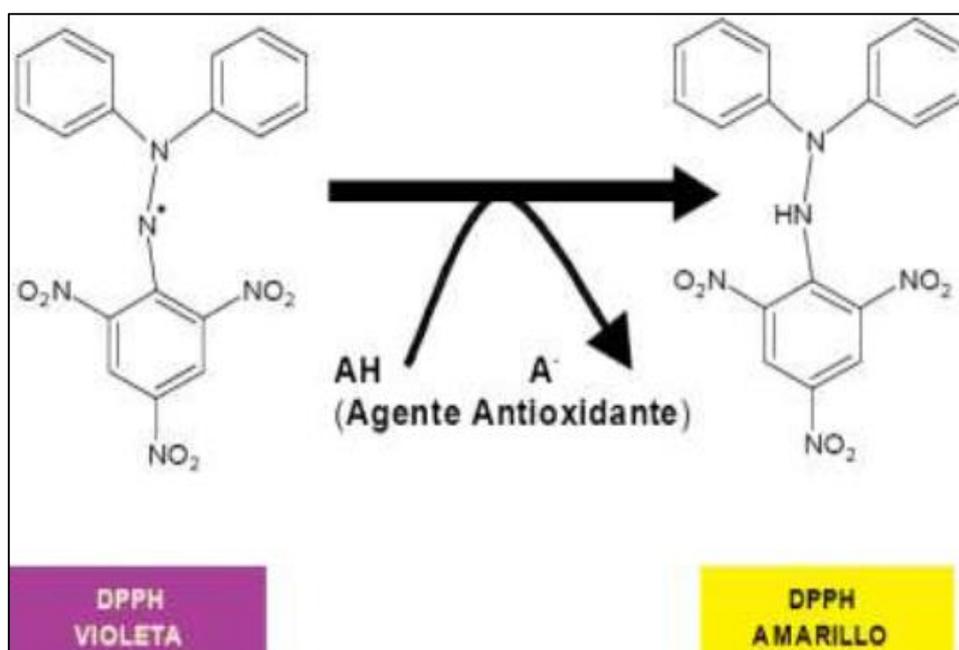


Figura 1 : *Reacción del DPPH con un agente oxidante (Krinsky, 1989, Citado en Reátegui et al. 2014).*

2.1.5. Compuestos bioactivos

La continua aparición de evidencias científicas acerca del papel de la dieta y sus componentes en el bienestar y la salud, ha favorecido la aparición de los alimentos funcionales que en la actualidad constituyen uno de los principales impulsores del desarrollo de nuevos productos. La forma más versátil de modificar la composición de los alimentos surge de la enorme posibilidad de introducir cambios en los ingredientes utilizados en su elaboración y en consecuencia sobre la presencia de diversos compuestos bioactivos provenientes en su mayoría de frutas y vegetales (Cárdenas *et al.*, 2015).

Tabla 6: Compuestos bioactivos de los alimentos clasificados según su naturaleza química.

COMPUESTOS BIOACTIVOS DE LOS ALIMENTOS					
INORGÁNICOS	ORGÁNICOS				
Minerales	Isoprenoides (terpenoides)	Compuestos fenólicos	Lípidos	Carbohidratos y derivados	Proteínas, aminoácido y derivados
Ca	Carotenoides	Ácidos fenólicos	Ácidos grasos insaturado (omega 3)	Ácidos ascórbico	Aminoácidos
Se	Saponinas	Flavonoides (Antocianinas)	Fitoesteroles	Oligosacárido (prebiótico)	Isotiocianatos
Zn	Tocotrienoles	Lignanós		Polisacáridos (almidón)	Capsaicinoides
K	Tocoferoles	Taninos			Compuesto salil-s

Fuente: Gómez, (2010).

2.1.6. Compuestos Fenólicos

Los compuestos fenólicos son en gran parte, los responsables de las principales características organolépticas de los alimentos y bebidas procedentes de plantas: se encuentran en frutas, verduras, legumbres, frutos secos chocolate y en bebidas como el té, café, vino y cerveza. Contribuyen en su color (pigmentación amarillos, rojos, naranjas, rojos, azules), sabor (en el amargor y astringencia) olor y estabilidad oxidativa (**Cheyrier, 2005**).

Las plantas sintetizan una gran variedad de productos secundarios que contienen un grupo fenol. Estas sustancias reciben el nombre de compuestos

fenólicos, polifenoles o fenilpropanoides y derivan todas ellas del fenol, un anillo aromático con un grupo hidroxilo tal como muestra la figura 2.

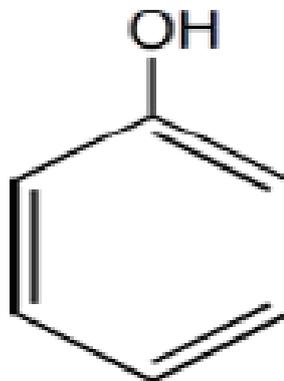


Figura 2: Estructura del fenol (Puzanowska, 2009).

Clasificación de Compuestos Fenólicos

Compuestos monoméricas:

- a) Derivados del ácido hidroxibenzoico (C_6-C_1): los ácidos hidroxibenzoico tienen una estructura general C_6-C_1 que deriva del ácido benzoico. Los distintos ácidos hidroxibenzoico se distinguen por variaciones en la estructura típica debido a hidroxilación y metilaciones del anillo aromático.
- b) Derivados del ácido hidroxicinámico (C_6-C_3): los ácidos hidroxicinámico son un grupo de compuestos presentes en la pared celular vegetal, cuyos principales representantes son el ácido ferúlico, p-camarico, cafeico y sináptico, de los cuales el ácido ferúlico y p-cumárico son los de mayor abundancia en la naturaleza.
- c) Derivados de flavonoides: los flavonoides ($C_6-C_3-C_6$) se pueden clasificar en varias familias según los cambios estructurales que presenten en su estructura básica. Poseen varios grupos hidroxilo ($-OH$) unidos a su estructura de anillo y se encuentran normalmente como glucósidos (Puzanowska, 2009).

Importancia de los compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos son importantes para entender las propiedades saludables de la matriz analizada (actividad antioxidante, anticancerígena, etc.). La actividad de un determinado extracto se debe a todos sus

componentes; no solo los compuestos mayoritarios son los responsables de sus características, sino que también influyen los minoritarios o las interacciones entre ellos **(Manach, et al., 2009)**.

El perfil poli fenólico de los vegetales puede emplearse para su caracterización y control de calidad de los alimentos, como indicador químico del procesado de los alimentos elaborados, ya que pueden producirse alteraciones de su contenido durante los procesos tecnológicos, en la detección y evaluación de posibles adulteraciones o modificaciones genéticas, aplicaciones en la industria agroalimentaria como pueden ser uso de alternativas a los antioxidantes sintéticos para preservar a los alimentos del daño oxidativo ó como aprovechamiento de sub productos de derivados menos hidrofílicos con características farmacológicas mejoradas. **(Gómez, 2010)**.

2.1.7. La antocianina y su importancia

Las antocianinas son pigmentos vegetales de color rojo, azul, morado con gran potencial para el reemplazo competitivo de colorantes sintéticos; por tanto es de gran importancia conocer los aspectos bioquímicos que enmarcan estos pigmentos; las propiedades bioactivas de las antocianinas abren una nueva perspectiva para la obtención de productos coloreados con valor agregado para el consumo humano **(Astrid, 2008)**.

Distribución en la naturaleza

Las antocianinas se localizan principalmente en la pared celular de las frutas. La función que cumplen es la de atraer seres vivos para propósitos de polinización y dispersión de semillas. La diferencia de color entre las frutas, flores y verduras depende de la naturaleza y concentración de antocianinas como se muestra en la tabla 7. Existen factores adicionales que afectan el color como el pH de la célula, el efecto de pigmentación determinado por la presencia de otros flavonoides, temperatura, luz, oxígeno entre otros.

Tabla 7: Distribución de las principales antocianidinas en algunas frutas y vegetales comunes.

COMPUESTO	COLOR	FRUTAS Y VEGETALES
Delfinidina	Rojo azulado	Uva concordia, martillo, bilberry, grosella negra, mashua negra, papas, frijoles, y muchos otros frutos silvestres con bayas.
Cianidina	Rojo naranja	Fresa, mora, ruibarbo, grosella negra, cereza, col roja, bilberry, arandino, saúco, uva concordia, maíz, ciruela, frambuesa, cebolla roja
Pelargonidina	Naranja	Fresa, maíces, otros cítricos
Peonidina	Rojo	Cereza, arándano.

Fuente: Burin *et al.*, (2010).

Beneficios en la salud de las antocianinas

El interés en los pigmentos antociánicos se ha intensificado recientemente debido a sus propiedades, farmacológicas y terapéuticas. Durante el paso del tracto digestivo al torrente sanguíneo de los mamíferos, las antocianinas permanecen intactas y ejercen efectos terapéuticos conocidos que incluyen la reducción de la enfermedad coronaria, efectos anticancerígenos, antitumorales, antiinflamatoria y antidiabética; además del mejoramiento de la agudeza visual y del comportamiento cognitivo, los efectos terapéuticos de las antocianinas están relacionados con su actividad antioxidante. **(Astrid, 2008).**

Extracción y purificación de la antocianina

La extracción de antocianinas es comúnmente llevada a cabo con metanol o etanol conteniendo una pequeña cantidad de ácido clorhídrico (15 %, HCl 1M) con el objetivo de obtener la forma del catión flavilio, el cual es estable en un medio altamente ácido **(Aguilera et al., 2011).**

Estos compuestos son solubles en solventes polares y comúnmente se extraen de sus fuentes naturales usando metanol o etanol con pocas cantidades de algunos ácidos como ácido clorhídrico, acético y fórmico, ya que el ácido mantiene el pH ácido lo que previene el desplazamiento de los equilibrios químicos de hidratación y formación de chalconas. Por lo anterior se recomienda para la extracción de estos pigmentos el uso de ácidos débiles como el trifluoroacético, tartárico o cítrico (**Santa cruz, 2011**).

Estructura química de las antocianinas

Estos compuestos pertenecen a la familia de los flavonoides. Son glucósidos de antocianidinas, es decir, que están constituidos por una molécula de antocianidina, que es la aglicona, a la que se le une un azúcar por medio de un enlace glucosídico. La estructura química básica de estas agliconas es el ion flavilio, también llamado 2-fenil-benzopirilio, que consta de dos grupos aromáticos: un benzopirilio (A) y un anillo fenólico (B); ambos unidos por una cadena de tres átomos de carbono como se muestra en la figura 3:

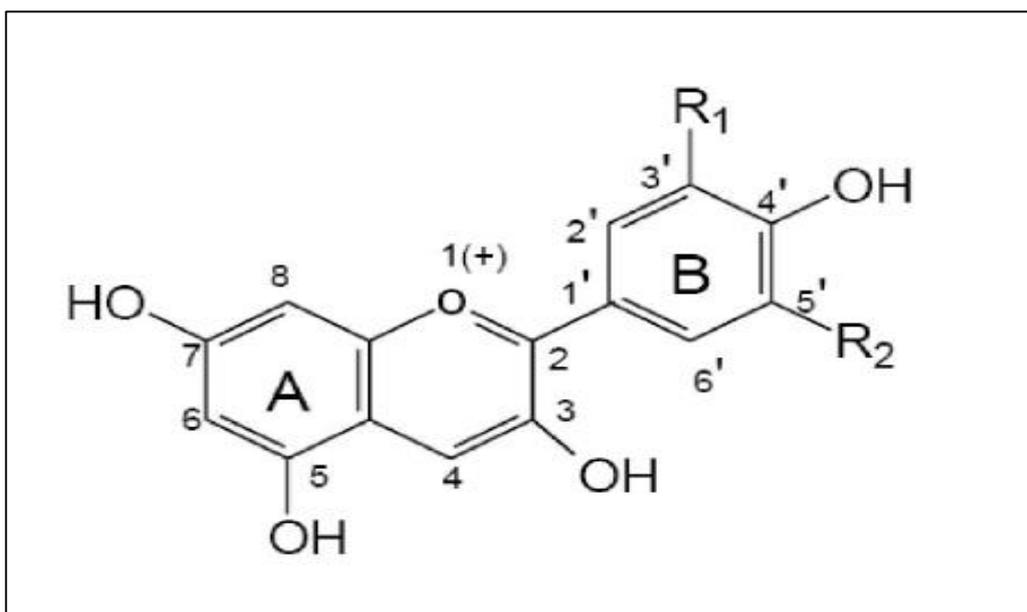


Figura 3: Estructura básica de las antocianinas (**Aguilera et al., 2011**).

El color de las antocianinas depende del número y orientación de los grupos hidroxilo y metoxilo de la molécula, especificado en tabla 8. Incrementos en la hidroxilación producen desplazamientos hacia tonalidades azules mientras que incrementos en las metoxilaciones producen coloraciones rojas (**Garzón, 2008**).

Tabla 8: Variaciones estructurales del anillo B producen las seis antocianidinas conocidas.

Antocianinas	R1	R2	Espectro visible λ Max (nm)
Pelargonidina	H	H	494 (Naranja)
Cianidina	OH	H	506 (Naranja-rojo)
Delfinidina	OH	OH	508 (Azul –rojo)
Peonidina	OCH ₃	H	506 (Naranja-rojo)
Petunidina	OCH ₃	OH	508 (Azul-rojo)
Malvidina	OCH ₃	OC H ₃	510 (Azul-rojo)

Fuente: Garzón, (2008).

2.2. Marco conceptual

Antioxidante.- Un antioxidante es una molécula capaz de prevenir la oxidación de un sustrato oxidable, actuando como donador de electrones (agente reductor), todos los seres vivos que utilizan el oxígeno para obtener energía, liberan radicales libres, lo cual es incompatible con la vida a menos que existan mecanismos celulares de defensa que los neutralice. A estas defensas se las denomina antioxidantes. Los alimentos digeribles como las frutas o bayas son funcionales y antioxidantes que retardan el envejecimiento ya que son flavonoides hidrosolubles (**Miquel, 1989**).

Compuestos bioactivos.- Los compuestos bioactivos (también llamados fitoquímicos cuando se trata de compuestos de origen vegetal) cuya presencia y concentración va estar en función de diversos factores (climatológicos, agronómicos, tecnológicos o culinarios entre otros), poseen cierta actividad biológica dentro del organismo que se traduce en bienestar para el individuo y menor riesgo de padecer determinadas enfermedades y

son los que le confiere al alimento aquellas características específicas que lo convierte en funcional (**Gómez, 2010**).

Frutos Silvestres.- Es cuando crecen de forma natural, espontánea y aportan a nuestro organismo elementos nutritivos de alto valor biológico, que en su inmensa mayoría, están todavía por descubrir. Esta cualidad de la que gozan los vegetales consiste en que se adaptan a las condiciones especiales y ambientales del habitat donde crecen, ofreciendo los nutrientes y los elementos protectores para los lugareños de su zona, siempre que crezcan sin sufrir grandes daños a causa de los fertilizantes químicos y fumigaciones tóxicas (**Lema, 2009**).

Fenol.- El compuesto fenólico posee una estructura química especialmente para ejercer una acción antioxidante actuando como captadores de radicales libres neutralizando peligrosas especies reactivas de oxígeno e iones metálicos quelantes. Además, debido a su reactividad, se encuentran en la mayoría de los casos combinadas con un ácido orgánico, un azúcar o bien, con ellas mismas para formar un polímero (**Puzanowska, 2009**).

Antocianina.- El vocablo antocianina se deriva de palabras griegas *Anthos*, flor y *Kyanos*, azul. Químicamente las antocianinas existen como glucósidos de polihidroxi y/o polimetoxiderivados de la sal, difieren en el número de grupos hidroxilo y/o metoxilo presentes, los tipos, los números y los sitios de la unión de los azúcares y las clases y número de ácidos alifáticos o aromáticos que están unidos a los azúcares de la molécula, estos azúcares más comunes son glucosa, galactosa, arabinosa, xilosa, di y trisacáridos homogéneos y heterogéneos formados por la combinación de estos azúcares. El color de las antocianinas y antocianidinas resulta de la excitación de la molécula por la luz visible (**Fennema, 2000**).

Oxígeno.- Es uno de los elementos más importantes de la tierra, ya que es considerado como indispensable para la vida; el oxígeno ha sido ampliamente analizado por su gran capacidad de reaccionar con casi todos los elementos químicos. Posee un estado de oxidación valencia de (-2) y

en condiciones normales de presión y temperatura se encuentra formando comúnmente moléculas diatómicas (**Hill et al., 2000**).

Radicales Libres.- Desde el punto de vista químico, son todas aquellas especies químicas cargadas o no, que en su estructura atómica presentan un electrón desapareado o impar en el orbital externo que les da configuración espacial generadora de gran inestabilidad. Poseen una estructura birradicálica, son muy reactivos, tienen una vida media corta. Desde el punto de vista molecular son pequeñas moléculas ubicuitarias y difusibles que se producen por diferentes mecanismos como las cadenas mitocondriales, cadena de transporte de electrones a nivel microsomal, en los cloroplastos, las reacciones de oxidación que producen daño celular (oxidativo) al interactuar con las principales biomoléculas del organismo (**Álvarez et al., 2011**).

DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo).- La molécula (DPPH) es conocida como un radical libre estable debido a la deslocalización de un electrón desapareado sobre la molécula completa. La deslocalización del electrón intensifica el color violeta intenso típico del radical, el cual absorbe en metanol a 517 nm. Cuando la solución de DPPH reacciona con el sustrato antioxidante que puede donar un átomo de hidrógeno, el color violeta cambia al color amarillo o transparente (**Reátegui et al., 2014**).

Espectrofotometría ultravioleta (Uv).- El análisis espectro métrico Uv es la técnica usada para identificar y cuantificar en función de la longitud de onda, la concentración o reacciones químicas en una muestra. Por ejemplo, el espectro de absorción de las antocianinas depende del pH. La absorción máxima a 520-540 nm en la región visible es la longitud de onda más común usada en la medición espectrofotométrica de antocianinas (**Horbowicz et al., 2008 citado por Aguilera et al., 2011**).

CAPÍTULO 3

MATERIALES Y METODOLOGIAS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Universidad Nacional José María Arguedas, en los laboratorios de control de Calidad, Química y Procesos Agroindustriales de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, ubicado en la Unidad vecinal de Santa Rosa, Distrito de Talavera, Provincia Andahuaylas, Región Apurímac.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Se consideró como población a los frutos de plantas silvestres: ***Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer*** (machamacha), ***Monnina vargassi Ferreyra*** (condorpausan), ***Vaccinium floribundum Kunth*** (Alaybilí) y ***Rubus roseus Poir*** (frambuesa silvestre) que crecen en el bosque Kankarhuay ubicado en el centro poblado de Cotahuacho, Distrito de Pacucha, Provincia de Andahuaylas, Región Apurímac, estos frutos fructifican en los meses de Febrero - Abril, meses en que se encuentran en su estado de madurez completa.

En específico el bosque Kankarhuay se encuentra al Noreste de la ciudad de Andahuaylas limitado entre los puntos geográficos 13°33'20.13"; 13°33'55.53" LS, 73°18'33" LO y 13°34'28.53"; 13°34'57.4" LS, 73°16'40.2" LO del meridiano de Greenwich, entre los 2 500 y 4 080 msnm; con un área aproximada de 415.80 Has (**Reynaga, 2003**).

