

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



**DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS
BIOACTIVOS DE CINCO CLONES DE PAPA NATIVA (*Solanum tuberosum*)
Y DEL PURÉ DESHIDRATADO.**

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

AUTOR : Bach. MOSCOSO MOSCOSO Elibet.
ASESOR : Ing. MSc. LIGARDA SAMANEZ Carlos Alberto.
CO-ASESOR : Ing. PALOMINO RINCÓN Henry.

ANDAHUAYLAS – PERÚ
2014

TESIS FINANCIADO POR LA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN DE LA UNAJMA

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la vida y la oportunidad de estudiar en esta casa superior de estudios.

A mi madre por brindarme su apoyo incondicional, así mismo a mi abuelita, por formar parte muy importante de mi vida.

Elibet.

AGRADECIMIENTO

- ✓ En primer lugar agradecer a Dios por su compañía, amor y consuelo en los momentos de duda y necesidad a lo largo de estos años.
- ✓ A la Universidad Nacional José María Arguedas – Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA), por haberme acogido en sus aulas durante los cinco años de estudio, así mismo por permitirme el acceso a los laboratorios de Química y Proceso Agroindustriales, para realizar este trabajo de investigación.
- ✓ A mi asesor de tesis Ing. MSc. Carlos Alberto Ligarda Samanez, quien desde el primer momento me ha brindado su apoyo, y con paciencia me ha guiado a lo largo de este tramo. Quien estuvo pendiente del avance de la investigación.
- ✓ Al Ing. Henry Palomino Rincón, co-asesor de la presente tesis por su comprensión y apoyo en este proceso.
- ✓ Así mismo al Ing. MSc. David Choque Quispe, por el apoyo brindado.
- ✓ A la señorita Karina Ccapa, laboratorista de la UNALM, por facilitarme la información necesaria para la investigación.
- ✓ A la Empresa SEMPAL, principalmente al Señor José Palomino Flores, por brindarme los materiales y la información necesaria para poner en ejecución esta investigación.
- ✓ A mi madre, por guiarme a lo largo de mi vida, así mismo a mi abuelita, por su comprensión y cariño; a mis tías Nila, Maxi y Sulma, por estar siempre ahí en los momentos más difíciles.
- ✓ A mis amigas y amigos, en especial a Yavari, Yesica, Nancy, Yazmin, Nidia, Edgar, Diego, Froilán, Abel, Gary, Juan Erasmo y Alejandro, gracias por siempre estar ahí con una sonrisa, en las buenas y en las malas, y sobre todo por darme ánimos para seguir adelante.
- ✓ Por último quiero agradecer a todos los docentes que han contribuido en mi formación universitaria, gracias por ayudarme a construir el amor, cariño y respeto que siento por esta carrera profesional.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo de investigación, desarrollado para obtener el título profesional en Ingeniería Agroindustrial, contempla la determinación de la capacidad antioxidante de cinco clones de papa nativa y del puré deshidratado, así como también la determinación de los compuestos bioactivos: fenoles y antocianinas, utilizando espectrofotometría ultravioleta – visible. Para el tratamiento estadístico de los datos se empleó un DCA (Diseño Completamente al Azar), seguido del método de comparaciones múltiples.

La investigación tiene como objetivo general determinar la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos, de cinco clones de papa nativa y del puré deshidratado. Los clones de papa nativa, fueron recolectados del Centro de Investigación SEMPAL, ubicado en el Centro Poblado Menor de Chulcuisa, distrito de San Jerónimo, provincia de Andahuaylas, los cuales tienen como códigos; 304184-600 (Al cual se denominara en adelante A, para motivos estadísticos), 302285 - 608 (denominado C); 303799 - 609 (denominado E); 507600 - 129B (denominado F) y Roja I (denominado H).



Universidad Nacional José María Arguedas

Identidad y Excelencia para el Trabajo Productivo y el Desarrollo

FACULTAD DE INGENIERIA

APROBACION DEL ASESOR Y CO ASESOR DE TESIS

Los que suscriben:

Ingeniero en Industrias Alimentarias, **Carlos Alberto LIGARDA SAMANEZ** identificado con CIP N° 105639, Profesor **Nombrado Auxiliar a tiempo completo** e Ingeniero en Industrias Alimentarias, **Henry PALOMINO RINCÓN**, identificado con CIP N° 112322, Profesor **Nombrado Auxiliar a tiempo completo**, adscritos al Departamento Académico de Ingeniería y Tecnología Agroindustrial, por la presente hacen constar:

Que el Informe final de Tesis intitulado: **"Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de cinco clones de papas nativas (*Solanum tuberosum*) y del puré deshidratado"** cuyo autor es la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial **Elibet Moscoso Moscoso**; **CUMPLE CON LOS REQUISITOS** exigidos por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional José María Arguedas; por lo que otorgamos la aprobación de la tesis corregida, declarando apto y autorizando su publicación a fin de que pueda iniciar sus gestiones administrativas, conducentes a la expedición y entrega del Título Profesional en Ingeniero Agroindustrial.

Andahuaylas, Diciembre del 2014.

Ing. MSc. Carlos Alberto LIGARDA SAMANEZ
Asesor de Tesis

Ing. Henry PALOMINO RINCÓN
Co - Asesor de Tesis

Bach. Elibet MOSCOSO MOSCOSO
Tesisista

Sede Administrativa Central: Jr. Constitución N° 409 - Andahuaylas, Telefax: 083-421394
Sede Académica - Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial: Av. 28 de Julio N° 1103 - Talavera.
Sede Académica - Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas: Av. Sol Naciente s/n - San Jerónimo.



Universidad Nacional José María Arguedas

Identidad y Evolución para el Trabajo Productivo y el Desarrollo

FACULTAD DE INGENIERIA

APROBACION DEL JURADO EVALUADOR DE INFORME FINAL DE TESIS

Los que suscribimos:

Integrantes del Jurado Evaluador del Informe final de Tesis intitulado: **"Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de cinco clones de papa nativa (*Solanum tuberosum*) y del puré deshidratado"** cuyo autor es la Bachiller en Ingeniería de Agroindustrial **Elibet Moscoso Moscoso**; **CUMPLE CON LOS REQUISITOS** exigidos por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional José María Arguedas; por lo que otorgamos la aprobación de la tesis corregida, declarando apto y autorizando su publicación a fin de que pueda iniciar sus gestiones administrativas, conducentes a la expedición y entrega del Título Profesional en Ingeniero Agroindustrial.

Andahuaylas, Diciembre del 2014


Ing. Denis Hernán Gutiérrez Martínez
Presidente del Jurado Evaluador


Ing. Juvenal Rivas Leguía
Primer Miembro del Jurado Evaluador


Bfga. María del Carmen Delgado Laine
Segundo Miembro del Jurado Evaluador
(Suplente)

Sede Administrativa Central: Jr. Juan Francisco Ramos N° 380 - Andahuaylas, Telefax: 083-421394
Sede Académica - Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial: Av. 28 de Julio N° 1103 - Talavera.
Sede Académica - Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas: Av. Sol Naciente s/n - San Jerónimo.

RESUMEN

La papa es un alimento básico y es fuente de compuestos con actividad antioxidante, estas sustancias en pequeñas concentraciones son capaces de reaccionar con las Especies Reactivos de Oxígeno (ERO), implicadas en numerosos acontecimientos relacionados con enfermedades cardiovasculares y el envejecimiento, para proteger el sustrato y combatir el daño celular. Los clones de papa nativa fueron producto del trabajo de varios años dentro de la empresa SEMPAL y se encuentran a nivel de cuarta y quinta generación, lo que originó que los valores de los compuestos bioactivos se concentren, llegando a obtener valores muy altos. En el trabajo de investigación se estudiaron a cinco clones de papa nativa (***Solanum tuberosum***), con el fin de determinar la capacidad antioxidante y los compuestos bioactivos: fenoles y antocianinas totales.

La capacidad antioxidante fue determinada a través de la prueba de DPPH (radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil), método desarrollado por Brand-Williams *et al.* (1995). El contenido de compuestos fenólicos, mediante el método de Folin Ciocalteu, metodología descrita por Singleton y Rossi (1965) y el contenido total de antocianinas presentes en los clones mediante el método del pH diferencial, método descrito por Giusti *et al.* (2001). Para el análisis estadístico se empleó un DCA (Diseño completamente al azar), seguido de las comparaciones múltiples (LSD).

De los cinco clones de papa nativa estudiadas; 304184-600 (A), 302285 - 608 (C), 303799 - 609 (E), 507600 - 129B (F) y Roja I (H); el clon C, fue el que presentó mayor capacidad antioxidante, valores altos con respecto a los fenoles totales y al contenido total de antocianinas. Se encontraron valores considerables de capacidad antioxidante (1738,68 - 3554,44 µg Equivalente Trolox / g muestra b.s.), los cuales

disminuyeron en 76,65% - 84,35%; al someter a los clones a procesos tecnológicos para la elaboración del puré deshidratado, obteniendo valores entre 286,47 y 714,06 µg Equivalente de Trolox/g muestra b.s. Así mismo el contenido de fenoles totales fue elevado (17025,32 - 27563,68 mg Equivalente de ácido gálico/100 g de muestra b.s.), los mismos que disminuyeron en diferentes porcentajes (60,41% - 78,09%), llegando a obtener valores entre 5821,2 - 6040,41 mg Equivalente de ácido gálico/100 g de muestra b.s. Con respecto al contenido de antocianinas totales, los valores se encontraron en rangos de 194,73 y 1154,37 mg/100 g muestra b.s., los cuales disminuyeron (36,98% - 69,71%), obteniendo valores de 122,75 - 605,24 mg/100 g muestra b.s.; los clones denominados H y E, tuvieron un contenido de antocianinas de 194,78 y 194,73 mg/100 g muestra b.s., respectivamente; los cuales estadísticamente fueron iguales para un nivel de significancia del 5%.

Palabras claves: *Clones de papa nativa, capacidad antioxidante, compuestos fenólicos, antocianinas y puré deshidratado.*

ABSTRACT

The potato is a basic food and is a source of compounds with antioxidant activity, these substances in small concentrations are capable of reacting with reactive oxygen species (ROS), implicated in numerous events related to cardiovascular diseases and aging, to protect the substrate and fight cell damage. The native potato clones were the work of several years within the SEMPAL company and are at the level of fourth and fifth generation, resulting in the values of the bioactive compounds are concentrated, reaching very high values obtained. In the research work five clones of native potato (***Solanum tuberosum***) were studied in order to determine the antioxidant capacity and bioactive compounds: phenols and anthocyanins.

The antioxidant capacity was determined by DPPH test (2,2-difenil-1-picrylhydrazyl radical) method developed by Brand-Williams *et al.* (1995). Phenolics content by the Folin Ciocalteu method described by Singleton and Rossi (1965) and the total content of anthocyanin in the clones by the method of differential pH method described by Giusti *et al.* (2001). For statistical analysis a DCA (Completely Randomized Design) followed by multiple comparisons (LSD) was used.

Of the five native potato clones studied: 304184-600 (A), 302285 - 608 (C), 303799 - 609 (E), 507600 - 129B (F) y Roja I (H), the clone C, was presented the highest antioxidant capacity, high values with respect to the total phenolic and total anthocyanin content. Considerable antioxidant capacity values were found (1738,68 - 3554,44 µg Equivalente Trolox / g sample b.s.), which decreased by 76.65% - 84.35%; by subjecting clones technological processes for the production of dehydrated mashed, obtaining values between 286,47 and 714,06 mg of Trolox equivalent / g sample b.s.

Likewise, the total phenol content was high (17025,32 to 27563,68 mg gallic acid equivalent / 100 g sample b.s.), the same in different percentages decreased (60,41% - 78,09%), reaching values obtained from 5821,2 to 6040,41 mg gallic acid equivalent / 100 g sample b.s.). Regarding the content of total anthocyanins, values are found in ranges of 194,73 and 1154,37 mg / 100 g sample b.s., which decreased (36,98% - 69,71%), obtaining values from 122,75 to 605,24 mg / 100 g sample b.s. the clones called H and E, had an anthocyanin content of 194,78 and 194,73 mg / 100 g sample b.s., respectively; which were statistically equal to a significance level of 5%.

Keywords: *Clones native potato, antioxidant capacity, phenolic compounds, anthocyanins and dehydrated mashed.*

INDICE GENERAL

	PÁGINA
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
PRESENTACIÓN	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Papa nativa.....	17
1.3. Puré deshidratado	28
1.4. Compuestos bioactivos.....	31
1.5. Radicales libres y compuestos antioxidantes	36
1.6. Justificación	41
1.7. Objetivos	44
1.8. Problema.....	44
1.9. Hipótesis	45
II. MATERIALES Y MÉTODOS	46
2.1. Lugar de ejecución	46
2.2. Material de estudio	46

2.2.1. Universo y/o población	46
2.2.2. Muestra	47
2.3. Equipos, materiales y reactivos e insumos de laboratorio	47
2.3.1. Equipos	47
2.3.2. Materiales	48
2.3.3. Reactivos e insumos.....	50
2.3.4. Material vegetal	51
2.4. Metodología	52
2.4.1. Metodología para la determinación de la acidez.....	52
2.4.2. Metodología para la determinación del pH.	53
2.4.3. Metodología para la elaboración del puré deshidratado	54
2.4.4. Metodología para la determinación de la capacidad antioxidante	56
2.4.5. Metodología para la determinación de fenoles totales: índice de folin-ciocalteu.....	59
2.4.6. Metodología para la determinación de antocianinas totales	62
2.4.7. Metodología para el análisis estadístico.....	65
III. RESULTADOS.....	72
3.1. Características físicas de los clones de papa	72
3.2. Resultados del porcentaje de humedad de los clones de papa y del pure	73
3.3. Resultados de la acidez de los clones de papa.....	74
3.4. Resultados del pH de los clones de papa	75

3.5. Resultados de la capacidad antioxidante de los clones de papa	76
3.6. Resultados de la capacidad antioxidante del puré deshidratado de clones de papa..	77
3.7. Resultados del porcentaje de disminución de capacidad antioxidante.....	78
3.8. Resultados de los compuestos fenolicos de los clones de papa.....	79
3.9. Resultados de los compuestos fenólicos totales del puré deshidratado	80
3.10. Resultados del porcentaje de disminución de los compuestos fenólicos totales.....	81
3.11. Resultados del contenido de antocianinas totales de los clones de papa.	82
3.12. Resultados del contenido de antocianinas totales del puré deshidratado	83
3.13. Resultados del porcentaje de disminución del contenido de antocianinas totales. ...	84
IV. DISCUSIONES DE RESULTADOS.....	85
4.1. Discusiones de las propiedades fisicoquímicas de los clones de papa nativa.....	85
4.2. Discusiones de la capacidad antioxidante.....	86
4.3. Discusiones de los compuestos fenólicos	88
4.4. Discusiones del contenido de antocianinas.	93
V. CONCLUSIONES.....	97
VI. RECOMENDACIONES	100
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
ANEXOS.....	108

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA.
Tabla 01 : Composicion de los medios de cultivos.....	27
Tabla 02: Clasificación general de los componentes bioactivos de vegetales.....	32
Tabla 03: Equipos.....	47
Tabla 04: Materiales.	48
Tabla 05: Reactivos e insumos.....	50
Tabla 06: Material vegetal.....	51
Tabla 07: Matriz de diseño experimental	67
Tabla 08: ANOVA para el DCA.....	70
Tabla 09: Características físicas de los clones de papa.....	72
Tabla 10: Porcentaje de humedad de los clones y del puré deshidratado.....	73
Tabla 11: Resultado de la acidez de los cinco clones de papa	74
Tabla 12: Resultados de la determinación del pH de los clones de papa.....	75
Tabla 13: Resultados de la capacidad antioxidante de los clones de papa.....	76
Tabla 14: Resultados de la capacidad antioxidante del puré deshidratado.	77
Tabla 15: Resultados de la disminución de la capacidad antioxidante	78

Tabla 16: Resultados de los compuestos fenólicos de los clones de papa	79
Tabla 17: Resultados de los compuestos fenólicos totales del puré deshidratado.	80
Tabla 18: Resultados de la disminución de los compuestos fenólicos totales	81
Tabla 19: Resultados del contenido de antocianinas totales de los clones de papa nativa.....	82
Tabla 20: Resultados del contenido de antocianinas del puré deshidratado.	83
Tabla 21: Resultados de la disminución del contenido de antocianinas totales.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 01 : Formas de reproducción asexual.....	25
Figura 02 : Estructura del DPPH antes y despues de la reacción con el antioxidante.....	40
Figura 03 : Diagrama de bloques para la elaboración del puré deshidratado.....	55
Figura 04 : Diagrama de contrastación y variables.....	66

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO 01: Numero de meristemas apicales de los clones de papa nativa	109
ANEXO 02: Porcentaje de humedad de los clones de papa y del puré deshidratado.....	110
ANEXO 03: Acidez de los cinco clones de papa nativa.....	111
ANEXO 04: pH de los cinco clones de papa nativa.....	112
ANEXO 05: Datos para la capacidad antioxidante de los clones de papa nativa.....	113
ANEXO 06: Datos para la capacidad antioxidante del puré deshidratado	114
ANEXO 07: Datos para la disminución de capacidad antioxidante.....	115
ANEXO 08: Datos para fenoles totales de los clones de papa nativa.....	116
ANEXO 09: Datos para fenoles totales del puré deshidratado	117
ANEXO 10: Datos para la disminución de los compuestos fenolicos totales	118
ANEXO 11: Datos para el contenido de antocianinas totales de los clones de papa.....	119
ANEXO 12: Datos para el contenido de antocianinas totales del puré deshidratado	120
ANEXO 13: Datos para la disminución del contenido de antocianinas totales.....	121
ANEXO 14: Curva estándar de calibración para la capacidad antioxidante.....	122
ANEXO 15: Curva estándar de calibración para los compuestos fenólicos	122
ANEXO 16: ANOVA y LSD de la humedad de los clones de papa.....	123

ANEXO 17: ANOVA y LSD de la humedad del puré deshidratado	124
ANEXO 18: ANOVA y LSD de la capacidad antioxidante de los clones de papa	125
ANEXO 19: Comparación de las medias de los resultados de la capacidad antioxidante de los clones de papa.....	126
ANEXO 20: ANOVA y LSD de la capacidad antioxidante del puré deshidratado de clones de papa	127
ANEXO 21: Comparación de las medias de los resultados de la capacidad antioxidante de los clones de papa.....	128
ANEXO 22: ANOVA y LSD de la disminución de la capacidad antioxidante.....	129
ANEXO 23: Comparación de las medias de los resultados de la disminución de la capacidad antioxidante	130
ANEXO 24: ANOVA y LSD de los compuestos fenólicos totales de los cinco clones de papa nativa	131
ANEXO 25: Comparación de las medias de los resultados de los compuestos fenólicos totales de los clones de papa	132
ANEXO 26: ANOVA y LSD de los compuestos fenólicos totales del puré deshidratado de clones de papa nativa.....	133
ANEXO 27: Comparación de las medias de los resultados de los compuestos fenólicos del puré deshidratado.....	134
ANEXO 28: ANOVA y LSD de la disminución de los compuestos fenolicos totales de los clones de papa	135

ANEXO 29: Comparación de las medias de los resultados de la disminución de los compuestos fenólicos totales de los clones de papa.....	136
ANEXO 30: ANOVA y LSD del contenido de antocianinas totales de los clones de papa	137
ANEXO 31: Comparación de las medias de los resultados del contenido de antocianinas totales de los clones de papa	138
ANEXO 32: ANOVA y LSD del contenido de antocianinas totales del puré deshidratado de clones de papa nativa.....	139
ANEXO 33: Comparación de las medias de los resultados del contenido de antocianinas del puré deshidratado.....	140
ANEXO 34: ANOVA y LSD de la disminución del contenido de antocianinas totales de los clones de papa	141
ANEXO 35: Comparación de las medias de los resultados de la disminución del contenido de antocianinas totales de los clones de papa.....	142
ANEXO 36: Gráficas de relación.....	143
ANEXO 37: Fotografías de los clones de papa nativa.....	146
ANEXO 38: Fotografías de la elaboración del puré deshidratado.....	147
ANEXO 39: Fotografías de la determinación de la capacidad antioxidante	148
ANEXO 40: Fotografías de la determinación del contenido de fenoles totales	150
ANEXO 41: Fotografías de la determinación del contenido total de antocianinas	152

ABREVIATURAS Y UNIDADES

Abs	: Absorbancia de la muestra.
ABTS	: Azinobis 3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico.
ANOVA	: Análisis de varianza.
b.h.	: Base húmeda.
b.s.	: Base seca.
cm	: Centímetros.
D	: Dilución.
DCA	: Diseño completamente al azar.
DF	: Factor de dilución.
DMPD	: Dicloridrato de <i>N,N</i> -Dimetil- <i>p</i> -fenilendiamina.
DPPH	: 2,2- Difenil – 1- picrilhidrazil.
EEP	: Extractos etanólicos de los propóleos.
ERN	: Especies reactivas de nitrógeno.
ERO	: Especies reactivas de oxígeno.
ET	: Equivalente de Trolox
FRAP	: Poder antioxidante de reducción.
g	: Gramos.
Ho	: Hipótesis nula
H_A	: Hipótesis alternativa
GAE	: Equivalente de ácido gálico.
HCl	: Ácido clorhídrico.
HPLC	: Cromatografía Líquida de Alta Resolución.
KCl	: Cloruro de potasio.
l	: Litros.
LSD	: Método de mínima diferencia significativa.
mg	: Miligramos.
ml	: Mililitros.
mM	: Milimol.
MPa	: Mega pascales.
msnm	: Metros sobre el nivel del mar.
MT	: Medicina tradicional.

MW	: Peso molecular de la Cianidina-3-glucosido (449.6 g/mol).
N	: Normalidad.
nm	: Nanómetros.
ORAC	: Capacidad de absorción de radicales de oxígeno.
PF	: Peso fresco.
pH	: Potencial de hidrogeniones.
PM	: Peso molecular.
psi	: Libras por pulgada cuadrada.
R²	: Coeficiente de correlación
RL	: Radical Libre.
RPM	: Revoluciones por minuto.
S	: Desviación estándar.
SENASA	: Servicio Nacional de Sanidad Agraria.
T	: Temperatura.
TF	: Flavonoides totales.
TP	: Fenoles totales.
TRAP	: Parámetro Antioxidante Total de Atrapamiento de Radicales.
UV	: Ultravioleta visible.
V	: Volumen.
Wt	: Peso total.
\bar{X}	: Promedio de los resultados.
Δ Abs	: Variación de absorbancias.
ϵ	: Coeficiente de extinción molar de cianidina 3-glucósido.
μl	: Microlitro.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la tendencia de los mercados es obtener productos novedosos, de gran calidad, y por sobre todo, producidos naturalmente. Un alimento saludable que reúne estas características son las papas nativas, pigmentadas de diversos colores por el contenido de antocianinas, que son antioxidantes, los cuales permiten que las células no sufran oxidación o que se mantengan en un equilibrio para los procesos de oxidoreducción que ocurren en forma natural dentro del organismo.

El aumento de la prevalencia de las enfermedades crónicas, relacionadas con la alimentación ha conducido a un mayor interés por estudiar la relación alimentación y salud. Se ha demostrado una menor incidencia de las mismas con patrones alimentarios que involucran un alto consumo de alimentos vegetales, lo que ha motivado a investigar las propiedades de estos alimentos. El efecto protector de los alimentos de origen vegetal se ha atribuido a diversos nutrientes y fitoquímicos con actividad antioxidante lo cual es frecuentemente olvidado en las recomendaciones alimentarias.

Los clones de papa nativa (***Solanum tuberosum***), producidos en el distrito de San Jerónimo, aún no han sido estudiadas en su totalidad, pero se sabe que tienen un impacto potencial sobre la nutrición. Así mismo, la transformación de estas, en este caso el puré deshidratado.

1.1 ANTECEDENTES

- ✓ **Kuskoski et al. (2004)**, en su investigación “**Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos**”, concluye que, entre los métodos químicos utilizados para determinar la capacidad antioxidante (captación de radicales libres), el radical ABTS•+ es uno de los más rápidos, originando resultados reproducibles y coherentes. Además, el ABTS presenta importantes ventajas; muestra varios máximos de absorción y una buena solubilidad, permitiendo el ensayo de compuestos tanto de naturaleza lipofílica como hidrofílica. El tiempo de 1 minuto, para el método ABTS, puede ser suficiente para medidas de pulpas de frutos mientras que para el método DPPH se requiere un tiempo de 60 mayor, presentándose en algunas muestras diferencias significativas en los resultados, lo que sugiere la realización de estudios adicionales.

Los resultados obtenidos con el método DMPD han sido poco reproducibles y en algunos casos incoherentes. En conclusión, las pulpas de frutos tropicales congeladas comercializadas en el sur de Brasil poseen elevados valores de capacidad antioxidantes, destacando en este sentido los frutos de la acerola y el mango.

- ✓ **Kuskoski et al. (2006)**, en su investigación “**Frutos tropicales silvestres y pulpas de frutas congelada: actividad antioxidante, fenoles y antocianinas**”, concluye que las pulpas de frutos tropicales comercializadas de forma congelada al sur de Brasil contienen altos polifenoles totales y propiedades antioxidantes. El extracto de baguacu (***Eugenia umbellifera Berg***), presento un alto contenido de polifenoles (897,6 mg Equivalente de ácido gálico GAE/100g muestra b.h.),

comparado con otras frutas en bayas como el jambolao (*Eugenia jambolana Lan*) (229,6 mg GAE/100g muestra b.h.). Las pulpas congeladas de acerola, palmera nativa y de fresa salvaje, también presentaron elevados valores: 580,1 mg GAE/100g muestra b.h., 136,8 mg/100g muestra b.h., y 132,1 mg/100g muestra b.h., respectivamente. Las cantidades de antocianinas totales de las pulpas de mora negra (*Morus nigra*), uva (*Vitis vinífera*), fresa salvaje (*Fragaria vesca var*), palmera nativa (*Euterpe oleracea Mart*), acerola (*Malpighia glabra linn*) y guayaba (*Psidium guajava*), fueron; 41,8; 30,9; 23,7; 22,8; 16,0 y 2,7 mg/100g muestra b.h., respectivamente. Mora negra y uva presentaron los mayores contenidos de antocianinas, siendo la acerola y guayaba, las pulpas con menores contenidos de antocianinas.