3.2.2. Muestra

Para obtener la muestra se realizó un Muestreo Aleatorio Estratificado (MAE), que consistió en recolectar 250 g de cada uno de los frutos silvestres: ***Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer*** (machamacha), ***Monnina vargassi Ferreyra*** (condorpausan), ***Vaccinium floribundum Kunth*** (Alaybilí) y

***Rubus roseus* Poir** (frambuesa silvestre), frutos maduros, con una coloración morado intenso.

3.2.3. Unidad de análisis

Para la unidad de análisis se optaron por los frutos que cumplen las siguientes características: estado de madurez completo, coloración morada, sin daños físicos ni biológicos y de buen tamaño, de esto se obtuvieron 100 gramos de cada fruto silvestre para su análisis experimental.

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 9: Operacionalización de variables

VARIABLES	OBJETIVOS	DIMENSIONES	INDICADORES
Independientes: Frutos silvestres (machamacha, condorpausan, alaybilí y frambuesa silvestre)	Selección y clasificación de frutos silvestres	Muestras de frutos silvestres.	Frutos silvestres
Dependientes: (Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos (antocianinas y fenoles))	Determinación de la capacidad antioxidante de los frutos silvestres: machamacha, condorpausan, alaybilí y frambuesa silvestre	Capacidad Antioxidante	mM Eq* Trolox / 100 g fruto fresco
	Determinación de los compuestos fenólicos de los frutos silvestres: machamacha, condorpausan, alaybilí y frambuesa silvestre	Fenoles totales	Miligramos de á. Gálico (AGE) por cada 100 g de fruto fresco.
	Determinación de los compuestos bioactivos de los frutos silvestres: machamacha, condorpausan, alaybilí y frambuesa silvestre	Antocianinas totales	Antocianina monomérica en mg/100 g fruto fresco.

3.4. Equipos e instrumentos de recolección de datos

a) Equipos e instrumentos

Tabla 10: Lista de equipos e instrumentos de investigación

CANTIDAD	EQUIPOS E INSTRUMENTOS	MARCA
01	Espectrofotómetro UV-Visible	Génesis
01	Potenciómetro	Hanna
01	Refractómetro	ATC
01	Estufa	Kert lab
01	Incubadora	memmert
01	Congeladora	Ventus corp
01	Refrigeradora	mabe
04	Agitador magnético	Lw-scientifique
01	Cámara fotográfica	Sony
01	Balanza digital de sensibilidad 0.01 g	Abs 200-4
01	Balanza electrónica digital Cap. máxima de 30 Kg., y mínima de 200 g	E-accupa
01	Termómetro digital de 50 °C hasta +300 °C	Boeco. germany
01	Centrifuga con temporizador digital, Velocidad 1420 RPM.	Funke gerber

b) Materiales**Tabla 11:** Lista de materiales de la investigación

CANTIDAD	MATERIALES	MARCA
03	Varilla de vidrio	Fortuna
01	Paquete papel tissue	Elite
05	Mortero con pilón	Schott
40	Tubos de ensayo	Schott
05	Vasos precipitados de 100ml	Fortuna
04	Pipetas de 5 ml , 10 ml	Fortuna
02	Micropipetas de 5 y 10 µl	Accumax
04	Bureta de 25 ml	Vmr
02	Soporte Universal metálico	S/M
02	Fiolas (10 a 250 ml)	Schot
02	Espátula mediana y pequeña	S/M
04	Probetas de 50, 100, 250 ml.	Kyntel
02	Pizetas.	S/M
01	Rotulador	Faber Castell
04	Placa Petri	Schot
05	Rollos de papel aluminio	Diamont
03	Espátula de acero inoxidable mango de madera	Facusa
01	Papel filtro.589/2 (Whatman - 40). Ø 11 c	S&S
08	Matraz Erlenmeyer de 100ml, 500 ml	Giardino

c) Recursos no disponibles

Tabla 12: Lista de recursos no disponibles

RECURSOS NO DISPONIBLES		
CANTIDAD	MATERIALES	MARCA
06	Botellas de vidrio ámbar	s/m
08	Láminas de papel Whatman N° 40	s&s
01	Rotulador	Faber castell
80	Tubos de ensayo tapa rosca	s/m
02	Gradillas	s/m
10	Rollos de papel aluminio	Diamont
25	Cubetas de espectrofotómetro	Isolab
CANTIDAD	REACTIVOS / INSUMOS	
40 ml	Ácido Clorhídrico	
50 ml	Follin Ciocalteu	
300 mg	Reactivo Trolox (Ácido-6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametil-croman-2-carboxílico)	
15 g	Carbonato de sodio	
50 mg	Ácido gálico	
100 ml	Radical libre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil).	
3 l	Metanol (80 %)	
2 l	Etanol (96 %)	
50 g	Carbonato de sodio 98%	
10 l	Agua esterilizada ó destilada	
CANTIDAD	MATERIAL VEGETAL	
250 g	<i>Gaultheria glomerata</i> (Cav.) Sleumer (machamacha)	
250 g	<i>Monnina vargassi</i> Ferreyra (condorpausan)	
250 g	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth (Alaybilí)	
250 g	<i>Rubus roseus</i> Poir (frambuesa silvestre).	

d) Reactivos e insumos

Tabla 13: Lista de reactivos e insumos disponibles

REACTIVOS / INSUMOS	CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA
Hidróxido de Sodio	30	g
Fenolftaleína	30	ml
Cloruro de potasio	20	g
Ácido cítrico	100	g
Acetato de sodio	100	g

3.5. Tipo de investigación

Aplicada.- El presente proyecto de investigación se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren ya que los resultados obtenidos podrían ser aplicables o útiles para la industria alimentaria, farmacéutica, y diversos derivados de productos con valor agregado.

Experimental.- Esta investigación consistió en realizar la experimentación para probar la hipótesis planteada, mediante la manipulación y medición de las variables en una situación controlada de sus principales condiciones o estados.

Orientada.- Se caracteriza porque tiene una orientación a la solución de problemas específicos, sin llegar a resolverlos directa e inmediatamente, por ejemplo que podrían prevenir enfermedades generadas por los radicales libres.

3.6. Métodos de análisis preliminares

a) Clasificación de los frutos silvestres en estudio

Las frutas silvestres tuvieron las siguientes características: Estado madurez completo, color morado, sin daño físico ni biológico y de buen tamaño, luego se desinfectaron con 3 ml de hipoclorito de sodio en un

litro de agua destilada, fue secado a medio ambiente del lugar de estudio y se conservó a 10 °C en la refrigeradora.

b) Determinación de propiedades físico-químicos de los frutos silvestres

Humedad.- Se realizó por el método gravimétrico según la Asociación de los químicos analíticos oficiales (**AOAC, 2003**), Método **23.003**.

Esto se fundamenta en la pérdida de peso de la muestra usando la estufa a 110 °C por tres horas hasta obtener peso constante, en el que el contenido de humedad se determina a partir del cambio de peso de la muestra después de la evaporación del agua absorbida. Los cálculos serán hallados con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{(pmh - pms)}{pmh} \times 100 \dots \dots \dots \text{Ec. (01)}$$

Donde:

pms : Peso de muestra seca

pmh: Peso de muestra húmeda

pH.- Para medir el nivel de pH se utilizó la metodología de Asociación de los químicos analíticos oficiales (**AOAC, 1990**), Método 943.02/05.

En primer lugar se calibró el potenciómetro; posteriormente se mezcló 10 g del extracto de fruta fresca con 50 ml de agua destilada, se filtró a través de un papel filtro Nro. 40. Luego se tomó una alícuota y se midieron el pH indicado.

Sólidos solubles (° Brix).- La determinación se realizó según el método (**ISO 2173: 2003**), por medio de un refractómetro, aparato que sirve para cuantificar el fenómeno físico de refracción en zumo de frutas y hortalizas, que consiste en el cambio de medios con distinto índice de propagación en función del cambio de dirección que sufre un rayo de luz al pasar oblicuamente de un medio a otro con distinto índice de propagación.

Acidéz.- Se realizó con la técnica de titulometría propuesta por la Asociación de los químicos analíticos oficiales (**AOAC, 2005**) Método 942.15.

El método consistió en realizar la titulación de neutralización en relación de 1:1 fruta: agua destilada, se coloca el potenciómetro calibrado al becker con la muestra, se le adiciona 2 a 3 gotas de fenolftaleína y se va añadiendo el hidróxido de sodio a 0.1 N como solución titulante, usando el potenciómetro hasta conseguir neutralizar la muestra (con un pH aproximado de (8.3- 8.6) como punto final de titulación. Calculando el resultado como ácido cítrico (acidéz que lo distingue a los frutos) con la siguiente ecuación:

$$Acidéz\ total = \frac{(N * Meq * V)}{p} \times 100 \dots\dots\dots Ec. (02)$$

Donde:

N = Normalidad del NaOH

Meq = Peso mili equivalente del ácido predominante (ácido cítrico = g/ 0,064 mEq).

p = Peso de la muestra en g.

V = Volumen en mililitros del álcali utilizado.

Índice de madurez.- El índice de madurez (I.M) se calculó en relación entre sólidos solubles totales (SST) y el porcentaje de Acidéz total titulable (ATT) (**Fisher, et al., 1999**).

Calculado por la siguiente ecuación 03.

$$I.M = \frac{SST}{ATT} \left(\frac{^{\circ} Brix}{\% acidéz} \right) \dots\dots\dots EC. (03)$$

3.7. Metodología experimental

Preparación de muestras (Extractos metanólicos)

Los frutos silvestres: machamacha, condorpausan, alaybilí y frambuesa silvestre fueron lavados asépticamente con agua destilada y secados al medio ambiente, luego fueron triturados en un mortero, una vez trituradas se colocaron en un envase cada uno, protegidos de luz con papel aluminio en seguida se congelaron a (- 20 °C) por 24 horas.

Partiendo de 10 g de muestra previamente congeladas fueron homogenizadas con 20 ml de metanol acuoso al 80 % y fueron homogenizadas en un mortero por 5 minutos.

Se llevó a un beaker cada uno y se colocaron en un agitador magnético a 250 rpm a temperatura ambiente en obscuridad por 60 minutos.

El sobrenadante se filtró al vacío con papel filtro whatman N° 40. **(Zadernowki et al., 2005).**

3.7.1. Determinación de la capacidad antioxidante

Se utilizó el método de la decoloración del radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), desarrollado por **Brand-Williams et al., (1995)**, para la determinación de la capacidad antioxidante en extractos hidrofílicos.

Preparación de la solución madre de Trolox

Para ello se disolvió 2 mg del reactivo Trolox (Ácido – 6 – hidroxil – 2, 5, 7, 8 – tetrametil – cromano – 2- carboxilo), en 10 ml de metanol al 80%. Y por lo tanto se tendrá una concentración de 800 μ moles/l.

Curva de calibración

Se utilizó la solución madre de Trolox y se hicieron diluciones a diferentes concentraciones tal como se muestra en la tabla 14.

La muestra en blanco fue 3 ml de la solución madre de Trolox sin la adición de metanol.

Tabla 14: Datos para la elaboración de la curva estándar de solución Trolox.

Concentración (μM)	Solución patrón (ml)	Metanol al 80 % (ml)
800	3.000	0
700	2.625	0.375
600	2.250	0.750
500	1.875	0.125
400	1.500	1.500
300	1.125	1.875
200	0.750	2.250
100	0.375	2.625

Preparación de la solución del radical DPPH

La solución madre de DPPH se preparó disolviendo 24 mg de DPPH en 100 ml de metanol. Esta solución se almacenó en un frasco ámbar o cubierto con papel aluminio a $-20^{\circ}C$ por un tiempo no mayor a una semana.

Se midió la absorbancia de la solución diluida de DPPH a 517 nm que dio una lectura de $1,1 \pm 0,02$.

Posteriormente al extracto de frutas de 0.1 ml, se le adicionó 2.9 ml de la solución de DPPH.

El blanco fue metanol en lugar de la solución antioxidante.

Se agitó vigorosamente por un tiempo de 2 a 3 minutos y se dejó reaccionar la muestra con la solución diluida, los tubos de ensayos estuvieron cerrados y en oscuridad por un tiempo de 2 horas a

temperatura ambiente en el laboratorio del lugar de estudio, Luego de ello en orden y cuidado se realizó las lecturas al espectrofotómetro a 517 nm hasta no observar cambios significativos en la absorbancia a través del tiempo; Se repitieron las lecturas a través del tiempo hasta alcanzar un punto estable. La absorbancia final se empleó para calcular la actividad antioxidante de los frutos silvestres.

Cálculo de la actividad antioxidante

La capacidad antioxidante se calculó usando la curva de calibración estándar de Trolox, se restó la absorbancia del blanco y la absorbancia de la muestra, por su factor de dilución mostrando los resultados como (μg de Trolox Eq* /g muestra de fruto fresco), para lo cual se calculó con la ecuación 06.

$$\frac{\mu\text{g Trolox Eq}^*}{\text{g muestra fresca}} = \left((\mathbf{bX}) * (\mathbf{0.25}) * \left(\frac{\mathbf{ml}}{\mathbf{p}} \right) * (\mathbf{FD}) \right) \dots \dots \dots \mathbf{Ec. (06)}$$

Donde:

bX = Se obtuvo mediante la ecuación de la curva de calibración de Trolox.
Siendo X: La variación de las absorbancias Δ (Abs blanco – Abs muestra).

0.25= Se obtuvo del peso molecular del Trolox para expresar en unidades μg que es igual a un micromolar Trolox.

ml = Volumen de la muestra (ml del extracto)

p = Peso de la muestra en gramos

FD = Es el factor de dilución, que se obtuvo dividiendo el volumen final de la muestra para la lectura de absorbancia entre el volumen inicial.

3.7.2. Determinación de compuestos fenólicos

Las determinaciones de fenoles totales se realizaron mediante el método espectrofotométrico con el reactivo de Folin Ciocalteu (**Singletón et al., 1999**).

Este método está basado en la oxidación de los grupos fenólicos por los ácidos fosfomolibdicos y fosfotúngsticos, este reactivo tiene una coloración

amarilla que en presencia de fenol se forma un complejo verde azulado que se mide a 765 nm.

Preparación de la dilución de carbonato de sodio 20%

De la misma manera se preparó una disolución de carbonato de sodio al 20 % pesando 5 g de carbonato de sodio en un matraz aforado de 25 ml, inicialmente se disolvió en 15 ml de agua y se colocó a ultrasonido hasta su completa disolución, finalmente se aforó su volumen de con agua destilada.

Preparación de la dilución 1N del reactivo folin ciocalteu

Ello se realizó por medio de una dilución 1:2 del reactivo comercial (2N) en agua destilada; y el reactivo protegidos de la luz y se refrigeró hasta su uso.

Preparación de la solución madre de ácido gálico 0,1 g/l

Se preparó una dilución patrón de ácido gálico de 0.1 g/l.

Se pesó 25 mg de ácido gálico, se colocó a una fiola aforado de 25 ml y se aforó con agua destilada luego se preparará una dilución 1:10 con agua destilada.

Curva de calibración

Se utilizó la solución madre de ácido gálico y se realizaron diluciones a diferentes concentraciones de 0, 1, 2, 3, 4, 5 mg/l.

La muestra en blanco se preparó sin ácido gálico; con 0,25 ml de Folin Ciocalteu a 1N más 0, 25 ml de carbonato de sodio al 20 % luego se aforó a un volumen final de 2 ml con agua destilada y las diferentes concentraciones se preparó según la tabla 15.

Tabla 15: Datos para la curva de calibración

Concentración	Ácido gálico 0,1 g/l (ml)	Folin ciocalteu 1N (ml)	Carbonato de sodio 20 % (ml)	Agua destilada (ml)
0 mg/l	-----	0,25	0,25	1,50
1 mg/l	0,02	0,25	0,25	1,48
2 mg/l	0,04	0,25	0,25	1,46
3 mg/l	0,06	0,25	0,25	1,44
4 mg/l	0,08	0,25	0,25	1,42
5 mg/l	0,1	0,25	0,25	1,40

Finalmente se hizo una lectura de absorbancia en el espectrofotómetro UV-Visible a una longitud de onda a 765 nm.

La ecuación de la curva estándar para la cuantificación de los compuestos fenólicos totales es:

$$Y = a \text{ Abs} + b \dots \dots \dots \text{Ec. (04)}$$

Y = miligramos (mg) de ácido gálico equivalente / ml

Abs = Absorbancia a 765 nm.

Determinación de fenoles totales

Para la determinación del contenido de fenoles totales, se mezcló 0.5 ml de cada extracto crudo y 0.75 ml de reactivo Folin Ciocalteu agitándose vigorosamente por 3 minutos. Después se agregó 0,75 ml de una solución de Carbonato de sodio, se agitó vigorosamente. Posteriormente se incubó a una temperatura de 45°C por 15 minutos. Se utilizó como blanco el metanol acuoso (80:20 v/v) para medir la absorbancia a 765 nm. Los resultados de compuestos fenólicos se calcularon mediante la siguiente ecuación 05:

Las muestras fueron trituradas con un mortero y transferidas a matraces de 100 ml.

Se adicionó disolvente extractor (etanol 95%, ácido clorhídrico 0.1 N en proporción 85:15), se aforó a volumen de (25 mL) de solución y se dejó macerar 10 horas mínimo a 10 °C en oscuridad hasta que el solvente se sature, de esta forma se realizó la extracción solido-liquido de antocianinas. Seguidamente se centrifugó a 700 RPM por 20 minutos. Se filtraron las muestras maceradas utilizando papel Whatman N° 40. Estas muestras filtradas fueron transferidas a un beaker, posteriormente se procedió a medir las absorbancias de las muestras y dicha absorbancia se encontraba por debajo de 1 preferentemente debajo de 0,8 y así cumplieron con la ley de Beer, para ello las muestras que se encontraban por encima de 0.8 fueron diluidas.

Se prepararon 2 diluciones de cada una de las muestras, una usando el buffer cloruro de potasio pH 1,0 y la otra usando buffer acetato de sodio pH 4,5 diluyendo cada uno con el factor de dilución previamente determinado. Dejando equilibrar estas diluciones durante 15 minutos. Se determinó el factor de dilución apropiado para cada una de las muestras mediante la dilución con el buffer de cloruro de potasio pH 1 hasta que la absorbancia de cada una de las muestras a la máxima longitud de onda se encuentre dentro del rango lineal del espectrofotómetro. Se dividió el volumen final de la muestra entre el volumen inicial para obtener el factor de dilución. Finalmente se midieron la absorbancia de cada dilución y la máxima longitud de onda determinada a 520nm y a 700nm, usando como blanco agua destilada, todas las lecturas se realizaron entre 15 y 60 minutos una vez realizada la preparación. La absorbancia se calculó con la siguiente ecuación 07:

$$Abs = (A_{\lambda_{vis-max}} - A_{700})_{pH\ 1,0} - (A_{\lambda_{vis-max}} - A_{700})_{pH\ 4,5} \dots Ec. (07)$$

Donde:

$A_{\lambda_{vis-max}}$ = Lectura del pico más alto a pH 1,0 y pH 4,5.