Las mayores cantidades de antocianinas de los extractos de las pulpas de frutos de baguacu (*Eugenia umbellifera Berg*) y jambolao (*Eugenia jambolana Lan*), fueron obtenidas con etanol; valores de 596,4 y 111,2 mg/100g muestra b.h., respectivamente. El extracto de baguacu, además de presentar elevada concentración de antocianinas, contiene los principales pigmentos como la delphinidina 3-glicosido (17,9%), cianidina 3-glicosido (1,8%), petunidina 3-glicosido (15,9%), pelargonidina 3-glicosido (15,9%), peonidina 3-glicosido (11,7%) e malvidina3-glicosido (27,1%). La capacidad antioxidante fue mayor en el extracto de baguacu (*Eugenia umbellifera Berg*), con un valor de 126,0 $\mu\text{mol/g}$ muestra b.h.

- ✓ **Castañeda et al. (2008)**, en su investigación “Evaluación de la capacidad antioxidante de siete plantas medicinales peruanas”, concluye que los diferentes extractos de las plantas estudiadas, presentaron una buena actividad

antioxidante, siendo el extracto etanólico de canela, el que presentó una mayor capacidad de captación de radicales libres, seguido por el extracto metanólico de lagarto caspi, camu camu, extracto acuoso de muña y extracto metanólico de hiporuro. Es recomendable seguir realizando estudios adicionales por medio de otros métodos y otras técnicas de aislamiento e identificación estructural de los principios activos presentes en estos extractos polares, semi polares y apolares, estudiados en el presente trabajo, que han presentado una gran capacidad antioxidante.

- ✓ **Chuquimia et al. (2008), en su investigación “Determinación de la capacidad antioxidante y la cuantificación de compuestos fenólicos y flavonoidicos de cuatro especies vegetales de la región andina de Bolivia”,** señala que, el contenido de Fenoles totales y flavonoides totales se expresó en μmol de los equivalentes de ácido gálico (GAE) Los valores más altos se observaron en el amañoke (*Ombrophytum subterraneum*), en ambos extractos con buffer acetato y acetónico, 6.03 y 1.08 μmol GAE/ g de peso fresco.

Los resultados de la determinación de la capacidad antioxidante total en las muestras determinadas por los métodos FRAP y ABTS, en los extractos buffer acetato y extracto acetónico fueron variados. Los valores más altos determinados por el método FRAP se observan en el amañoke (*Ombrophytum subterraneum*), en los extractos con buffer acetato y acetónico, 53.26 y 6.92 μmol trolox/ g de muestra fresca respectivamente.

- ✓ **Fuenzalida (2008), en su investigación “Determinación de la cantidad de fenoles totales y la actividad antioxidante en papas nativas pigmentadas”** determinó la concentración de fenoles totales, de variedades testigos comerciales y genotipos pigmentados de Chile. Para obtener cuantitativamente los fenoles totales en cada una de las muestras de papas, se empleó muestra liofilizada, la cual se le agregaron 2 ml de metanol 80% y ácido clorhídrico 1 % para extraer los fenoles totales; posteriormente se disolvió y homogenizó la mezcla en un 200 rpm por 120 minutos a temperatura ambiente. Las papas nativas pigmentadas con antocianina, tuvieron mayor cantidad de fenoles totales y actividad antioxidante que las papas de pigmentación carotenoide. Con respecto a los tubérculos sin piel, los valores de fenoles se encontraron en rangos de 149,80 y 2084,79 mg/100 g de muestra b.s., por otro lado, los tubérculos con piel obtuvieron valores entre 205,57y 3301,30 mg/100 g de muestra b.s. La concentración de fenoles totales fue mayor en la generalidad de tubérculos analizados con piel.

- ✓ **Repo y Encina (2008), en su investigación “Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas”** señala que comparando las diferentes frutas en cuanto a capacidad antioxidante medida por el método del DPPH, la Papaya de monte presentó el valor más alto (1936 ± 228 µg Equivalente Trolox/g de fruto); seguido por el tomate de árbol (853 ± 52 µg Equivalente Trolox / g de tejido); el Aguaymanto tuvo un valor de 729 ± 98 µg Equivalente Trolox/g de fruto, y por último la tuna roja con 482 ± 35 µg Equivalente Trolox/g de fruto. Mientras que la mayor capacidad antioxidante medida por el método del ABTS fue el de la Papaya de monte (2141 ± 71 µg Equivalente Trolox/g de fruto); seguido por el Aguaymanto (1066 ± 28 µg Equivalente Trolox/g de fruto).

En cuanto a los compuestos fenólicos, la papaya de monte es la fruta que presentó mayor contenido de estos compuestos (167 mg de equivalente ácido gálico/g de fruto).

- ✓ **Salazar et al. (2008)**, en su investigación “**Evaluación del rendimiento y características de calidad de trece clones avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.)**”, concluye que los materiales evaluados presentaron un alto rendimiento en un rango comprendido entre 42.857 a 57.049 Kg/ha, aun cuando los valores del rendimiento alcanzado están por debajo del testigo, la variedad ‘Andinita’.

En cuanto a las características físicas todos los materiales tuvieron comportamiento similar a excepción de la profundidad de ojos donde los clones presentaron ojos semiprofundos y el testigo ojos muy superficiales, la forma del tubérculo variada entre oval, oval redonda, oval alargado y redondo, el tipo de piel en la mayoría de los materiales fue lisa y de color amarillo y amarillo claro el color de la pulpa entre los materiales varió entre amarilla y blanco amarillento. La acidez titulable de catorce materiales de papa provenientes de Marajabúedo. Trujillo, Venezuela; se encontraron en rangos de 0.328% y 0,420%,

- ✓ **Echevarriaz y Franco. (2009)**, en su investigación “**Evaluación de la actividad antioxidante y determinación del contenido de compuestos fenólicos en extractos de macroalgas del caribe colombiano**”, concluye que el extracto de rana *Sargassum cymosumm* presento el mejor rendimiento tanto en la extracción, como en el contenido de compuestos fenólicos y actividad inhibidora del radical DPPH, por lo que se recomienda hacer un seguimiento con el fin de

aislar compuestos con potencial uso medicinal y farmacológico, además de valorar su uso como alimento funcional.

Se reportó el contenido de fenoles totales en mg/g extracto como equivalentes de ácido gálico de las diversas especies de macroalgas: ***Sargassum cymosum*** 0.822, ***Sargassum sp.*** 0.469, ***Dictyota sp.*** 0.302, ***Laurencia sp.*** 0.258 y ***Caulerpa mexicana*** 0.207.

- ✓ **Gorriti et al. (2009)**, en su investigación “**Antocianinas, fenoles totales y actividad antioxidante de las corontas del maíz morado (*Zea mays L.*): Método de extracción**” concluye que la extracción de antocianinas en soluciones de etanol al 20 % y pH 2 de corontas de maíz morado se realizan eficientemente a la temperatura de 75 °C y tiempos entre los 120 y 240 minutos donde se alcanzaron los 35,233 mg/g coronta y 37,127 mg/g coronta, respectivamente, mientras los fenoles totales expresados como equivalentes de ácido gálico en mg/g de coronta llegaron a los 76,962 y 76,945 para los tratamientos 15 y 16 correspondientes a los 120 y 240 min y la temperatura de 90 °C.

- ✓ **Palomino et al. (2009)**, en su investigación “**Determinación del contenido de fenoles y evaluación de la actividad antioxidante de propóleos recolectados en el departamento de Antioquia (Colombia)**”, señala que las determinaciones para el contenido total de compuestos fenólicos se encuentran entre $22,11 \pm 0,54$ y $75,22 \pm 1,35$ mg GAE/g de EEP, y para el contenido total de flavonoides, entre $4,75 \pm 0,01$ y $34,50 \pm 0,07$ mg QE/g de EEP. La actividad antiradicalaria varía entre $33,9 \pm 9,7$ y $324,6 \pm 15,0$, y entre $455,5 \pm 7,8$ y $1,091 \pm 17,3$ $\mu\text{mol TE/g}$ de

en los sistemas DPPH y ABTS, respectivamente. La actividad antioxidante de algunos propóleos indica su potencial como producto nutracéutico.

- ✓ **Beas et al. (2011), en su investigación “Potencial nutracéutico de componentes bioactivos presentes en huitlacoche de la zona centro de México”**, concluye que la variación encontrada en los principales componentes del huitlacoche colectado en diferentes localidades y generado por inoculación se debe a la variedad de maíz utilizada y a las condiciones medioambientales en las cuales se desarrollaron. han demostrado estar directamente involucrados en disminuir el riesgo de contraer cáncer de colon.

Las concentraciones elevadas de compuestos fenólicos que se encontraron tanto en las muestras colectadas como generadas están directamente relacionadas con la actividad antioxidante que presentó el hongo; esto indica que el huitlacoche puede considerarse dentro del grupo de los nutracéuticos, además de que puede aportar un efecto farmacéutico pues dichos componentes bioactivos están relacionados con la disminución de la incidencia de enfermedades crónico degenerativas. En la investigación el huitlacoche, presento un contenido fenólico que varió entre 450 y 630 mg GAE/100g.

- ✓ **García (2011), en su investigación “Evaluación in vitro/in vivo de propiedades antioxidantes de clones promisorios de papa criolla (*Solanum phureja*)”**, concluye que el mejor clon de papa fue el CO56 siendo superior a papa criolla comercial en ácido ascórbico, (46%), ácido clorogénico (48%) y fenoles totales (39%) y su capacidad antioxidante ABTS (16%), FRAP (43%) DPPH (37%) y ORAC (35%). Así mismo el tratamiento con el clon de papa CO56

tiene un potente efecto protector contra el estrés oxidativo y el daño hepático agudo inducido por CCl₄ en ratas Wistar, al reducir el daño hepático agudo comparado con Silimarina.

Los resultados mostraron a los fenoles totales entre 238,34 y 426, 96 mg EAG/100g b.s. donde se presentaron diferencias significativas entre clones y correlaciones con respecto al color de la cáscara. En cuanto a la capacidad antioxidante *in vitro* se encontró mediante el método DPPH los valores se encontraron entre 21,137- 178,50 µg ET/g b.s.

- ✓ **Huo et al. (2011), en su investigación “Actividad antioxidante, fenoles totales y flavonoides totales en extractos de tallos de *Jasminum nervosum* Lour”,** señala que se evaluó la actividad antioxidante de extractos de tallos de ***Jasminum nervosum* Lour**, y el efecto de diferentes solventes de extracción en los fenoles totales (TP), flavonoides totales (TF), y su potencial antioxidante. La actividad antioxidante de los extractos fue evaluada usando los siguientes métodos: DPPH, ABTS+ y ensayos reductores. TP y TF fueron detectados por métodos espectroscópicos y por HPLC. Con el primer método, el contenido más alto de TP se obtuvo en el extracto con acetato de etilo (123,21 ± 2,82 mg de ácido gálico/g de peso seco).

La actividad antioxidante y la relación TP/TF de los tres extractos parecen seguir el mismo comportamiento. Esto implica que hay una buena correlación entre las actividades antioxidantes y la relación TP/TF.

- ✓ **Almeida. (2012), en su investigación “Extracción y caracterización del colorante natural de maíz negro (*Zea mays L*) y determinación de su capacidad antioxidante”,** señala que se registró mayor contenido de compuestos fenólicos en el extracto colorante de las corontas (277,34 mg GAE/g muestra b.s.) y antocianinas (22,68 mg/g de muestra b.s.), mientras que el extracto del grano de maíz negro presento 193,85 mg GAE/g muestra b.s. y un contenido de antocianinas de 13,92 mg/ g de muestra b.s. Cuyos valores se correlacionaron con el análisis de color , el cual mostraba que el extracto de las corontas tiene un color purpura más oscuro lo que se presume se debe al elevado contenido de antocianinas.

- ✓ **Kong *et al.* (2012), en su investigación “Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales de una selección de doce variedades tradicionales de papa cultivadas en la Región Sur de Chile”,** señala que las papas (*Solanum tuberosum L.*) coloreadas son una fuente natural de fitoquímicos que ayudan a reducir el riesgo de enfermedades. Sin embargo, existe una falta de información sobre el grado de variación de la actividad antioxidante y el contenido de polifenoles en estas papas nativas. Es así como la actividad antioxidante (AA) y contenido de fenoles totales (TP) se determinaron en papas nativas chilenas.

Doce genotipos de papa recogidos de cultivos establecidos en la Isla de Chile y en Valdivia fueron seleccionados, y se compararon TP y AA con dos variedades comerciales, Shepody y Desirée. El contenido de TP se determinó por el método de Folin-Ciocalteu, y el blanqueamiento de β -caroteno se utilizó para comparar la AA. El TP varió en las muestras de papas sin piel desde 191 hasta 1864 mg 100

g-1 de materia seca, mientras que en las muestras con piel estos valores varían entre 345 y 2852 mg 100 g-1 de materia seca. La AA fue mayor en las papas con piel, con el mayor valor para la papa nativa 'NG-6' o 'Bmja'. La variedad comercial Shepody mostró actividad pro oxidante y tuvo un TPC relativamente más bajo. Los resultados también indicaron una mayor concentración de fenoles totales en la epidermis de las papas nativas chilenas

- ✓ **Morillas y Delgado (2012)**, en su investigación “**Análisis nutricional de alimentos vegetales con diferentes orígenes: Evaluación de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales**”, concluye que el mayor contenido en compuestos fenólicos fue el encontrado en el tamarillo, seguido por la ciruela, naranja y patata. También es importante mencionar que todos los productos evaluados presentan contenidos significativos en compuestos fenólicos. Además estos están en relación directa a la capacidad antioxidante.

La fruta con mayor capacidad antioxidante ($213,67 \pm 0,06$ mM ET/g), fue el tamarillo, seguido de la betarraga o remolacha con un valor de $145,91 \pm 0,08$ mM ET /g, El tamarillo es la fruta que destaca en este análisis por presentar el mayor contenido en compuestos fenólicos $2010,40 \pm 0,02$ µg GAE/g. El contenido en compuestos fenólicos de la ciruela es $1700,48 \pm 0,0007$ µg GAE/g,

- ✓ **Pérez et al. (2012)**, en su investigación “**Compuestos fenólicos, melanoidinas y actividad antioxidante de café verde y procesado de las especies *Coffea arabica* y *Coffea canephora***”, concluye que los cafés procesados presentaron una actividad antioxidante mayor que sus respectivos granos verdes de origen.

Los contenidos de fenoles totales entre el café procesado caracolillo y su café de origen (caracol verde), fueron de 63.56 y 65,19 mg GAE/g, respectivamente.

Este aumento se debe al proceso de elaboración del café soluble, el cual consiste en un proceso de deshidratación (evaporación o liofilización), en el cual se concentran los componentes solubles, incluyendo a los fenoles.

El café caracolillo presentó una actividad antioxidante (938.58 μ moles ET/g) mayor que su grano de origen (caracol verde).

En el caso de los cafés de la especie de Robusta, se observó que el café soluble presentó una actividad antioxidante (1921,82 μ moles ET/g) que la exhibida por el grano de café verde. Como se ha mencionado anteriormente, durante el proceso de elaboración del café soluble se concentran los compuestos solubles del café tostado, incluyendo aquellos que poseen actividad antioxidante, como los fenoles y las melanoidinas.

- ✓ **Zarate et al. (2012)**, en su investigación “**Extracción y caracterización de almidón nativo de clones promisorios de papa criolla (*Solanum tuberosum*)**”, señala que durante la cosecha las plantas presentaron alturas entre 55 a 102cm con 22 a 24 días de emergencia y se cosecharon hasta 20 tubérculos/planta a partir de 2.295 plantas sembradas en cada municipio. Los 17 clones promisorios presentaron diferentes formas: redondas, alargadas y comprimidas; predominando los tubérculos redondos. La piel mostró diferentes colores como amarillo, anaranjado, morado y negruzco; y la pulpa presentó color crema a amarillo intenso con anillo vascular morado en algunos clones promisorios. Luego en la

caracterización fisicoquímica de los tubérculos se obtuvieron los rangos de 72,45 a 80,83% de humedad.

- ✓ **Areiza-Mazo et al. (2013), en su investigación “Extracto acuoso de uchuva (*Physalis peruviana*): actividad antiproliferativa, apoptótica y antioxidante”,** concluye que la uchuva, puede ser una fuente prometedora de compuestos bioactivos con actividad quimiopreventiva en cáncer de colon humano. La uchuva, se postula como nutracéutico, por su alto contenido de vitaminas A, C, D, E y complejo B; fitoquímicos como polifenoles que pueden actuar como “barredores” de radicales libres, otorgándole a la uchuva, propiedad antioxidante que brindan valor agregado con potencial benéfico para la salud. La capacidad antioxidante del extracto acuoso de uchuva fue de $6795,1 \pm 1,1$ $\mu\text{mol Trolox}/100$ g liofilizado.

- ✓ **Giraldo y Ramírez. (2013), en su investigación “Evaluación de la capacidad antioxidante de extractos de *Palicourea guianensis* (Rubiaceae)”,** concluye que las especies de la familia Rubiaceae, especialmente *P. guianensis*, son una fuente promisorio e importante de metabolitos secundarios con capacidad antioxidante, por lo cual se requieren de mayores estudios que permitan identificar dichas sustancias e integrarlas a programas de terapia antioxidante en el área de la salud.

Los extractos en acetato de etilo y en agua presentaron mayor contenido de compuestos fenólicos, cuyos valores fueron de 28,95 y 43,99 mg de ácido gálico/g extracto seco, respectivamente.

- ✓ **Heras et al. (2013)**, en su investigación “**Optimización del Proceso de Extracción de Antocianinas y Evaluación de la Capacidad Antioxidante de Berenjena (*Solana melonera L.*)**”, concluye que los factores de extracción de antocianinas tiempo (4–12 horas), temperatura (30-60 °C) y la concentración de solvente (50–90%) afectan linealmente el contenido de antocianinas extraídas de la cascara de berenjena, siendo la temperatura la que ejerce un efecto cuadrático.

La optimización del modelo muestra que las condiciones de extracción con 50% de solvente (Etanol), tiempo de 4 horas y temperatura de 30 °C presentó los mayores contenidos de antocianinas de 62 mg/100 g en cascara de berenjena. La interacción tiempo de extracción y temperatura afecta la capacidad antioxidante de extractos de berenjena, de forma tal que su incremento provoca una disminución significativa en la actividad antioxidante. Los resultados de capacidad antioxidante en extractos de cascara de berenjena con las diferentes variables de estudio muestran una capacidad antioxidante en un rango de IC50 de 8,42 a 37,28 mg/l. El contenido de antocianinas en pulpa de berenjena Fucsia-Morada y Lila representa menos del 1% del total de fenoles encontrados en la pulpa del fruto.

- ✓ **Park et al. (2013)**, en su investigación “**Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en nuevos cultivares de kiwi**”, señala que las muestras liofilizadas de los cultivares de kiwi fueron extraídos con diferentes solventes como el etanol, agua, y hexano; y a temperatura ambiente. Los resultados más altos para la capacidad antioxidante, de los siete cultivares de kiwi estudiados, determinada mediante el método DPPH, fue usando como solvente extractor al etanol, obteniendo valores de; $9,14 \pm 0,41$ $\mu\text{mol Trolox/g}$ para el Haeman y de $6,90 \pm$

0,43 $\mu\text{mol Trolox/g}$ para el Daheung, los valores más altos fueron en los cultivares de Skk 12, Hwamei, Bidan y Hort 16A, con valores de $18,42 \pm 1,67$; $17,85 \pm 1,87$; $17,15 \pm 1,54$ y $13,24 \pm 1,43$ $\mu\text{mol Trolox/g}$ en base fresca, respectivamente. Y valores inferiores en el Hayward con $6,08 \pm 0,56$.

El contenido de polifenoles, se determinó mediante el método de Folin – Ciocalteu, los resultados fueron significativamente altos en los extractos de etanol y agua. Los valores más altos fueron en los cultivares de Skk 2 y Hwamei, con $16,34 \pm 1,11$ y $14,26 \pm 1,39$ mg GAE/g de muestra, respectivamente.

- ✓ **Valencia et al. (2013), en su investigación “Variación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos durante el procesamiento del néctar de zarzamora (*Rubusfruticosus L.*)”,** señala que la zarzamora, como materia prima y néctar reporta la siguiente composición físico-química porcentual en base seca: proteína 5,44 y 0,78 %; fibra 14,59 % (materia prima); ceniza 2,43 y 0,78 % y carbohidratos 77,49 y 98,43 %, respectivamente. Y por efecto del proceso, la zarzamora disminuyó su contenido de compuestos fenólicos (mg de ácido gálico /100 g de muestra b.s.) y antocianinas (mg cianidina 3- glucósido / 100 g de muestra b.s.), de 2234,15 y 640,81 (materia prima), a 2086,54 y 472,08 debido al pulpeado-refinado; 914,40 y 188,24 al estandarizado; 974,866 y 181,96 debido al homogeneizado; 860,71 y 190,85 en el pasteurizado, respectivamente.

Así mismo en la elaboración del néctar de zarzamora hubo una reducción de su capacidad antioxidante ($\mu\text{mol Trolox/g b.s.}$) y vitamina C (mg de ácido ascórbico / 100 g muestra b.s.) durante el proceso de 217,66 y 84,41 (materia prima) a 188,48 y 68,13 por efecto del pulpeado-refinado, 130,09 y 59,86 debido al estandarizado,

152,57 y 47,84 por efecto del homogeneizado y 92,21 y 30,50 en el pasteurizado, respectivamente.

- ✓ **Moo et al. (2014), en su investigación “Compuestos antioxidantes, actividad antioxidante y contenido fenólico en la cáscara de tres frutas tropicales de Yucatán, México”,** señala que, el objetivo de este estudio fue determinar los compuestos antioxidantes, actividad antioxidante y el contenido fenólico, de la cascara deshidratada por congelación de tres frutas tropicales cultivadas en Yucatán; el caimito (*Chrysophyllum cainito L.*), castaña amarilla y roja (*Anacardium occidentale*).

Las cascavas deshidratadas por congelación eran fuentes de compuestos antioxidantes, cuyos valores del caimito, castaña amarilla y castaña roja fueron de 3310,9; 3322,3 y 3050,95 $\mu\text{m}/100$ g b.s. (mediante el método ABTS) y 1680,9; 1579,0 y 1593,6 $\mu\text{m}/100$ g b.s. (mediante el método DPPH), respectivamente.

La castaña roja, presentó un contenido mayor de fenoles totales (1318,8 mg GAE/100 g b.s.), seguido por el caimito (695,1 mg GAE/100 g b.s.), y finalmente la castaña amarilla (632,2 mg GAE/100 g b.s.). Con respecto al contenido total de antocianinas, este fue mayor en el caimito (85,4 mg/100 g b.s.).

1.2 PAPAS NATIVAS

Hoy en día, la papa representa una de las contribuciones más importantes de la región andina al mundo entero, por ser uno de los cultivos alimenticios más consumidos y apreciados, y porque de esa manera colaboramos con el fortalecimiento de la seguridad alimentaria de toda la Humanidad. **(Egúsqiza, 2008).**

Las papas nativas constituyen una valiosa herencia de los pueblos preincaicos que durante siglos las seleccionaron y cultivaron por su agradable sabor, caracterizado por frecuentes heladas y sequías.

La papa es un alimento básico y es fuente de compuestos con actividad antioxidante, estas sustancias en pequeñas concentraciones son capaces de reaccionar con las especies reactivas de oxígeno (ERO); implicadas en numerosos acontecimientos, relacionados con enfermedades cardiovasculares y el envejecimiento para proteger el sustrato y combatir este daño celular. **(García, 2011).**

❖ Clasificación taxonómica de la papa

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: Solanum

Especie: *Solanum tuberosum*

Nombres comunes: papa, patata

(Chuquillanqui et al., 2008).

❖ **Papas nativas en el Perú**

En el Perú se siembran anualmente unas 65 mil hectáreas de papas nativas con rendimientos de 8 t/ha, que se cultivan en altitudes de 3500 a 4200 msnm. y se cultivan en pequeñas áreas, usan tecnología baja de post cosecha, generan poco valor agregado y su comercialización tiene altos costos de transacción.

Las variedades Amarilla del Centro y Huayro son las de mayor importancia en el mercado nacional por su alto consumo nacional, seguidas por las variedades Huagalina, Peruanita, Tarmeña, Imilia Blanca, Yana Imilla y Ccompis y entre las variedades de bajo consumo están la Mactillo, Camotillo Blanco, Suito Blanco, Chola, entre otras.

El Centro Internacional de la Papa, CIP, que tiene su sede principal en el Perú, conserva una de las colecciones de papa más grandes del mundo. De las 3500 variedades de papas nativas provenientes de nueve países de América Latina que conserva en custodia, casi 2000 son del Perú. El CIP tiene la tecnología y los recursos financieros proporcionados por la comunidad Internacional para limpiar de virus más de 500 variedades de papa por año. **(Chuquillanqui et al., 2008).**

Actualmente en el CIP ya se dispone de más de 1300 variedades de papa libres de virus. Por lo tanto, estas variedades saneadas ya pueden ser devueltas a los agricultores andinos para reemplazar las papas "cansadas", que gradualmente van disminuyendo sus rendimientos hasta desaparecer completamente por causa de las enfermedades. Es ampliamente conocido que la erradicación de virus en variedades de papa incrementa en por lo menos 20% su rendimiento, lo cual beneficiaría la economía de los agricultores.

Se conoce de dos instituciones públicas y de dos privadas que actualmente están participando en parte de los procesos de producción de semilla de variedades nativas en Junín. Entre las experiencias más cercanas, actualmente en ejecución, está la multiplicación de variedades nativas en invernaderos, a partir de material In Vitro para producir semillas.

Cada variedad in Vitro está siendo multiplicado en los invernaderos del INIA (500 tuberculillos por variedad) las cuales serán distribuidas a varios programas de multiplicación de semillas. **(Chuquillanqui et al., 2008).**

❖ **Origen**

La papa se cultiva en los andes desde hace más de 7000 años. Según investigaciones confirmadas recientemente, el origen de la papa, especie *Solanum tuberosum*, se centra en la parte norte del lago Titicaca, sur del Perú **(Spooner et al, 2005).**

La papa también es un icono cultural y parte del patrimonio de las comunidades campesinas. Se expresa en diversas formas y aún se aplican muchas tecnologías ancestrales en el cultivo. Ejemplos son el uso de la chakitaklla en los diversos sistemas de labranza del suelo o la observación de las fases de la luna para iniciar la siembra.

❖ **Caracterización en campo**

Para los agricultores conservadores de variedades nativas caracterizar es identificar, separar y diferenciar unas papas de otras en base a determinadas características propias de la papa o de cada variedad que la hacen diferente a las

demás. Estos criterios campesinos de identificación de variedades de papa nativa se refieren a:

- Característica del tallo
- Color de la flor
- Forma del tubérculo y meristemas apicales
- Color de la cáscara
- Color de la pulpa

❖ **Clasificación en campo**

Para los agricultores conservadores de variedades nativas de papa, clasificar es seleccionar las variedades de papas nativas en base a determinadas características que las hacen mejores como son:

- Por el nivel de adaptación: de buena adaptación, de baja adaptación
- Por el nivel de resistencia a plagas y enfermedades: resistentes, poco resistentes.
- Por la precocidad: apuradoras y demoronas.
- Por tamaño y calidad: de primera, segunda, tercera, cuarta y descarte
- Por los usos: para sopas, frituras, sancochar o para transformación.
- Por el destino final: para el mercado, consumo familiar, trueque o intercambio, para semilla.

➤ Por el color de la epidermis y la cáscara: amarillas, blancas y negras

❖ **Variedades de papas nativas en el sistema actual de producción de semilla en el Perú.**

Departamento de Huánuco

Actualmente no hay una producción comercial de semillas de variedades nativas ni tampoco de variedades mejoradas en Huánuco. La variedad más común en Huánuco, que es una variedad nativa, la variedad “Amarilla Tumbay” (Registrada solo como “Tumbay” que es muy demandada en el mercado de Lima. Pese a que esta variedad es tan común, no hay oficialmente producción de semilla de esta variedad. Las últimas semillas de Tumbay, Certificadas por SENASA-Huánuco de esta variedad fueron en junio del 2003, de papas certificadas traídas del INIA – Huancayo. **(Chuquillanqui et al., 2008).**

Junín y Huancavelica

En los departamentos de Junín y Huancavelica no hay producción comercial de semillas variedades nativas. Si hay un movimiento importante de variedades nativas, pero la semilla que se usa es artesanal. A través de la implementación de un Proyecto con la Asociación de Productores de Papas nativas, DEVIDA está promoviendo el uso de las variedades Cceccorani y Gaspar, variedades nativas requeridas por Frito Lay. **(Chuquillanqui et al., 2008).**

Las semillas de estas dos variedades provienen de Andahuaylas y han sido sembradas en las comunidades de Ccicchi, Pomamanta y Chuquitambo; son

semillas comunes. También se promueven las variedades de la zona: Suma Sancco, Talmish, Putis (pigmentada), Cailhuay y Huayro Macho.

Apurímac

En Andahuaylas por lo menos 5 variedades (Ccompis, Peruanita, huayco, Tumabay y amarilla) se certifican en el sistema oficial de certificación (SENASA). Otras variedades podrían certificarse si es que el sistema así los permitiese. Los productores disponen del material base, muchos de los cuales están libres de patógenos por haber sido “repatriados” o reintroducidos a través del **CIP (Centro Internacional de la papa)**.

El cultivo de papa nativa es tradicional en las zonas altas de las provincias de Andahuaylas, Aymaraes, Antabamba, Chincheros, Cotabambas y Grau, principalmente en cantidades que solo son de autoconsumo, con el empleo del sistema tradicional, utilizando estiércol como abono y su propia semilla degenerada en su mayoría.

El manejo del cultivo de papa nativa, es inadecuado, de modo que las condiciones climáticas y la aparición de plagas y enfermedades determinan la productividad, obteniendo los productores como resultado de la interacción de lo mencionado líneas arriba, el volumen de rendimiento en promedio es 6,76 t/ha, sin embargo en cada una de las provincias se tienen rendimientos de 5 t/ha hasta 8 t/ha, en los mejores casos. Por lo que esta variación viene definida por factores como calidad de semilla, suelo, uso de fertilizantes y adecuada o inadecuada práctica de labores culturales. **(Chuquillanqui et al., 2008)**.

❖ Principales características de las papas nativas

- Tolerancia a plagas y enfermedades.
- Periodo vegetativo desde cortos a largos (4 a 7 meses).
- Alto contenido de materia seca (28 a 35%).
- Buen contenido de proteínas (2 a 5%)
- Diversos colores y pigmentaciones en la pulpa del tubérculo.
- Buena capacidad de almacenamiento.
- Forma de tubérculos variados.
- Color de la epidermis de los tubérculos muy diversos.
- Adaptadas a las condiciones alto andinas.
- Algunas variedades contienen propiedades antioxidantes (pigmentos y antocianinas).
- Tienen un alto contenido de vitaminas y minerales.
- Presentan mayor demanda cada vez, porque son excelentes para la preparación de diversos tipos de alimentos.

(Chuquillanqui *et al*, 2008).

❖ Clones

El código oficial de la nomenclatura de las plantas cultivadas define la palabra clon como: “Un conjunto genéticamente uniforme de individuos, originalmente derivados de un solo individuo mediante propagación asexual; por ejemplo por medio de estacas, divisiones, injertos.

Los individuos propagados a partir de una yema forman un cultivar diferente de la planta progenitora” (**Krikorian, 2002**). A medida que mejoraron las técnicas para el trabajo con cultivo de células de organismos superiores, especialmente de células animales, los investigadores adoptaron la palabra clon para referirse a una población de células derivadas de una sola, mediante mitosis. Generalmente ya no estaba implicada la identidad o uniformidad genotípica, porque pronto se determinó y reveló que durante el cultivo aséptico las células pueden cambiar en forma dramática.

❖ La reproducción asexual o clonación en las plantas

La clonación de plantas existe hace miles de años. Los agricultores y floricultores la practican desde hace muchos años para la producción de plantas ornamentales y alimenticias que son copias del progenitor.

El siguiente esquema resume las variadas formas que puede utilizar el hombre para reproducir asexualmente una planta y obtener copias idénticas o clones.

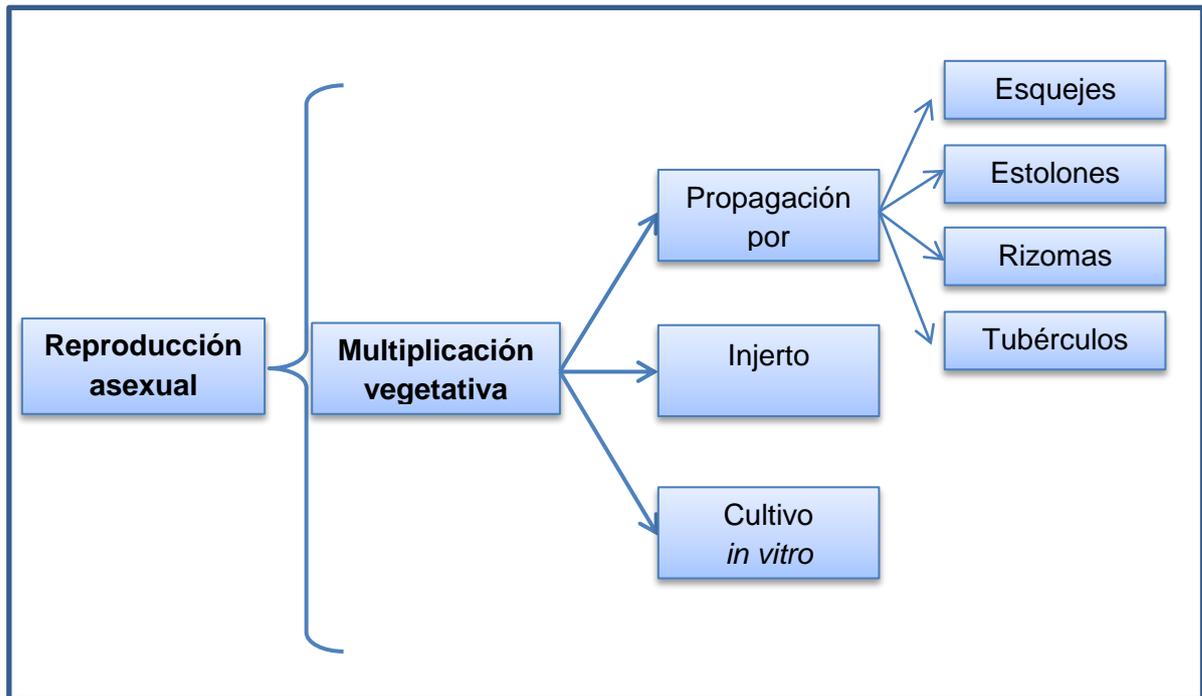


Figura 01 : Formas de reproducción asexual

Fuente: Echenique *et al.*, 2004

❖ **La multiplicación vegetativa**

La multiplicación o propagación vegetativa es posible ya que cada una de las células de un vegetal, posee la capacidad de multiplicarse, diferenciarse y generar un nuevo individuo idéntico al original.

Por ejemplo, la multiplicación se produce a partir de las partes vegetativas de la planta, como las yemas, hojas, raíces o tallos que conservan la potencialidad de multiplicarse para generar nuevos tallos y raíces a partir de un grupo de pocas células. **(Echenique *et al.*, 2004)**. La multiplicación vegetativa comprende desde procedimientos sencillos, como la propagación por gajos o segmentos de plantas, hasta procedimientos más complejos como es el cultivo de tejidos *in vitro*.

❖ **Clonación *in vitro***

El cultivo *in vitro* (término que literalmente significa en vidrio), incluye muchas técnicas destinadas a introducir, multiplicar y regenerar, entre otros recursos, material vegetal o animal en condiciones controladas y asépticas.

El cultivo de tejidos consiste en aislar una porción de la planta (explantos) y proporcionarle artificialmente las condiciones físicas y químicas apropiadas para que las células expresen su potencial de regenerar una planta nueva. Estas técnicas se realizan en el laboratorio en recipientes de vidrio (*in vitro*), en condiciones de asepsia para mantener los cultivos libres de contaminación microbiana. Las plantas se desarrollan en un medio de cultivo que está compuesto por macronutrientes, micronutrientes, gelificantes y compuestos orgánicos tales como hidratos de carbono, vitaminas, aminoácidos y reguladores del crecimiento..

❖ **Etapas de la clonación *in vitro***

- 1) Elección de la planta y/o tejido donante de explantos.
- 2) Establecimiento: desinfección de los explantos (generalmente con hipoclorito de sodio) y su posterior adaptación al medio artificial de modo de inducir callo, brote, raíz o embrión somático, según se desee.
- 3) Multiplicación: generar una masa vegetal suficiente para la regeneración del número de plantas necesarias.
- 4) Enraizamiento: formación de raíces con el fin de convertir los brotes o embriones somáticos en plántulas completas.

5) Rusticación: aclimatación de las plántulas obtenidas in vitro a las condiciones medioambientales ex vitro (suelo o algún sustrato inerte).

❖ **Composición de medios de cultivo**

Tabla 01 : Composición de los medios de cultivos.

Componente	Características y ejemplos
Agua destilada	Representa el 95% del medio nutriente
Fuente de carbono	Generalmente se usa sacarosa. La fuente de carbono se necesita porque los explantos no son completamente autótrofos, y no pueden cubrir sus necesidades.
Sustancias inorgánicas	Macroelementos (N, P, K, Ca, Mg, S) y microelementos (Fe, Co, Zn, Ni, B, Al, Mn, Mo, Cu, I), en una proporción adecuada para la planta elegida.
Vitaminas	Vitaminas B1, B2, B6, vitamina H, vitamina E, ácido fólico, ácido nicotínico, entre otras.
Hormonas y reguladores del crecimiento	Auxinas: promueven la elongación celular, la formación de callos y raíces adventicias, inhiben la formación de brotes axilares adventicios. Citoquininas: promueven la división celular, regulan el crecimiento y el desarrollo de los tejidos vegetales.
Mezclas de sustancias poco definidas	Ejemplos: extracto de levadura, extractos vegetales.
Materiales inertes	Usados como soporte. Incluyen agar, azarosa, otros polisacáridos, lana de vidrio, papel de filtro, arena.

Fuente: Echenique et al., 2004.

1.3 PURÉ DESHIDRATADO

Con la denominación de puré de papas deshidratado, se entiende el producto elaborado por deshidratación adecuada de papas sanas, previamente peladas y precocidas. Se presenta en forma de gránulos, copos o escamas. Su contenido de humedad a 100°-105°C no debe ser superior a 8,0%. **(Código Alimentario).**

La papa se utiliza para la fabricación de productos procesados tales como papas fritas (hojuelas), papas preparadas congeladas y papas deshidratadas.

Para prolongar el tiempo de almacenamiento de la papa se utiliza la tecnología de deshidratación. En los Estados Unidos, la papa deshidratada en hojuelas tiene mucha importancia, especialmente en los mercados institucionales. Este producto tiene como ventaja no necesitar mano de obra ni equipos caros para pelar, inspeccionar y cortar la papa.

La papa deshidratada en escamas y en polvo se utiliza para la preparación de purés instantáneos. El producto se prepara añadiendo agua, leche caliente, sal y mantequilla.

❖ **Deshidratación**

Es la operación que consiste en eliminar casi la totalidad del agua libre del alimento y reducir la actividad de agua, disminuyendo así la velocidad de los procesos de deterioro de origen enzimático y microbiano. También se reducen el peso y el volumen. Para lograr la deshidratación se requiere aportar energía para evaporar el agua presente en fase líquida o sublimar el agua en fase sólida.

La intensidad de la deshidratación depende de las condiciones a las que el proceso se aplica, tales como: temperatura, humedad, ventilación, tamaño y geometría del

sólido, características del equipo deshidratador y las características y cantidad del alimento. **(Canovas, 2000)**.

❖ **Métodos de deshidratación**

Los mecanismos de transferencia de agua en el producto que se está secando se puede resumir en: Movimiento de agua bajo fuerzas capilares, difusión de líquido por gradientes de concentración, difusión superficial, difusión del vapor de agua en los poros llenos de aire, flujos debido a gradientes de presión y flujo debido a la vaporización-condensación del vapor de agua.

Existen además diversas técnicas y tecnologías de deshidratación. Los métodos empleados en el secado de alimentos pueden clasificarse así:

- Secado por aire caliente
- Secado por contacto directo con una superficie caliente
- Secado por el aporte de energía por una fuente radiante de microondas dieléctricas
- Liofilización

En la deshidratación de vegetales se utilizan diferentes técnicas o sistemas basados principalmente en aire caliente, los cuales se diferencian solamente por la forma como se maneja el producto, la forma de exposición del producto al aire, la fuente de calor, la capacidad y el costo. Estos sistemas son: Atomización, tambor rotatorio y transportador de banda para la obtención de deshidratado en polvo y de bandeja para la obtención de escamas, cubos o tajadas. **(Canovas, 2000)**.

❖ **Deshidratación en bandejas por aire caliente.**

Este método consiste en una cámara o compartimiento dentro del cual se coloca un número determinado de bandejas sobre las cuales se extiende el producto vegetal de manera que no sobrepase un espesor de 3-4cm.

El aire producido mediante un ventilador cuya velocidad debe ser entre 2-2.5 m²/s, es calentado por medio de una fuente calorífica y luego pasa por las bandejas envolviendo o pasando a través del producto, produciendo la evaporización del agua presente. **(Canovas, 2000).**

El tiempo de deshidratación depende de:

- La naturaleza del producto.
- El espesor y disposición del producto en la bandeja.
- La velocidad del aire.
- La temperatura inicial y final del aire.

1.4 COMPUESTOS BIOACTIVOS

Se considera componente bioactivo de un alimento aquel que aporta un beneficio para la salud más allá de las consideraciones propias de la nutrición básica. Estos componentes se encuentran en general en pequeñas cantidades en los productos de origen vegetal. Se puede considerar como componentes bioactivos, tanto a algunas vitaminas y minerales, como a otros compuestos no nutrientes presentes fundamentalmente en plantas (fitoquímicos) que inducen efectos metabólicos derivados de su actividad biológica constatada en modelos de laboratorio, y asociada a efectos beneficiosos sobre la salud humana, como por ejemplo mayoría de funciones fisiológicas o reducción de riesgo de padecer enfermedades. **(Olmedilla y Granado, 2007).**

❖ Clasificación general de los componentes bioactivos

Dentro del gran grupo de alimentos funcionales que han sido investigados por sus propiedades se encuentran las verduras, las cuales sobresalen en este campo debido a los componentes bioactivos que contienen y que las caracterizan como alimentos funcionales.

El término componente bioactivo en el campo de la alimentación y específicamente en alimentos funcionales, se define como; aquellos compuestos químicos que ejercen un efecto benéfico para alguna función corporal del individuo, produciendo una mejora en la salud y bienestar o reduciendo un riesgo de enfermedad **(Sainz et al., 2006).**

Recientes trabajos de investigación científica han permitido clasificar los compuestos bioactivos presentes en los alimentos de origen vegetal, en grupos

según, las funciones de protección biológica que ejercen y sus características físicas y químicas.

Tabla 02: Clasificación general de los componentes bioactivos de vegetales

CATEGORIA/FAMILIA	SUB CLASES		COLOR	ALIMENTO
TERPENOS: A esta familia pertenecen los carotenoides y los limonoides	Carotenoides: Incluyen dos tipos distintos de moléculas: carotenos y xantofilas	Carotenos: como α , β caroteno y el licopeno	Responsable del color NARANJA	Zanahorias, Calabaza
		Xantófilas: como la zeaxantina, cantaxantina y la criptoxantina	El color ROJO se debe al licopeno	Tomate, col, pimentón, rábano
	Limonoides	d-limoneno, pineno.	El color AMARILLO VERDE se deben a la luteína y a la zeaxantina	Espinacas, aguacate, lechuga, guisantes
FENOLES: Incluye a los flavonoides y sus subgrupos las antocianinas, las catequinas, los ácidos gálicos y las isoflavonas.	Flavonoides	Flavonas, isoflavonas: Genisteina y daidzeina son ejemplos de isoflavonas.	Responsables del color NARANJA CLARO	Melocotón, la papaya, la naranja
		Antocianinas. Conocidas como "flavonales"	AZUL / MORADO	Cebollas, repollo, zanahorias, berenja
		Catequinas y Ácidos Gálicos		
TIOLES: Esta clase (contienen azufre) están presentes en el ajo y en vegetales del genero crucifero	Glucosinolatos	Incluyen los isocianatos y el sulforafano	Compuestos responsables del color VERDE	brócoli, coliflor, col de bruselas, repollo, nabo.
		Súlfidos Alílicos. Los súlfidos alílicos en estas plantas son liberados cuando las plantas son cortadas.	BLANCO	Ajo, cebollas, puerros, cebollín
		Índoles. Compuestos nitrogenados		

Fuente: Sainz *et al.*, 2006

❖ **Compuestos fenólicos**

Los compuestos fenólicos agrupan a un amplio grupo de moléculas caracterizadas por poseer un anillo aromático. Se trata de un grupo de compuestos producto del metabolismo secundario de las plantas.

Los compuestos fenólicos o polifenólicos, son las sustancias que poseen un anillo aromático, unidos a uno o más grupos hidroxilo. Solo algunos polifenoles se consideran importantes en los alimentos y en la misma alimentación, estos compuestos son el ácido gálico, sináptico, ferúlico, cafeico, p-cumárico, y sus derivados así como los flavonoides y sus glucósidos. Las antocianinas y flavonoles son pigmentos importantes en una gran variedad de frutas y verduras. Entre los ingredientes funcionales, el grupo que actualmente está generando, mayor interés es el de los compuestos fenólicos, también ampliamente denominados polifenoles, debido a sus propiedades organolépticas y farmacológicas. Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios sintetizados por los vegetales tanto en su desarrollo normal. **(Morales, 2011).**

❖ **Antocianinas**

Las antocianinas son compuestos fenólicos, de la familia de los flavonoides, colorantes naturales ampliamente distribuidos en frutas, bayas y flores, ofreciendo atractivos colores, como naranja, rojo y azul.

Estos pigmentos son solubles en agua y esta propiedad facilita su incorporación en numerosos sistemas alimentarios acuosos. Estas cualidades hacen que las antocianinas sean colorantes naturales atractivos **(Kong et al., 2012).**

El interés por los pigmentos antociánicos en investigaciones científicas se han incrementado en los últimos años, debido no sólo al color que confieren a los productos que las contienen sino en la reducción de las enfermedades coronarias, cáncer, diabetes, efectos antiinflamatorios, mejoramiento de la agudeza visual y comportamiento cognitivo; estos efectos terapéuticos positivos, están principalmente asociados con sus propiedades antioxidantes **(Kong et al., 2012)**.

Las antocianinas representan los principales pigmentos solubles en agua visibles al ojo humano. Pertenecen al grupo de los flavonoides y su estructura básica es un núcleo de flavón, el cual consta de dos anillos aromáticos unidos por una unidad de tres carbonos.

Color y estabilidad de las antocianinas

Los pigmentos antocianinas son relativamente inestables, su mayor estabilidad ocurre bajo condiciones ácidas. Tanto las características del color (tonalidad y matiz) del pigmento como su estabilidad están muy determinadas por los sustituyentes de la aglicona. La degradación de las antocianinas ocurre no solo durante la extracción del tejido vegetal sino también durante el procesado y conservación de los alimentos. Los principales factores que gobiernan la degradación de las antocianinas son el pH, la temperatura y la concentración de oxígeno. Factores de menor importancia son la presencia de enzimas degradativas, de ácido ascórbico, de dióxido de azufre, de iones metálicos y de azúcares. **(Fennema et al., 2010)**.

Transformación estructural y de pH

Las velocidades de degradación varían en gran medida debido a sus distintas estructuras. En general un aumento en el grado de hidroxilación disminuye la estabilidad, mientras que un aumento en el grado de metilación aumenta la estabilidad. El color de alimentos que contienen antocianinas que son ricas en agliconas pelargonina, cianidina o delphinidina es menos estable que el de alimentos que contienen antocianinas ricas en agliconas de petunidina o malvidina. La mayor estabilidad de este último grupo se debe al bloqueo de los grupos hidroxilos. **(Fennema *et al.*, 2010).**

Las antocianinas en la alimentación

El interés por los pigmentos antociánicos se ha intensificado recientemente debido a sus propiedades farmacológicas y terapéuticas. Debido a que durante el paso desde el tracto digestivo al torrente sanguíneo de los mamíferos, las antocianinas permanecen intactas, su consumo puede tener un impacto directo sobre la salud.

Beneficios

Ejercen efectos terapéuticos conocidos que incluyen la reducción de la enfermedad coronaria, efectos antitumorales, antiinflamatorios y antidiabéticos, además del mejoramiento de la agudeza visual y del comportamiento cognitivo. Los efectos terapéuticos de las antocianinas están relacionados con su actividad antioxidante. Estudios con fracciones de antocianinas provenientes del vino han demostrado que estas son efectivas en atrapar especies reactivas del oxígeno, además de inhibir la oxidación de lipoproteínas y la agregación de plaquetas.

1.5 RADICALES LIBRES Y COMPUESTOS ANTIOXIDANTES

Radical libre (RL) es cualquier especie química capaz de existir de forma independiente y que presenta uno o más electrones desapareados en su estructura. Como consecuencia, son altamente reactivos lo que hace que tengan una vida media del orden de milisegundos, aunque varía según el tipo de radical libre.

Los radicales libres también son conocidos como especies reactivas oxigénicas o del oxígeno (ERO) y especies reactivas del nitrógeno (ERN).

A bajas concentraciones los radicales libres son necesarios para el buen funcionamiento celular pudiendo actuar como segundos mensajeros estimulando la proliferación celular y/o actuando como mediadores para la activación de las células. Sin embargo, un exceso de los mismos puede acumularse hasta niveles tóxicos dando como resultado que se produzcan diversas acciones sobre el metabolismo de los principios inmediatos, que pueden ser origen del daño celular.

Aunque se produce un gran daño oxidativo, el organismo ha desarrollado un sistema de defensa antioxidante que intenta evitar o neutralizar la agresión.

Un antioxidante es definido como cualquier sustancia que cuando está presente en bajas concentraciones comparado con el sustrato oxidable, reduce o previene significativamente la oxidación de este sustrato.

Se caracterizan por ser muy heterogéneos, pueden ser hidrosolubles y liposolubles, localizarse intra y extracelularmente, y proceder de diferentes fuentes ya que algunos son nutrientes o proceden de éstos y otros son productos del metabolismo.

Como antioxidantes, los polifenoles pueden proteger las células contra el daño oxidativo y por lo tanto limitar el riesgo de varias enfermedades degenerativas asociadas al estrés oxidativo causado por los radicales libres. El estrés oxidativo se define comúnmente como el desequilibrio entre las especies oxidantes y reductoras a nivel celular en un organismo.

Los antioxidantes pueden actuar:

- Previniendo la formación de las sustancias reactivas de oxígeno (ERO).
- Interceptando el ataque de ERO.
- Secuestrando los metabolitos reactivos y convirtiéndolos en moléculas menos reactivas.
- Facilitando la reparación del daño causado por las ERO.
- Manteniendo un ambiente favorable para la actuación de otros antioxidantes.
- Amplificando la resistencia de las dianas biológicas sensibles al ataque de las ERO.

Según el modo de acción, los antioxidantes se clasifican en primarios, secundarios o terciarios:

Primarios: Impiden la formación de radicales libres, frenan la reacción en cadena de los radicales libres, especialmente de las especies reactivas del oxígeno

Se comportan como captadores de ERO.

Secundarios: Interrumpen la reacción de propagación de los radicales libres o desplazan las especies reactivas del oxígeno (ácido ascórbico, carotenoides, glutatión y la mayoría de las enzimas antioxidantes).

Terciarios: Reparar el daño causado a las moléculas por los radicales libres o eliminan aquéllas que se han estropeado.

Son numerosos los estudios que han mostrado que los polifenoles poseen propiedades antioxidantes, captando radicales libres (**Kuskoski et al., 2004**).

❖ **Técnicas para la determinación de Capacidad antioxidante**

Existen diversos métodos para evaluar la actividad antioxidante, ya sea in vitro o in vivo. Una de las estrategias más aplicadas en las medidas in vitro de la capacidad antioxidante total de un compuesto, mezcla o alimento, consiste en determinar la actividad del antioxidante frente a sustancias cromógenas de naturaleza radical; la pérdida de color ocurre de forma proporcional con la concentración.

Alternativamente, diversos compuestos cromógenos como **ABTS** (llamado así por el reactivo 2,2-azinobis (3-ethylbenzotiazolina-6-acidosulfónico)), **DPPH** (llamado así por el reactivo 2,2-difenil-1-picrylhidrazil), **DMPD** (dicloridrato de N,N-Dimetil pfenilendiamina) y **FRAP** (Poder Antioxidante de Reducción Férrica) son utilizados para determinar la capacidad de los compuestos fenólicos que contienen los frutos para captar los radicales libres generados, operando así en contra los efectos perjudiciales de los procesos de oxidación, que implican a especies reactivas de oxígeno (ERO).

Los métodos más aplicados son **ABTS y DPPH**. Ambos presentan una excelente estabilidad en ciertas condiciones, aunque también muestran diferencias. El DPPH es un radical libre que puede obtenerse directamente sin una preparación previa, mientras que el ABTS tiene que ser generado tras una reacción que puede ser química (dióxido de manganeso, persulfato potasio), enzimática (peroxidase, mioglobulina), o también electroquímica.