$A_{\lambda_{700}}$ = Lectura a 700 nm, para pH 1,0 y pH 4,5

El reporte de los resultados fue el promedio de las mediciones realizadas por quintuplicado y ecuación para calcular la concentración de pigmentos monoméricas, se empleó la siguiente ecuación 08 expresada como cianidina 3- glucósido:

$$Am \left(\frac{mg \text{ Cianidina 3-Glucósido}}{100g} \right) = \left(\frac{Abs}{\epsilon C} \right) * MW * DF * \left(\frac{V}{p} \right) \dots \dots \dots Ec. (08)$$

Donde:

Am = Antocianina monoméricas

Abs = Absorbancia

ε = Coeficiente de extinción molar de cianidina 3- glucósido (26900 L*cm¹*mol⁻¹).

MW = Peso molecular de cianidina 3- glucósido (449,2 g/mol)

DF = Factor de dilución

V = Volumen final en l

p = Peso de la muestra en g

C = Grosor de la cubeta (1cm)

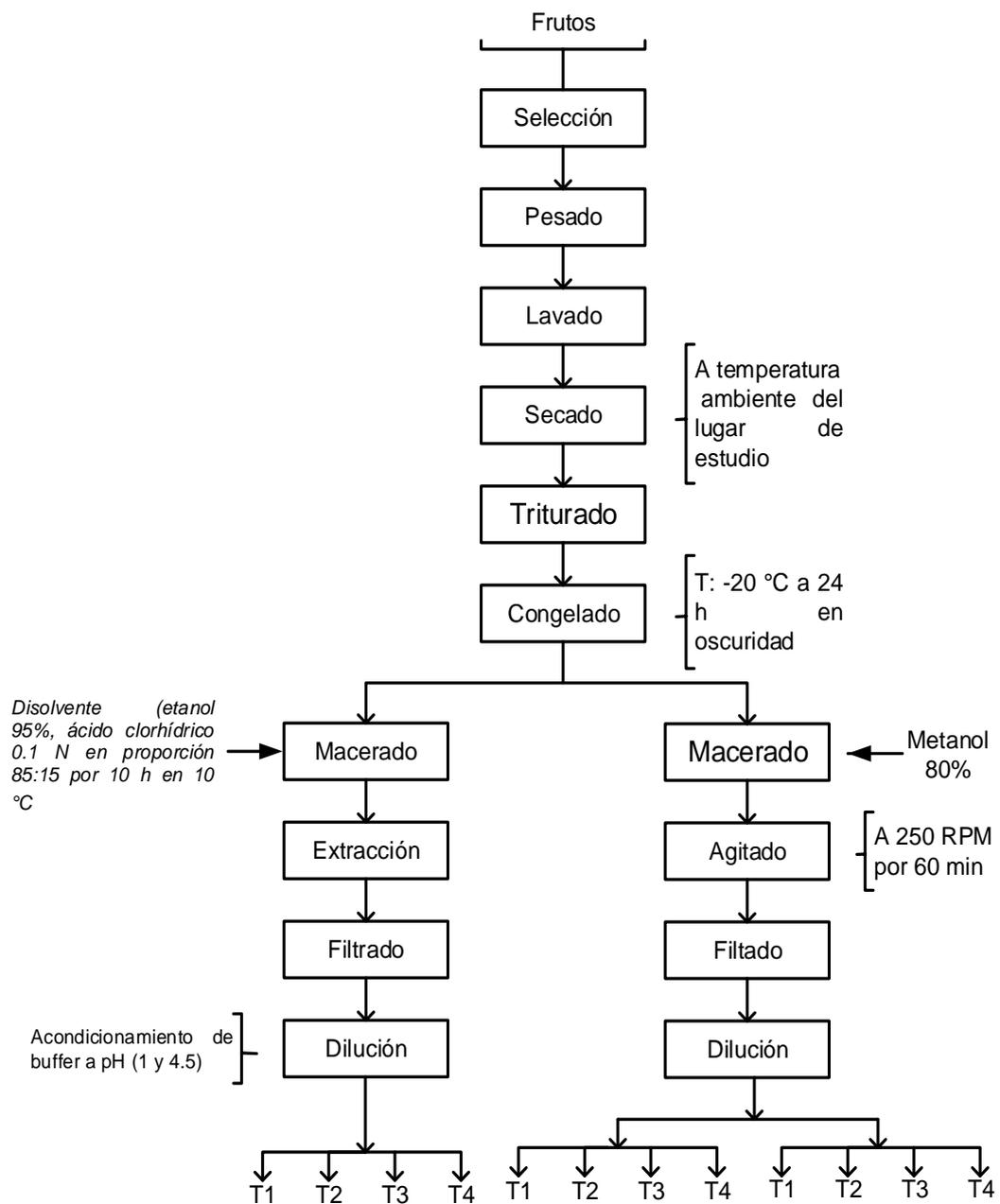


Figura 4 : Diagrama de flujo de la metodología experimental para la determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos (fenoles y antocianinas).

3.8. Diseño experimental

Tabla 16: Matriz de diseño experimental

Nro. de Tratamientos	Nro. de repeticiones	Capacidad antioxidante	Compuesto bioactivo	
			Fenoles	Antocianinas
T1 (Machamacha)	R1			
	R2			
	R3			
	R4			
	R5			
T2 (Condorpausan)	R1			
	R2			
	R3			
	R4			
	R5			
T3 (Alaybilí)	R1			
	R2			
	R3			
	R4			
	R5			
T4 (Frambuesa silvestre)	R1			
	R2			
	R3			
	R4			
	R5			

Donde:

T: Tratamientos que son cuatro variedades de frutos silvestres (Machamacha; Condorpausan; Alaybilí y Frambuesa)

R: Repeticiones por quintuplicado

Para el presente trabajo de tesis se empleó el Diseño Completamente al Azar (DCA), considerándose de esta manera solo dos fuentes de variabilidad: los tratamientos serán las variedades de frutos silvestres (machamacha (M), condorpausan (C), alaybilí (A) y frambuesa silvestre (F) y el error aleatorio.

Se desarrolló una investigación de acuerdo a las siguientes variables de estudio, como variable independiente: frutos silvestres (Machamacha, Condorpausan, Alaybilí y frambuesa silvestre), como variables dependientes: la capacidad Antioxidante y los compuestos bioactivos (fenoles y antocianinas).

a) ANOVA para el diseño completamente al azar (DCA)

El análisis de varianza (ANOVA) es la técnica central en el análisis de datos experimentales.

La idea general de esta técnica es separar la variación total en las partes con las que contribuye cada fuente de variación en el experimento. En el caso del DCA se separan la variabilidad debida a los tratamientos y debida al error. Cuando la primera predomina “claramente” sobre la segunda, es cuando se concluye que los tratamientos tienen efecto, o dicho de otra manera, las medias son diferentes.

Cuando los tratamientos no dominan contribuyen igual o menos que el error, por lo que se concluye que las medias son iguales.

El objetivo del Análisis de varianza en DCA es probar la hipótesis de igualdad de los tratamientos con respecto a la media de la correspondiente variable de respuesta.

Es importante resaltar que el ANOVA supone que la variable de respuesta se distribuye normal, con varianza constante (los tratamientos tienen varianza similar) y que las mediciones son independientes entre sí. Estos supuestos deben verificarse con las hipótesis para estar más seguros de las conclusiones obtenidas, de la siguiente manera.

$$H_0: \mu_A = \mu_B = \mu_C = \mu_D = \mu$$

$$H_A: \mu_i \neq \mu_j \text{ para algún } i \neq j$$

A continuación las siguientes hipótesis son para las dos fuentes de variabilidad lo que son los tratamientos y el error aleatorio.

H_0 = La capacidad antioxidante, los compuestos bioactivos (fenoles, antocianinas) de los frutos de machamacha, condorpausan, alaybilí y frambuesa silvestre no presentan diferencia significativa.

H_A = La capacidad antioxidante, los compuestos bioactivos (fenoles, antocianinas) de los frutos machamacha, condorpausan, alaybilí y frambuesa silvestre presentan diferencias significativas.

Tabla 17: Tabla de ANOVA para DCA

F.V	Sumatoria de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado de Media	F ₀	Valor - p
Tratamientos	$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^k \frac{Y_i^2}{n_i} - \frac{Y_n^2}{N}$	K-1	$CM_{TRAT} = \frac{SC_{TRAT}}{K-1}$	$\frac{CM_{TRAT}}{CM_E}$	P(F > F ₀)
Error	$SC_E = SC_T - SC_{TRAT}$	N-K	$CM_E = \frac{SC_E}{N-1}$		
Total	$SC_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 - \frac{Y_n^2}{N}$	N-1			

Fuente: Gutiérrez *et al.*, (2012)

El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico de STATGRAPHICS centurion XVI.I, los cálculos y gráficas con el Microsoft Office Excel 2013.

b) Análisis de DCA (Diseño completamente al azar)

El modelo estadístico para este diseño está dado por la ecuación 09:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \dots \dots \dots \text{Ec. (09)}$$

Donde μ es el parámetro de escala común a todos los tratamientos, llamado media global, τ_i es un parámetro que mide el efecto del tratamiento i , medición que corresponde al tratamiento i , ε_{ij} es el error atribuible a la medición, Y_{ij} Este modelo implica que en el diseño completamente al azar actuarían a lo más dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio. La media global μ de la variable de respuesta no se considera una fuente de variabilidad por ser una constante común a todos los tratamientos, que hace las veces de punto de referencia con respecto al cual se comparan las respuestas medias de los tratamientos. Si la respuesta media de un tratamiento particular μ es “muy diferente” de la respuesta media global, es un síntoma de que existe un efecto de dicho tratamiento.

c) Comparaciones o pruebas de rango múltiple

Posterior al análisis de ANOVA se utilizó el método LSD Diferencia mínima significativa que es la diferencia mínima que debe haber entre dos medias muestrales para considerar que dos tratamientos son diferentes.

Comparación de parejas de medias de tratamientos

Cuando no se rechaza la hipótesis nula $H_0: \mu_i = \mu_j \dots \dots \mu_k = u$, el objetivo del análisis está cubierta y la conclusión es que los tratamientos no son diferentes. Si por el contrario se rechaza (H_0), y por consiguiente se acepta la hipótesis alternativa $H_A: \mu_i \neq \mu_j$ para algún $i \neq j$, será necesario investigar cuales tratamientos resultaron diferentes, o cuales provocan la diferencia.

d) Método LSD (diferencia mínima significativa)

Una vez se rechazó en el ANOVA, el problema es probar la igualdad de todos los posibles pares de medias con la hipótesis:

$$H_0: \mu_i = \mu_j$$

$$H_A: \mu_i \neq \mu_j$$

Para todo $i \neq j$ para K tratamientos se tiene n total de pares de media, se calcula con la siguiente ecuación 10:

$$\frac{K(K - 1)}{2} \dots \dots \dots \text{Ec. (10)}$$

Se rechaza la $H_0: \mu_i = \mu_j$ si ocurre que:

$$|\bar{Y}_i - \bar{Y}_j| > t_{\alpha/2, N-k} \sqrt{CM_E \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)} = LSD \dots \dots \dots \text{Ec. (11)}$$

Donde el valor de $t_{\alpha/2, N-k}$ se lee en la tabla de distribución de T student con N- k grado de libertad que corresponden al error, el CM_E es el cuadrado medio del error que se obtiene de la tabla de ANOVA, y n_i y n_j son el nuemro de observaciones para los tratamientos i y j, respectivamente.

Asi, cada diferencia de medias muestrales en valor absoluto que sea mayor que el número LSD se declara significativa. Si el diseño es balanceada, es decir si $n_1 = n_2 \dots \dots = n_k = n$, la diferanica significativa se reduce a :

$$LSD = t_{\alpha/2, N-k} \frac{\sqrt{2CM_E}}{n} \dots \dots \dots \text{Ec. (12)}$$

3.9. Matriz de consistencia

Tabla 18: Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DE PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
¿Cuál es el nivel de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de los frutos silvestres <i>Gaultheria glomerata</i> (Cav.) <i>Sleumer</i> (machamacha), <i>Monnina vargassi</i> Ferreyra (condorpausan), <i>Vaccinium floribundum</i> Kunth (Alaybilí) y <i>Rubus roseus</i> Poir (frambuesa silvestre)?	Determinar la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos (fenoles y antocianinas) de los frutos silvestres <i>Gaultheria glomerata</i> (Cav.) <i>Sleumer</i> (machamacha), <i>Monnina vargassi</i> Ferreyra (condorpausan), <i>Vaccinium floribundum</i> Kunth (Alaybilí) y <i>Rubus roseus</i> Poir (frambuesa silvestre)	El nivel de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos varían significativamente en los frutos silvestres <i>Gaultheria glomerata</i> (Cav.) <i>Sleumer</i> (machamacha), <i>Monnina vargassi</i> Ferreyra (condorpausan), <i>Vaccinium floribundum</i> Kunth (Alaybilí) y <i>Rubus roseus</i> Poir (frambuesa silvestre)	Independientes: Frutos silvestres (machamacha, condorpausan, alaybilí, frambuesa silvestre)	Muestras de Frutos silvestres	Frutos silvestres	Recolección	Observación
¿Cuál es el nivel de la capacidad antioxidante de los frutos silvestres machamacha, condorpausan, alaybilí y frambuesa silvestre?	Determinar la capacidad antioxidante de los frutos silvestres machamacha, condorpausan, alaybilí y frambuesa silvestre.	El nivel de capacidad antioxidante varía significativamente en los frutos silvestres machamacha, condorpausan, alaybilí y frambuesa silvestre.	Dependientes:	Capacidad Antioxidante	µg Eq* Trolox / 100 g fruto fresco	Espectrofotometría	Espectrofotómetro UV- visible
¿Cuál es el nivel de los compuestos fenólicos de los frutos silvestres machamacha, condorpausan, alaybilí y frambuesa silvestre?	Determinar los compuestos fenólicos de los frutos silvestres machamacha, condorpausan, alaybilí y frambuesa silvestre.	El nivel de compuestos fenólicos varía significativamente en los frutos silvestres machamacha, condorpausan, alaybilí y frambuesa silvestre.	Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos (antocianinas y fenoles).	Fenoles totales	Miligramos de á. Gálico (AGE) por cada 100 g de fruto fresco.	Espectrofotometría	Espectrofotómetro UV- visible
¿Cuál es el nivel de compuestos antociánicos de los frutos silvestres machamacha, condorpausan, alaybilí y frambuesa silvestre?	Determinar los compuestos antociánicos de los frutos silvestres machamacha, condorpausan, alaybilí y frambuesa silvestre.	El nivel de compuestos antociánicos varía significativamente en los frutos silvestres machamacha, condorpausan, alaybilí y frambuesa silvestre.		Antocianinas totales	Antocianina monomérica en mg/100 g fruto fresco	pH diferencial Espectrofotometría	Potenciómetro Espectrofotómetro UV- visible

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resultados y discusiones de las características físicos - químicos de los frutos silvestres

a. Resultados de la humedad de los frutos silvestres

Tabla 19: Resultados del porcentaje de Humedad de los frutos Silvestres

Frutos silvestres	% Humedad ($\bar{X} \pm S$)		
Machamacha	82.74	±	0.02
Condorpausan	78.61	±	0.01
Alaybilí	74.53	±	0.01
Frambuesa silvestre	82.79	±	0.02

\bar{X} : Promedio de 5 repeticiones **S**: Desviación estándar

La tabla 19 muestra el resultado del porcentaje de humedad de los frutos silvestres en promedio de los cálculos de cinco repeticiones (anexo, 1), el mayor porcentaje de humedad representa el fruto de Frambuesa silvestre con 82.79 % seguido de Machamacha con 82.74 %, Condorpausan 78.61 % y Alaybilí con 74.53 % expresados en base húmeda. En cuanto al resultado del análisis de varianza ANOVA el valor- P fue menor que 0.05 de nivel de significancia (Anexo, 10), donde el porcentaje de humedad de los frutos presentaron una diferencia significativa para un nivel de confianza al 95 % y mediante la comparación de medias de la humedad por LSD Fisher se observan en la figura 5.

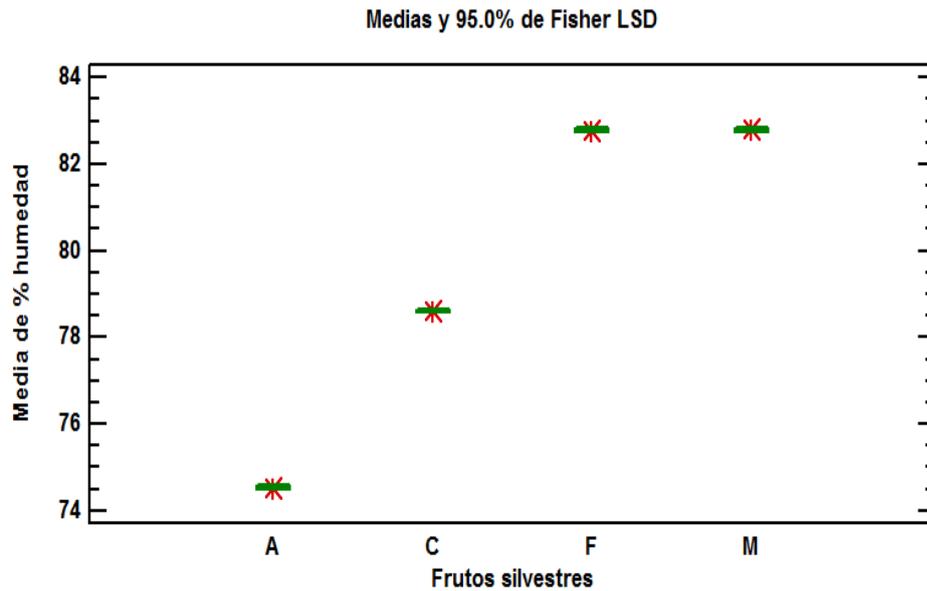


Figura 5: Comparación de medias de la humedad con LSD Fisher

En la figura 5 se observa la diferencia del porcentaje de humedad que existe entre todos los frutos silvestres: Alaybilí (A), Condorpausan (C), Machamacha (M), Frambuesa silvestre (F), al menos que los resultados promedio de los frutos silvestres de Machamacha (M) y Frambuesa silvestre (F) presentaron una igualdad para un nivel de confianza al 95 %.