Con el ABTS se puede medir la actividad de compuestos de naturaleza hidrofílica y lipofílica, mientras que el DPPH solo puede disolverse en medio orgánico. **(Kuskoski et al., 2004).**

El método de FRAP ocurre por reducción directa, es un método rápido, simple operacionalmente y reproducible. Consiste en la formación de un complejo férrico, el cual en presencia de antioxidantes forma un complejo azul de máxima absorción a 593 nm.

❖ **Ensayo del DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil)**

La molécula 2,2-difenil-1-picrylhidrazyl (DPPH) es conocida como un radical libre estable debido a la deslocalización de un electrón desapareado sobre la molécula completa, por lo cual la molécula no se dimeriza, como es el caso de la mayoría de los radicales libres.

La deslocalización del electrón también intensifica el color violeta intenso típico del radical, el cual absorbe en metanol a 515 nm. Cuando la solución de DPPH reacciona con el sustrato antioxidante que puede donar un átomo de hidrógeno como se muestra en la figura 02, el color violeta se desvanece.

El cambio de color es monitoreado espectrofotométricamente y es utilizado para la determinación de los parámetros para las propiedades antioxidantes.

Después de aproximadamente tres décadas este ensayo comenzó a utilizarse rutinariamente para la caracterización de las propiedades antioxidantes. El procedimiento original para el ensayo DPPH• ha sido adoptado por muchos laboratorios y a pesar de que existen modificaciones a conveniencia, una revisión detallada de la literatura ha revelado que la mayoría de los estudios están basados en un tiempo de reacción de 20-30 min en vez de un tiempo de reacción total de 120 minutos requerido para alcanzar el estado estacionario y completar la reacción redox. (Ojha *et al.*, 2012).

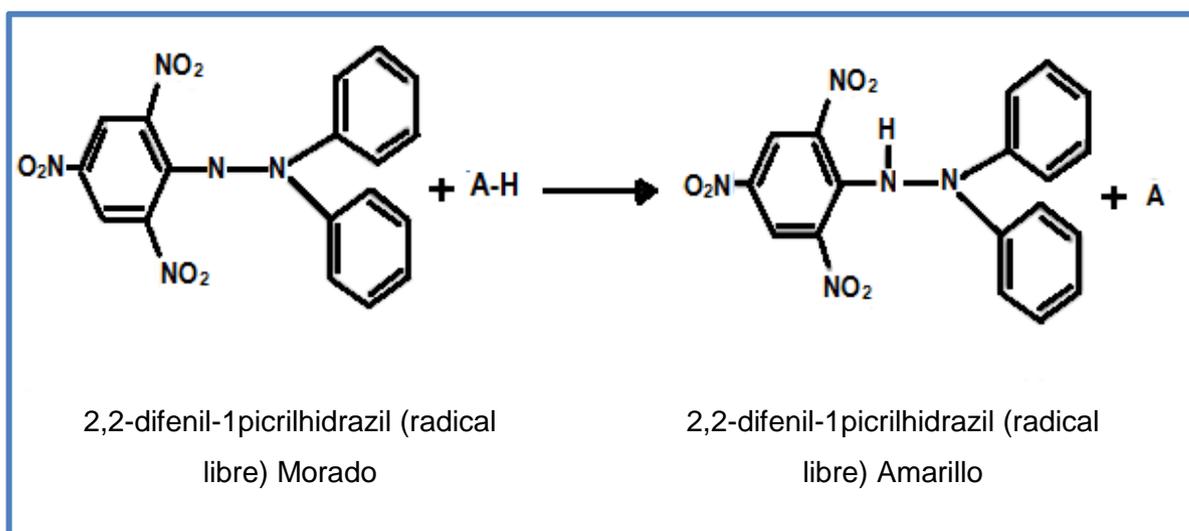


Figura 02: Estructura del DPPH antes y después de la reacción con el antioxidante

Fuente: Alam *et al.*, 2012.

1.6 JUSTIFICACIÓN

Son numerosos los estudios realizados en los últimos años, por el creciente interés de ciertos vegetales con alto poder antioxidante, con el objetivo de potenciar su consumo debido a su efecto positivo en la prevención de ciertas enfermedades crónicas tales como algunos tipos de cáncer, enfermedades cardiovasculares, enfermedades neurodegenerativas, etc.

Por otro lado las papas nativas constituyen una valiosa herencia de los pueblos preincaicos que durante siglos las seleccionaron y cultivaron por su agradable sabor y tolerancia a condiciones adversas del clima de los Andes, generalmente caracterizado por frecuentes heladas y sequías.

La información existente sobre los clones de papa es escasa, es por ello que en el presente trabajo de investigación se determina el contenido de compuestos bioactivos: fenoles y antocianinas, y la capacidad antioxidante, los cuales pueden actuar impidiendo, interrumpiendo o reparando el daño causado por los radicales libres en el organismo.

Y tras esa determinación, contribuir con la mejora de los hábitos alimenticios de la sociedad e incitar a los agricultores a cultivar tubérculos nativos, ya que los clones de papa se adaptan a las condiciones alto andinas, son resistentes a plagas y enfermedades, tienen formas muy diversas, alto contenido de materia seca, vitaminas, minerales, y sobre todo propiedades antioxidantes. Así mismo la determinación de los compuestos bioactivos y de la capacidad antioxidante en el producto procesado: puré deshidratado.

Por otro lado, la tecnología que se emplea para la elaboración del puré deshidratado, no es necesariamente sofisticada, ni de última generación, es de un nivel intermedio, existentes en el ámbito nacional, pudiéndose adaptar materiales y equipos con los que se cuenta, cumpliendo las normas de seguridad y las condiciones necesarias para su elaboración.

Otra de las razones por la que se eligió la investigación, es porque tiene consistencia y vinculación con los planes de desarrollo concertados, es así que en el documento del Plan de Desarrollo Regional Concertado Apurímac al 2021, en el capítulo de Territorio, Ecología y Ambiente se hace la declaración de Apurímac que sigue a continuación: “Nuestro Departamento es diverso en riquezas y potencialidades que debemos identificar, valorar y aprovechar de manera creativa y sostenible estas constituyen la garantía de que Apurímac sea reconocido como un territorio viable económicamente y que contribuya de manera efectiva al desarrollo nacional”.

Las ventajas competitivas de muchos productos agroindustriales y los provenientes de la agroecología (cultivos orgánicos que son el atractivo de mesas gourmet como las papas nativas entre otros), son parte de los activos que hoy nos pueden llevar nuevamente a mirar con esperanza la integración regional.

Así mismo en el Plan de Desarrollo Concertado de la Provincia de Andahuaylas 2004 - 2014. Se pretende lograr los siguientes sueños consolidados: Andahuaylas con producción agropecuaria, sostenible y rentable.

El reconocimiento de la base productiva de la provincia se refleja cuando se señala que basa su economía en la producción agropecuaria, pero a este reconocimiento se

aúna el deseo de expandir una economía a través de generar valores agregados a la actividad agropecuaria.

Apurímac es una de las regiones que se destaca en la producción y comercialización de papa por sus condiciones agroecológicas favorables para su cultivo, puesto que la producción óptima de la papa se da en aquellas zonas ubicadas entre los 2500 y 3000 metros de altitud sobre el nivel del mar. En Andahuaylas está, es la actividad rural que más ingresos y empleo genera, es por ello que el procesamiento industrial de la papa se presenta como una alternativa para mejorar las condiciones económicas, es uno de los varios productos el puré deshidratado.

Por otra parte al existir más de 2000 variedades de papas entre nativas y clones, estas presentan coloraciones o tonalidades que van desde el color blanco hasta el morado, esto se debe a la presencia de sustancias denominadas funcionales, que entre otras funciones actúan como secuestradores de radicales libres, causantes de la oxidación celular (**Castañeda et al., 2008**) y por ende del envejecimiento y adquisición de males o enfermedades

1.7 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos, de cinco clones de papa nativa (*Solanum tuberosum*) y del puré deshidratado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- ✓ Determinar la capacidad antioxidante de cinco clones de papa nativa.
- ✓ Determinar la capacidad antioxidante del puré deshidratado, obtenido a partir de cinco clones de papa nativa.
- ✓ Determinar los compuestos bioactivos: fenoles y antocianinas, de cinco clones de papa nativa.
- ✓ Determinar los compuestos bioactivos: fenoles y antocianinas, del puré deshidratado, obtenido a partir de cinco clones de papa nativa.

1.8 PROBLEMA

¿Qué diferencias existen entre los valores de capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de los cinco clones de papa nativa y del puré deshidratado?

1.9 HIPÓTESIS

HIPÓTESIS GENERAL

Existen diferencias significativas entre los valores de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de los cinco clones de papa nativa (*Solanum tuberosum*) y del puré deshidratado.

HIPÓTESIS ESPECÍFICA

- ✓ Los valores de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos: fenoles y antocianinas, de los cinco clones de papa nativa presentan diferencias significativas.

- ✓ Los valores de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos: fenoles y antocianinas, de los purés deshidratados, elaborados a partir de cinco clones de papa nativa presentan diferencias significativas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

Las pruebas experimentales se desarrollaron en los laboratorios de Procesos Agroindustriales y Química de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA), de la Universidad Nacional José María Arguedas (UNAJMA), ubicada en el barrio de Santa Rosa del Distrito de Talavera, Provincia de Andahuaylas, Región Apurímac.

2.2 MATERIAL DE ESTUDIO

Para la investigación se tuvo como material de estudio, a cinco clones de papa nativa, los cuales fueron cosechados entre los meses de mayo y junio del 2014, meses en los cuales es la cosecha de las papas nativas, estos tubérculos, fueron obtenidos del campo experimental de la empresa SEMPAL, ubicado en el Centro Poblado Menor de Chulcuisa, Distrito de San Jerónimo, Provincia de Andahuaylas, Región de Apurímac.

El distrito de San Jerónimo, se encuentra ubicada en la parte central de la provincia y corresponde a la parte alta del río Chumbao entre los hitos siguientes: Latitud Sur $13^{\circ}38'51''$ y Longitud Oeste $73^{\circ}36'05''$; y con una altitud de 2944 msnm.

2.2.1 UNIVERSO Y/O POBLACIÓN

Se consideró como población a los cinco clones de papa nativa (304184-600, 302285 - 608, 303799 – 609, 507600 - 129B y Roja I); en una cantidad de 5 kg por clon, los cuales fueron obtenidos del campo experimental de la empresa SEMPAL.

2.2.2 MUESTRA

Para obtener la muestra se realizó un muestreo estratificado, esto consistió en recolectar los tubérculos que cuenten con las siguientes características: maduros, y sobre todo libres de enfermedades. Una vez obtenido las muestras con las características mencionadas, se realizó un muestreo aleatorio simple, el cual consistió en tomar muestras al azar de dos kilogramos de cada uno de los clones de papa.

2.3 EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS E INSUMOS DE LABORATORIO

2.3.1 EQUIPOS

Tabla 03: Equipos.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MARCA
01	Espectrofotómetro UV-Visible.	GENESIS
01	Autoclave	S/M
01	pH-metro digital	LOVIBOND
01	Estufa	KER LAB
01	Centrifuga con temporizador digital, Velocidad 1420 RPM.	FUNKE GERBER
01	Agitador magnético	LW- SCIENTIFIQUE
01	Balanza digital de precisión Cap. 100g. Sensibilidad 0.01g	ABS 200-4
01	Balanza electrónica digital Cap. máxima de 30 Kg., y mínima de 200 g.	E-ACCUPA

01	Analizador de humedad 0.01%, precisión 0.001 g.	ADAM
02	Termómetro digital Desde -50°C hasta +200°C	S/M
01	Molino manual	S/M
01	Refrigeradora	GOLD STAR
01	Congeladora	FOR METAL

2.3.2 MATERIALES

Tabla 04: Materiales.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MARCA
05	Recipientes de plástico	EL REY
02	Cuchillo, con mango de madera.	FACUSA
05	Tamices	S/M
01	Bureta de 25 ml de color azul	VMR
02	Varilla de vidrio	FORTUNA
02	Espátula de acero inoxidable mango de madera	S/M
01	Vernier	S/M
02	Mortero con pilón	SCHOTT
02	Pizetas	S/M
03	Bandejas de aluminio	S/M
01	Cooler	S/M

05	Papel Aluminio Foil	DUTY
02	Embudos de vidrio	FORTUNA
03	Probetas de 100 ml	KYNTTEL
02	Probetas de 25 ml	KYNTTEL
10	Vasos precipitados de 250 ml	FORTUNA
01	Cubeta de hielo	S/M
30	Tubos de ensayo	S/M
30	Tubos de ensayo con tapas	S/M
02	Gradillas para tubos de ensayo	S/M
01	Micro pipeta	S/M
02	Pipetas de 5 ml	FORTUNA
02	Pipetas de 2 ml	FORTUNA
02	Pipetas de 1 ml	FORTUNA
03	Pro pipetas	D&N
05	Matraz Erlenmeyer de 100ml	GIARDINO
01	Soporte Universal metálico	S/M
05	Conos de papel aluminio foil	S/M
01	Papel filtro.589/2 (Watman -40). Ø 11 cm	S&S
01	Rotulador	FABER-CASTELL
02	Rallador	EL REY

2.3.3 REACTIVOS E INSUMOS

Tabla 05: Reactivos e insumos.

UNIDAD	DESCRIPCIÓN
30 g	Hidróxido de sodio; sólido blanco cristalino sin olor que absorbe humedad del aire; muy corrosivo.
10 ml	Fenolftaleína; forma una solución casi incolora en medio neutro o ácido y soluciones púrpura carmín brillante en medios alcalinos.
20 g	Cloruro de potasio; en su estado puro es inodoro. Se presenta como un cristal vítreo de blanco a incoloro,
70 g	Acetato de sodio; producto químico económico producido en cantidades industriales para una amplia gama de usos.
3 l	Metanol químicamente puro y al 80%; líquido claro, incoloro, muy polar, miscibles con agua, alcoholes y éter.
2 l	Etanol 95°; alcohol etílico, se presenta en condiciones normales de presión y temperatura como un líquido incoloro e inflamable.
8 l	Agua destilada aproximadamente pH: 7; mediante el proceso de destilación se le han eliminado las impurezas e iones.
50 ml	Ácido clorhídrico al 37%; líquido incoloro, posee un olor punzante y presenta una tonalidad amarillenta.
50 mg	Radical libre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), aproximadamente 90%; base celular permeable, que se utiliza comúnmente para evaluar la capacidad de los compuestos, para actuar como captadores de radicales libres.

100 ml	Reactivo de Folin-Ciocalteu Sigma 2N; mezcla de fosfomolibdato y fosfotungstato, usado para la determinación de polifenólicos.
50 g.	Carbonato de Sodio 99,5% de pureza, PM=105,99; sal blanca y translúcida

2.3.4 MATERIAL VEGETAL

Tabla 06: Material vegetal

CANTIDAD	CLONES DE PAPA	ORIGEN
3 kg	304184-600 (A)	Campo experimental de la empresa SEMPAL. Distrito de San Jerónimo, provincia de Andahuaylas – Apurímac.
3 kg	302285 – 608 (C)	
3 kg	303799 - 609 (E)	
3 kg	507600 - 129B (F)	
3 kg	Roja I (H)	

2.4 METODOLOGÍA

2.4.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ

Se utilizó la metodología descrita por la AOAC– 2005 (Asociación de los químicos analíticos oficiales). Método 942.15.

PROCEDIMIENTO

Se valoró de la acidez debida a los ácidos presentes en la muestra por volumetría ácido - Base (942.15-A.O.A.C., 2005).

- ❖ En primer lugar se pesó 2g de la muestra (clon de papa nativa), y se le añadió 25 ml de agua destilada.
- ❖ Se neutralizo la acidez con NaOH al 0,1N. y por tratarse de muestras coloreadas, se empleó el pH-metro digital, controlando el pH, hasta un valor de 8,1.
- ❖ La acidez se expresó como porcentaje de ácido ascórbico C₆H₈O₆ (ácido con mayor presencia en las papas).

CÁLCULOS

$$\% \text{ Acidez} = \frac{V(\text{NaOH}) * N(\text{NaOH}) * 0,05866 * FD * 100}{\text{Peso de la muestra}} \dots \dots \dots (1)$$

Dónde:

V (NaOH): Volumen de gasto del hidróxido de sodio al 0,1 N

N (NaOH): Normalidad de la base (0,1N)

0,05866: Miliequivalente del ácido ascórbico $C_6-H_8-O_6$

FD: Factor de dilución

2.4.2 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACION DEL pH.

Para ello se utilizó el método AOAC (Asociación de las comunidades analíticas), 1990. (Método 943.02/05).

FUNDAMENTO

El valor de pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una muestra y es medido con un medidor de pH (Potenciómetro).

PROCEDIMIENTO

- ◆ En primer lugar se procedió a calibrar el pH-metro, usando buffer de pH 4,003 a 25 °C y de pH 6,864 a 25 °C.
- ◆ Posteriormente se lavaron con agua destilada los clones de papa para su posterior pelado.
- ◆ Luego se procedió a rallar los clones, con la finalidad de obtener el zumo de papa.
- ◆ Se filtró a través de un papel filtro.
- ◆ Y finalmente se tomó una alícuota y se dio la lectura del pH, por triplicado.

2.4.3 METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL PURÉ DESHIDRATADO

Para ello se tuvo como base la metodología descrita por Romero *et al.* (2010).

PROCEDIMIENTO

- **Selección;** la finalidad fue la de retirar del proceso aquellas papas que no cumplen con las características adecuadas físicas y microbiológicas
- **Lavado;** La materia prima (clon de papa nativa), fue previamente lavada, con agua destilada, con el fin de eliminar las impurezas.
- **Cocción;** se realizó con vapor directo en un autoclave de acero inoxidable a una temperatura de 108 °C, a 0,038 MPa (medida de presión: mega pascales), por un tiempo promedio de 15 minutos.
- **Enfriado;** posterior a la cocción, se realizó el enfriado, para lo cual las papas fueron colocadas en bandejas de aluminio, por aproximadamente 15 minutos y a temperatura ambiente.
- **Pelado;** se realizó un pelado de forma manual.
- **Rallado;** posteriormente la papa fue pasada por un rallador con la finalidad de obtener un área superficial mayor y una uniformidad en las muestras de papa a deshidratar.
- **Deshidratado;** luego se llevó a la estufa a una temperatura de 65 °C por 6 horas, con el fin de que no exista ninguna clase de reacción de pardeamiento en el producto. El producto fue llevado a una humedad aproximadamente entre 4 -6%.
- **Molienda;** seguidamente se sometió el producto deshidratado, a un proceso de molienda, empleando para ello un molino manual.
- **Tamizado;** finalmente el puré deshidratado fue tamizado (malla N°40 micrón 420).

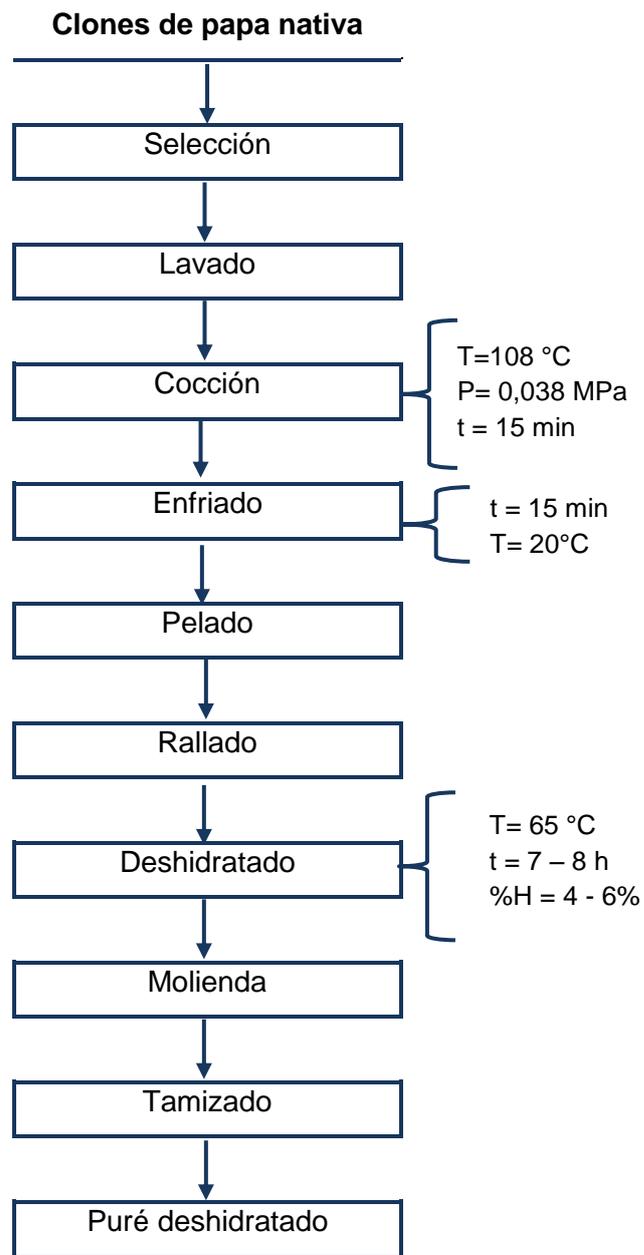


Figura 03: Diagrama de bloques para la elaboración del puré deshidratado.

Fuente: Romero *et al.*, 2010.

2.4.4 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Se utilizó el método desarrollado por Brand-Williams *et al.* (1995), para la determinación de la capacidad antioxidante en extractos hidrofílicos.

FUNDAMENTO

En este método los compuestos antioxidantes de la muestra a ensayar, reaccionan con el radical estable 2,2 difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) que se encuentra en una solución de metanol. El radical en forma de DPPH absorbe la luz a 515 nm.

PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN MADRE DE DPPH

La solución madre de DPPH se preparó disolviendo 24 mg de DPPH en 100 ml de metanol. Esta solución fue almacenada en un frasco ámbar o cubierto con papel aluminio a -20 °C por un tiempo no mayor a una semana.

SOLUCIÓN DILUIDA DE DPPH

Se dejó temperar la solución madre hasta alcanzar la temperatura ambiente (alrededor de 45-60 minutos). Posteriormente se preparó una solución diluida de DPPH para lo cual se tomó 10 ml de solución madre y se diluyó con 45 ml de metanol al 80%. Esta solución dio una lectura de absorbancia de $1,1 \pm 0,02$ a una longitud de onda de 515 nm, previamente se usó como blanco el solvente empleado para llevar a cero el espectrofotómetro.

Al no obtener la absorbancia indicada, se corrigió agregando el solvente para diluirlo o solución madre para concentrarlo un poco más, según fue el caso. La solución diluida

se conservó en un frasco ámbar o protegida con papel aluminio por un tiempo no mayor a una semana. Se utilizó metanol como blanco.

PREPARACIÓN DE LOS EXTRACTOS

Para la preparación de extractos se pueden utilizar solventes de extracción: metanol, metanol – agua (1:4); etanol absoluto, etanol 96° y etanol – agua (1:1).

- Para el caso de los clones de papa, estos fueron previamente lavados con agua destilada, pelados y rallados.
- Se pesó 5 g de muestra (clon y puré) y se añadió 20 ml de metanol al 80%.
- Luego se procedió a mezclar con un homogenizador por un minuto.
- Posteriormente se mezcló por 15 minutos a una velocidad de 800 RPM con un agitador magnético. En todo momento siendo protegido de la luz.
- Se almacenó el homogenizado por un tiempo de 24 horas a 4 °C en oscuridad.
- Transcurrido este tiempo se procedió a centrifugar el homogenizado por un tiempo de 20 minutos a 3000 RPM.
- Luego se tomó una alícuota del sobrenadante claro y se colocó dentro de un tubo, previamente forrado con papel aluminio.
- Se guardó el extracto en frío, para su análisis posterior. A partir de este extracto se procedió a medir la capacidad antioxidante.

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

- ◆ En primer lugar se llevó el espectrofotómetro a cero con metanol.
- ◆ Posteriormente se midió la absorbancia de la solución diluida de DPPH a 515 nm que arrojó una lectura de 1,1. + 0,02.
- ◆ Se tomó 150 µL de extracto de la muestra (fase hidrofílica) y se le adicionó 2850 µL de la solución madre de DPPH diluida en un tubo de ensayo protegido de la luz, forrado con papel aluminio.
- ◆ Al mismo tiempo se preparó un blanco con 150 µL de metanol al 80% en lugar de la muestra, y se le adicionó 2850 µL de la solución madre de DPPH diluida para obtener un factor de corrección debido a la dilución (blanco).
- ◆ Posteriormente, se dejó reaccionar la muestra con la solución diluida de DPPH y el blanco en la oscuridad a temperatura ambiente (20 °C) con los tubos de ensayos cerrados, luego de treinta minutos (tiempo suficiente para que los compuestos bioactivos, capturen a los radicales libres) se dio la lectura de las muestras a una longitud de onda de 515 nm.

CÁLCULO DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

La capacidad antioxidante se calculó usando una curva estándar de Trolox, y los resultados se expresan como µg de Trolox equivalente/g de muestra b.s.

$$\text{Trolox Eq.} = ((bX) * (0.25) * (\text{mL del extracto/gr de muestra}) * Fd \dots \dots \dots (02)$$

Dónde:

✚ Trolox Eq.: µg Equivalente Trolox / g muestra

- ✚ bX: Proviene de la curva estándar. La curva estándar puede también ser expresado como bX. Donde X: Δ DPPH. La ecuación que se obtuvo a partir de la gráfica de la curva estándar.
- ✚ 0.25: se usa para expresar Trolox en unidades de μg . Este es obtenido del peso molecular del Trolox. Por ejemplo $0.25\mu\text{g Trolox} = 1$ micromolar Trolox
- ✚ Δ DPPH: Absorbancia del blanco – Absorbancia de la muestra a 515 nm
- ✚ FD: Factor de dilución

2.4.5 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE FENOLES TOTALES: ÍNDICE DE FOLIN-CIOCALTEU

Las determinaciones se realizaron espectrofotométricamente utilizando el método de Folin-Ciocalteu, señalada por Singleton y Rossi (1965).

FUNDAMENTO

Los compuestos fenólicos se oxidan por el reactivo Folin-Ciocalteu 3,4, que se reduce, por acción de fenoles, en una mezcla de óxidos azules de tungsteno (W_8O_{23}) y molibdeno (Mo_8O_{23}). Esta reacción es característica para compuestos que tienen un grupo hidroxilo unido a un anillo de benceno. El reactivo Folin-Ciocalteu tiene una coloración amarilla que en presencia de fenol se torna azul. La intensidad de color azul se mide espectrofotométricamente a 755 nm. Los resultados se expresarán como equivalente de ácido gálico (GAE).

PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE FOLIN CIOCALTEU AL 1N

Se tomó 12,5 ml del reactivo concentrado de Folin-Ciocalteu 2,0 N y se agregó en una probeta graduada. Luego se transfirió a una fiola de 25 ml y se enrazó con agua destilada hasta la línea de aforo; previamente cubiertas con papel aluminio y se almacenó a 4°C por un tiempo no mayor a una semana.

PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE CARBONATO DE SODIO (75g/L)

Se pesó 3,75 g de Na₂CO₃ anhidro (99,5% pureza, PM=105,99) y se transfirió a una fiola de 50 ml y se enrazó con agua destilada. Se transfirió la solución a un envase de vidrio y se almacenó a temperatura ambiente.

PREPARACIÓN DE LOS EXTRACTOS

- ◆ Se pesó 1 g de muestra y se añadió 25 ml de metanol puro en un vaso precipitado.
- ◆ Luego se procedió a mezclar con un homogenizador por un minuto y seguidamente se mezcló por 15 minutos con un agitador magnético.
- ◆ Se almacenó el homogenizado por 24 horas a 3 – 4 °C en oscuridad. Transcurrido este tiempo se procedió a centrifugar el homogenizado por 25 minutos a 2000 RPM.
- ◆ Se tomó una alícuota del sobrenadante claro y se colocó dentro de un tubo de ensayo, previamente protegido de la luz. Se guardó el extracto a -20 °C para su análisis posterior.

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE FENOLES TOTALES

Los fenoles se determinarán de acuerdo a la metodología descrita por Singleton y Rossi (1965).

- Para la cuantificación de los compuestos fenólicos totales se tomó 500 µL de la muestra y se hizo reaccionar con 250 µL del reactivo Folin-Ciocalteu 1N, a ello se le adicionó 1 250 µL de carbonato de sodio (75 g/L).
- Posteriormente fue agitado y dejado en reposo por 30 minutos bajo condiciones de oscuridad y a temperatura ambiente, paralelamente se preparó un blanco con agua destilada en lugar de la muestra y se trabajó bajo las mismas condiciones. Este blanco fue utilizado para calibrar el espectrofotómetro y luego se procedió a leer la absorbancia a 755 nm.

CÁLCULOS

- El contenido de compuestos fenólicos totales se estimó a partir de una curva estándar con una solución acuosa de ácido gálico como patrón. Los resultados se expresaron como mg de ácido gálico equivalente (AGE) por cada 100 g de muestra en b.s.
- La ecuación de la curva estándar para la cuantificación de los compuestos fenólicos totales fue la siguiente:

$$Y = a ABS + b \dots \dots \dots (03)$$

Dónde:

- ✓ Y = Miligramos (mg) de ácido gálico equivalente (GAE)/ por ml.
- ✓ ABS = Absorbancia a 755 nm.

Para expresar los resultados en mg de ácido gálico equivalente (GAE) /100 g b.s., se procedió de la siguiente forma:

$$\text{Compuestos fenolicos} = \frac{Y \times D \times V \times 100}{\text{Peso}} \dots \dots \dots (04)$$

Dónde:

- ✓ Compuestos fenólicos = Miligramos (mg) de ácido gálico equivalente (GAE) /100 g muestra b.s.
- ✓ Y = Miligramos (mg) de ácido gálico equivalente (GAE)/ por ml
- ✓ D = Dilución
- ✓ V = Volumen de muestra.
- ✓ Peso = Peso de la muestra en base seca.

2.4.6 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE ANTOCIANINAS TOTALES

Para cuantificar el contenido de antocianinas se empleó el método de Giusti y Wrolstad (2001), a través del método del pH diferencial.

FUNDAMENTO

Las muestras fueron tratadas con buffers de cloruro de potasio y acetato de sodio, de pH = 1 y pH = 4,5 respectivamente, en estas condiciones, las antocianinas sufren transformaciones estructurales que se manifiestan por la diferencia en los espectros de absorbancia, las cuales fueron medidas por medio de espectrofotometría UV-Visible.

PREPARACIÓN DEL BUFFER pH =1 (Cloruro de potasio 0,025 M)

Se pesó 1.86 g de cloruro de potasio (KCl), posteriormente se agregó agua destilada hasta los 980 ml. Medir el pH y ajustar a 1.0, con HCl concentrado (toma alrededor de 6.3 ml). Se transfirió a una probeta de 1 l y se enrasó con agua destilada.

PREPARACIÓN DEL BUFFER pH=4,5 (Acetato de sodio 0,4 M)

Para el buffer de pH 4,5 se diluyó 54,43 g de acetato de sodio ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$) en 960 ml de agua destilada y se le agregó una solución de ácido clorhídrico concentrado, hasta llegar a pH 4,5.

MÉTODO DE GIUSTI Y WROLSTAD

- ✓ En primer lugar se pesó una cantidad conocida (1,0 g) de puré deshidratado y clon de papa nativa.
- ✓ Se utilizó disolvente extractor (etanol 95%, ácido clorhídrico 1% en proporción 85:15) y se aforó a un volumen conocido (50 ml) de solución y se dejó macerar por 24 horas hasta que el solvente se sature, de esta forma se realizó la extracción sólido-líquido de antocianinas.
- ✓ Posteriormente las muestras maceradas fueron centrifugadas por un tiempo de 15 minutos a 800 RPM.
- ✓ Se determinó el factor de dilución apropiado mediante la dilución con el buffer de KCl pH = 1,0; hasta que la absorbancia de cada una de las muestras a 520 nm (máxima longitud de onda), fue menor a 1,0 y preferentemente entre el rango de

0,4 y 0,6 A. Se dividió el volumen final de la muestra entre el volumen inicial para obtener el FD (Factor de dilución).

- ✓ Se utilizaron dos sistemas tampón: cloruro de potasio de pH 1,0 (0,025 M) y acetato sódico de pH 4,5 (0,4 M). Según el FD calculado con el buffer de cloruro de potasio.
- ✓ Se dejó equilibrar las soluciones durante 15 minutos.
- ✓ Se midió la absorbancia de cada una de las muestras a 520 y 700 nm, en un espectrofotómetro, se usó como blanco agua destilada.

CÁLCULOS

Para calcular la concentración de pigmentos monoméricos se empleó la ecuación siguiente, la cual se expresó como cianidina-3-glucósido.

$$\text{Antocianinas monoméricos} \left(\frac{mg}{100g} \right) = \left(\frac{A}{\epsilon L} \right) * MW * FD * \left(\frac{V}{Wt} \right) \dots \dots \dots (05)$$

Dónde:

- ❖ A = Absorbancia
- ❖ MW = peso molecular de la cianidina 3-glucósido (449,2 g/mol)
- ❖ FD = Factor de dilución.
- ❖ V = volumen final en l.
- ❖ Wt = Peso de la muestra en g.

- ❖ ϵ = Coeficiente de extinción molar de cianidina 3-glucósido (26900 l*
cm⁻¹ * mol⁻¹).

El valor final de la absorbancia se obtuvo como sigue:

$$A = (A_{\lambda \text{ vis-max}} - A_{700})_{pH 1.0} - (A_{\lambda \text{ vis-max}} - A_{700})_{pH 4.5} \dots \dots \dots (06)$$

Dónde:

- ❖ $A_{\text{vis-max}}$ = lectura del pico más alto a pH 1 y pH 4.5 (520 nm).
- ❖ $A_{\lambda 700}$ = lectura a 700 nm, tanto para pH 1 como pH 4.5.

2.4.7 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el trabajo de investigación, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA).

Muchas comparaciones, se hacen con base en el DCA, que es el más simple de todos los diseños que se utilizan para comparar dos o más tratamientos, dado que solo consideran dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio. **(Gutiérrez y De La Vara, 2008).**

Este diseño se llama completamente al azar porque todas las corridas experimentales se realizan en orden aleatorio completo. De esta manera, si durante el estudio se hacen en total N pruebas, estas corren al azar, de manera que los posibles efectos ambientales y temporales se vayan repartiendo equitativamente entre los tratamientos. **(Gutiérrez y De La Vara, 2008).**

Se tuvo como variables de entrada o independiente: los cinco clones de papa nativa denominadas: A, C, E, F y H; y como variables de salida o dependientes: Capacidad antioxidante y Compuestos bioactivos: fenoles y antocianinas.

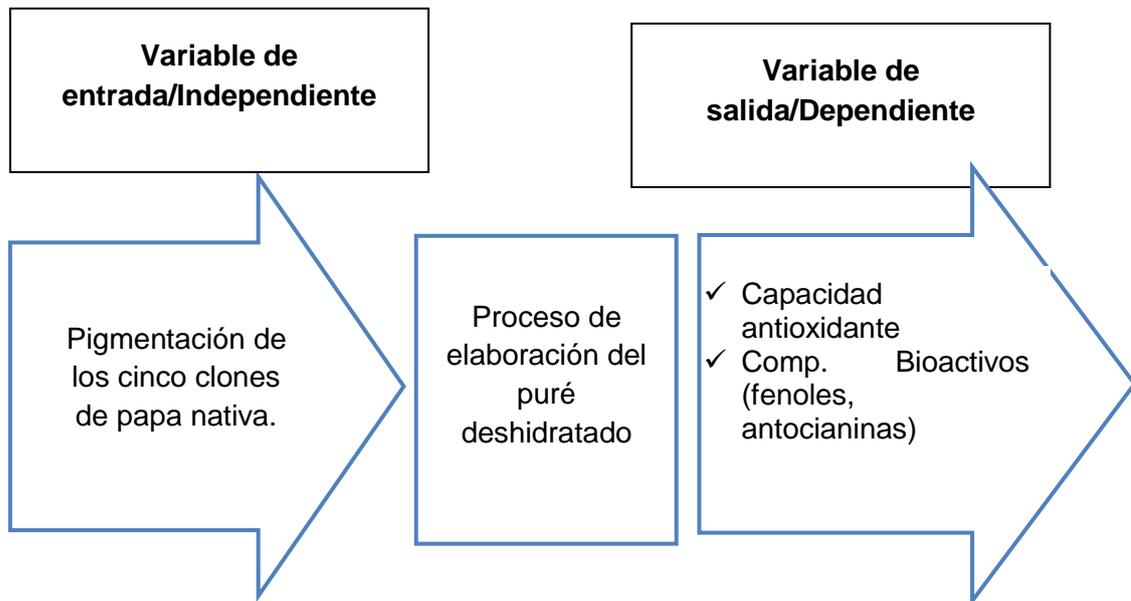


Figura 04: Diagrama de contrastación y variables

Se desarrolló una investigación experimental usando un diseño completamente al azar (DCA), considerándose de esta manera solo dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio. Se contó con cinco clones de papa nativa (variables de entrada o independientes) de las cuales se evaluó la capacidad antioxidante y los compuestos bioactivos: fenoles y antocianinas, los mismos que fueron determinados una vez obtenido el puré deshidratado.

Tabla 07: Matriz de diseño experimental

N° Tratamiento	Clones de Papa y puré deshidratado	Capacidad antioxidante	Compuestos bioactivos	
			Fenoles	Antocianinas
1	304184-600 (A)			
2	302285 – 608 (C)			
3	303799 – 609 (E)			
4	507600 - 129B (F)			
5	Roja I (H)			

a) ANÁLISIS DE DISEÑO COMPLETOS AL AZAR

El modelo estadístico para este diseño está dado por:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \dots \dots \dots (07)$$

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 y medición que corresponde al tratamiento i y 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_1 es “muy diferente” de la respuesta media global μ , es un síntoma de que existe un efecto de dicho tratamiento.

b) 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 este caso del DCA se separan la variabilidad debida a los tratamientos y la 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.

HIPÓTESIS EXPERIMENTALES

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.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots \dots \dots \mu_k = \mu \dots \dots \dots (08)$$

$$H_A: \mu_1 \neq \mu_j \text{ para algun } i \neq j \dots \dots \dots (09)$$

Por lo cual se estimó las siguientes hipótesis para las dos fuentes de variabilidad (los tratamientos y el error aleatorio)

Respecto a los clones de papa.

H_0 : Los compuestos bioactivos: fenoles y antocianinas, y la capacidad antioxidante, de los cinco clones de papa nativa son iguales o no presentan diferencia significativa. ($\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$), para un nivel de significancia del 5%.

H_A : Los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante, de los cinco clones de papa nativa, son diferentes, por lo menos la comparación dos de ellos. ($\mu_i \neq \mu_j$) para algún $i \neq j$.

Respecto al puré deshidratado

H_0 : Los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante, del puré deshidratado de clones de papa nativa son iguales, para un nivel de significancia del 5%.

H_A : Los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante, del puré deshidratado de clones de papa nativa, son diferentes o presentan diferencia significativa, por lo menos la comparación de dos de ellos.

Respecto a la disminución

H_0 : La disminución de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos: fenoles y antocianinas, de los cinco clones de papa con respecto al puré deshidratado, son iguales para un nivel de significancia del 5% ($\Delta\mu_1 = \Delta\mu_2 = \Delta\mu_3 = \Delta\mu_4 = \Delta\mu_5$).

H_A : La disminución de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos: fenoles y antocianinas, de los clones de papa nativa con respecto al puré deshidratado, son diferentes, por lo menos la comparación de dos de ellos.

Para probar la hipótesis, se descompone la variabilidad total de los datos en sus dos componentes: la variabilidad debido a los tratamientos y la que corresponde al error aleatorio, como se muestra a continuación en la tabla de ANOVA para el DCA.

Tabla 08: ANOVA para el DCA

F.V	Suma de Cuadrados	Grado de libertad	Cuadrado medio	F _o	Valor - p
Tratamientos	$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^K \frac{Y_{i.}^2}{n_i} - \frac{Y_{..}^2}{N}$	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	$CM_E = \frac{SC_E}{N - k}$		
Total	$SC_T = \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{N}$	N - 1			

Los cálculos necesarios pueden ser manuales, pero siempre es más práctico hacerlos con un software estadístico, porque además proporciona muchas otras opciones gráficas y tabulares (no solo el ANOVA), en esta investigación se empleó el software estadístico: STATGRAPHICS Plus 5.1.

c) COMPARACIONES O PRUEBAS DE RANGO MÚLTIPLE

Posterior al ANOVA, y una vez rechazada la hipótesis nula (H_0), se utilizó el método LSD o Fisher, ya que este método a diferencia del Tukey permite detectar los errores más mínimos cometidos en un experimento.

El problema es probar la igualdad de todos los posibles pares de medias con la hipótesis:

$$H_0: \mu_i = \mu_j \dots \dots \dots (10)$$

$$H_A: \mu_i \neq \mu_j \dots \dots \dots (11)$$

Para toda $i \neq j$. Para k tratamientos se tiene un total de $k(k-1)/2$ pares de medias. El estadístico de prueba para cada una de las hipótesis, es la correspondiente diferencia en valor absoluto entre sus medias muestrales $|Y_i - Y_j|$. Se rechaza la hipótesis nula si ocurre que:

$$|Y_i - Y_j| > t_{\frac{\alpha}{2}, N-k} \sqrt{CM_E \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)} = LSD \dots \dots \dots (12)$$

En caso de rechazar la hipótesis nula, se acepta la hipótesis alternativa, lo cual nos dice que las medias de los tratamientos i y j son diferentes.

III. RESULTADOS

3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CLONES DE PAPA

Las características físicas, en su mayoría fueron determinadas cualitativamente, con respecto al número de meristemos apicales, esta fue cuantificada en diferentes tamaños de tubérculos, para luego sacar un promedio a una longitud de 5 cm. **(Anexo 01)**.

Tabla 09: Características físicas de los clones de papa.

Clones	N° de meristemos apicales (para L=5cm)	Profundidad de meristemos apicales	Forma del tubérculo	Tipo de epidermis	Color de pulpa
304184-600 (A)	10	Semi profundo	Redondo	Liso	
302285-608 (C)	15	Semi profundo	Oval redondo	Liso	
303799 - 609 (E)	6	Superficial	Oval alargado	Liso	
507600 -129B (F)	14	Semi profundo	Redondo	Liso	
Roja I (H)	9	Semi profundo	Redondo	Liso	

3.2 RESULTADOS DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LOS CLONES DE PAPA Y DEL PURÉ DESHIDRATADO

El porcentaje de humedad, fue determinada, con el fin de expresar los resultados de capacidad antioxidante, fenoles y antocianinas en base seca. **(Anexo 02)**.

Tabla 10: Porcentaje de humedad de los clones y del puré deshidratado

Clones de papa nativa	% Humedad de los clones de papa ($\bar{X} \pm S$)	% Humedad del puré deshidratado ($\bar{X} \pm S$)
304184 - 600 (A)	70,07 \pm 0,30	5,34 \pm 0,27
302285 - 608 (C)	79,24 \pm 0,47	5,93 \pm 0,01
303799 - 609 (E)	60,30 \pm 0,00	4,87 \pm 0,04
507600 - 129B (F)	66,76 \pm 0,04	4,69 \pm 0,00
Roja I (H)	63,59 \pm 0,05	5,49 \pm 0,00

3.3 RESULTADOS DE LA ÁCIDEZ DE LOS CLONES DE PAPA

La acidez fue expresada en porcentaje, se determinó mediante la titulación, por tratarse de muestras coloreadas, se empleó un pH-metro digital, para controlar el pH, hasta un valor de 8,1. **(Anexo 03).**

Tabla 11: Resultado de la acidez de los cinco clones de papa

Clones de papa nativa	% Acidez ($\bar{X} \pm S$)
304184 - 600 (A)	0,30 \pm 0,00
302285 - 608 (C)	0,31 \pm 0,00
303799 - 609 (E)	0,36 \pm 0,00
507600 - 129B (F)	0,32 \pm 0,00
Roja I (H)	0,24 \pm 0,00

3.4 RESULTADOS DEL pH DE LOS CLONES DE PAPA

El valor de pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una muestra, la cual fue determinada con un pH-metro digital, previamente calibrado con los buffer correspondientes. **(Anexo 04)**

Tabla 12: Resultados de la determinación del pH de los clones de papa

Clones de papa nativa	pH ($\bar{X} \pm S$)
304184 - 600 (A)	6,53 \pm 0,00
302285 - 608 (C)	6,26 \pm 0,00
303799 - 609 (E)	6,36 \pm 0,00
507600 - 129B (F)	6,72 \pm 0,00
Roja I (H)	6,62 \pm 0,00

3.5 RESULTADOS DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LOS CLONES DE PAPA

La capacidad antioxidante se calculó usando una curva estándar de Trolox, y los resultados se expresan como μg de Trolox equivalente/g de muestra (**Anexo 14**). Se determinó por triplicado, considerando la absorbancia a 515 nm. (**Anexo 05**).

Tabla 13: Resultados de la capacidad antioxidante de los clones de papa

Clon de papa nativa	Capacidad antioxidante (μg Equivalente Trolox / g b.s.) ($\bar{X} \pm S$)
304184-600 (A)	2494,52 \pm 201,67
302285 - 608 (C)	3554,44 \pm 239,48
303799 - 609 (E)	1738,68 \pm 16,51
507600 - 129B (F)	2176,48 \pm 192,30
Roja I (H)	2001,24 \pm 152,95

3.6 RESULTADOS DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL PURÉ DESHIDRATADO DE CLONES DE PAPA

Se utilizó la misma curva de calibración empleada para los clones de papa (**Anexo 14**).

Y los valores fueron expresados en base seca. (**Anexo 06**).

Tabla 14: Resultados de la capacidad antioxidante del puré deshidratado.

Clones de papa nativa	Capacidad antioxidante (μg Equivalente Trolox / g b.s.) ($\bar{X} \pm S$)
304184 - 600 (A)	582,50 \pm 2,33
302285 - 608 (C)	714,06 \pm 0,93
303799 - 609 (E)	286,47 \pm 1,80
507600 - 129B (F)	475,39 \pm 1,79
Roja I (H)	313,27 \pm 1,63

3.7 RESULTADOS DEL PORCENTAJE DE DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Se expresó como porcentaje de disminución, que sufrieron los valores de capacidad antioxidante de los clones de papa con respecto al puré deshidratado. **(Anexo 07)**.

Tabla 15: Resultados de la disminución de la capacidad antioxidante

Clones de papa nativa	Disminución de la capacidad antioxidante (μg Equivalente Trolox / g b.s.) ($\bar{X} \pm S$)	Porcentaje de disminución de la capacidad antioxidante ($\bar{X} \pm S$)
304184 - 600 (A)	1912,02 \pm 162,52	76,65 \pm 0,01
302285 - 608 (C)	2840,38 \pm 214,51	79,91 \pm 0,00
303799 - 609 (E)	1452,21 \pm 25,44	83,52 \pm 0,01
507600 - 129B (F)	1701,09 \pm 180,11	78,16 \pm 0,02
Roja I (H)	1687,97 \pm 127,31	84,35 \pm 0,00

3.8 RESULTADOS DE LOS COMPUESTOS FENOLICOS DE LOS CLONES DE PAPA

El contenido de compuestos fenólicos totales se estimó a partir de una curva estándar con una solución acuosa de ácido gálico como patrón (**Anexo 15**). Los resultados se expresaron como mg de ácido gálico equivalente (GAE) por cada 100 g de muestra seca. (**Anexo 08**).

Tabla 16: Resultados de los compuestos fenólicos de los clones de papa

Clon de papa nativa	Compuestos fenólicos totales (mg GAE/100 g de muestra en bs.). $(\bar{X} \pm S)$
304184-600 (A)	19081,53 \pm 59,83
302285 - 608 (C)	27563,68 \pm 40,16
303799 - 609 (E)	14702,49 \pm 107,73
507600 - 129B (F)	17025,32 \pm 15,88
Roja I (H)	15565,16 \pm 39,43

3.9 RESULTADOS DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES DEL PURÉ DESHIDRATADO

Se utilizó la misma curva de calibración empleada para los clones de papa. (Anexo 15). Se determinó por triplicado, considerando la absorbancia a 755 nm. (Anexo 09).

Tabla 17: Resultados de los compuestos fenólicos totales del puré deshidratado.

Clon de papa nativa	Compuestos fenólicos totales (mg GAE/100 g de muestra en bs.). ($\bar{X} \pm S$)
304184-600 (A)	5969,54 \pm 6,31
302285 - 608 (C)	6040,41 \pm 6,40
303799 - 609 (E)	5821,20 \pm 2,07
507600 - 129B (F)	5889,52 \pm 8,30
Roja I (H)	5869,24 \pm 2,10

3.10 RESULTADOS DEL PORCENTAJE DE DISMINUCIÓN DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES.

La disminución se expresó en porcentaje, se realizó una diferencia entre al valor inicial de compuestos fenoles de los clones de papa nativa y del puré deshidratado. **(Anexo 10).**

Tabla 18: Resultados de la disminución de los compuestos fenólicos totales

Clones de papa nativa	Disminución de los compuestos fenólicos (mg GAE/100 g de muestra en bs.). ($\bar{X} \pm S$)	Porcentaje de disminución de los compuestos fenólicos ($\bar{X} \pm S$)
304184 - 600 (A)	13111,98 ± 46,71	68,72 ± 0,00
302285 - 608 (C)	21523,27 ± 74,32	78,09 ± 0,00
303799 - 609 (E)	8881,29 ± 136,93	60,41 ± 0,00
507600 - 129B (F)	11135,80 ± 12,70	65,41 ± 0,00
Roja I (H)	9695,92 ± 25,77	62,29 ± 0,00

3.11 RESULTADOS DEL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS TOTALES DE LOS CLONES DE PAPA.

Se cuantificó el contenido total de antocianinas para cada uno de los clones de papa nativa expresados en miligramos de antocianina por 100 gramos de papa (**Anexo 11**), para ello se utilizó las ecuaciones que se detallaron en la metodología.

Tabla 19: Resultados del contenido de antocianinas totales de los clones de papa

Clon de papa	Contenido de antocianinas totales (mg/100 g de muestra en b.s.) $(\bar{X} \pm S)$
304184-600 (A)	643,09 \pm 116,13
302285 - 608 (C)	1154,37 \pm 94,19
303799 - 609 (E)	194,73 \pm 10,24
507600 - 129B (F)	307,26 \pm 2,22
Roja I (H)	194,78 \pm 1,94

3.12 RESULTADOS DEL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS TOTALES DEL PURÉ DESHIDRATADO.

Se determinó el contenido de antocianinas totales, las cuales fueron expresadas en base seca. (Anexo 12).

Tabla 20: Resultados del contenido de antocianinas totales del puré deshidratado.

Clon de papa	Contenido de antocianinas totales (mg/100 g de muestra en b.s.) ($\bar{X} \pm S$)
304184-600 (A)	194,74 \pm 0,13
302285 - 608 (C)	605,24 \pm 1,07
303799 - 609 (E)	68,67 \pm 0,01
507600 - 129B (F)	187,18 \pm 0,48
Roja I (H)	122,75 \pm 0,54

3.13 RESULTADOS DEL PORCENTAJE DE DISMINUCIÓN DEL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS TOTALES.

La disminución del contenido total de antocianinas, fue expresada como porcentaje. (Anexo 13).

Tabla 21: Resultados de la disminución del contenido de antocianinas totales.

Clones de papa	Disminución del contenido de antocianinas (mg/100 g de muestra en b.s.) ($\bar{X} \pm S$)	Porcentaje de disminución del contenido de antocianinas ($\bar{X} \pm S$)
304184 - 600 (A)	448,36 \pm 123,96	69,71 \pm 0,32
302285 - 608 (C)	549,13 \pm 87,28	47,57 \pm 0,17
303799 - 609 (E)	126,06 \pm 10,93	64,73 \pm 0,40
507600 - 129B (F)	120,07 \pm 1,35	39,08 \pm 0,05
Roja I (H)	72,034 \pm 0,70	36,98 \pm 0,05

IV. DISCUSIONES DE RESULTADOS

4.1 DISCUSIONES DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LOS CLONES DE PAPA NATIVA

Los colores de pulpa, que presentaron los clones de papa nativa, variaron desde un rosado pálido a un morado oscuro, en cierta forma la pigmentación de la pulpa, indicó cualitativamente el contenido de antocianinas. Las papas coloreadas son una fuente natural de fitoquímicos que ayudan a reducir el riesgo de enfermedades (**Kong et al., 2012**). El clon con una mayor pigmentación fue el denominado C siendo de un color morado intenso (mayor contenido de antocianinas), seguido del clon A, quien presentó un color rosado intenso.