✓ **Discusión de resultado de la humedad**

Con respecto al porcentaje de humedad de los frutos silvestres, presentaron porcentajes de humedad altos desde 74.53 % a 82.79 % propios de los frutos frescos en base húmeda, que a comparación del reporte según (Aldaba *et al.*, 2016) del arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.) con un valor de 81,5 % en base húmeda fueron similares al de los frutos silvestres de Machamacha (82.74) y Frambuesa silvestre (82.79 %); en tanto que el porcentaje de humedad para estos frutos silvestres también fueron similares mediante la comparación de las medias con LSD Fisher para un nivel de confianza al 95 %.

b. Resultados del pH de los frutos silvestres

Tabla 20: Resultados del pH de los frutos silvestres

Frutos Silvestres	pH ($\bar{X} \pm S$)		
Machamacha	3.1	±	0.45
Condorpausan	4.9	±	0.16
Alaybilí	3.0	±	0.25
Frambuesa silvestre	2.7	±	0.16

\bar{X} : Promedio de 5 repeticiones **S**: Desviación estándar

La tabla 20 muestra los resultados del análisis del pH para los cuatro frutos silvestres que varía de 4.9 para Condorpausan, Machamacha de 3.1, Alaybilí 3.0 y para Frambuesa silvestre de 2.7 presentado con el mayor nivel de pH. Estos resultados fueron imprescindibles para determinar el contenido de antocianinas totales por el método de pH diferencial. Estos resultados según el análisis de varianza ANOVA (Anexo, 11) fueron de valor- P menor que 0.05 nivel de significancia y empleando diferencias mínimas significativas (LSD) se aprecia en la figura 6.

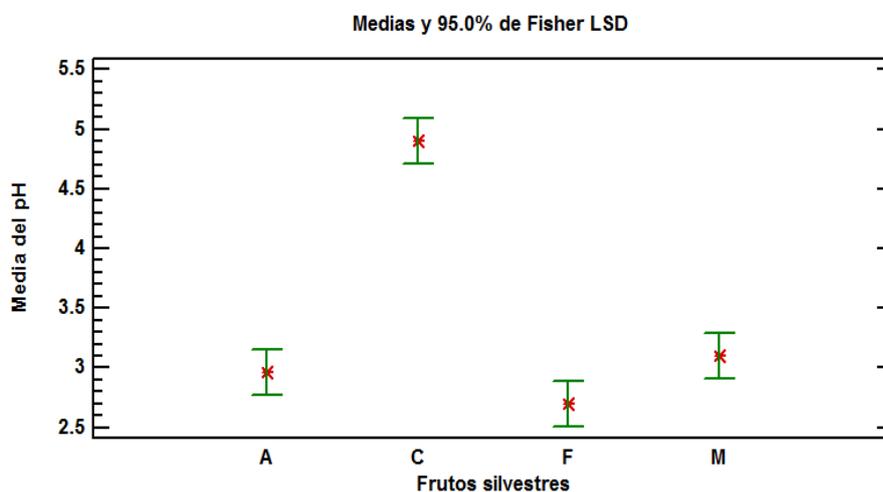


Figura 6: Comparación de medias de pH con LSD Fisher.

En la figura 6 se observa que el fruto de Condorpausan (C) presentó diferencia significativa entre todos los frutos, mientras que los tres frutos Como Alaybilí (A), Machamacha (M) y Frambuesa silvestre (F) fueron estadísticamente iguales entre sí al 95 % de confiabilidad.

✓ **Discusión de resultado del pH**

Como resultado del pH para el fruto de Machamacha (M) fue 3.1, Condorpausan (c) 4.9, Alaybilí (A) 3.0 y frambuesa silvestre (F) 2.7 estos resultados según el análisis de varianza ANOVA fueron de (valor- $P < 0.05$) y empleando diferencias mínimas significativas (LSD) de Fisher el fruto de Condorpausan presentó diferencia significativa entre todos los frutos, mientras que los tres frutos de Alaybilí, Machamacha, Frambuesa silvestre fueron estadísticamente iguales entre sí para un nivel de confianza del 95 % y en comparación a los reportes de **(Cuenca, 2017)** fueron similares al pH 3.41 del fruto de mora, así como al que reportó **(Mendoza et al., 2012)** para el fruto de uchuva (*Physalis peruviana*) pH de 3.72, mientras que el pH del fruto de Condorpausan fue similar al reporte de **(Barrios, 2007)** en el fruto de arándano con pH 2.90.

c. Resultado de sólidos solubles (° Brix) de los frutos silvestres

Tabla 21: Resultado del sólido soluble (° Brix) de los frutos silvestres

Frutos silvestres	Sólidos solubles totales (°Brix) ($\bar{X} \pm S$)		
Machamacha	4.34	±	0.2
Condorpausan	9.12	±	0.1
Alaybilí	4.28	±	0.2
Frambuesa silvestre	9.34	±	0.4

\bar{X} : Promedio de 5 repeticiones **S**: Desviación estándar

En la Tabla 21 se muestra los resultados de los cálculos en promedio de 5 repeticiones los sólidos solubles expresados en ° Brix, se observa que el fruto silvestre con mayor ° brix fue la Frambuesa silvestre (9.34) seguido por el fruto Condorpausan (9.12), Machamacha (4.34) y con menor °Brix representó el fruto de Alaybilí (4.28), Mediante el análisis de varianza ANOVA (Anexo, 12) el valor – p fue menor para un nivel de significancia de 0.05 por lo tanto fueron estadísticamente diferentes y la comparación de medias por LSD Fisher se aprecia en la figura 7.

Medias y 95.0% de Fisher LSD

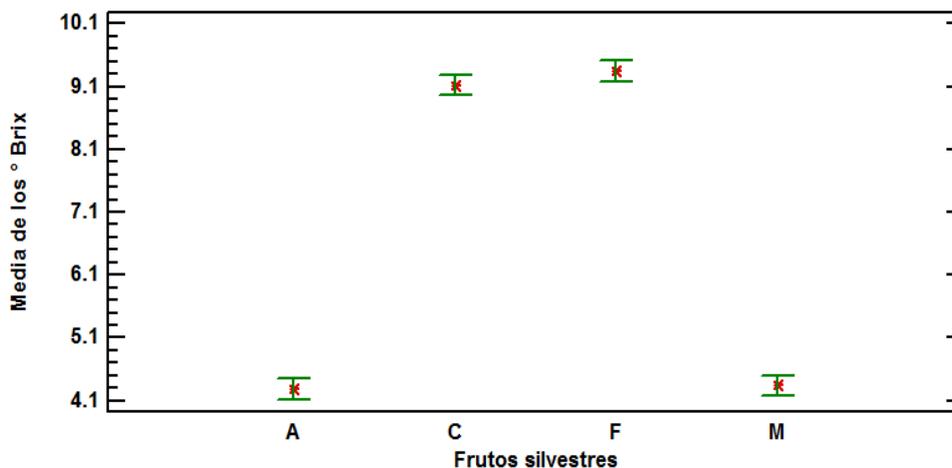


Figura 7: Comparación de medias de °Brix con LSD Fisher.

En ésta figura se observa las comparación de medias por LSD Fisher en que los °Brix de los frutos de Alaybilí (A), Condorpausan (C), Frambuesa silvestre (F) presentaron una diferencia significativa para un nivel de confianza al 95 %, y en comparación de medias del fruto de Alaybilí (A) con Machamacha (M) fueron iguales estadísticamente, asimismo los frutos de Condorpausan (C) y Frambuesa silvestre (F) fueron iguales estadísticamente al 95 % de confiabilidad.

✓ **Discusión de resultado de sólidos solubles (° Brix)**

En cuanto al resultados de los sólidos solubles para los frutos silvestres varían entre 4 y 9 ° Brix que mediante la comparación de medias de LSD Fisher los frutos silvestres de Condorpausan y Frambuesa silvestre son estadísticamente iguales, quiere decir que no existen diferencias estadísticamente significativas, estos resultados de los frutos condorpausan (9.12) y frambuesa silvestre (9.34) °Brix, fueron similares al reporte según **(Martínez, 2016)** en los frutos de frambuesas tradicionales con 9.2 y frambuesas ecológicas 7.1 (° brix), según **(Cuenca, 2017)** de la fruta de mora con 8,0 ° Brix), mientras que los frutos silvestres de Alaybilí (4.24) y Machamacha (4.34) ° Brix también resultaron ser iguales mediante la comparación de medias por LSD Fisher y éstos frutos fueron similares al reporte según **(Martínez et al., 2008)** para la fresa variedad aroma 6.62 sólidos solubles (° Brix).

d. Resultados de la acidéz total de los frutos silvestres

Tabla 22: Resultados de la Acidéz total de los frutos silvestres

Frutos silvestres	Acidéz total (g ácido cítrico)		
	\bar{X}	\pm	S
Machamacha	0.17	\pm	0.00
Condorpausan	0.16	\pm	0.01
Alaybilí	0.21	\pm	0.03
Frambuesa silvestre	0.82	\pm	0.08

\bar{X} : Promedio de 5 repeticiones **S**: Desviación estándar

En la tabla 22 se muestra el resultado del promedio de 5 repeticiones del análisis de Acidez de los frutos silvestres expresados en (g de ácido cítrico), el fruto con alto porcentaje de acidéz resultó ser la frambuesa silvestre con 0.82 y los frutos con menor porcentaje de acidéz fueron Alaybilí con 0.21 %, seguido por Machamacha 0.17 y Condorpausan 0.16, y el resultado mediante el análisis de varianza de ANOVA (Anexo, 13), el valor- p fue menor a 0.05 de nivel de significancia en la que los porcentajes de Acidéz entre los frutos estudiados fueron estadísticamente diferentes para un 95 % de confiabilidad y la comparación de medias por LSD Fisher se aprecian en la figura 8.

Medias y 95.0% de Fisher LSD

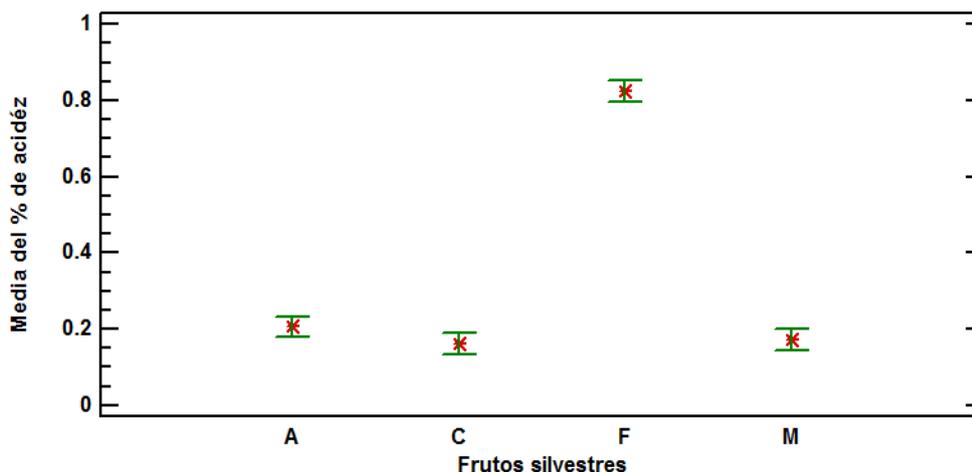


Figura 8: Comparación de medias de Acidéz con LSD Fisher.

En esta figura se observa la comparación de medias de acidéz por LSD Fisher, en que el fruto de Frambuesa silvestre (F) presenta una diferencia

estadísticamente significativa en comparación entre los demás frutos de Alaybilí (A), Condorpausan (C), Machamacha (M) para un nivel de confianza al 95 % y comparación de las medias por LSD Fisher para los frutos tres frutos Alaybilí (A), Condorpausan (C) Y Machamacha (M) las medias fueron iguales para un 95 % de confiabilidad.

✓ **Discusión de resultado del Acidéz**

En cuanto al resultado de la acidéz expresados en (g de ácido cítrico) de los frutos silvestres varian entre 0.16 a 0.82 (g ácido cítrico) siendo el mayor de la frambuesa silvestre (F) que además de ser comparada las medias con LSD Fisher a un nivel de confianza de 95 % solamente el fruto de frambuesa silvestre (F) presentó una diferencia estadísticamente significativa frente a los demás frutos de Alaybilí (A), Machamacha (M) y Condorpausan (C) que no presentaron una diferencia significativa. El resultado del fruto de Frambuesa silvestre 0.82 (g ácido cítrico) fue similar al reporte según **(Martínez et al., 2008)** del fruto de fresa variedad aroma 0.88 (g ácido cítrico), mientras que los resultados de los frutos de Alaybilí 0.21. Machamacha 0.17 y Condorpausan 0.16 fueron similares al reporte por **(Cuenca, 2017)** de dos variedades de mora: la variedad castilla 0.14 y variedad brazo 0.24 (g ácido cítrico) respectivamente.

e. Resultados del índice de maduréz de los frutos silvestres

Tabla 23: Resultados del Índice de madurez de los frutos silvestres

Frutos Silvestres	Índice de Maduréz (° Brix/ acidéz) ($\bar{X} \pm S$)		
Machamacha	25.29	±	1.18
Condorpausan	56.71	±	2.62
Alaybilí	21.05	±	2.41
Frambuesa silvestre	11.39	±	0.4

\bar{X} : Promedio de 5 repeticiones **S**: Desviación estándar

En la tabla 23 se muestra los resultados en promedio de 5 repeticiones del índice de madurez de los frutos silvestres. La relación del porcentaje de los sólidos solubles (° Brix) entre la acidéz total dan como resultado el índice de madurez de los frutos, siendo el Fruto con mayor índice de madurez el Condorpausan (56.71) seguido por Machamacha (25.29) luego Alaybilí (21.05) y con menor índice de madurez el fruto de Frambuesa silvestre (11.39), estos resultados fueron como un estimador importante para determinar el contenido de los compuestos bioactivos (Fenoles y antocianinas) y la capacidad antioxidante. Como resultado del análisis de varianza ANOVA (Anexo, 14) el valor – P fue menor que 0.05 (nivel de significancia) por lo tanto el índice de madurez de los frutos fueron estadísticamente diferentes y para saber cuáles son diferentes se observa en la figura 9.

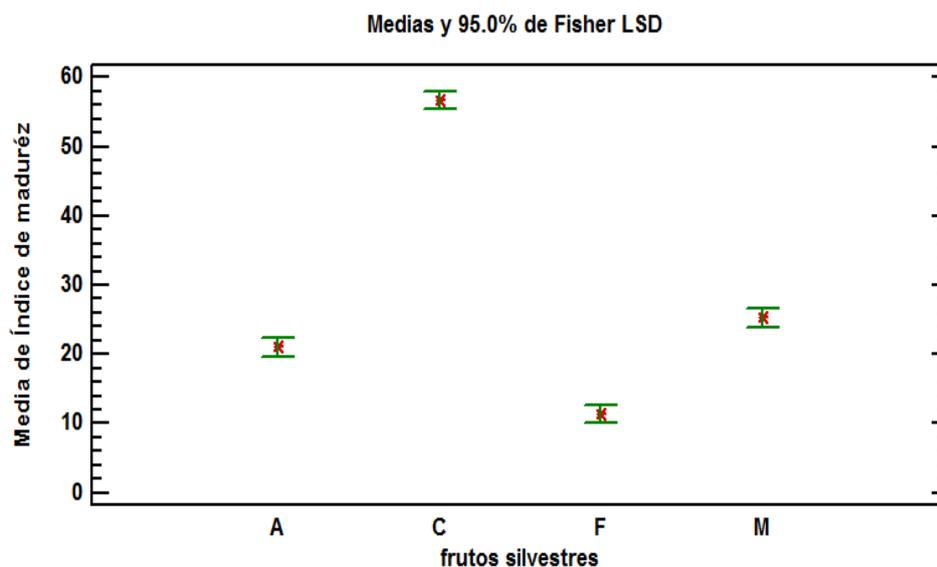


Figura 9: Comparación de medias del índice de madurez con LSD Fisher

En esta figura se observa la comparación de medias del índice de madurez por LSD Fisher en que los frutos de Alaybilí (A), Condorpausan (C), Frambuesa silvestre (F) y Machamacha (M) son completamente diferentes entre sí con un nivel de confianza al 95 %.

✓ **Discusión de resultado del Índice de madurez**

Los resultados para el índice de madurez de los frutos silvestres varían de valores, para el fruto de frambuesa silvestre (F) 11.39, para Alaybilí (A)

21.05, Machamacha (M) 25.29 y para condorpausan(C) 56.71 que al ser comparados mediante LSD Fisher fueron completamente diferentes entre sí a un nivel de confianza de 95 %. Estos resultados obtenidos en comparación a otros reportes fueron similares así como reporta **(Barrios, 2007)** para el frutos de arándano variedad cv. Elliot el índices de madurez de 7,59 y también por **(Pino, 2017)** para el fruto de arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.) índice de madurez que varía entre 12,83 a 13.57. El índice de madurez refiere que los frutos de madurez tardía tienen menor nivel de sólidos solubles y pH, también una mayor acidez que los de maduración semitardía, por ello el índice de madurez de los frutos silvestres fue tan importante determinarlos, ya que esto influye en el contenido de los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de las mismas. **(Pino, 2017)**.

4.2. Resultados y discusiones de la Capacidad antioxidante de los frutos silvestres

Tabla 24: Resultados de la capacidad antioxidante de los cuatro frutos silvestres

Frutos silvestres	Capacidad antioxidante ($\mu\text{g Eq}^*$ Trolox/ 100 g fruto fresco) ($\bar{X} \pm S$)		
Machamacha	23328.90	\pm	43.33
Condorpausan	21924.65	\pm	54.27
Alaybilí	22902.90	\pm	55.88
Frambuesa silvestre	25010.87	\pm	57.01

\bar{X} : Promedio de 5 repeticiones **S**: Desviación estándar

En la tabla 24 muestra el resultado del nivel de la capacidad antioxidante de los diferentes frutos en estudio. Dado que se utilizó como estándar la curva de calibración de Trolox (Anexo, 08), los resultados están expresados como $\mu\text{g Eq}^*$ Trolox / 100 g fruto fresco en promedio de cinco repeticiones que se aprecian en el anexo 5. El nivel de la capacidad antioxidante mayor le correspondió al fruto de Frambuesa silvestre 25010.87, seguido por Machamacha con 23328.90 luego, Alaybilí con 22902.90 y Condorpausan con menor nivel de capacidad antioxidante 21924.65 ($\mu\text{g Eq}^*$ Trolox/ 100 g

fruto fresco). La Gráfica de resultados del nivel de la capacidad antioxidante de los cuatro frutos silvestres se muestra en la figura 10.

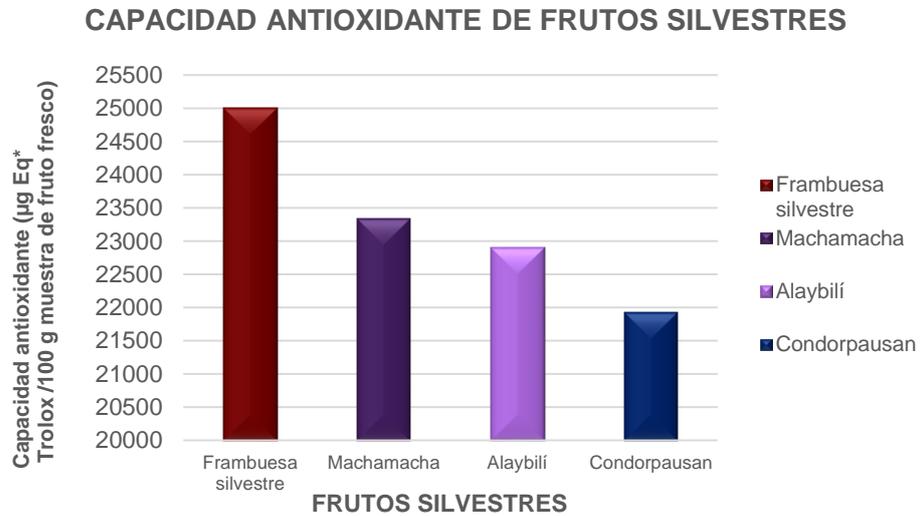


Figura 10: Gráfica de resultados del nivel de capacidad antioxidante de los cuatro frutos silvestres.

Los resultados de análisis estadístico mediante el análisis de varianza ANOVA el valor- p resultó ser menor que 0.05 nivel de significancia tal como se muestra en el Anexo 15, por lo tanto se rechazó la hipótesis nula y se demostró que existe una diferencia estadísticamente significativa de la capacidad antioxidante entre los frutos silvestres al 95 % del nivel de confianza y para su verificación, se observa la comparación de medias con LSD Fisher en la figura 11.

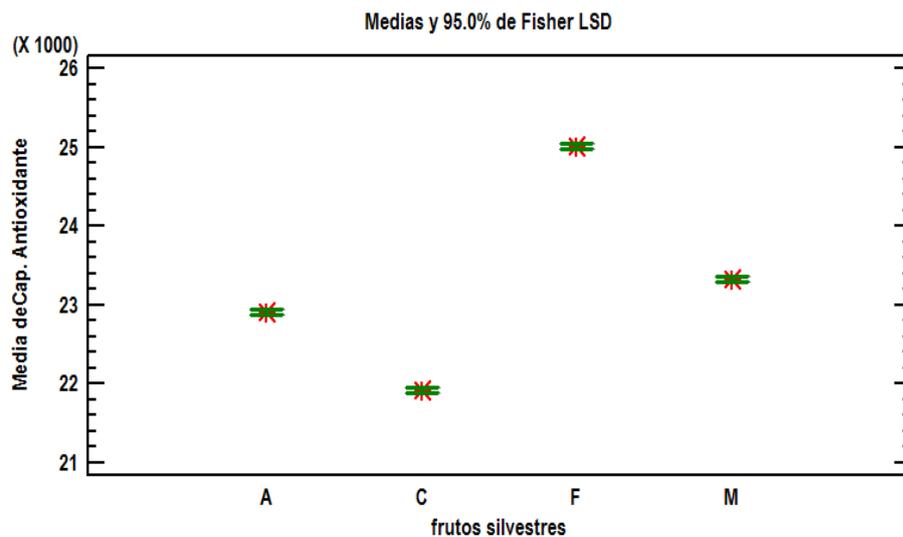


Figura 11: Comparación de medias capacidad antioxidante con LSD Fisher

En la figura 11 se observa la comparación de medias de la capacidad antioxidante con LSD Fisher, en que los frutos silvestres de Alaybilí (A), Condorpausan (C), Machamacha (M) y Frambuesa silvestre (F) muestran diferencias estadísticamente significativas entre sí, con un nivel del 95.0% de confianza, siendo el fruto de frambuesa silvestre (F) la que se difiere con mayor visibilidad frente a los demás frutos.

✓ **Discusión de resultado de la capacidad antioxidante**

En la tabla 24 se mostraron la capacidad antioxidante medida por la captación de radicales (DPPH) en frutos silvestres de Machamacha (M), Condorpausan (C), Alaybilí (A) y Frambuesa silvestre (F). Los resultados mostraron mayor nivel de capacidad antioxidante en el fruto de Frambuesa silvestre (F) 25010.87 ($\mu\text{g Eq}^* \text{ Trolox/ 100 g fruto fresco}$), superando a los demás frutos de Machamacha (M) 23328.90, Alaybilí (A) 22902.90 Condorpausan (C) 21924.65 expresadas en ($\mu\text{g Eq}^* \text{ Trolox/100 g fruto fresco}$). Estos resultados obtenidos por quintuplicado, fueron tabulados y evaluados a través del análisis de varianza de ANOVA, empleando diferencias mínimas significativas (LSD) de Fisher como método de comparación múltiple con un nivel de confianza del 95 %. En la que mostraron el (valor- $P < 0.05$) esto explica que se rechazó la hipótesis nula, donde se demostraron que existen diferencias estadísticamente significativas de la capacidad antioxidante entre los cuatro frutos silvestres (Figura, 11). Los resultados se compararon al reporte de **(Aldaba et al., 2016)** la capacidad antioxidante del arándano azul (*Vaccinium corymbosum L.*) 23200 $\mu\text{g Eq}^* \text{ Trolox /100 g de fruta fresca}$, éste fue similar a la capacidad antioxidante del fruto Machamacha 23328.90 $\mu\text{g Eq}^* \text{ Trolox /100 g fruta fresca}$, pero mucho menor que del fruto de frambuesa silvestre 25010.87 $\mu\text{g Eq}^* \text{ Trolox/ 100 g fruta fresca}$, según los reportes de **(Chordi, 2013)** la capacidad antioxidante de fresa fue un rango comprendido entre 12903 y 14164 $\mu\text{g Eq}^* \text{ Trolox/100 g fruto fresco}$ a comparación de este reporte la frambuesa silvestre es 2 veces mayor que la fresa, también los reportes según **(Cantillano et al., 2012)** de la capacidad antioxidante de frutillas de variedad camino real 4670 y camarosa 5070 ($\mu\text{g Eq}^* \text{ Trolox /100 g fruto fresco}$) y por **(Lillo, et al., 2016)** quien determinó cuatro berries nativos y el

arándano que mostraron resultados de la capacidad antioxidante de la siguiente manera: los frutos de arándano (*V. corymbosum*) 2640 y los nativos como (*L. apiculata*) 4930 , (*B. darwinii*) 5220, (*A. chilensis*) 7770 , (*U. molinae*) 5280 expresados en ($\mu\text{g Eq}^* \text{ Trolox} / 100 \text{ g de fruto fresco}$) esto demostró que los frutos nativos tienen mayor capacidad antioxidante que el de arándano, mientras que **(Fabiani et al., 2013)** reportó la capacidad antioxidante para el fruto arándano (*Vaccinium corymbosum* L) de 6452 $\mu\text{g Eq}^* \text{ Trolox} / 100 \text{ g fruto fresco}$, obtuvo mucho mayor que el anterior reporte del fruto (*V. corymbosum*) 2640 ($\mu\text{g Eq}^* \text{ Trolox} / 100 \text{ g de fruto fresco}$) por **(Lillo, et al., 2016)**; por otro lado **(Gaviria et al., 2012)** estudió la capacidad antioxidante del fruto Mortiño (*Vaccinium meridionale* Sw.) 3750 $\mu\text{g Eq}^* \text{ Trolox} / 100 \text{ g fruto fresco}$, de esta manera diferentes autores reportaron los resultados de la capacidad antioxidante para los frutos de frambuesa comercial, Arándanos, mora, mortiño y otros berries que realizando las comparaciones correspondientes con los resultados de la presente investigación, la capacidad antioxidante de los cuatro frutos silvestres presentaron valores de 3 a 4 veces más altos.

4.3. Resultados y discusiones de compuestos fenólicos de los frutos silvestres

Tabla 25: Resultados del contenido de fenoles totales de los frutos silvestres

Frutos silvestres	Fenoles totales (mg AGE /100 g fruto fresco) ($\bar{X} \pm S$)		
Machamacha	5187.77	\pm	5.64
Condorpausan	4707.21	\pm	7.67
Alaybilí	4817.80	\pm	5.12
Frambuesa silvestre	5370.42	\pm	3.23

\bar{X} : Promedio de 5 repeticiones **S**: Desviación estándar

La tabla 25 muestra los resultados del contenido de Fenoles Totales de los cuatro frutos silvestres en estudio. Dado que se utilizó como estándar de fenoles el ácido gálico (Anexo, 09), los resultados están expresados en (mg de ácido gálico equivalente (AGE) /100 g fruto fresco) en promedio de cinco repeticiones que se pueden apreciar en el anexo 6. El contenido total de fenol mayor le correspondió al fruto de Frambuesa silvestre 5370.42, seguido por Machamacha con 5187.77 y los frutos de Alaybilí 4817.80 y Condorpausan 4707.21 (mg AGE /100 g fruto fresco) se vieron con menor cantidad de Fenoles Totales. La gráfica de estos resultados se muestra en la figura 12.

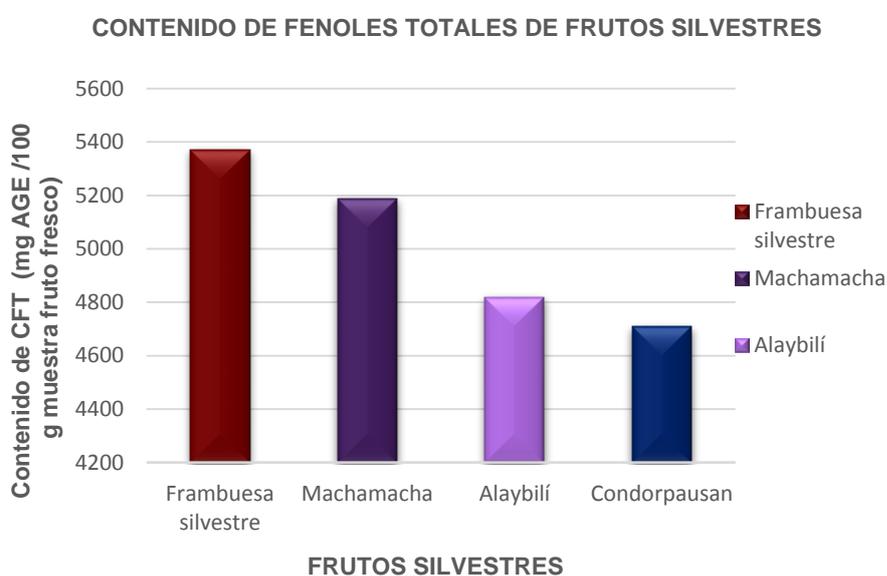


Figura 12: Gráfica de resultados de los compuestos fenólicos de los frutos silvestres

Los resultados de análisis estadístico mediante el análisis de varianza ANOVA el valor- p resultó ser menor que 0.05 nivel de significancia tal como se muestra en el Anexo 16, por lo tanto se rechazó la hipótesis nula y se demostró que existe una diferencia estadísticamente significativa de los compuestos fenólicos entre los frutos silvestres al 95 % del nivel de confianza y para la verificación de cuales medias son diferentes se analizó los rangos múltiples mediante la comparación de medias con LSD Fisher que se observan en la Figura 13.

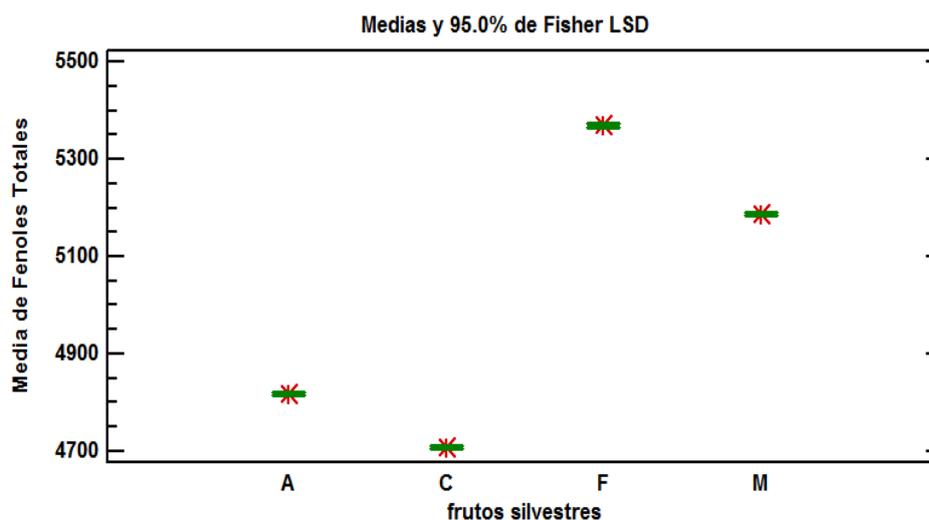


Figura 13: Comparación de medias de los fenoles totales con LSD Fisher.

En esta figura se muestra la comparación de medias de fenoles totales con LSD Fisher de los frutos silvestres, podemos apreciar que los frutos de Alaybilí (A), Condorpausan (C), Frambuesa silvestre (F) y Machamacha (M) presentan una diferencia significativa para un nivel de confianza al 95 %, esto demuestra que el contenido de fenoles totales de cada uno de los frutos silvestres son completamente diferentes entre sí.

✓ **Discusión de resultado de los fenoles totales**

En la tabla 25 se mostraron resultados del contenido de fenoles totales en función de la cantidad equivalente de ácido gálico, los resultados mostraron un mayor contenido fenólico en el fruto de Frambuesa silvestre (F) 5370.42 (mg AGE /100 g fruto fresco) superior a los demás frutos de Machamacha (M) 5187.77, Alaybilí (A) 4817.80 y condorpausan (C) 4707.21 expresadas en (mg AGE /100 g fruto fresco). Estos resultados obtenidos por quintuplicado, fueron tabulados y evaluados a través del análisis de varianza de ANOVA, empleando diferencias mínimas significativas (LSD) de Fisher como método de comparación múltiple con un nivel de confianza del 95 %. Los cuales mostraron el (valor - $P < 0.05$) esto explica que se rechazó la hipótesis nula y se demostraron que existen diferencias estadísticamente significativas del contenido de fenoles totales entre los cuatro frutos silvestres (Figura, 13). Esta diferencia puede atribuirse a las diferentes condiciones del índice de madurez de los frutos (Pino, 2017). A comparación de los resultados según al reporte de (Gaviria et al., 2012)

para el frutos de Mortiño (*Vaccinium meridionale* Sw.) 4804 (mg AGE / 100 g fruto fresco) fueron similares al resultado obtenido de los frutos silvestres de Alaybilí (A) 4817.80 y condorpausan (C) 4707.21 (mg AGE /100 g fruto fresco), y según el reporte de **(Martínez et al., 2011)** para el fruto de *Rubus adenotrichus* Schlttl (zarzamora) fue de 2923 (mg AGE / 100 g fruto fresco) y por **(Barrios, 2007)** para el fruto de arándano cv. Elliot (*vaccinium corymbosum* l) 2454,76 mg AGE /100 g de peso fresco fueron similares; En cambio **(Cantillano et al., 2012)** cuantificó fenoles totales en dos variedades de frutillas como del fruto camino real 1182,88 y camarosa 1273, 48 (mg AGE /100 g fruto fresco) que fue similar al reporte de **(Aldaba et al., 2016)** para el arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.) cuantificó fenoles totales obteniendo como resultado 1681,02 (mg AGE /100g de Fruto fresco). Mientras el resultado de Frambuesa silvestres fue 5370.42 y Machamacha 5187.77, (mg AGE /100 g fruto fresco) fueron muy llevados a comparación del reporte según **(Martínez, 2016)** que mostró el contenido de fenoles totales para los frutos de frambuesas comerciales (tradicional de 2430 y para el ecológico de 2850 (mg AGE /100 g fruto fresco), por lo que se atribuye que los resultados de los cuatro frutos silvestres en estudio fueron clasificados como los frutos con alto contenido de fenoles totales.

4.4. Resultados y discusiones de compuestos antociánicos de los frutos silvestres

Tabla 26: Resultados del contenido de antocianinas totales de los frutos silvestres

Frutos silvestres	Contenido de antocianinas totales (mg cianidina-3-glucosido/ 100 g de fruto fresco)		
	\bar{X}	\pm	S
Machamacha	1033.184	\pm	10.90
Condorpausan	862.006	\pm	19.34
Alaybilí	914.875	\pm	18.88
Frambuesa silvestre	2013.967	\pm	20.59

\bar{X} : Promedio de 5 repeticiones **S:** Desviación estándar

La tabla 26 muestra el contenido de Antocianinas totales de los frutos silvestres en estudio. Los resultados están expresados en (mg cianidina-3-glucosido/100 g fruto fresco) en promedio de cinco repeticiones como se aprecian en anexo 7. El contenido total de antocianina en alto grado le correspondió al fruto de Frambuesa silvestre 2013.967 (mg cianidina-3-glucosido/100 g fruto fresco), seguido por Machamacha con 1033.184 luego, Alaybilí 914.875 y Condorpausan con 862.006 (mg cianidina-3-glucosido/100 g fruto fresco), el contenido de antocianinas totales de estos tres últimos frutos se obtuvieron en menor cuantía a comparación del primero. La Gráfica de estos resultados se muestra en la figura 14.

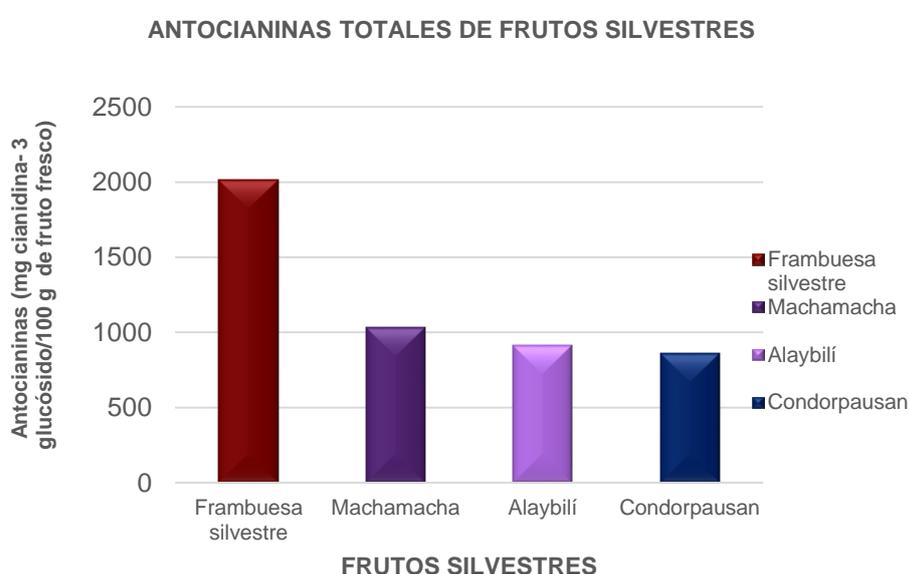


Figura 14: Gráfica de resultados de las antociánicos totales de los frutos silvestres.

Los resultados de análisis estadístico mediante el análisis de varianza ANOVA el valor- p resultó ser menor que 0.05 nivel de significancia tal como se puede apreciar en el Anexo 17, se rechazó la hipótesis nula y se demostró que existe una diferencia estadísticamente significativa del contenido de antocianinas totales entre los frutos silvestres (Frambuesa silvestre, Machamacha, Alaybilí y condorpausan) y para la verificación de cuales medias son diferentes se analizaron los rangos múltiples mediante la comparación de medias con LSD Fisher a un nivel del 95 % de confianza, que se muestra en la figura 15.