La profundidad de los meristemos apicales del tubérculo, es una característica variable, pero es importante en el procesamiento agroindustrial y puede influir en las pérdidas de pulpa por pelado. Otras de las características que se debe tener en cuenta para la agroindustria es el grosor de la epidermis (**Andrade et al, 2002**). Los clones de papa nativa, presentaron una profundidad definida como semi profundo en la mayoría de los casos y superficial para el clon denominado E, lo que en cierta forma no dificultó el pelado manual realizado para la elaboración del puré. Con respecto a la cantidad de meristemos apicales, este varió de acuerdo a la longitud del tubérculo es por ello que se trabajó con un tamaño aproximado de 5 cm (**Anexo 01**).

El contenido de humedad de los cinco clones de papa nativa varió desde 60,30% hasta 79,24%; siendo diferentes estadísticamente $p\text{-value} \leq 0,05$ (**Anexo 16**). En el caso del puré deshidratado los valores se situaron entre 4.69% y 5,93%, encontrándose dentro de los rangos permitidos (**Anexo 17**). El porcentaje de humedad de los purés

deshidratados debe encontrarse entre 4 y 6 % **Alvares (1999)**. El contenido de humedad en base húmeda representa el porcentaje de masa de agua que contiene la muestra respecto a su masa total. (**Martines et al., 2010**). La determinación del contenido de humedad fue esencial, para poder determinar la capacidad antioxidante y los compuestos bioactivos en base seca.

Zarate et al. (2012), evaluó las características de los clones promisorios de papa criolla, la humedad de los tubérculos se situó en rangos de 72,45% y 80,83%. Estos valores son similares a los obtenidos en la investigación donde el porcentaje de humedad vario entre 60,30% y 79,24%, dependiendo del clon.

Con respecto a las características químicas, los valores de pH oscilaron entre 6,26 y 6,72; (**Anexo 04**), la acidez titulable de los clones fluctuaron entre 0,24% y 0,35% (**Anexo 03**). **Salazar et al. (2008)**, evaluó las características de calidad de trece clones de papa, en la que determinó el contenido de acidez titulable de catorce materiales de papa provenientes de Marajabúedo. Trujillo, Venezuela; cuyos valores se encontraron entre 0,328% y 0,420%; en cierta forma estos valores son similares a los obtenidos en la investigación.

4.2 DISCUSIONES DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Se determinó la capacidad de capturar los radicales libres (Capacidad antioxidante), expresada en μg Equivalente Trolox / g muestra b.s., de los cinco clones de papa nativa, y de su producto procesado (puré deshidratado).

Los valores obtenidos para los clones de papa nativa C, A, F, H y E fueron de 3554,44; 2494,52; 2176,48; 2001,24 y 1738,68 μg Equivalente Trolox /g muestra b.s., respectivamente, los cuales disminuyeron, obteniéndose valores de 582,50; 714,06;

286,47; 475,39; 313,27 μg Equivalente Trolox / g muestra b.s., para el puré deshidratado. Y según la tabla de ANOVA para la capacidad antioxidante de los clones (**Anexo 18**) y del puré deshidratado (**Anexo 20**), el valor de p-value es mucho menor que α (0,05), en ambos casos, por lo tanto, los compuestos bioactivos presentes en los cinco clones de papa nativa, presentan diferente capacidad de retención de los radicales libres, para un nivel de significancia del 5%, así mismo al realizar las comparaciones múltiples (LSD), ninguna de las comparaciones fue igual. La disminución de la capacidad antioxidante, que sufrieron los clones de papa con respecto al puré deshidratado, fueron diferentes; ninguna de las diez comparaciones realizadas fueron iguales, para un nivel de significancia del 5% (**Anexo 22**).

Repo y Encina (2008), compararon la capacidad antioxidante de diferentes frutos, la papaya de monte presentó el valor más alto (1936 μg Equivalente Trolox/g muestra b.s.); seguido por el tomate de árbol (853 μg Equivalente Trolox / g muestra b.s.); el Aguaymanto tuvo un valor de (729 μg Equivalente Trolox/g muestra b.s.), y por último la tuna roja con 482 μg Equivalente Trolox/g muestra b.s. Mientras que la mayor capacidad antioxidante medida por el método del ABTS fue el de la papaya de monte (2141 μg Equivalente Trolox/g muestra b.s.); seguido por el Aguaymanto (1066 μg Equivalente Trolox/g muestra b.s.).

La capacidad antioxidante de los clones: C, A, F, H, es superior al de los frutos: papaya de monte, tomate de árbol y aguaymanto, El clon denominado E, presentó valores menores a la papaya de monte, pero superior al tomate de árbol y al aguaymanto.

García (2011), evaluó las propiedades antioxidantes de clones promisorios de papa criolla, en la que el mejor clon de papa fue el CO56 siendo superior a papa criolla

comercial, su capacidad antioxidante ABTS (16%), FRAP (43%) DPPH (37%) y ORAC (35%). Donde se presentaron diferencias significativas entre clones y correlaciones con respecto al color de la cáscara. En cuanto a la capacidad antioxidante *in vitro* se encontró mediante el método DPPH los valores se encontraron entre 21,137- 178,50 µg Equivalente de Trolox/g muestra b.s. Estos valores son inferiores con respecto a los clones estudiados. Siendo una de las posibles razones que los cinco clones de papa nativa, presentaban una pigmentación intensa, y por ende una mayor capacidad antioxidante.

4.3 DISCUSIONES DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS

Los compuestos fenólicos totales, están relacionados con la capacidad de capturar radicales libres, los cuales disminuyeron al ser sometidos a procesos para la elaboración del puré deshidratado.

Los valores se expresaron como mg equivalente de ácido gálico /100 g de muestra b.s., y al igual que los valores de la capacidad antioxidante, el clon C, fue el de mayor valor con 27563,68 mg GAE/100 g de muestra b.s., seguido por el denominado A, con 19081,53 mg GAE/100 g de muestra b.s. y obteniendo valores menores los clones: F, H y E, con 17025,32; 15565,16 y 14702,4941 mg GAE/100 g de muestra b.s., respectivamente. Según la tabla ANOVA de fenoles totales para los clones de papa (**Anexo 24**), se rechazó la hipótesis nula, ya que el valor de p-value, es mucho menor que α (0,05), y al realizar la prueba del LSD, todas las comparaciones fueron diferentes. Al igual que la capacidad antioxidante estos valores disminuyeron al ser sometidos a procesos tecnológicos para la elaboración del puré deshidratado; obteniéndose valores de 6040,41; 5969,54; 5889,52; 5869,24 y 5821,20 mg GAE/100 g de muestra b.s., para los clones C, A, F, H y E, respectivamente, y según el análisis estadístico (**Anexo**

26), estos valores son diferentes para un nivel de significancia del 5%, es decir cada uno de los clones de papa disminuyó su valor en diferentes porcentajes, y según la prueba del LSD, ninguna de las diez comparaciones son iguales.

Entre los compuestos fenólicos de los productos vegetales se ha identificado a un gran abanico de sustancias con un amplio espectro de actividades funcionales. Tradicionalmente, estos compuestos se han considerado importantes en los vegetales por su participación en el flavor y el color, actualmente también despiertan mucho interés por sus potenciales efectos beneficiosos para la salud, actividad antioxidante y acciones antimicrobianas (**Fennema et al., 2010**). El contenido de fenoles totales y la capacidad antioxidante, se encuentran estrechamente relacionados, es por ello que el valor de R^2 para esta relación es de 0,9984, y para el puré deshidratado es de 0,09601 (**Anexo 36**); es decir a mayor contenido de fenoles, mayor capacidad para capturar los radicales libres.

Kuskoski et al. (2006), determinó el contenido de fenoles totales de frutos tropicales y pulpas de frutas congeladas, las pulpas de frutos tropicales comercializadas de forma congelada al sur de Brasil contienen altos polifenoles totales y propiedades antioxidantes. El extracto de baguacu (***Eugenia umbellifera Berg***), presentó un alto contenido de polifenoles en base fresca (897,6 mg/100g muestra b.h.), comparado con otras frutas en bayas como el jambolao (***Eugenia jambolana Lan***) (229,6 mg/100 g muestra b.h.). Las pulpas congeladas de acerola, palmera nativa y de fresa salvaje, también presentaron elevados valores: 580,1 mg/100 g, 136,8 mg/100 g y 132,1 mg/100 g, respectivamente. Estos valores reportados por Kuskoski, son inferiores a los clones de papa nativa, la diferencia es significativa, debido a que el autor expresa sus

resultados en base húmeda y para expresarlos en base seca necesitaría el porcentaje de humedad de los frutos.

Fuenzalida (2008), determinó la concentración de fenoles totales, de variedades testigos comerciales y genotipos pigmentados de Chile. Se empleó muestras liofilizadas para el análisis las cuales fueron homogenizadas por 120 minutos a temperatura ambiente. Con respecto a los tubérculos sin piel, los valores de fenoles se encontraron en rangos de 149,80 y 2084,79 mg/100 g de muestra b.s., por otro lado, los tubérculos con piel obtuvieron valores entre 205,57 y 3301,30 mg/100 g de muestra b.s. Estos valores reportados son inferiores a los obtenidos en la investigación; siendo una de las posibles razones, que según su metodología empleada, el autor no macero por un tiempo considerable los extractos (mínimo 12 horas), lo que probablemente ocasionó que se concentren menor cantidad de fenoles; por otro lado, los cinco clones de papa nativa estudiadas, se encuentran a nivel de cuarta y quinta generación, lo que conlleva a que todos sus componentes bioactivos se concentren, es por ello que los valores son superiores a los reportados por Fuenzalida.

Repo y Encina (2008), determinó el contenido total de compuestos fenólicos de diversos frutos. La papaya de monte fue la fruta que presentó mayor contenido con 167 mg de equivalente ácido gálico/g de muestra b.s. (16700 mg GAE/g de muestra b.s.), valor que es menor a los clones C, A y F, y mayor a los clones E, H y al valor de los cinco purés deshidratados.

Gorriti et al. (2009), determinó los fenoles totales de las corontas del maíz morado (*Zea mays L.*), los cuales se encontraron en rangos de 76,962 mg/g b.s. (7696,2 mg GAE/100 g b.s.); y 76,945 mg GAE/g b.s. (7694,5 mg GAE/100 g b.s.). Valores que

son muy superiores a los obtenidos de los clones de papa nativa, siendo una de las razones, el elevado contenido de antocianinas que presentan las corontas de maíz morado, lo cual se puede observar a simple vista por la pigmentación que presenta.

García (2011), evaluó los componentes fenólicos de clones promisorios de papa criolla (***Solanum phureja***), donde los resultados mostraron a los fenoles totales entre 238,34 y 426, 96 mg EAG/100 g b.s. donde se presentaron diferencias significativas entre clones y correlaciones con respecto al color de la cáscara. Estos valores son menores a los obtenidos en la investigación, siendo una de las razones, el color de la pulpa (compuestos antociánicos)

Kong et al. (2012), Determino el contenido total de compuestos fenólicos (TP), de doce variedades tradicionales de papas cultivadas en Chile, el contenido de TP se determinó por el método de Folin-Ciocalteu y varió en las muestras de papas sin piel desde 191 hasta 1864 mg GAE /100g b.s., mientras que en las muestras con piel estos valores varían entre 345 y 2852 mg GAE / 100 g b.s. Los resultados también indicaron una mayor concentración de fenoles totales en la epidermis de las papas nativas chilenas.

Los cinco clones de papa nativa estudiadas, presentaron mayor valor de contenido de compuestos fenólicos totales, en comparación a las cultivas en Chile. E incluso menor al producto procesado (puré deshidratado).

Almeida (2012), Determino el contenido total de compuestos fenólicos, y el contenido de antocianinas del colorante natural de maíz negro (***Zea mays L***), se registró mayor contenido de compuestos fenólicos en el extracto colorante de las corontas que fue de 277,34 mg GAE/g muestra b.s. (27734,00 mg GAE/100 g muestra b.s.) mientras que el extracto del grano de maíz negro presento 193,85 mg GAE/g muestra b.s. (19385,00

mg GAE/100 g muestra b.s.). Los valores reportados por Almeida (2012), para el extracto colorante de las corontas (27734,00 mg GAE/100 g muestra b.s.), es superior a los obtenidos en la investigación de los cinco clones de papa nativa, donde el clon con mayor contenido de fenoles C, tuvo un valor de 27563.68233 mg GAE/100 g muestra b.s., por otro lado este clon presenta un mayor contenido de fenoles con respecto al extracto del grano de maíz negro, caso similar ocurre con el contenido de antocianinas. Con respecto al grano de maíz, este presenta menor contenido fenólico que los clones de papa nativa, pero es superior al puré deshidratado, donde el máximo valor fue del clon denominado C, con 18121,23 mg GAE/100 g muestra b.s.

Valencia et al. (2013), determinó la variación de los compuestos bioactivos: fenoles totales del fruto de la zarzamora (*Rubus fruticosus L.*), tanto en la materia prima como en su producto procesado (néctar). Como materia prima la zarzamora presento valores de 2234,15 mg GAE/100 g muestra b.s. lo cual disminuyó debido al proceso de pulpeado-refinado a 2086,54 mg GAE/100 g muestra b.s., y a 914 mg GAE/100 g muestra b.s. debido al estandarizado, 974,86 mg GAE/100 g b.s., al homogenizado y a 860,71 914 mg GAE/100 g muestra b.s., debido al pasteurizado. Con respecto a la materia prima, y el producto procesado (néctar de zarzamora), el contenido de fenoles totales disminuyo en 61,47%. El contenido de fenoles totales de los clones de papa nativa estudiadas, al ser sometidos a procesos tecnológicos para la obtención del puré deshidratado, disminuyeron su valor entre 60,40 y 78,09% con diferencias para cada clon, el cual en cierta forma es similar a la disminución que sufrió la zarzamora al ser procesado.

4.4 DISCUSIONES DEL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS.

Comparado el contenido de antocianinas de los cinco clones de papa nativa estudiadas, la de mayor contenido fue el clon denominado C, con un valor de 1154,37 mg/ 100 g muestra en b.s. y la de menor fue el clon E. En la tabla ANOVA, el valor de p-value, fue menor a $\alpha=0,05$ (**Anexo 30**), por lo que se concluyó estadísticamente que los cinco clones de papa, presentan diferentes contenidos de antocianinas, por lo menos la comparación de dos de ellos, para un nivel de significancia del 5%. Y al realizar la prueba del LSD, se determinó que la comparación de los clones E y H, presentan contenidos iguales de antocianinas para un nivel de significancia del 5%,

Los cinco clones de papa nativa estudiadas presentan diferentes coloraciones e intensidades de color lo cual está relacionado con la cantidad de antocianinas (pigmentos responsables del color de la pulpa).

El contenido de antocianinas totales, disminuyó durante la elaboración del puré deshidratado en porcentajes de 36,98 y 69,71%; obteniéndose valores de 194,74; 605,24; 68,67; 187,18; 122,75 mg/100 g de muestra b.s. para el puré deshidratado de los clones A, C, E, F y H; respectivamente. Según la tabla de ANOVA para el contenido de antocianinas totales del puré deshidratado, el valor de p-value es mucho menor a α (**Anexo 32**), por lo que se rechazó la hipótesis nula, concluyendo que los clones de papa nativa, presentan diferentes contenidos de antocianinas. Según la prueba LSD, las comparaciones de los purés deshidratados, presentan valores diferentes, es decir todas las comparaciones son diferentes para un nivel de significancia del 5%.

Los clones de papa al ser sometidos a diversos tratamientos, para la obtención del puré deshidratado, sufrieron pérdidas con respecto a los compuestos bioactivos presentes en

la papa sin procesar, la disminución del contenido de antocianinas totales se representó como porcentaje. Y según los datos del ANOVA, el porcentaje es diferente para cada clon estudiado (**Anexo 34**).

Los pigmentos antocianinas son relativamente inestables, su mayor estabilidad ocurre bajo condiciones ácidas. La estabilidad de las antocianinas en los alimentos depende en gran medida de la temperatura. Las tasas de degradación también se ven afectadas por la presencia o ausencia de oxígeno, por el pH y por la conformación estructural. La degradación de las antocianinas ocurre no solo durante la extracción del tejido vegetal sino también durante el procesado y conservación de los alimentos (**Fennema, et al., 2010**). Los tratamientos térmicos también, influyen marcadamente en la destrucción de las antocianinas (**Badui, 2006**). Durante el procesamiento del puré deshidratado, el contenido total de antocianinas disminuyó en diversos porcentajes, siendo una de las razones la acción de la temperatura, ya que los clones de papa nativa fueron expuestos a diferentes procesos tecnológicos, siendo los más relevantes la cocción y el secado, así mismo debió influir la pigmentación de los clones, ya que los colores y tonalidad de estos fueron diferentes unos de otros, los colores variaron de un rosado pálido, a un morado intenso, es decir las antocianidinas (agliconas de antocianinas) presentes en los clones fueron diversos. Por ejemplo el que contiene antocianinas que son ricas en agliconas pelargonidina, cianidina o delphinidina, son menos estables que el que contiene antocianinas ricas en agliconas de petunidina o malvinidina, debido al bloqueo de los grupos hidroxilo, y por ende son más resistentes a la degradación.

Kuskoski et al. (2006), determinó el contenido de antocianinas de frutos tropicales y pulpas de frutas congeladas, las pulpas de frutos tropicales comercializadas de forma congelada al sur de Brasil contienen altos polifenoles totales y propiedades

antioxidantes. Las cantidades de antocianinas totales de las pulpas de mora negra (*Morus nigra*), uva (*Vitis vinífera*), fresa salvaje (*Fragacia vesca var*), palmera nativa (*Euterpe oleracea Mart*), acerola (*Malpighia glabra linn*) y guayaba (*Psidium guajava*), fueron; 41,8; 30,9; 23,7; 22,8; 16,0 y 2,7 mg/100 g muestra b.h., respectivamente. Mora negra y uva presentaron los mayores contenidos de antocianinas, siendo la acerola y guayaba, las pulpas con menores contenidos de antocianinas. Las mayores cantidades de antocianinas de los extractos de las pulpas de frutos de baguacu (*Eugenia umbellifera Berg*) y jambolao (*Eugenia jambolana Lan*), fueron obtenidas con etanol; valores de 596,4 y 111,2 mg/100 g muestra b.h., respectivamente. Estos valores están expresados en base húmeda, lo cual hace que sean inferiores a los clones de papa nativa, ya que en la presente investigación, los valores están expresados en base seca, para lo cual fue necesario determinar la humedad de cada uno de los clones, así como también del puré deshidratado.

Gorriti et al. (2009), determinó el contenido total de antocianinas de las corontas del maíz morado (*Zea mays*), donde se obtuvieron valores entre 35,233 mg/g coronta (3523,3 mg/100g b.s.) y 37,127 mg/g coronta (3712,7 mg/100 g b.s.). Estos valores del contenido de antocianinas, son superiores a los clones de papa nativa estudiadas, cuyo máximo valor fue de 1154,37mg/100 g para el clon C. A simple vista se puede observar que el contenido es mayor, por la coloración que presenta el maíz morado (pigmentación morada oscura).

Almeida (2012), determinó el contenido de antocianinas del colorante natural de maíz negro (*Zea mays L*), se registró mayor contenido de antocianinas en el extracto colorante de las corontas que fue de 22,68 mg/g de muestra b.s. (2268,00 mg/100 g muestra b.s.), mientras que el extracto del grano de maíz negro presento 13,92 mg/ g

muestra b.s. (1392 mg/g muestra b.s.). Debido a la pigmentación, que es perceptible por el ojo humano, estos valores del colorante natural de maíz negro son muy superiores a los cinco clones de papa nativa estudiadas, cuyo máximo valor fue de 1154,37 mg/100 g para el clon denominado C.

V. CONCLUSIONES

- Los cinco clones de papa nativa (*Solanum tuberosum*), presentaron alta capacidad para capturar los radicales libres, debido a los valores significativos de sus compuestos bioactivos: fenoles y antocianinas. Los valores de la capacidad antioxidante, y de los compuestos bioactivos: fenoles y antocianinas, de los cinco clones de papa nativa disminuyeron, al ser sometidos a procesos tecnológicos para la obtención del puré deshidratado, reduciéndose en porcentajes diferentes entre, 76,65 y 84,35 % para la capacidad antioxidante; 60,41 y 78,09; % para el contenido de fenoles totales y entre 36,98 y 69,71; % para el contenido de antocianinas totales. La capacidad antioxidante y los compuestos fenólicos totales fueron los que más disminuyeron en comparación con el contenido de antocianinas.
- La capacidad antioxidante, se encuentra estrechamente relacionada con el contenido de compuestos bioactivos. Los clones presentaron alta capacidad antioxidante, lo cual fue representado en unidades de μg Equivalente Trolox / g muestra b.s., para lo que se tomó en consideración el porcentaje de humedad de cada uno de los clones, para expresarlos en base seca (al igual que del puré deshidratado). El clon que presentó mayor capacidad antioxidante fue el denominado C, con un valor de 3554,44 μg Equivalente Trolox / g muestra b.s., quien tuvo valores altos con respecto al contenido de fenoles y antocianinas. El clon A, fue el segundo con mayor capacidad antioxidante, 2494,52 μg Equivalente Trolox / g muestra b.s. los clones denominados F, H y E, obtuvieron valores de 2176,48; 2001,24 y 1738,68 μg Equivalente Trolox / g muestra b.s., respectivamente.

- Al elaborar el puré deshidratado, los clones de papa nativa pasaron por procesos tecnológicos, siendo los más relevantes la cocción con vapor directo (a 108 °C por 15 minutos) y el secado en estufa (a 65 °C por 6 horas). Los compuestos bioactivos son termolábiles, lo que ocasionó la disminución de los mismos y por ende de la capacidad antioxidante. El puré deshidratado elaborado a partir del clon de papa C, fue el de mayor capacidad antioxidante con 714,06 µg Equivalente Trolox / g muestra b.s., menor al de la materia prima. De la misma manera los clones A, F, H y E, disminuyeron su capacidad antioxidante, obteniendo valores de 582,50; 475,39; 313,27 y 286,47 µg Equivalente Trolox / g muestra b.s., respectivamente. Cuya variación fue expresada en porcentaje de disminución.

- Los clones de papa nativa, estudiados poseen valores de capacidad antioxidante significativos, debido al contenido de compuestos bioactivos: fenoles y antocianinas. En la determinación de los compuestos fenólicos totales, se empleó el método de Folin Ciocalteu. Los valores fueron expresados como mg GAE/100 g muestra b.s., se determinó la humedad de los cinco clones para poder expresarlos en base seca. El contenido de fenoles fue de 19081,53; 27563,68; 14702,49; 17025,32 y 15565,16 mg GAE/100 g muestra en b.s., para los clones A, C, E, F y H. siendo el clon con mayor contenido de compuestos fenólicos el denominado C. Según el análisis estadístico, al comparar la media de los cinco clones de papa, estos son diferentes, para un nivel de confianza del 95%.

Los cinco clones de papa nativa, presentaron valores significativos de antocianinas. El clon con código C, presentó el mayor valor (ocurrió lo mismo en el caso de la capacidad antioxidante y los compuestos fenólicos totales), con 1154,37 mg/100 g muestra b.s., seguido por el clon A con, 643,09 mg/100 g muestra b.s., los clones F,

H y E, obtuvieron valores de 307,26; 194,78 y 194,73 mg/100g muestra b.s., respectivamente. Los clones H y E, tras el análisis estadístico, presentaron el mismo contenido de antocianinas totales para un nivel de significancia del 5%.

- Los valores del contenido total de fenoles y antocianinas, disminuyeron al elaborar el puré deshidratado. El contenido de fenoles totales fue de 5969,54; 6040,41; 5821,20; 5889,52 y 5869,24 mg GAE/100 g muestra b.s. y de antocianinas fue de 194,74; 605,24; 68,67; 187,18 y 122,75 mg/100 g muestra b.s., para los purés deshidratados elaborados a partir de los clones con código A, C, E, F y H, respectivamente. El puré elaborado a partir del clon con código C, presentó un mayor contenido fenólico y de antocianinas, por lo que la capacidad antioxidante es mayor con respecto a los demás clones.

VI. RECOMENDACIONES

- ❖ Realizar una caracterización en campo, de los clones de papa nativa, así como también las características de calidad y aceptabilidad en el mercado.
- ❖ Mejorar las técnicas de clonación de las papas nativas, teniendo en cuenta el rendimiento en campo, sus propiedades nutricionales y los compuestos bioactivos.
- ❖ Identificar los compuestos fenólicos, presentes en los clones de papa nativa (*Solanum tuberosum*), mediante un análisis más a detalle como el HPLC, así como también identificar las antocianinas presentes.
- ❖ Determinar la capacidad antioxidante, por otros métodos validados, empleando otros radicales libres como el ABTS, para luego compararlos.
- ❖ Realizar pruebas para la formulación del puré instantáneo, u otros productos derivados, a partir del puré deshidratado.
- ❖ Determinar la capacidad antioxidante y los compuestos bioactivos, durante el proceso de elaboración del puré deshidratado en un deshidratador.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alam N., Bristi N., Rafiquzzaman M. (2012). Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. *Saudi Pharmaceutical Journal*; 21:143-152. (http://www.researchgate.net/publication/257517234_Review_on_in_vivo_and_in_vitro_methods_evaluation_of_antioxidant_activity).
- Almeida J. (2012). Extracción y caracterización del colorante natural de maíz negro (*Zea mays L*) y determinación de su capacidad antioxidante. Tesis para optar el título de Ingeniería Agroindustrial, no publicada, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Alvares M. (1999). Desarrollo de Productos de Papas Nativas. Tecnologías de Procesamiento. Colombia.
- Andrade H., Bastidas O., Sherwood S. (2002). La papa en Ecuador. Editores INIAP – CIP. Quito, Ecuador.
- Areiza-Mazo N., Maldonado Ml., Rojano B. (2013). Extracto acuoso de uchuva (*Physalis peruviana*): actividades antiproliferativa, apoptótica y antioxidante. *Perspect Nutr Humana*, 15, 41-55. (<http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/nutricion/article/view/17902>).
- Badui S. (2006). *Química de los alimentos*. México: Editorial PEARSON.
- Beas F., Loarca P., Guzman M., Rodríguez G., Vasco M., Guevara L. (2011). Potencial nutracéutico de componentes bioactivos presentes en huitlacoche de la

zona centro de México. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 42(2), 36-44. (<http://www.redalyc.org/pdf/579/57922749006.pdf>).