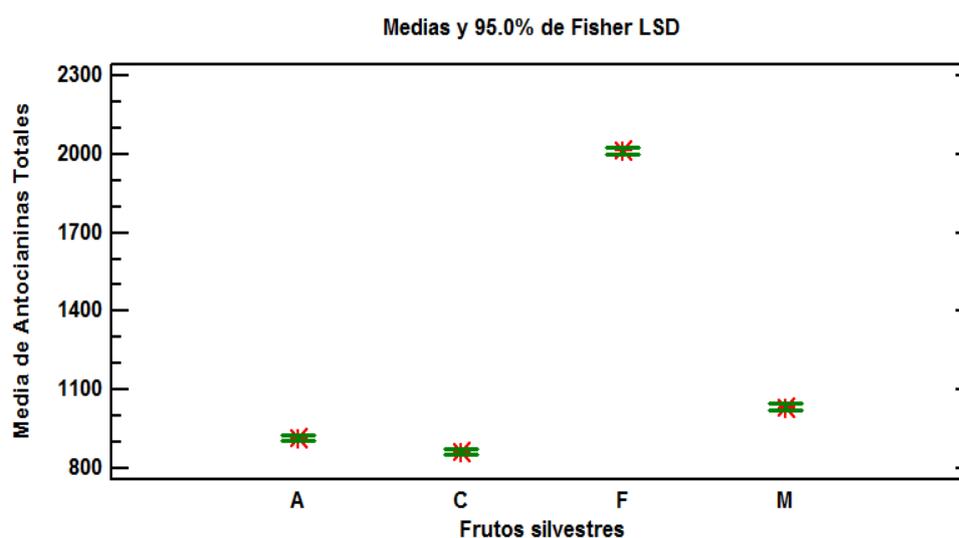


Figura 15: Comparación de medias de Antocianinas totales con LSD Fisher

En esta figura se observa la comparación de medias del contenido de antocianinas totales por LSD Fisher, en que los frutos silvestres de Alaybilí (A), Condorpausan (C) Machamacha (M) Y Frambuesa silvestre (F) presentaron diferencias estadísticamente significativos entre sí, en tanto que el fruto de Frambuesa silvestre (F) presentó una diferencia mucho mayor frente a los tres frutos A, C, M para un nivel de 95 % de confiabilidad.

✓ **Discusión de resultado antocianininas totales**

En la tabla 26 se muestra el contenido de antocianinas totales, Los resultados mostraron mayor contenido antociánico en el fruto de Frambuesa silvestre (F) 2013.967 (mg cianidina-3-glucosido/100 g de fruto fresco) un nivel muy alto a comparación de los frutos de Machamacha (M) 1033.184, Alaybilí (A) 914.875 y condorpausan (C) 862.006 expresadas en (mg cianidina-3-glucosido/100 g de fruto fresco), éstas fueron analizados por quintuplicado que fueron tabulados y evaluados a través de análisis de varianza de ANOVA en la que mostraron el (valor- $P < 0.05$) esto explica que se rechazó la hipótesis nula y empleando diferencias mínimas significativas (LSD) de Fisher como método de comparación múltiple con un nivel de confianza del 95 % se demostraron que existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto al contenido de antocianinas totales entre los cuatro frutos silvestres (figura, 15). En comparación a los reportes de (Aroni, 2013)

en fruto silvestre de capachu encontró (2026.201 mg cianidina-3-glucosido /100 g) y para cheqche (2306.297 mg cianidina-3-glucosido /100 g), estos reportes fueron similares al que se obtuvo para el fruto de Frambuesa silvestre (F) 2013.967 (mg cianidina-3-glucosido/100 g fruto fresco), también el mismo autor nos reportó sobre el contenido antociánico para el fruto de huancachu (1271.809 mg cianidina-3-glucosido/100 g) este resultado fue similar al fruto de Machamacha (M) 1033.184 (mg cianidina-3-glucosido/100 g fruto fresco); Mientras el reporte que nos muestra para el fruto de alaybilí fue (319.170 mg cianidina-3-glucosido/100 g), que al ser comparado con el resultado encontrado del contenido de antocianina para Alaybilí (A) de 914.875 (mg cianidina-3-glucosido/100 g fruto fresco) fue mucho mayor, casi 3 veces mayor al reportado, esta diferencia se puede atribuirse debido a que en el presente estudio se determinó en fruto fresco, mientras que **(Aroni, 2013)** reportó los contenidos antociánicos en frutos deshidratados. Según **(Martínez et al., 2011)** reportó el contenido de antocianinas para el fruto de *Rubus adenotrichus Schlttdl* (zarzamora) de 680 mg de cianidina-3-glucósido en 100 g peso fresco, esto fue similar a nuestro resultado del fruto de condorpausan (C) 862.006 (mg cianidina-3-glucosido/100 g de fruto fresco); También **(Barrios, 2007)** reportó del fruto de arándano cv. Elliot (*vaccinium corymbosum l*) 521,71 (mg cianidina-3-glucósido/100 g fruto fresco) y según **(Cuenca, 2017)** cuantificó antocianinas del fruto de mora variedad Brazo de 480.0 (mg cianidina-3-glucósido/100 g fruto fresco). Como se reflejó los resultados en comparación a los diferentes valores reportados por otros autores, los cuatro frutos silvestres en estudio fueron similares y representaron con mayor contenido de antocianinas totales.

CONCLUSIONES

- ✓ Todos los frutos silvestres de la presente investigación, demostraron ser una fuente importante de antioxidantes, especialmente el fruto silvestre que mostró mayor nivel de capacidad antioxidante fue *Rubus roseus* Poir (Frambuesa silvestre) entre las que mostraron menor nivel de capacidad antioxidante como la *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer (Machamacha), *Vaccinium Floribundum* Kunth (Alaybilí) y *Monnina vargassi* Ferreyra (Condorpausan) respectivamente.
- ✓ El fruto silvestre con mayor contenido de fenoles totales correspondió a *Rubus roseus* Poir (Frambuesa silvestre) seguido por *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer (Machamacha) y los valores de los frutos del *Vaccinium floribundum* Kunth (Alaybilí), *Monnina vargassi* Ferreyra (Condorpausan) fueron menores.
- ✓ En cuanto al contenido de antocianinas totales, el fruto que resaltó con un valor muy alto fue *Rubus roseus* Poir (Frambuesa silvestre) a diferencia de los frutos de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer (Machamacha), *Vaccinium floribundum* Kunth (Alaybilí), *Monnina vargassi* Ferreyra (Condorpausan) quienes mostraron valores moderados.
- ✓ Podemos destacar que la alta capacidad antioxidante del fruto *Rubus roseus* Poir (Frambuesa silvestre) nos permite entender como el fruto con mayor captación de radicales libres, de igual manera destacó por su alto contenido de fenoles totales y antocianinas totales, no obstante los frutos silvestres de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer (Machamacha), *Vaccinium floribundum* kunth (Alaybilí) y *Monnina vargassi* Ferreyra (Condorpausan) también han demostrado su elevado nivel de capacidad antioxidante, contenido de fenoles totales y antocianicos a comparación de otros frutos comerciales estudiados por diferentes autores, por lo que nos permitirá preservar, revalorar a estos frutos silvestres antes desconocidas.

RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar estudios de identificación de antocianidinas de los frutos silvestres del presente estudio mediante equipos sofisticados.
- ✓ Determinar la capacidad antioxidante en comparación a otras metodologías como ABTS, FRAP, ORAC y métodos directos.
- ✓ Realizar estudios de los compuestos bioactivos con espectrometría de masas de manera más exhaustiva.
- ✓ Determinar el contenido de flavonoides de estos frutos silvestres.
- ✓ Realizar el análisis proximal y bromatológico de estos frutos silvestres.
- ✓ Promover su valor agregado y estudiar su valoración económica con nivel comercial sobre estos frutos silvestres
- ✓ Para conseguir los frutos silvestres del presente estudio, en mayor cantidad, es preferible encontrarlos en los meses de Enero a Abril.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ **Agudo, L. (2010).** Técnicas para la determinación de compuestos antioxidante en alimentos. — ISSN: 1989-9041, autodidacta
- ✓ **Aguilera, et al., (2011).** Propiedades funcionales de las antocianinas. Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Juárez del Estado de Durango. Mexico.
- ✓ **Aldaba, et al., (2016).** FUNCIONALIDAD DEL ARÁNDANO AZUL (*Vaccinium corymbosum* L.). Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Autónoma de Zacatecas Francisco García Salinas. Zacatecas, Mexico. Recuperado en <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/1/3/73.pdf>.
- ✓ **Álvarez, et al., (2011).** Los alimentos funcionales, una oportunidad para una mejor salud. Libro 1ra edición. Madrid- España.
- ✓ **AOAC, (2003).** Métodos de análisis de la asociación oficial de química analítica para determinar humedad, fibra, cenizas, grasa y proteína. Washington, U.S.A.
- ✓ **AOAC, (2005).** Asociación de químicos analíticos oficiales. Comité del Codex sobre frutas y hortalizas. Washington. Recuperado en ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/CCPFV/CCPFV20/pf00_07s.pdf.
- ✓ **AOAC. (1990).** Asociación of oficial Analytical Chemistts. Oficial methods of Analysis. Gaithersburg.
- ✓ **Aparcana, et al., (2014).** Evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto de *Physalis peruviana* “aguaymanto” de diferentes lugares geográficos del Perú. Tesis de grado de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional Mayor San Marcos. Lima-Perú.
- ✓ **Armenteros, et al., (2012).** Empleo de antioxidantes naturales en productos cárnicos. Eurocarne. (207): 63– 73.

- ✓ **Aroni, J. (2013)** .Evaluación de la estabilidad de antocianinas presentes en los frutos de *hesperomeles escalloniifolia schtdl* (capachu), *berberis cummutata eichler* (huancachu), *berberis humbertiana j.f. macbr* (cheqche) y *Vaccinium floribundum kunth* (alaybilí) frente al ph y temperatura. Tesis de pregrado. Universidad Nacional José María Arguedas. Andahuaylas-Perú.

- ✓ **Astrid, G. G. (2008)**. Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: Ciênc. Tecnol. Aliment. Revisión, Acta Biológica Colombiana, 13(3), 27-3.

- ✓ **Babor, et al., (1956)**. Química general moderna. 5ta ed. Manuel Marín y Cía, Barcelona, España. 902p.

- ✓ **Barrera, F. (2012)**. Determinación de fenoles y capacidad antioxidante total de manzana, pera y Arandano en diferentes estados de conservación. Tesis de pregrado Facultad de ciencias de la salud- Universidad Talca- Chile.

- ✓ **Barrios, J.O. (2007)**. Efectos sobre las características físicas y químicas de frutos de arándano cv. Elliot (*vaccinium corymbosum* l) bajo mallaje de sombra para el control de la madurez. Tesis de maestría. Universidad Austral de Chile. Recuperado en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/egb275e/doc/egb275e.pdf>

- ✓ **Brack, A. (2000)**. Perú biodiversidad y biocomercio: situación actual y potencial. CONAM - UNCTAD -biotrade. Lima- Perú.

- ✓ **Brand-Williams, et al., (1995)**. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Food Sci Technol.; 20: 25-30.

- ✓ **Burin, et al., (2010)**. Color, contenido fenólico y Biocompuestos.

- ✓ **Cantillano, et al., (2012)**. Actividad antioxidante, compuestos fenólicos y ácido ascórbico de frutillas en dos sistemas de producción. Art, Recuperado en <http://www.scielo.br/pdf/hb/v30n4/v30n4a10.pdf>.

- ✓ **Cárdenas, et al., (2015).** Frutas tropicales: fuente de compuestos bioactivos naturales en la industria de alimentos. Universidad de Córdoba. Revista de la Facultad de Ingeniería “Ingenium”, vol. 17.
- ✓ **Chávez, G. (2011).** Evaluación de la actividad antihipertensiva de nutraceuticos de fresa silvestre y comercial. Tesis de maestría. Instituto politécnico nacional. Jiquilpan Michoacán.
- ✓ **Cheyrier, V. (2005).** **Determinación de polifenoles con métodos** convencionales y supercríticos de arándano (***Vaccinium corymbosum L.***). Departamento de Ciencias Químicas. Recuperado en [https:// researchgate.net/publication /257409196](https://researchgate.net/publication/257409196).
- ✓ **Chordi, S. (2013).** Contenido fenólico y capacidad antioxidante de fresa mínimamente procesada sometida a tratamientos de conservación por pulsos de luz de alta intensidad. Trabajo de Grado. Universidad de Lérida. España. Recuperado en <http://repositori.udl.cat/bitstream/handle/10459.1/47159/schordib.pdf?sequence=1>.
- ✓ **Criado, et al., (2009).** Vitaminas y antioxidantes servicios de Medicina Interna y Urgencias. Actualizaciones el médico. Departamento de Medicina de la Universidad Autónoma de Madrid.
- ✓ **Cuenca, J.A. (2017).** Evaluación de las características físico químicas del colorante de mora, extraído con microondas a diferente niveles de tiempo y potencia, Tesis de grado. Universidad Central Del Ecuador. Quito.
- ✓ **Cuevas, E. (2011).** Evaluación del potencial nutraceuticos de zarzamora silvestre y mejorada. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma de Querétaro.
- ✓ **Fabiani, G., et al. (2013).** Evaluación del contenido de antioxidantes en extractos convencionales y supercríticos de arándano (***Vaccinium corymbosum L.***). Art. Departamento de Ciencias Químicas,

Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

- ✓ **Fennema, O. R. (2000).** Química de los alimentos. Libro 2da edición. editorial Acribia, S.A. Zaragoza España.
- ✓ **Fisher, G, et al., (1999).** Calidad y madurez de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en relación con la coloración del fruto. Agronomía Colombiana. Consultada 05 de Marzo 2017. Disponible en <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/25079>.
- ✓ **Garzón, G. (2008).** Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: revisión. Acta Biológica Colombiana, 13: 27–36.
- ✓ **Gaviria, et al., (2012).** Cambios en la Actividad Antioxidante en Frutos de Mortiño (*Vaccinium meridionale Sw.*) durante su Desarrollo y Maduración. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179924340019>.
- ✓ **Giusti, et al., (2001).** *Characterization and measurement with UVvisible spectroscopy*, Current protocols in food analytical chemistry, John Wiley & Sons, Inc.
- ✓ **Gómez, M. (2010).** Desarrollo y evaluación de estrategias analíticas para la caracterización de compuestos bioactivos en alimentos funcionales. Tesis de doctoral. Facultad de Ciencias química analítica. Universidad de granada. Granada.
- ✓ **Gutiérrez, et al., (2012).** Análisis y diseño de experimentos. Libro, 3ra edición, Edit: McGraw- Hill/Interamericana, S.A.de C.V. Mexico.
- ✓ **Hill, et al., (2000).** Química para el nuevo milenio. 8va ed. Prentice Hall Hispanoamericana, Naucalpan de Juárez, México. 651p.

- ✓ **Horbowicz, et al., (2008).** Anthocyanins of Fruits and Vegetables-their occurrence, analysis and role in human nutrition. *Vegetables Crops Research Bulletin*, 68:5-22.
- ✓ **ISO, (2003).** International Organization for Standardization (ISO) Productos de frutas y hortalizas - Determinación de sólidos solubles - Método refracto métrico. Recuperado en <https://www.iso.org/standard/35851>.
- ✓ **Lema, C. (2009).** Plantas y frutos silvestres comestibles. C.c Archivo de Asociación Nacional para la Defensa, Recuperación y Estudio terapéutico de la raza Asnal (A.N.D.R.E.A)- España.
- ✓ **Leyva, D.E. (2009).** Determinación de antocianinas, fenoles totales, actividad antioxidante en licores y fruto de mora. Tesis pregrado, ingeniero de alimentos. Universidad Tecnológica de la Mixteca. México. Recuperado en http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/10876.pdf
- ✓ **Lillo, et al., (2016).** Cuantificación espectrofotométrica de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en distintos berries nativos del Cono Sur de América. *Revista de Scielo*. Recuperado en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/ria/v42n2/v42n2a09.pdf>.
- ✓ **Manach, et al., (2009)** .The complex between dietary phytoche human health deciphered by metabolimmics. *Mol. Nutr. food res*, 53, 1303-1315.
- ✓ **Márquez, G.C. (2011).** Capacidad antioxidante y caracterización estructural de las antocianinas de los frutos rojos de *Prunus domestica* L., *Ficus carica* L. y *Vitis vinifera* L. c.v. "red globe" cultivados en Perú, Tesis de grado magíster. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima Perú.
- ✓ **Marquéz, M. (2011).** Capacidad antioxidante y caracterización estructural de las antocianinas de los frutos rojos de *Prunus domestica* L., *Ficus carica* L. y *Vitis vinifera* L. C.V. "red globe" cultivados en Perú.

Tesis de maestría. Universidad Mayor de San Marcos. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Lima-Perú.

- ✓ **Martínez, A. (2016).** Evaluación de la actividad antioxidante de frambuesas comerciales. Trabajo de fin de pregrado. Facultad de ciencias Área de Fisiología Vegetal. Universidade da Coruña. Recuperado en http://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/17458/CesMartinez_Alejandro_TFG_2016.pdf?sequence=2.
- ✓ **Martínez, et al., (2008).** Propiedades Fisicoquímicas de Seis Variedades de Fresa (*Fragaria ananassa*) que se Cultivan en Guanajuato, recuperado en file:///C:/Users/TANIA/Downloads/A071.pdf.
- ✓ **Martínez, et al., (2011).** Antocianinas y actividad antirradicales libres de *Rubus adenotrichus* Schldl (zarzamora). Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas. pp 3-7. Recuperado en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=5792278300>.
- ✓ **Mendoza et al., (2012).** Caracterización físico química de la uchuva (*physalis peruviana*) en la región de Silvia Cauca. Recuperado en <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n2/v10n2a22.pdf>.
- ✓ **Miquel, et al., (1989).** Historical introduction of free radical and antioxidants biomedical researcj. CRC Handbook of free radicals and antioxidants. Vol 1. Boca Ratón, FL: CRC.
- ✓ **Mosquera, A. (2009).** Actividad antioxidante e inhibición de la peroxidación lipídica de extractos de frutos de mortiño (*Vaccinium meridionale* Sw). Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas. Colombia. Recuperado en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=856174610>.
- ✓ **Ormazábal, F.A. (2014).** Capacidad antioxidante de extractos secos provenientes de Berries: maqui (*Aristotélica chilensis*), murtila (*Ugni molinae*) y arándano (*Vaccinium corymbosum*). Tesis de pregrado. Universidad de Chile- Santiago de Chile.

- ✓ **Peña, et al., (2006)** .Contenido de antocianinas totales y actividad antioxidante en frutos de frambuesa (*rubus idaeus l.*) con diferente grado de maduración. Revista Chapingo Serie Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo. Mexico. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60912205>.
- ✓ **Pino, C.M. (2017)**. Descripción del desarrollo vegetativo y de las características físicas y químicas de los frutos de cuatro clones de arándano alto (*Vaccinium corymbosum L.*). Tesis de pregrado. Universidad Austral de Chile. Valdivia-Chile. Visto en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/fap657d/sources/fap657d.pdf>.
- ✓ **Pratico, et al., (2000)**. Oxidative injury, in diseases of the central nervous system: Revist the Nature Med. 577-585.
- ✓ **Price, et al., (2017)**. Efecto del refrigerado y congelado en el contenido de polifenoles totales, antocianinas y actividad antioxidante de arándanos (*Vaccinium Corymbosum*, Variedad “Biloxi”) cultivados en diferentes microclimas de Perú, Tesis de grado. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas- Lima Perú. Recuperado en <http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/62109/5/Ar%C3%A1ndanos-2017-Cybertesis+%281%29.pdf>.
- ✓ **Puzanowska, H. (2009)**. Biological function of some elements and their compounds. Rev. Selenium organic compounds.; 159 (9): 249.
- ✓ **Reátegui, et al., (2014)**.Actividad antioxidante In vitro, determinación de polifenoles totales de raíz de *Physalis angulata L.* (bolsa mullaca) Iquitos – 2013. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de la Amazonia peruana. Iquitos-Perú.
- ✓ **Reynaga, A. (2003)**. Tasas de deforestación y uso de la diversidad florística del bosque de kankarhuay de Pacucha. Tesis de pregrado, Facultad de ciencias biológicas, carrera profesional de biología, UNSAAC, Perú.