- Castañeda C., Ramos LL., Ibáñez V. (2008). Evaluación de la capacidad antioxidante de siete plantas medicinales peruanas. *Revista Horizonte Médico*, 8, 56-72. (http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/rev_academia/2008_n1/pdf/a11v15n1.pdf).
- Canovas G. (2000). *Deshidratación de Alimentos*. España: Editorial. ACRIBA, S.A.
- Cavas G. (2000). *Deshidratación de Alimentos*. España: Editorial. ACRIBA, S.A.
- Chuquillanqui C., Hidalgo O., Müller G., Tenorio J., Barker I. (2008). Seed systems for native potatoes characterized in Peru.
- Chuquimia F., Alvarado A., Peñarrieta M., Bergenstahl B., Akesson B. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y la cuantificación de compuestos fenólicos y flavonoidicos de cuatro especies vegetales de la región andina de Bolivia. *Instituto de Investigaciones Químicas*. (http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0250-54602008000100011&lng=es&nrm=iso).
- Echavarría Z., Franco S., Martínez M. (2009). Evaluación de la actividad antioxidante y determinación del contenido de compuestos fenólicos en extractos de macroalgas del caribe colombiano. *Revista de la Facultad de Química Farmacéutica de Colombia*, 16, 126-131. (http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042009000100015).

- Echenique V., Rubinstein C., Mroginski L. (2004). *Biotecnología y mejoramiento vegetal*. Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Egúsqüiza R. (2008). Producción y variedades de papa en el Perú. *Historia de la papa en el Perú*, 1, 8-26.
- Fennema O. (2010). *Química de los Alimentos*. México: Editorial. ACRIBIA, S.A. Zaragoza.
- Fuenzalida N. (2008). Determinación de la cantidad de fenoles totales y la actividad antioxidante en papas nativas pigmentadas. Tesis para el grado de Licenciado en Agronomía no publicada, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- García A. (2011). Evaluación *in vitro/in vivo* de propiedades antioxidantes de clones promisorios de papa criolla (*Solanum phureja*). Tesis de maestría no publicada, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. (<http://www.bdigital.unal.edu.co/8675/>).
- Giraldo L., Ramírez L. (2013). Evaluación de la actividad antioxidante de extractos de *Palicourea guianensis* (Rubiaceae). *Revista Cubana de Farmacia*, 47(4), 438-491. (http://www.bvs.sld.cu/revistas/far/vol47_4_13/far08413.htm).
- Gorriti G., Arrollo A., Negron B., Jurado T., Purizaca LL., Santiago A., Taype E., Quispe J. (2009). Antocianinas, fenoles totales y actividad antioxidante de las corontas del maíz morado (*Zea mays L.*). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 8 (6), 509 – 518. (<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85617461006>)

- Heras I., Alvis A., Arrazola G. (2013). Optimización del Proceso de Extracción de Antocianinas y Evaluación de la Capacidad Antioxidante de Berenjena (*Solana melonera L.*). *Centro de Informacion Tecnológica*, 24(5), 93-102. (http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642013000500011&script=sci_arttext)
- Huo L., Lu R., Li P., Liao Y., Chen R., Deng Ch., Lu Ch., Wei X., Li Y. (2011). Actividad antioxidante, fenoles totales y flavonoides totales en extractos de tallos de *Jasminum nervosum* Lour. *Grasas y aceites*, 62(2), 149-154. (<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3639122>).
- Kong A., Fuenzalida C., Hess S., Contreras A., Vega A., Lemus R. (2012). Antioxidant capacity and total phenolic compounds of twelve selected potato landrace clones grown in southern Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72(1), 3-9. (http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-58392012000100001&script=sci_arttext).
- Krikoriam A. (2001). *Cultivo de tejidos en la agricultura*. Department of Biochemistry of New York at Stony Brook, E.U.
- Kuskoski E., Asuero A., Morales M., Fett R. (2006). Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. *Ciencia Rural, Santa Maria*, 36(4), 1283-1287. (http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000400037)
- Kuskoski E., Asuero A., Troncoso A., Mancini-Filho A., Fett R. (2004). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 25(4), 726-732. (<http://www.scielo.br/pdf/cta/v25n4/27642.pdf>).

- Martines E., Lira L. (2010). *Análisis y aplicación de las expresiones del contenido de humedad en sólidos*. Simposio de Metrología. Municipio de Márques, Queretano.
- Moo V., Moo M., Estrada R., Cuevas L., Estrada I., Ortiz E., Betancur D., Sauri E. (2014). Antioxidant compounds, antioxidant activity and phenolic content in peel from three tropical fruits from Yucatan, Mexico. *Food Chemistry*, 166, 17-22. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25053022>).
- Morales P. (2011). *Vegetales silvestres de uso alimentario: determinación de compuestos bioactivos y valoración de la capacidad antioxidante*. Tesis de doctor no publicada. Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.
- Morillas R., Delgado J. (2012). Análisis nutricional de alimentos vegetales con diferentes orígenes: Evaluación de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales. *Nutrición clínica y dietética hospitalaria*, 32(2), 8-20.
- Ojha H., Mishra K., Chaudhury N. (2012). Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH assay: A critical review and results. *Food Chemistry*; 130: 1036–1043. (http://www.researchgate.net/publication/221932105_Estimation_of_antiradical_properties_of_antioxidants_using_DPPH_assay_A_critical_review_and_results).
- Olmedilla B., Granada F. (2007). Componentes bioactivos. Alimentos funcionales: proximacion a una nueva alimentación. *Revista Chilena de Nutrición*, 28(2), 368-380.

- Palomino G., García P., Gil G., Rojano A., Durango D. (2009). Determinación del contenido de fenoles y evaluación de la actividad antioxidante de propóleos recolectados en el departamento de Antioquia (Colombia). *Revista de la Facultad de Química Farmacéutica de Colombia*, 16, 388-395. (http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-40042009000300013&script=sci_arttext).
- Park Y., Namiesnik J., Vearasilp K., Leontowincz H., Leontowincz M., Barasch D., Nemirovski A., Trakhtenberg S., Gorinstein S. (2013). Bioactive compounds and the antioxidant capacity in new kiwi fruit cultivars. *Food Chemistry*, 165, 354-361.
- Pérez H., Chavez Q., Medina J., Gámez M. (2012). Compuestos fenólicos, melanoidinas y actividad antioxidante de café verde y procesado de las especies *Coffea arabica* y *Coffea canephora*. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 15(1), 51-56. (<http://www.biocetecnia.uson.mx/revistas/articulos/22-8%20COMPUESTOS%20FENOLICOS.pdf>).
- Repo D., Encima Z. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Revista de la sociedad química del Perú*, 2, 279-296. (http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2008000200004&script=sci_arttext).
- Romero F., Chavez K., Bejarono E., Moreno J. (2010). Determinación del uso potencial de 56 variedades de papa nativa Colombianas del Banco Germoplasma administrado por CORPOICA a partir de sus propiedades físicas, fisicoquímicas y culinarias. Ingeniería de Alimentos, de la Universidad de La Salle, Colombia.
- Salazar M., Zambrano J., Valecillos H. (2008), Evaluación del rendimiento y características de calidad de trece clones avanzados de papa (*Solanum*

tuberosum L.). *Revista Agricultura andina*, 14, 101-117.
(<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/29373/1/articulo7.pdf>)

- Sainz T., Drago M., López M. (2006). Componentes bioactivos de los alimentos funcionales de origen vegetal. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 37(4), 58-68. (<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57937408>).
- Spooner D., McLean K., Ramsay G., Waugh R., Bryan, G. (2005) A Single Domestication for Potato Based on Multilocus Amplified Fragment Length Polymorphism Genotyping, *PNAS*, 102(41).
- Valencia S., Guevara P. (2013). Variación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos durante el procesamiento del néctar de zarzamora (*Rubus fruticosus* L.). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 79(2), 26-34. (http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2013000200004&script=sci_arttext)
- Zarate L., Otálora N., Ramírez L., Garnica A., Prieto L., Cerón M., Argüelles J. (2012). Extracción y caracterización de almidón nativo de clones promisorios de papa criolla (*Solanum tuberosum*). *XXV Congreso de la Asociación Latinoamericana de papa*. (http://www.papaslatinas.org/vol18-1/001_ALM_Zarate_Polanco.pdf).

ANEXOS

ANEXO 01: NÚMERO DE MERISTEMOS APICALES DE LOS CLONES DE PAPA NATIVA

Clon de papa nativa	Largo de la papa	N° de meristemos apicales	N° promedio de meristemos apicales para 5cm
304184 - 600 (A)	5,87	11	9,370
	5,94	13	10,943
	4,88	10	10,246
302285- 608 (C)	4,46	15	16,816
	6,3	18	14,286
	8,33	22	13,205
303799 - 609 (E)	6,43	8	6,221
	7,52	9	5,984
	11,14	11	4,937
507600 - 129B (F)	4,32	12	13,889
	5,2	14	13,462
	5,61	17	15,152
Roja I (H)	3,89	6	7,712
	4,64	11	11,853
	5,4	8	7,407

ANEXO 02: PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LOS CLONES DE PAPA NATIVA Y DEL PURÉ DEHIDRATADO

Clones de papa nativa	% Humedad de los clones	promedio	% Humedad del puré	Promedio
304184-600 (A)	69,92	70,068	4,59	5,342
	70,05		5,37	
	69,79		5,31	
	69,58		5,37	
	71,00		6,07	
302285 - 608 (C)	80,01	79,240	6,04	5,93
	78,18		5,97	
	79,52		5,79	
	79,45		5,96	
	79,04		5,89	
303799 - 609 (E)	60,34	60,300	4,94	4,866
	60,37		4,87	
	60,28		4,52	
	60,22		4,99	
	60,29		5,01	
507600 - 129B (F)	66,82	66,760	4,7	4,694
	66,92		4,61	
	66,58		4,68	
	66,94		4,79	
	66,54		4,69	
Roja I (H)	63,37	63,592	5,43	5,49
	63,36		5,51	
	63,79		5,56	
	63,85		5,49	
	63,59		5,46	

ANEXO 03: ACIDEZ DE LOS CINCO CLONES DE PAPA NATIVA

Clones de papa nativa	V (NaOH)	Peso de la Muestra	FD	%Acidez	Promedio del % Acidez
304184 - 600 (A)	1	2,0178	1	0,29071266	0,30040308
	1.1	2,0178	1	0,31978392	
	1	2,0178	1	0,29071266	
302285 - 608 (C)	1.1	2,0041	1	0,32196996	0,31221330
	1	2,0041	1	0,29269997	
	1.1	2,0041	1	0,32196996	
303799 - 609 (E)	1.25	2,0031	1	0,36605761	0,35629607
	1.2	2,0031	1	0,35141531	
	1.2	2,0031	1	0,35141531	
507600 - 129B (F)	1.1	2,0573	1	0,3136441	0,31839628
	1.15	2,0573	1	0,32790065	
	1.1	2,0573	1	0,3136441	
Roja I (H)	0.9	2,0589	1	0,25641848	0,23742451
	0.9	2,0589	1	0,25641848	
	0.7	2,0589	1	0,19943659	

ANEXO 04: pH DE LOS CINCO CLONES DE PAPA NATIVA

Clones de papa nativa	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Promedio
304184 - 600 (A)	6,53	6,5	6,55	6,5267
302285 - 608 (C)	6,27	6,25	6,25	6,2567
303799 - 609 (E)	6,36	6,38	6,34	6,3600
507600 - 129B (F)	6,72	6,69	6,74	6,7167
Roja I (H)	6,63	6,65	6,58	6,6200

ANEXO 05: DATOS PARA LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LOS CLONES DE PAPA NATIVA

Clon de papa	Abs del extracto	Abs de la solución DDPH	Abs del blanco	Abs de la muestra	Δ Abs (Abs blanco-Abs muestra)	bX (curva de calibración)	ml del extracto	Promedio Wt de muestra	Promedio % H	Wt de la muestra en bs	Capacidad antioxidante (μg Equivalente Trolox / g muestra b.s.)
304184 -600 (A)	0,674	1,111	1,103	0,203	0,900	750,4118	8	2,0228	70,0680	0,6055	2478,83789
	0,674	1,111	1,103	0,193	0,910	758,7893	8	2,0228	70,0680	0,6055	2506,51131
	0,598	1,111	1,103	0,196	0,907	756,27605	8	2,0228	70,0680	0,6055	2498,20928
302285 - 608 (C)	0,344	1,111	1,103	0,180	0,923	769,68005	8	2,0861	79,2400	0,4331	3554,43694
	0,344	1,111	1,103	0,176	0,927	773,03105	8	2,0861	79,2400	0,4331	3569,91210
	0,344	1,111	1,103	0,184	0,919	766,32905	8	2,0861	79,2400	0,4331	3538,96179
303799 - 609 (E)	0,128	1,08	1,059	0,197	0,862	718,5773	8	2,0772	60,3000	0,8246	1742,74830
	0,128	1,08	1,059	0,201	0,858	715,2263	8	2,0772	60,3000	0,8246	1734,62120
	0,128	1,08	1,059	0,199	0,860	716,9018	8	2,0772	60,3000	0,8246	1738,68475
507600 - 129B (F)	0,604	1,08	1,059	0,190	0,869	724,44155	8	2,0019	66,7600	0,6654	2177,3223
	0,604	1,08	1,059	0,185	0,874	728,6303	8	2,0019	66,7600	0,6654	2189,9117
	0,604	1,08	1,059	0,196	0,863	719,41505	8	2,0019	66,7600	0,6654	2162,2151
Roja I (H)	0,288	1,112	1,013	0,116	0,897	748,1778	12	3,0591	63,5920	1,1138	2015,28084
	0,300	1,108	1,008	0,121	0,887	739,52105	12	3,0591	63,5920	1,1138	1991,96314
	0,339	1,102	0,993	0,104	0,889	741,19655	12	3,0591	63,5920	1,1138	1996,47625

ANEXO 06: DATOS PARA LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL PURÉ DESHIDRATADO

Clon de papa	Abs del extracto	Abs de la solución DDPH	Abs del blanco	Abs de la muestra	Δ Abs (Abs blanco-Abs muestra)	bX (curva de calibración)	ml del extracto	Promedio Wt de muestra	Promedio % H	Wt de la muestra en bs	Capacidad antioxidante (μ g Equivalente Trolox / g muestra b.s.)
304184 -600 (A)	0,157	1,101	0,941	0,278	0,663	551,86505	8	2,0078	5,3420	1,9006	580,7349
	0,157	1,101	0,941	0,275	0,666	554,3783	8	2,0078	5,3420	1,9006	583,3796
	0,157	1,101	0,941	0,275	0,666	554,3783	8	2,0078	5,3420	1,9006	583,3796
302285 - 608 (C)	0,1167	1,101	0,941	0,083	0,858	715,2263	8	2,0017	5,9300	1,8830	714,61887
	0,1167	1,101	0,941	0,083	0,858	715,2263	8	2,0017	5,9300	1,8830	714,61887
	0,1167	1,101	0,941	0,085	0,856	713,5508	8	2,0017	5,9300	1,8830	712,94480
303799 - 609 (E)	0,112	1,101	0,941	0,612	0,329	272,05655	8	2,0068	4,8660	1,9091	285,00767
	0,112	1,101	0,941	0,610	0,331	273,73205	8	2,0068	4,8660	1,9091	286,76293
	0,112	1,101	0,941	0,609	0,332	274,5698	8	2,0068	4,8660	1,9091	287,64056
507600 - 129B (F)	0,194	1,101	0,941	0,393	0,548	455,5238	8	2,0046	4,6940	1,9105	476,85449
	0,194	1,101	0,941	0,395	0,546	453,8483	8	2,0046	4,6940	1,9105	475,10053
	0,194	1,101	0,941	0,396	0,545	453,01055	8	2,0046	4,6940	1,9105	474,22355
Roja I (H)	0,192	1,101	0,941	0,561	0,380	314,7818	8	2,0025	5,4900	1,8926	314,38881
	0,192	1,101	0,941	0,564	0,377	312,26855	8	2,0025	5,4900	1,8926	311,87870
	0,192	1,101	0,941	0,562	0,379	313,94405	8	2,0025	5,4900	1,8926	313,55211

ANEXO 07: DATOS PARA LA DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Clones de papa nativa	Capacidad antioxidante μg Equivalente Trolox / g muestra b.s.		Disminución (μg Equivalente Trolox / g muestra b.s.)	% Disminución
	clones de papa	puré deshidratado		
304184-600 (A)	2478,837887	580,7348679	1898,10302	76,57229
	2506,511312	583,379594	1923,13172	76,72544
	2498,209285	583,379594	1914,82969	76,64809
302285-608 (C)	3554,43694	714,61887	2839,818067	79,89502
	3569,91210	714,61887	2855,293222	79,98217
	3538,96179	712,94480	2826,016989	79,85441
303799-609 (E)	1742,74830	285,00767	1457,74063	79,89502
	1734,62120	286,76293	1447,85827	79,98217
	1738,68475	287,64056	1451,04419	79,85441
507600 - 129B (F)	2177,32230	476,85449	1700,46781	78,09904
	2189,91167	475,10053	1714,81113	78,30504
	2162,21506	474,22355	1687,99151	78,06770
Roja I (H)	2015,28084	314,38881	1700,89203	84,39975
	1991,96314	311,87870	1680,08444	84,34315
	1996,47625	313,55211	1682,92414	84,29472

ANEXO 08: DATOS PARA FENOLES TOTALES DE LOS CLONES DE PAPA NATIVA

Muestra	Abs a 755 nm	Volumen a diluir (ml)	Wt de muestra	% H	Wt de la muestra en bs	Dilución para lectura en ml	mg GAE/100 g de muestra en bs
304184-600 (A)	2,349	25	1,0294	70,0680	0,3081	0,3mL dilución	19089,26126
	2,347	25	1,0294	70,0680	0,3081	en 10,0 ml de	19073,79110
	2,348	25	1,0294	70,0680	0,3081	metanol	19081,52618
302285 - 608 (C)	2,393	25	1,0459	79,2400	0,2171	0,3mL dilución	27570,99982
	2,392	25	1,0459	79,2400	0,2171	en 10,0 ml de	27560,02358
	2,392	25	1,0459	79,2400	0,2171	metanol	27560,02358
303799 - 609 (E)	2,334	25	1,0022	60,3000	0,3979	0,3mL dilución	14692,71105
	2,335	25	1,0012	60,3000	0,3975	en 10,0 ml de	14713,38162
	2,333	25	1,0012	60,3000	0,3975	metanol	14701,38970
507600 - 129B (F)	2,347	25	1,03877	66,7600	0,3453	0,3mL dilución	17020,71902
	2,348	25	1,03877	66,7600	0,3453	en 10,0 ml de	17027,62150
	2,348	25	1,03877	66,7600	0,3453	metanol	17027,62150
ROJA I (H)	2,361	25	1,0425	63,5920	0,3796	0,3mL dilución	15571,44359
	2,359	25	1,0425	63,5920	0,3796	en 10,0 ml de	15558,88537
	2,360	25	1,0425	63,5920	0,3796	metanol	15565,16448

ANEXO 09: DATOS PARA FENOLES TOTALES DEL PURÉ DESHIDRATADO

Clon de papa nativa	Abs a 755 nm	Volumen a diluir (ml)	Wt. de muestra	% H	Wt de la muestra en bs	Dilución para lectura en ml	mg GAE/100 g de muestra en bs
304184-600 (A)	2,257	25	1,0021	5,3420	0,9486	0,3mL dilución	5969,54330
	2,256	25	1,0021	5,3420	0,9486	en 10,0 ml de	5967,03074
	2,258	25	1,0021	5,3420	0,9486	metanol	5972,05586
302285 - 608 (C)	2,268	25	1,0016	5,9300	0,9422	0,3mL dilución	6037,88129
	2,269	25	1,0016	5,9300	0,9422	en 10,0 ml de	6040,41090
	2,27	25	1,0016	5,9300	0,9422	metanol	6042,94051
303799 - 609 (E)	2,218	25	1,0056	4,8660	0,9566	0,3mL dilución	5822,03458
	2,217	25	1,0056	4,8660	0,9566	en 10,0 ml de	5819,54321
	2,218	25	1,0056	4,8660	0,9566	metanol	5822,03458
507600 - 129B (F)	2,241	25	1,0023	4,6940	0,9553	0,3mL dilución	5887,85274
	2,243	25	1,0023	4,6940	0,9553	en 10,0 ml de	5892,84270
	2,241	25	1,0023	4,6940	0,9553	metanol	5887,85274
ROJA I (H)	2,221	25	1,0051	5,4900	0,9499	0,3mL dilución	5870,91709
	2,22	25	1,0051	5,4900	0,9499	en 10,0 ml de	5868,40802
	2,220	25	1,0051	5,4900	0,9499	metanol	5868,40802

**ANEXO 10: DATOS PARA LA DISMINUCIÓN DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS
TOTALES**

Clones de papa nativa	Contenido de fenoles totales mg GAE/100 g muestra b.s.		Disminución (mg GAE/100 g muestra b.s.)	% Disminución
	clones de papa	puré deshidratado		
304184-600 (A)	19089,26126	5969,54330	13119,71796	68,72826
	19073,79110	5967,03074	13106,76036	68,71607
	19081,52618	5972,05586	13109,47032	68,70242
302285-608 (C)	27570,99982	6037,88129	21533,11854	78,10061
	27560,02358	6040,41090	21519,61269	78,08271
	27560,02358	6042,94051	21517,08308	78,07353
303799-609 (E)	14692,71105	5822,03458	8870,67647	60,37467
	14713,38162	5819,54321	8893,83841	60,44728
	14701,38970	5822,03458	8879,35512	60,39807
507600 - 129B (F)	17020,71902	5887,85274	11132,86627	65,40773
	17027,62150	5892,84270	11134,77880	65,39245
	17027,62150	5887,85274	11139,76876	65,42175
Roja I (H)	15571,44359	5870,91709	9700,52650	62,29690
	15558,88537	5868,40802	9690,47735	62,28259
	15565,16448	5868,40802	9696,75646	62,29781

ANEXO 11: DATOS PARA EL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS TOTALES DE LOS CLONES DE PAPA

Clon de papa nativa	Abs muestra	pH = 1		pH = 4,50		Abs. Final	Promedio Wt de la muestra	Promedio % H	Wt de la muestra en bs	V final en l	FD	Contenido de antocianinas (p/p) (mg/g)	Contenido de antocianinas (mg/100g)
		Abs. a 520 nm	Abs. a 700 nm	Abs. a 520 nm	Abs. A 700 nm								
304184-600 (A)	0,765	0,455	0,009	0,093	0,003	0,356	1,0262	70,0680	0,3072	0,050	2	1,93718	630,69116
	0,779	0,412	0,001	0,045	0,001	0,367	1,0262	70,0680	0,3072	0,050	2	1,99704	650,17880
	0,67	0,416	0,002	0,049	0,001	0,366	1,0262	70,0680	0,3072	0,050	2	1,99160	648,40720
302285-608 (C)	0,567	0,337	0,004	0,038	0,002	0,297	1,0028	79,2400	0,2082	0,050	2	2,38445	1145,37348
	0,566	0,341	0,006	0,036	0,003	0,302	1,0028	79,2400	0,2082	0,050	2	2,42460	1164,65586
	0,595	0,337	0,004	0,035	0,001	0,299	1,0028	79,2400	0,2082	0,050	2	2,40051	1153,08643
303799-609 (E)	0,359	0,250	0,004	0,039	0,004	0,211	1,0769	60,3000	0,4275	0,050	2	0,82485	192,92914
	0,381	0,247	0,004	0,032	0,002	0,213	1,0669	60,3000	0,4236	0,050	2	0,84048	198,42576
	0,399	0,245	0,002	0,038	0,002	0,207	1,0669	60,3000	0,4236	0,050	2	0,81680	192,83630
507600 - 129B (F)	0,718	0,285	0,004	0,079	0,003	0,205	1,0071	66,7600	0,3347	0,050	2	1,02355	305,76615
	0,798	0,296	0,004	0,088	0,002	0,206	1,0071	66,7600	0,3347	0,050	2	1,02854	307,25770
	0,776	0,277	0,001	0,072	0,003	0,207	1,0071	66,7600	0,3347	0,050	2	1,03353	308,74924
Roja I (H)	0,417	0,221	0,002	0,058	0,002	0,163	1,0230	63,5920	0,3725	0,050	2	0,73146	196,38880
	0,428	0,223	0,001	0,064	0,003	0,161	1,0230	63,5920	0,3725	0,050	2	0,72248	193,97912
	0,455	0,223	0,002	0,062	0,002	0,161	1,0230	63,5920	0,3725	0,050	2	0,72248	193,97912

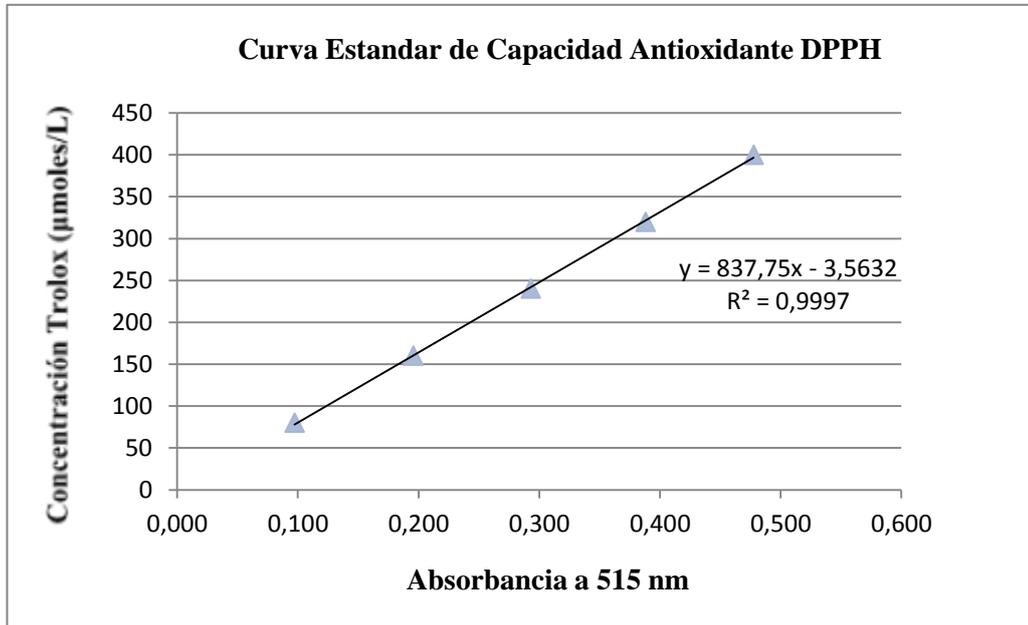
ANEXO 12: DATOS PARA EL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS TOTALES DEL PURÉ DESHIDRATADO