- ✓ **Ronald, P. (2005).** Standardized methods for the determination of Antioxidant Capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Rev. Agric. food chem.* 53, 4290-4302.

- ✓ **Santacruz, L. A., (2011).** Análisis químico de antocianinas en frutos silvestres colombianos. Tesis de maestría. Universidad nacional de Colombia, facultad de ciencias. Bogotá- Colombia.

- ✓ **Singleton, et al., (1999).** Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of the Folin–Ciocalteu reagent. *Meth Enzymol.*

- ✓ **Urango, et al., (2009).** Efecto de los compuestos bioactivos de algunos alimentos en la salud. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia. pp 27-38.

- ✓ **Zadernowki, et al., (2005).** Phenolics acid profiles in some small Berries. *Journal of agriculture and food Chemistry* 53-2118-2124.

ANEXOS

ANEXO 1: Cálculos de resultados de la humedad de los frutos silvestres

Frutos silvestres	pmh (g)	pms (g)	%	% humedad	\bar{X}	$\pm S$
Machamacha	10.033	1.724	100	82.817	82.81	± 0.02
	10.034	1.725	100	82.808		
	10.032	1.723	100	82.825		
	10.033	1.726	100	82.797		
	10.035	1.728	100	82.780		
Condorpausan	10.016	2.141	100	78.629	78.607	± 0.01
	10.014	2.143	100	78.600		
	10.013	2.142	100	78.608		
	10.017	2.144	100	78.596		
	10.015	2.143	100	78.602		
Alaybilí	10.026	2.553	100	74.535	74.528	± 0.01
	10.024	2.554	100	74.521		
	10.025	2.552	100	74.544		
	10.023	2.555	100	74.509		
	10.024	2.553	100	74.531		
Frambuesa silvestre	10.046	1.728	100	82.801	82.793	± 0.02
	10.045	1.726	100	82.817		
	10.043	1.732	100	82.754		
	10.044	1.729	100	82.786		
	10.045	1.727	100	82.807		

ANEXO 2: Cálculos de los resultados del pH y solidos solubles (° Brix) de los frutos silvestres

Frutos silvestres	pH	\bar{X}	\pm	S	° (Brix)	\bar{X}	\pm	S
Machamacha	3.3	3.1	\pm	0.5	4	4.34	\pm	0.2
	2.9				4.3			
	3.4				4.5			
	2.4				4.3			
	3.5				4.6			
Condorpausan	5.0	4.9	\pm	0.16	9	9.12	\pm	0.1
	5.1				9.1			
	4.7				9			
	4.9				9.3			
	4.8				9.2			
Alaybilí	2.9	2.96	\pm	0.25	4	4.28	\pm	0.2
	2.8				4.2			
	3.4				4.4			
	2.8				4.5			
	2.9				4.3			
Frambuesa silvestre	2.7	2.7	\pm	0.16	9.4	9.34	\pm	0.4
	2.6				9.5			
	2.8				9.6			
	2.9				9.5			
	2.5				8.7			

ANEXO 3: Cálculo de resultados del acidéz total de los frutos silvestres

Frutos silvestre	N	á. cítrico g/meq	V (gasto del alcalí) ml	pH (Neutralizad)	Peso de muestra en g(p)	%	% Ácidéz total (g ácido cítrico)	\bar{X}	\pm	S
Machamacha	0.1	0.064	2.65	8.1	10.02	100	0.17	0.17	\pm	0.00
	0.1	0.064	2.71	8.3	10.02	100	0.17			
	0.1	0.064	2.67	8.4	10.02	100	0.17			
	0.1	0.064	2.68	8.6	10.02	100	0.17			
	0.1	0.064	2.72	8.5	10.02	100	0.17			
Condorpausan	0.1	0.064	2.4	8.3	10.01	100	0.15	0.16	\pm	0.01
	0.1	0.064	2.7	8.4	10.01	100	0.17			
	0.1	0.064	2.4	8.3	10.01	100	0.15			
	0.1	0.064	2.5	8.4	10.01	100	0.16			
	0.1	0.064	2.6	8.5	10.01	100	0.17			
Alaybilí	0.1	0.064	3.02	8.4	10.02	100	0.19	0.21	\pm	0.03
	0.1	0.064	3.03	8.3	10.03	100	0.19			
	0.1	0.064	3.05	8.4	10.01	100	0.20			
	0.1	0.064	3.04	8.6	10.01	100	0.19			
	0.1	0.064	3.96	8.5	10.05	100	0.25			
Frambuesa silvestre	0.1	0.064	13	8.3	10.03	100	0.83	0.82	\pm	0.08
	0.1	0.064	10.9	8.6	10.03	100	0.70			
	0.1	0.064	13.8	8.4	10.03	100	0.88			
	0.1	0.064	12.9	8.5	10.03	100	0.82			
	0.1	0.064	14	8.3	10.03	100	0.89			

ANEXO 4: Cálculos de resultado del índice de madurez de los frutos silvestres

Frutos silvestres	Solidos solubles totales (SST)	Acidéz total Titulable (ATT)	Índice de madurez (I.M)	\bar{X}	\pm	S
Machamacha	4	0.17	23.63	25.29	\pm	1.18
	4.3	0.17	24.84			
	4.5	0.17	26.39			
	4.3	0.17	25.12			
	4.6	0.17	26.48			
Condorpausan	9	0.15	58.65	56.71	\pm	2.62
	9.1	0.17	52.71			
	9	0.15	58.65			
	9.3	0.16	58.18			
	9.2	0.17	55.34			
Alaybilí	4	0.19	20.74	21.05	\pm	2.41
	4.2	0.19	21.72			
	4.4	0.20	22.56			
	4.5	0.19	23.15			
	4.3	0.25	17.05			
Frambuesa silvestre	9	0.83	10.85	11.39	\pm	1.45
	9.5	0.70	13.66			
	9.7	0.88	11.02			
	9.6	0.82	11.66			
	8.7	0.89	9.74			

ANEXO 5: Cálculos de los resultados de la capacidad antioxidante de los frutos silvestres

Frutos silvestres	Abs de Solución de DPPH	Abs blanco (517 nm)	Abs Muestra (517 nm)	Δ Abs(blanco - muestra)(517 nm)	m	b	bx	ml muestra	μ g Trolox	peso de muestra (p) en (g)	F D	Capacidad antioxidante (μ g Eq* Trolox /100 g muestra de fruto fresco)	\bar{X}	\pm	S
Machamacha	1.102	1.062	0.206	0.856	9114.4	14.8	7787.126	20	0.25	10.001	6	23359.043	23328.90	\pm	43.33
	1.102	1.062	0.207	0.855	9114.4	14.8	7778.012	20	0.25	10.004	6	23324.706			
	1.102	1.062	0.208	0.854	9114.4	14.8	7768.898	20	0.25	10.003	6	23299.703			
	1.102	1.062	0.205	0.857	9114.4	14.8	7796.241	20	0.25	10.002	6	23384.046			
	1.102	1.062	0.209	0.853	9114.4	14.8	7759.783	20	0.25	10.001	6	23277.022			
Condorpausan	1.110	1.056	0.255	0.801	9114.4	14.8	7285.834	20	0.25	10.003	6	21850.948	21924.65	\pm	54.26
	1.110	1.056	0.250	0.806	9114.4	14.8	7331.406	20	0.25	10.002	6	21989.821			
	1.110	1.056	0.253	0.803	9114.4	14.8	7304.063	20	0.25	10.001	6	21909.999			
	1.110	1.056	0.251	0.805	9114.4	14.8	7322.292	20	0.25	10.001	6	21964.680			
	1.110	1.056	0.253	0.803	9114.4	14.8	7304.063	20	0.25	10.002	6	21907.808			
Alaybilí	1.101	1.046	0.204	0.842	9114.4	14.8	7659.525	20	0.25	10.003	6	22971.683	22902.90	\pm	55.87
	1.101	1.046	0.209	0.837	9114.4	14.8	7613.953	20	0.25	10.002	6	22837.291			
	1.101	1.046	0.208	0.838	9114.4	14.8	7623.067	20	0.25	10.002	6	22864.629			
	1.101	1.046	0.207	0.839	9114.4	14.8	7632.182	20	0.25	10.001	6	22894.255			
	1.101	1.046	0.205	0.841	9114.4	14.8	7650.410	20	0.25	10.002	6	22946.642			
Frambuesa silvestre	1.102	1.047	0.132	0.915	9114.4	14.8	8324.876	20	0.25	10.003	6	24967.138	25010.87	\pm	57.01
	1.102	1.047	0.130	0.917	9114.4	14.8	8343.105	20	0.25	10.004	6	25019.307			
	1.102	1.047	0.129	0.918	9114.4	14.8	8352.219	20	0.25	10.002	6	25051.647			
	1.102	1.047	0.128	0.919	9114.4	14.8	8361.334	20	0.25	10.003	6	25076.478			
	1.102	1.047	0.133	0.914	9114.4	14.8	8315.762	20	0.25	10.003	6	24939.803			

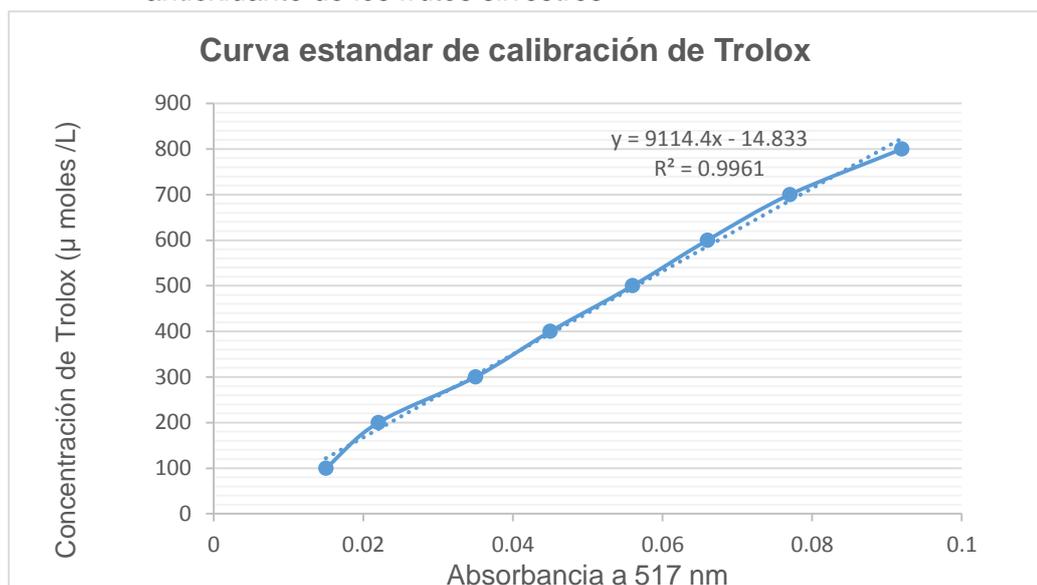
ANEXO 6: Cálculos de los resultados de fenoles totales de los frutos silvestres

Frutos silvestres	Abs Muestra	a= 0.0929	b= -0.0096	Y	Dilución (2 ml extracto en 20 ml metanol)	V (ml)	P (g)	C.F.T en (mg AGE /100 g fruta fresca)	\bar{X}	\pm	S
Machamacha	2.703	0.0929	0.0096	0.24151	11	20	1.023	5193.7355	5187.7750	\pm	5.6447268
	2.696	0.0929	0.0096	0.24086	11	20	1.021	5189.8970			
	2.698	0.0929	0.0096	0.24104	11	20	1.024	5178.6840			
	2.701	0.0929	0.0096	0.24132	11	20	1.023	5189.7398			
	2.697	0.0929	0.0096	0.24095	11	20	1.022	5186.8186			
Condorpausan	2.429	0.0929	0.0096	0.21605	11	20	1.012	4696.8283	4707.2096	\pm	7.6668906
	2.438	0.0929	0.0096	0.21689	11	20	1.013	4710.3499			
	2.435	0.0929	0.0096	0.21661	11	20	1.013	4704.2971			
	2.434	0.0929	0.0096	0.21652	11	20	1.012	4706.9261			
	2.437	0.0929	0.0096	0.21680	11	20	1.011	4717.6465			
Alaybilí	2.482	0.0929	0.0096	0.22098	11	20	1.010	4813.3778	4817.8034	\pm	5.1154115
	2.486	0.0929	0.0096	0.22135	11	20	1.012	4811.9435			
	2.485	0.0929	0.0096	0.22126	11	20	1.009	4824.2250			
	2.488	0.0929	0.0096	0.22154	11	20	1.011	4820.7462			
	2.487	0.0929	0.0096	0.22144	11	20	1.011	4818.7246			
Frambuesa silvestre	2.732	0.0929	0.0096	0.24420	11	20	1	5372.4616	5370.4178	\pm	3.2315315
	2.729	0.0929	0.0096	0.24392	11	20	1	5366.3302			
	2.731	0.0929	0.0096	0.24411	11	20	1	5370.4178			
	2.730	0.0929	0.0096	0.24402	11	20	1	5368.3740			
	2.733	0.0929	0.0096	0.24430	11	20	1	5374.5054			

ANEXO 7: Cálculos de resultados de las antocianinas totales de los frutos silvestres

Frutos silvestres	pH 1.0		pH 4.5		Δ (Abs) Absorbancia de la muestra (A)	MW (mg/mol)	DF	E (L/cm* mol)	C (cm)	V (l)	peso de muestra (p)	Contenido de Antocianinas (p/p) (mg/g)	Contenido de Antocianinas (mg cianidina- 3 glucósido/100 g de fruto fresco)	\bar{X}	\pm	S
	A(520 nm)	A(700 nm)	A(520 nm)	A(700 nm)												
Machamacha	0.237	0.008	0.076	0.004	0.157	449900	10	26900	1	0.025	0.2511	2.614307	1041.142	1033.184	\pm	10.90
	0.236	0.008	0.077	0.005	0.156	449900	10	26900	1	0.025	0.2511	2.597656	1034.510			
	0.232	0.007	0.071	0.003	0.157	449900	10	26900	1	0.025	0.2511	2.614307	1041.142			
	0.235	0.009	0.076	0.003	0.153	449900	10	26900	1	0.025	0.2511	2.547701	1014.616			
	0.231	0.006	0.074	0.005	0.156	449900	10	26900	1	0.025	0.2511	2.597656	1034.510			
Condorpausan	0.208	0.001	0.029	0.005	0.183	449900	7	26900	1	0.025	0.2509	2.134775	850.847	862.006	\pm	19.34
	0.212	0.003	0.020	0.003	0.192	449900	7	26900	1	0.025	0.2509	2.239764	892.692			
	0.210	0.005	0.028	0.005	0.182	449900	7	26900	1	0.025	0.2509	2.123110	846.198			
	0.207	0.003	0.025	0.004	0.183	449900	7	26900	1	0.025	0.2509	2.134775	850.847			
	0.209	0.001	0.023	0.002	0.187	449900	7	26900	1	0.025	0.2509	2.181437	869.445			
Alaybilí	0.251	0.005	0.013	0.002	0.235	449900	6	26900	1	0.025	0.2519	2.340425	929.109	914.875	\pm	18.88
	0.249	0.004	0.017	0.001	0.229	449900	6	26900	1	0.025	0.2519	2.280669	905.387			
	0.250	0.003	0.019	0.003	0.231	449900	6	26900	1	0.025	0.2519	2.300588	913.294			
	0.248	0.002	0.015	0.006	0.237	449900	6	26900	1	0.025	0.2519	2.360343	937.016			
	0.246	0.006	0.018	0.003	0.225	449900	6	26900	1	0.025	0.2519	2.240832	889.572			
Frambuesa silvestre	0.448	0.003	0.010	0.004	0.439	449900	7	26900	1	0.025	0.2512	5.115012	2036.231	2013.97	\pm	20.59
	0.447	0.003	0.011	0.005	0.438	449900	7	26900	1	0.025	0.2512	5.103360	2031.593			
	0.445	0.002	0.013	0.003	0.433	449900	7	26900	1	0.025	0.2512	5.045103	2008.401			
	0.446	0.002	0.012	0.001	0.433	449900	7	26900	1	0.025	0.2512	5.045103	2008.401			
	0.441	0.004	0.011	0.002	0.428	449900	7	26900	1	0.025	0.2512	4.986845	1985.209			

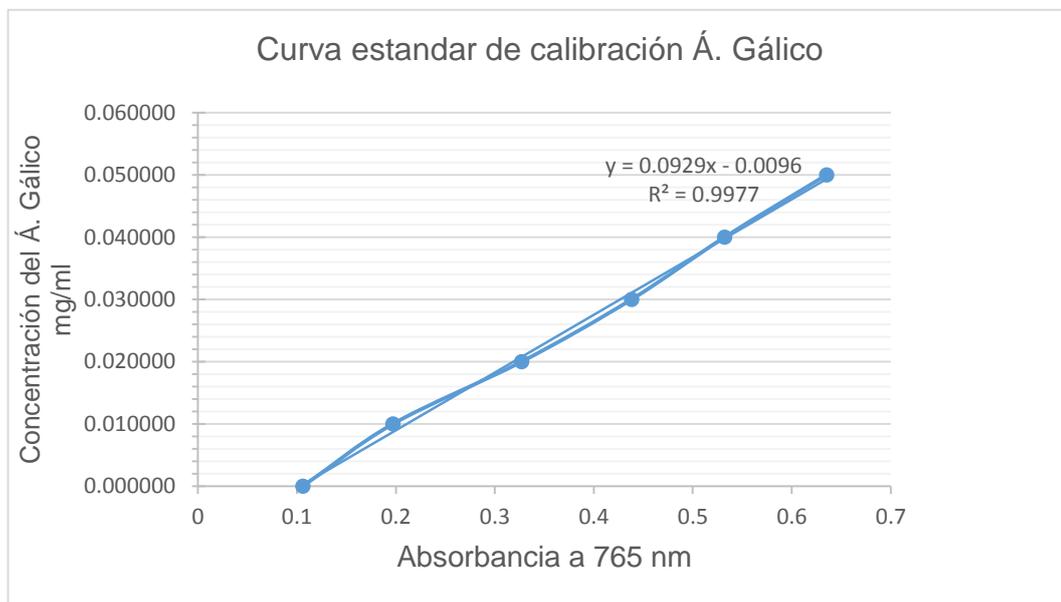
ANEXO 8: Gráfica de curva estándar de calibración de Trolox de la capacidad antioxidante de los frutos silvestres



Concentración de Trolox μ moles /L	Abs a 517 nm ($\bar{X} \pm S$)		
800	0.092	\pm	0.001
700	0.077	\pm	0.002
600	0.066	\pm	0.001
500	0.056	\pm	0.001
400	0.045	\pm	0.002
300	0.035	\pm	0.001
200	0.022	\pm	0.001
100	0.015	\pm	0.001

\bar{X} : Promedio de 5 repeticiones **S**: Desviación estándar

ANEXO 9: Gráfica de curva estándar de calibración de ácido gálico de fenoles totales de los frutos silvestres



Concentraciones de Ácido gálico (mg/ml)	Abs a 765 nm ($\bar{X} \pm S$)		
0	0.106	±	0.002
0.010000	0.197	±	0.001
0.020000	0.327	±	0.002
0.030000	0.438	±	0.001
0.040000	0.532	±	0.002
0.050000	0.635	±	0.002

\bar{X} : Promedio de 5 repeticiones **S**: Desviación estándar

ANEXO 10: Análisis de varianza ANOVA y diferencias mínimas significativas (LSD) de Fisher de la humedad de los frutos silvestres de machamacha (**M**), condorpausan (**C**), alaybilí (**A**) y frambuesa silvestre (**F**)

Tabla ANOVA para % Humedad por Frutos silvestres

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	235.773	3	78.591	248104.26	0.0000
Intra grupos	0.00506825	16	0.000316766		
Total (Corr.)	235.778	19			

Pruebas de Múltiple Rangos para % Humedad por Frutos silvestres

Método: 95.0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
A	5	74.528	X
C	5	78.6071	X
F	5	82.7931	X
M	5	82.8054	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
A - C	*	-4.07918	0.0238625
A - F	*	-8.26519	0.0238625
A - M	*	-8.27748	0.0238625
C - F	*	-4.18601	0.0238625
C - M	*	-4.1983	0.0238625
F - M		-0.0122905	0.0238625

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 11: Análisis de varianza ANOVA y diferencias mínimas significativas (LSD) de Fisher del pH de los frutos silvestres de machamacha (**M**), condorpausan (**C**), alaybilí (**A**) y frambuesa silvestre (**F**).

Tabla ANOVA para pH por Frutos silvestres

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	15.1135	3	5.03783	63.37	0.0000
Intra grupos	1.272	16	0.0795		
Total (Corr.)	16.3855	19			

Pruebas de Múltiple Rangos para pH por Frutos silvestres

Método: 95.0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
F	5	2.7	X
A	5	2.96	X X
M	5	3.1	X
C	5	4.9	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
A - C	*	-1.94	0.378034
A - F		0.26	0.378034
A - M		-0.14	0.378034
C - F	*	2.2	0.378034
C - M	*	1.8	0.378034
F - M	*	-0.4	0.378034

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 12: Análisis de varianza ANOVA y diferencias mínimas significativas (LSD) de Fisher de los sólidos solubles (°Brix) de los frutos silvestres de machamacha (**M**), condorpausan (**C**), alaybilí (**A**) y frambuesa silvestre (**F**).

Tabla ANOVA para ° Brix por Frutos silvestres

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	121.162	3	40.3873	673.12	0.0000
Intra grupos	0.96	16	0.06		
Total (Corr.)	122.122	19			

Pruebas de Múltiple Rangos para °Brix por Frutos silvestres

Método: 95.0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
A	5	4.28	X
M	5	4.34	X
C	5	9.12	X
F	5	9.34	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
A - C	*	-4.84	0.328415
A - F	*	-5.06	0.328415
A - M		-0.06	0.328415
C - F		-0.22	0.328415
C - M	*	4.78	0.328415
F - M	*	5.0	0.328415

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 13: Análisis de varianza ANOVA y diferencias mínimas significativas (LSD) de Fisher de la Acidéz de los frutos silvestres de machamacha **(M)**, condorpausan **(C)**, alaybilí **(A)** y frambuesa silvestre **(F)**.

Tabla ANOVA para la Acidéz Total por Frutos silvestres

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1.56547	3	0.521822	303.00	0.0000
Intra grupos	0.0275545	16	0.00172216		
Total (Corr.)	1.59302	19			

Pruebas de Múltiple Rangos para la Acidéz Total por Frutos silvestres

Método: 95.0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
C	5	0.161119	X
M	5	0.171561	X
A	5	0.205557	X
F	5	0.824407	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
A - C		0.0444379	0.0556396
A - F	*	-0.61885	0.0556396
A - M		0.0339959	0.0556396
C - F	*	-0.663288	0.0556396
C - M		-0.010442	0.0556396
F - M	*	0.652846	0.0556396

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 14: Análisis de varianza ANOVA y diferencias mínimas significativas (LSD) de Fisher del índice de Madurez de los frutos silvestres de machamacha (**M**), condorpausan (**C**), alaybilí (**A**) y frambuesa silvestre (**F**).

Tabla ANOVA para Índice de madurez por frutos silvestres

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	5772.47	3	1924.16	475.34	0.0000
Intra grupos	64.7673	16	4.04796		
Total (Corr.)	5837.23	19			

Pruebas de Múltiple Rangos para índice de Madurez por frutos silvestres

Método: 95.0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
F	5	11.3852	X
A	5	21.0455	X
M	5	25.2917	X
C	5	56.7093	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
A - C	*	-35.6638	2.69752
A - F	*	9.66021	2.69752
A - M	*	-4.24627	2.69752
C - F	*	45.324	2.69752
C - M	*	31.4175	2.69752
F - M	*	-13.9065	2.69752

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 15: Análisis de varianza **ANOVA** y diferencias mínimas significativas **LSD** de Fisher del nivel de la CAPACIDAD ANTIOXIDANTE de los frutos silvestres de machamacha (**M**), condorpausan (**C**), alaybilí (**A**) y frambuesa silvestre (**F**).

Tabla ANOVA para CAP. ANTIOXIDANTE por frutos silvestres

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2.48847E7	3	8.29489E6	2963.71	0.0000
Intra grupos	44781.1	16	2798.82		
Total (Corr.)	2.49295E7	19			

Pruebas de Múltiple Rangos para CAP. ANTIOXIDANTE por frutos silvestres

Método: 95.0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
C	5	21924.7	X
A	5	22902.9	X
M	5	23328.9	X
F	5	25010.9	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
A - C	*	978.248	70.9308
A - F	*	-2107.98	70.9308
A - M	*	-426.004	70.9308
C - F	*	-3086.22	70.9308
C - M	*	-1404.25	70.9308
F - M	*	1681.97	70.9308

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 16: Análisis de varianza **ANOVA** y diferencias mínimas significativas **LSD** de Fisher de FENOLES TOTALES de los frutos silvestres de machamacha (**M**), condorpausan (**C**), alaybilí (**A**) y frambuesa silvestre (**F**).

Tabla ANOVA para Fenoles Totales por frutos silvestres

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1.4483E6	3	482766.	15174.84	0.0000
Intra grupos	509.018	16	31.8136		
Total (Corr.)	1.44881E6	19			

Pruebas de Múltiple Rangos para FENOLES TOTALES por frutos silvestres

Método: 95.0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
C	5	4707.21	X
A	5	4817.8	X
M	5	5187.77	X
F	5	5370.42	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
A - C	*	110.594	7.5623
A - F	*	-552.614	7.5623
A - M	*	-369.972	7.5623
C - F	*	-663.208	7.5623
C - M	*	-480.565	7.5623
F - M	*	182.643	7.5623

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 17: Análisis de varianza **ANOVA** y diferencias mínimas significativas **LSD** de Fisher de **ANTOCIANINAS TOTALES** de los frutos silvestres de machamacha (**M**), condorpausan (**C**), alaybilí (**A**) y frambuesa silvestre (**F**).

Tabla ANOVA para **ANTOCIANINAS TOTALES** por Frutos silvestres

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	4.42881E6	3	1.47627E6	4638.90	0.0000
Intra grupos	5091.79	16	318.237		
Total (Corr.)	4.4339E6	19			

Pruebas de Múltiple Rangos para **ANTOCIANINAS TOTALES** por Frutos silvestres

Método: 95.0 porcentaje LSD

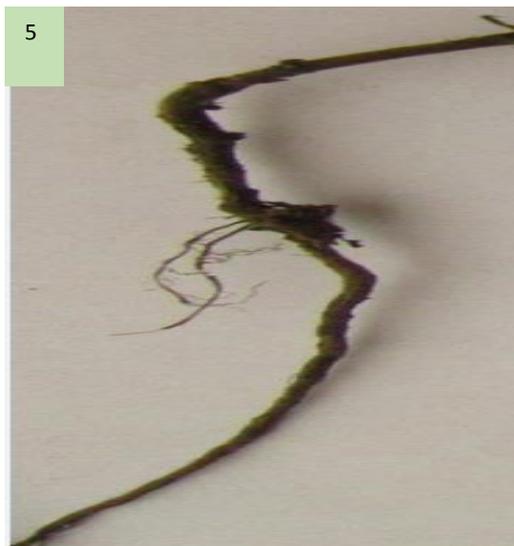
Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
C	5	862.006	X
A	5	914.876	X
M	5	1033.18	X
F	5	2013.97	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
A - C	*	52.8698	23.9179
A - F	*	-1099.09	23.9179
A - M	*	-118.308	23.9179
C - F	*	-1151.96	23.9179
C - M	*	-171.178	23.9179
F - M	*	980.783	23.9179

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 18: Imágenes de las plantas silvestres:

a. *Rubus roseus* Poir (Frambuesa silvestre)



1: Fruto. - Origen, embrionaria, Polidrupa, cono alargado, Carnosa morado rojo y polispermo, mide 7 cm de diámetro y 2 cm de altura.

2: Flor.- Color blanco, disposición, Axilar, Inflorescencia racimo de corola pentámeras.

3: Hoja.- Forma ovada, tipo compuesta imparipinada, ápice acuminado, margen dentada, consistencia coriáceas pilosa

4: Tallo.- Consistencia semileñosa, ramificación caedizas, hábitat aérea, perenne y modificado con espinas caulinares

5: Raíz.- de origen embrionaria, Pivotante, hábitat subterránea consistencia semileñosa, perenne

b. *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer (Machamacha)



5

1. Frutos.- En bayas de forma esférica, blanda, color morado y es polispermo, miden 3 cm diámetro y 1 cm altura.

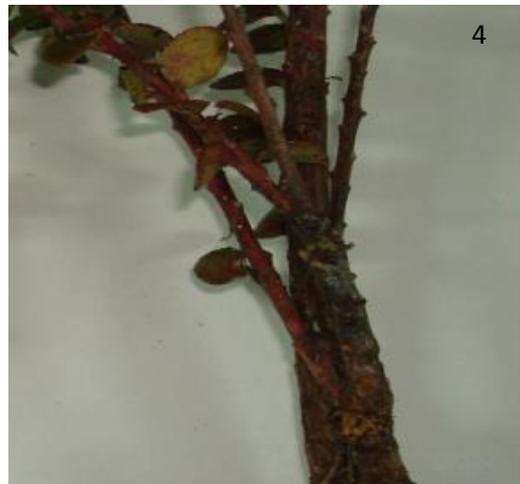
2. Flores.- de color rosada cubiertas por brácteas, campanulada de inflorescencia en racimo, corola campanulada.

3. Hojas.- Pecíolo subsésiles, alternas, base obtusa, forma obovada, agudo, denticulada, coriácea tricómosa, venación cerrada.

4. Tallos.- son semileñosas, simpódicos, aérea postrada y perennes.

5. Raíz.- de forma pivotante, subterránea, semileñosa y perenne.

c. *Vaccinium floribundum* Kunth (Alaybilí)



1. Frutos.- son embrionarias, en bayas de semillas polispermos, pulposo, de forma ovoide, color rojo, azul oscuro, mide 4cm de diámetro y 0.45 cm de altura.

2. Flor.- Color amarillo, corola campanilla colgante, inflorescencia agrupada, en racimo

3. Hojas.-forma cuneada, peciolo semisésil, ápice acuminado, dentada, consistencia lisa coriácea, venación estriada

4. Tallos.- Modificados con espinas leñosa, ramificación simpódico, aérea y perenne.

5. Raíz.- embrionaria, pivotante, subterránea y perenne.

d. *Monnina Vargassi* Ferreyra (Condorpausan)



1. Frutos.- son embrionarias en drupa, forma globular, firme y blanda, de color azul morado y es monospermo, que miden de 1.5 de diámetro y 1 cm de altura.

2. Flores.- alternas, labiadas en racimo y alternas, color lila con bordes amarillos,
3.Hojas.- son alternas, forma lanceolada, peciolado, margen entera, ápice emarginado, consistencia blanda, pinnada y base redondeada.

4. Tallos.- son semileñosas, erectos y aéreos, simpódicos y perennes.

5. Raíz.- Es embrionaria, pivotante, subterránea, semileñosa y perenne

ANEXO 19: Imágenes de la parte experimental de determinación de la capacidad antioxidante de los frutos silvestres



IMAGEN 01: PESO MUESTRAS DE FRUTOS



IMAGEN 02: MUESTRAS TRITURADAS DE LOS 4 FRUTOS



IMAGEN 03: CENTRIFUGACIÓN



IMAGEN 04: SOLUCIÓN DEL DPPH



IMAGEN 05: CONCENTRACIÓN TROLOX



IMAGEN 06: MUESTRAS PROTEGIDAS DE LUZ POR 2h



IMAGEN 07: CAPTACIÓN DE RADICALES LIBRES (variación de color morado a amarillo del fruto frambuesa silvestre)



IMAGEN 08: CAPTACIÓN DE RADICALES LIBRES (variación de color morado a amarillo del fruto Machamacha)



IMAGEN 09: CAPTACIÓN DE RADICALES LIBRES (variación de color morado a amarillo del fruto Alaybilí)

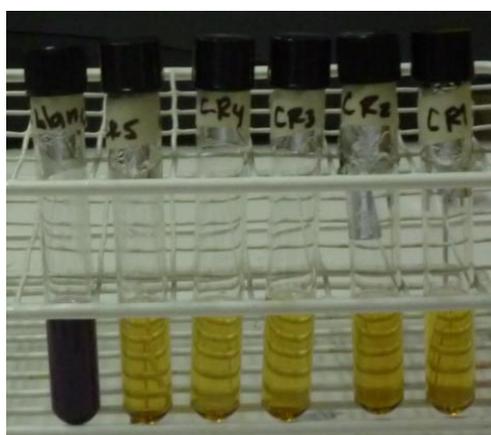


IMAGEN 10: CAPTACIÓN DE RADICALES LIBRES (variación de color morado a amarillo del fruto Condorpausan)



IMAGEN 11: LECTURA DE ABSORBANCIA ESPECTROFOTOMÉTRICO

ANEXO 20: Imágenes de la parte experimental de determinación de los compuestos fenólicos de los frutos silvestres



IMAGEN 01: MUESTRAS EN CONGELADORA (- 20 °C)



IMAGEN 02: MUESTRAS PARA LA DILUCIÓN



IMAGEN 03: EXTRACTOS METANÓLICOS PROTEGIDOS DE LUZ



IMAGEN 04: FILTRACIÓN, EXTRACTO DEL FRUTO



IMAGEN 05: SOLUCIÓN DE ÁCIDO GÁLICO



IMAGEN 06: PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN FOLIN CIOCALTEU

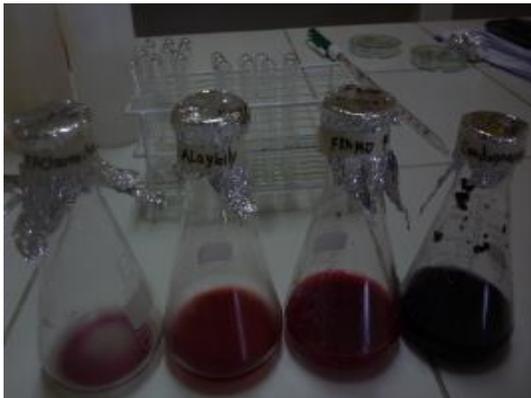


IMAGEN 07: EXTRACTO METANÓLICO FILTRADO



IMAGEN 08: MUESTRAS EN TRATAMIENTO PROTEGIDOS DE LUZ

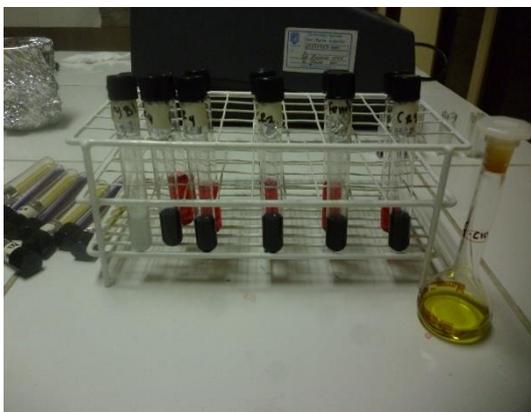


IMAGEN 09: VARIACION DE COLOR DEL EXTRACTO DE FRUTO A UNA COLORACIÓN AZUL, INDICA QUE CONTIENE FENOLES.



IMAGEN 10: MUESTRAS DESPUÉS DE LA LECTURA DE ABSORBANCIA a 765 nm

ANEXO 21: Imágenes de determinación de los compuestos antocianícos de los frutos silvestres



IMAGEN 01: MUESTRAS CONGELADAS Y EN MACERACIÓN



IMAGEN 02: FILTRACIÓN



IMAGEN 03: ACONDICIONAMIENTO CON DIFERENTES BUFFER PARA pH 1 Y 4.5.

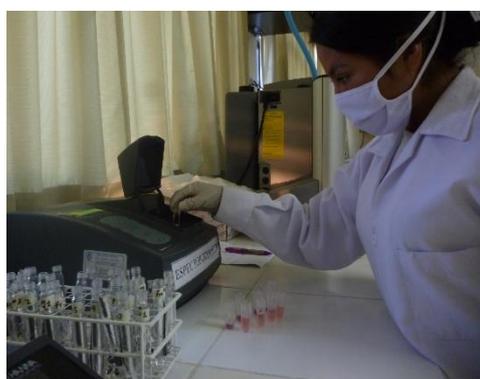


IMAGEN 04: LECTURAS DE ABSORBANCIA



IMAGEN 05: MUESTRAS DE pH 4.5 DESPUÉS DE LECTURA

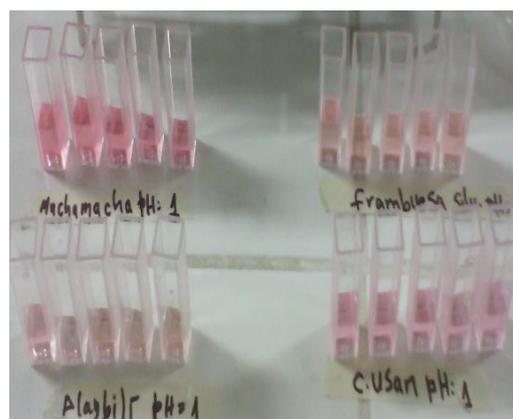


IMAGEN 06: MUESTRAS DE pH 1.0 DESPUÉS DE LECTURA