Clon de papa	Abs muestra	pH = 1		pH = 4,50		Abs. Final	Promedio Wt de la muestra	Promedio % H	Wt de la muestra en bs	V final en l	FD	Contenido de antocianinas (p/p) (mg/g)	Contenido de antocianinas (mg/100g)
		Abs. a 520 nm	Abs. a 700 nm	Abs. a 520 nm	Abs. A 700 nm								
304184-600 (A)	2,803	0,422	0,000	0,071	0,004	0,355	1,0091	5,3420	0,9552	0,050	6	1,86413	195,15105
	2,798	0,424	0,001	0,075	0,006	0,354	1,0091	5,3420	0,9552	0,050	6	1,85820	194,53009
	2,805	0,423	0,002	0,074	0,007	0,354	1,0091	5,3420	0,9552	0,050	6	1,85820	194,53009
302285-608 (C)	2,998	0,613	0,000	0,029	0,000	0,584	1,0020	5,9300	0,9426	0,050	11	5,69530	604,20308
	2,999	0,616	0,000	0,031	0,000	0,585	1,0020	5,9300	0,9426	0,050	11	5,70505	605,23767
	2,999	0,615	0,002	0,031	0,002	0,586	1,0020	5,9300	0,9426	0,050	11	5,71480	606,27227
303799-609 (E)	0,624	0,400	0,002	0,024	0,001	0,375	1,0038	4,8660	0,9549	0,050	2	0,65635	68,73346
	0,624	0,397	0,001	0,022	0,000	0,374	1,0038	4,8660	0,9549	0,050	2	0,65460	68,55018
	0,622	0,397	0,001	0,022	0,001	0,375	1,0038	4,8660	0,9549	0,050	2	0,65635	68,73346
507600 - 129B (F)	2,168	0,466	0,000	0,059	0,003	0,410	1,0058	4,6940	0,9586	0,050	5	1,78711	186,42552
	2,165	0,47	0,001	0,057	0,001	0,413	1,0058	4,6940	0,9586	0,050	5	1,80019	187,78961
	2,167	0,467	0,001	0,055	0,001	0,412	1,0058	4,6940	0,9586	0,050	5	1,79583	187,33491
Roja I (H)	2,050	0,434	0,003	0,098	0,002	0,335	1,0076	5,4900	0,9523	0,050	4	1,17593	123,48579
	2,046	0,431	0,003	0,099	0,002	0,331	1,0076	5,4900	0,9523	0,050	4	1,16189	122,01133
	2,047	0,435	0,003	0,103	0,004	0,333	1,0076	5,4900	0,9523	0,050	4	1,16891	122,74856

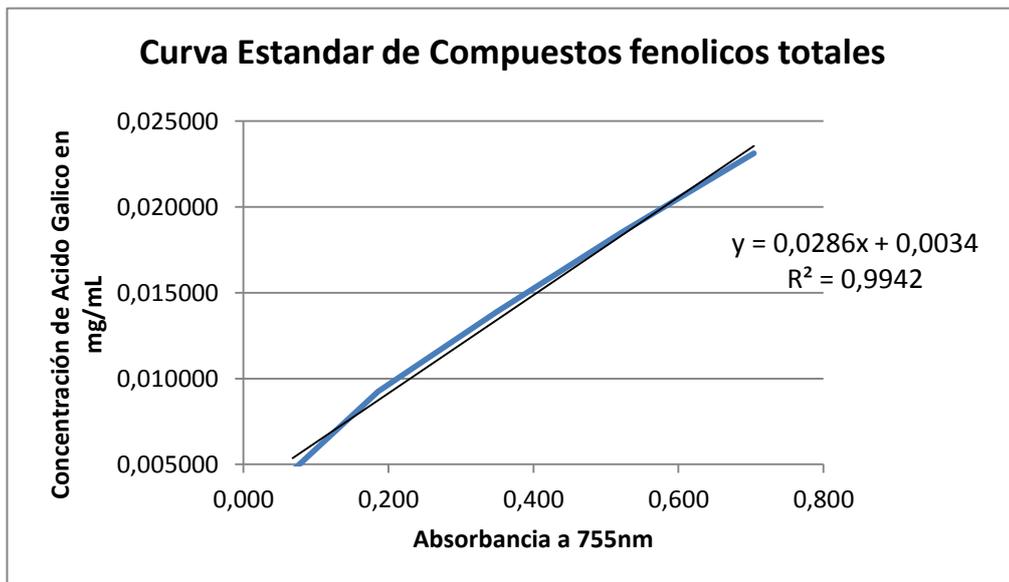
**ANEXO 13: DATOS PARA LA DISMINUCIÓN DEL CONTENIDO DE
ANTOCIANINAS TOTALES**

Clones	Contenido de antocianinas totales mg /100 g muestra b.s.		Disminución (mg /100 g muestra b.s.)	% Disminución
	clones de papa	puré deshidratado		
304184-600 (A)	630,69116	195,15105	435,54011	69,05759
	650,17880	194,53009	455,64871	70,08052
	648,40720	194,53009	453,87711	69,99878
302285-608 (C)	1145,37348	604,20308	541,17040	47,24838
	1164,65586	605,23767	559,41819	48,03292
	1153,08643	606,27227	546,81417	47,42178
303799-609 (E)	192,92914	68,73346	124,19567	64,37373
	198,42576	68,55018	129,87558	65,45299
	192,83630	68,73346	124,10283	64,35657
507600 - 129B (F)	305,76615	186,42552	119,34064	39,03004
	307,25770	187,78961	119,46809	38,88205
	308,74924	187,33491	121,41433	39,32458
Roja I (H)	196,38880	123,48579	72,90301	37,12178
	193,97912	122,01133	71,96779	37,10079
	193,97912	122,74856	71,23056	36,72074

ANEXO 14: CURVA ESTÁNDAR DE CALIBRACIÓN PARA LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE



ANEXO 15: CURVA ESTÁNDAR DE CALIBRACIÓN PARA LOS COMPUESTOS FENÓLICOS



ANEXO 16: ANOVA Y LSD DE LA HUMEDAD DE LOS CLONES DE PAPA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1054,35984	4	263,58996	1528,07546	1,4934E-24	2,8660814
Dentro de los grupos	3,44996	20	0,172498			
Total	1057,8098	24				

Contraste múltiple de rango

Método: 95,0 porcentaje LSD

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
E	5	60,3	X
H	5	63,592	X
F	5	66,76	X
A	5	70,068	X
C	5	79,24	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
A - C	*-9,172	0,547936
A - E	*9,768	0,547936
A - F	*3,308	0,547936
A - H	*6,476	0,547936
C - E	*18,94	0,547936
C - F	*12,48	0,547936
C - H	*15,648	0,547936
E - F	*-6,46	0,547936
E - H	*-3,292	0,547936
F - H	*3,168	0,547936

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 17: ANOVA Y LSD DE LA HUMEDAD DEL PURÉ DESHIDRATADO

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	4,920096	4	1,230024	18,61529148	1,6081E-06	2,866081402
Dentro de los grupos	1,32152	20	0,066076			
Total	6,241616	24				

Contraste múltiple de rango

Método: 95,0 porcentaje LSD

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
--	-------	-------	-------------------

F	5	4,694	X
E	5	4,866	X
A	5	5,342	X
H	5	5,49	X
C	5	5,93	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
-----------	-------------	-------------

A - C	*-0,588	0,339125
A - E	*0,476	0,339125
A - F	*0,648	0,339125
A - H	-0,148	0,339125
C - E	*1,064	0,339125
C - F	*1,236	0,339125
C - H	*0,44	0,339125
E - F	0,172	0,339125
E - H	*-0,624	0,339125
F - H	*-0,796	0,339125

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 18: ANOVA Y LSD DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LOS CLONES

DE PAPA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	5963177,506	4	1490794,377	9283,678885	8,48337E-18	3,478049691
Dentro de los grupos	1605,822859	10	160,5822859			
Total	5964783,329	14				

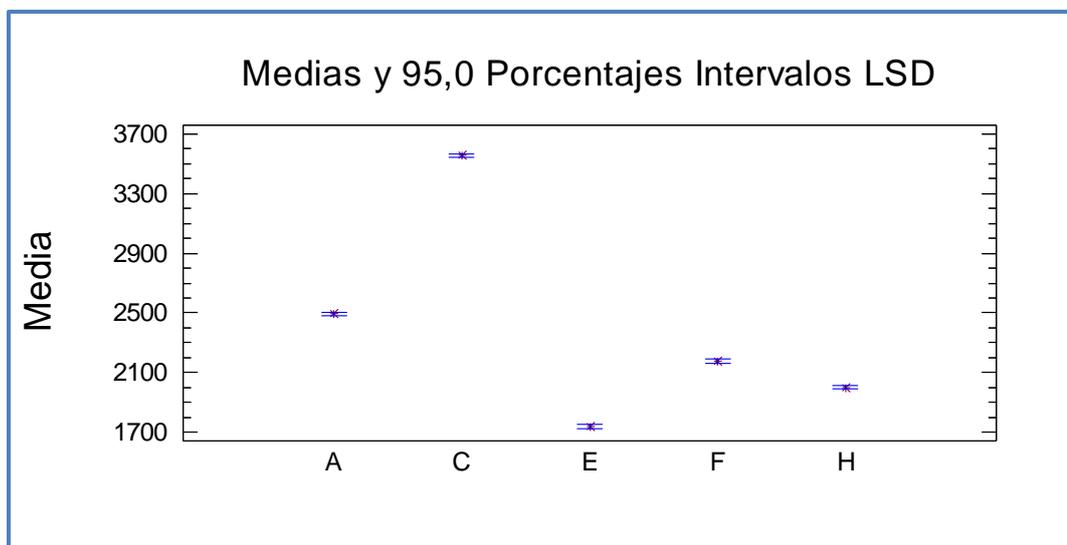
Contraste múltiple de rango

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
E	3	1738,68	X
H	3	2001,24	X
F	3	2176,48	X
A	3	2494,52	X
C	3	3554,44	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
A - C	*-1059,92	23,054
A - E	*755,835	23,054
A - F	*318,036	23,054
A - H	*493,279	23,054
C - E	*1815,75	23,054
C - F	*1377,95	23,054
C - H	*1553,2	23,054
E - F	*-437,798	23,054
E - H	*-262,555	23,054
F - H	*175,243	23,054

* indica una diferencia significativa.

**ANEXO 19: COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS DE LOS RESULTADOS DE LA
CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LOS CLONES DE PAPA**



ANEXO 20: ANOVA Y LSD DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL PURÉ

DESHIDRATADO DE CLONES DE PAPA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	391208,5606	4	97802,14016	57591,82594	9,24564E-22	3,478049691
Dentro de los grupos	16,98194814	10	1,698194814			
Total	391225,5426	14				

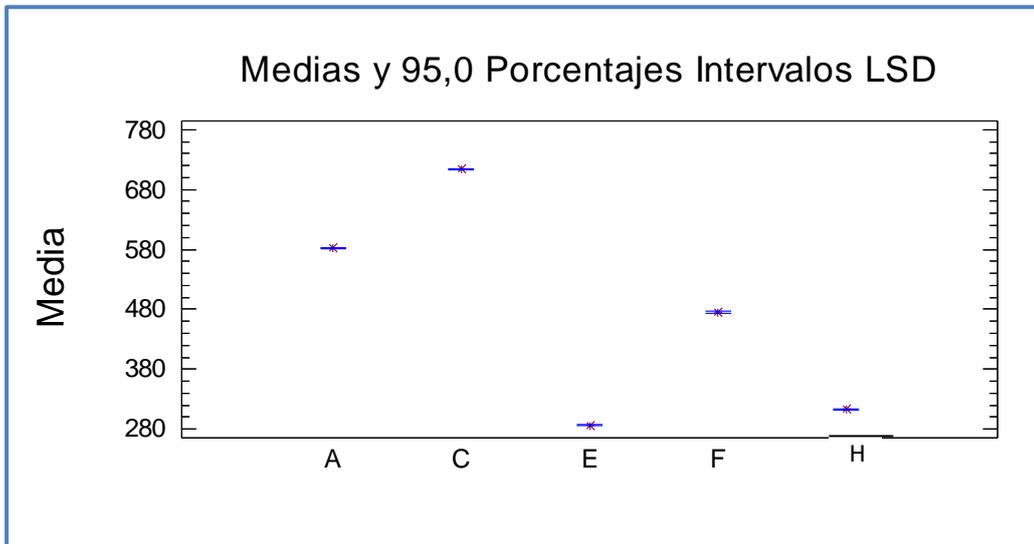
Contraste múltiple de rango

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
E	3	286,47	X
H	3	313,273	X
F	3	475,393	X
A	3	582,498	X
C	3	714,061	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
A - C	*-131,563	2,37078
A - E	*296,028	2,37078
A - F	*107,105	2,37078
A - H	*269,225	2,37078
C - E	*427,59	2,37078
C - F	*238,668	2,37078
C - H	*400,788	2,37078
E - F	*-188,922	2,37078
E - H	*-26,8028	2,37078
F - H	*162,12	2,37078

* indica una diferencia significativa.

**ANEXO 21: COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS DE LOS RESULTADOS DE LA
CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LOS CLONES DE PAPA**



ANEXO 22: ANOVA Y LSD DE LA DISMINUCION DE LA CAPACIDAD

ANTIOXIDANTE

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	133,8016012	4	33,45040031	4099,313434	5,04372E-16	3,478049691
Dentro de los grupos	0,081600007	10	0,008160001			
Total	133,8832013	14				

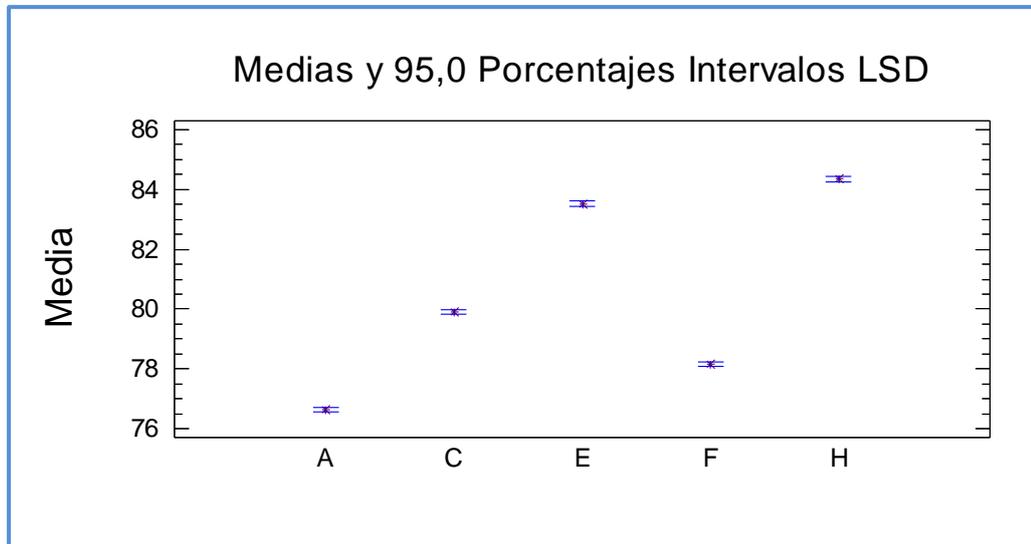
Contraste múltiple de rango

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
A	3	76,6486	X
F	3	78,1573	X
C	3	79,9105	X
E	3	83,5236	X
H	3	84,3459	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
A - C	*-3,26193	0,16434
A - E	*-6,87499	0,16434
A - F	*-1,50865	0,16434
A - H	*-7,69727	0,16434
C - E	*-3,61306	0,16434
C - F	*1,75328	0,16434
C - H	*-4,43534	0,16434
E - F	*5,36633	0,16434
E - H	*-0,822283	0,16434
F - H	*-6,18862	0,16434

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 23: COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS DE LOS RESULTADOS DE LA DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE



**ANEXO 24: ANOVA Y LSD DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES DE LOS
CLONES DE PAPA NATIVA**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	321851468,3	4	80462867,07	1529523,914	6,9995E-29	3,478049691
Dentro de los grupos	526,0647861	10	52,60647861			
Total	321851994,4	14				

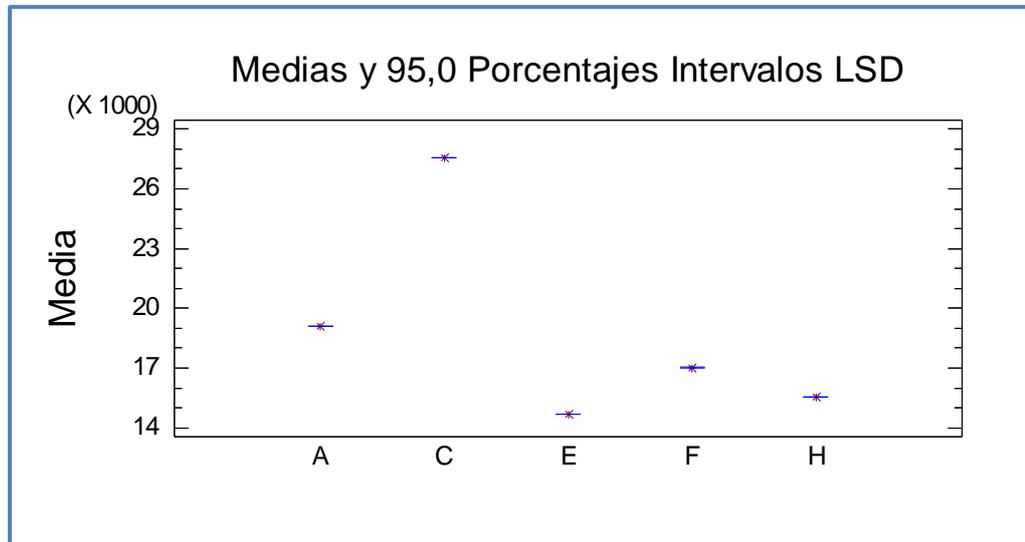
Contraste múltiple de rango

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
E	3	14702,5	X
H	3	15565,2	X
F	3	17025,3	X
A	3	19081,5	X
C	3	27563,7	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
A - C	*-8482,16	13,1952
A - E	*4379,03	13,1952
A - F	*2056,21	13,1952
A - H	*3516,36	13,1952
C - E	*12861,2	13,1952
C - F	*10538,4	13,1952
C - H	*11998,5	13,1952
E - F	*-2322,83	13,1952
E - H	*-862,67	13,1952
F - H	*1460,16	13,1952

* indica una diferencia significativa.

**ANEXO 25: COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS DE LOS RESULTADOS DE LOS
COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES DE LOS CLONES DE PAPA**



**ANEXO 26: ANOVA Y LSD DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES DEL
PURÉ DESHIDRATADO DE CLONES DE PAPA NATIVA**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	90597,0759	4	22649,26897	4497,61031	3,1735E-16	3,478049691
Dentro de los grupos	50,3584513	10	5,03584513			
Total	90647,43435	14				

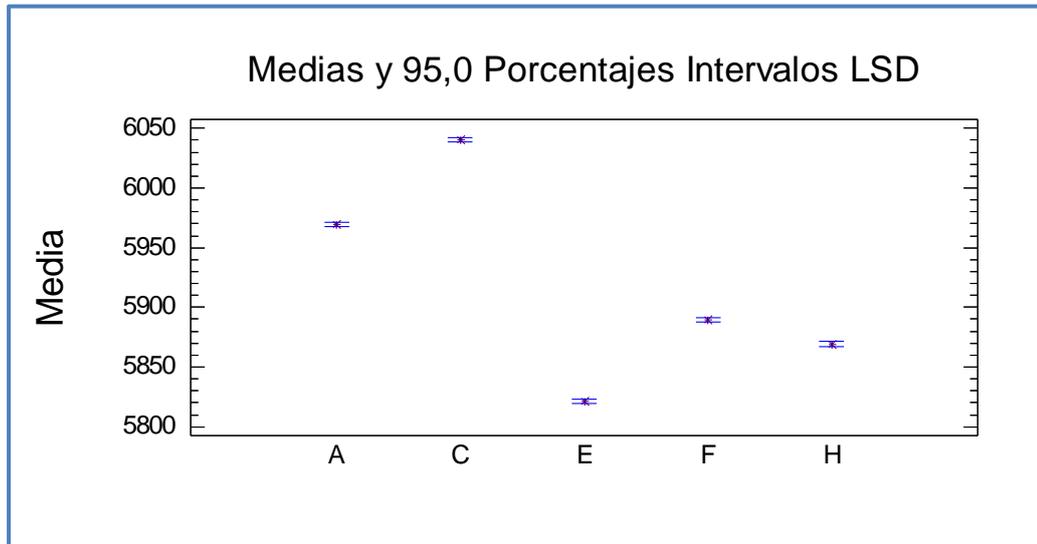
Contraste múltiple de rango

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
E	3	5821,2	X
H	3	5869,24	X
F	3	5889,52	X
A	3	5969,54	X
C	3	6040,41	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
A - C	*-70,8676	4,08257
A - E	*148,339	4,08257
A - F	*80,0272	4,08257
A - H	*100,299	4,08257
C - E	*219,207	4,08257
C - F	*150,895	4,08257
C - H	*171,167	4,08257
E - F	*-68,3119	4,08257
E - H	*-48,0403	4,08257
F - H	*20,2717	4,08257

* = Indica una diferencia significativa

**ANEXO 27: COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS DE LOS RESULTADOS DE LOS
COMPUESTOS FENÓLICOS DEL PURÉ DESHIDRATADO**



ANEXO 28: ANOVA Y LSD DE LA DISMINUCIÓN DE LOS COMPUESTOS

FENÓLICOS TOTALES DE LOS CLONES DE PAPA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	582,0065801	4	145,501645	360550,8572	9,6162E-26	3,478049691
Dentro de los grupos	0,004035537	10	0,000403554			
Total	582,0106156	14				

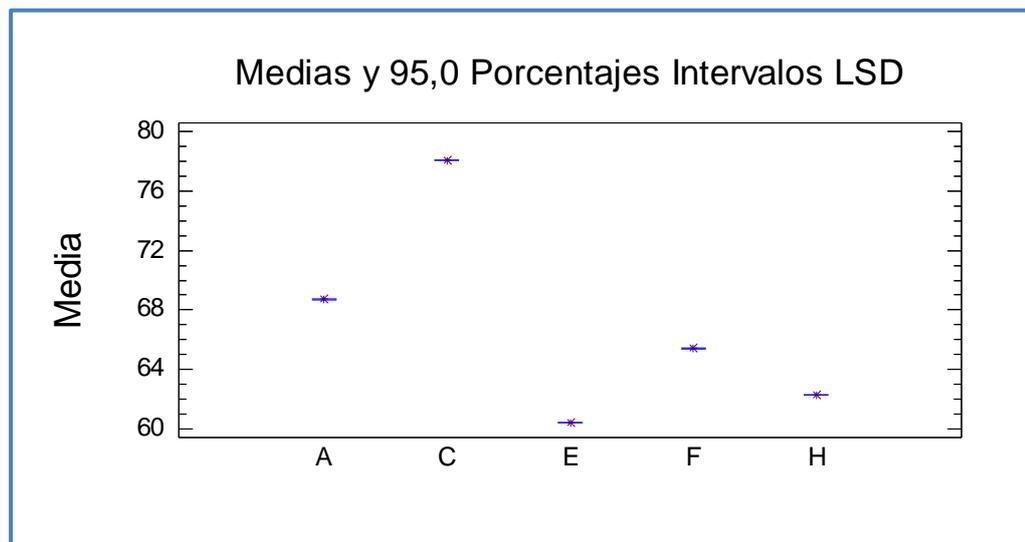
Contraste múltiple de rango

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
E	3	60,4067	X
H	3	62,2924	X
F	3	65,4073	X
A	3	68,7156	X
C	3	78,0856	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
A - C	*-9,37003	0,0365485
A - E	*8,30891	0,0365485
A - F	*3,30827	0,0365485
A - H	*6,42315	0,0365485
C - E	*17,6789	0,0365485
C - F	*12,6783	0,0365485
C - H	*15,7932	0,0365485
E - F	*-5,00064	0,0365485
E - H	*-1,88576	0,0365485
F - H	*3,11488	0,0365485

* = Indica una diferencia significativa

ANEXO 29: COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS DE LOS RESULTADOS DE LA DISMINUCIÓN DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES DE LOS CLONES DE PAPA



**ANEXO 30: ANOVA Y LSD DEL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS TOTALES DE
LOS CLONES DE PAPA**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2016505,02	4	504126,2549	11216,58502	3,29597E-18	3,478049691
Dentro de los grupos	449,4471836	10	44,94471836			
Total	2016954,467	14				

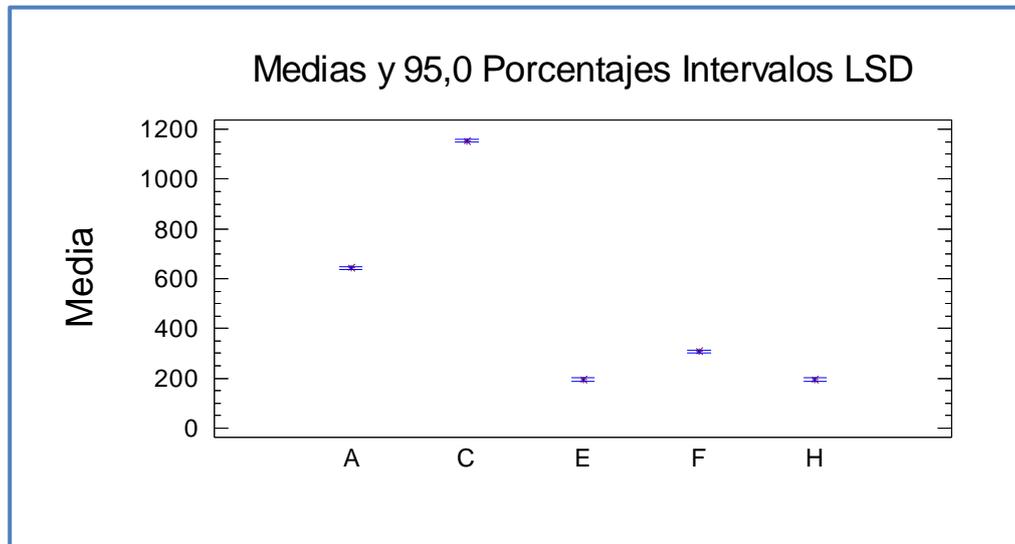
Contraste múltiple de rango

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
E	3	194,73	X
H	3	194,782	X
F	3	307,258	X
A	3	643,092	X
C	3	1154,37	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
A - C	*-511,28	12,1965
A - E	*448,362	12,1965
A - F	*335,835	12,1965
A - H	*448,31	12,1965
C - E	*959,642	12,1965
C - F	*847,114	12,1965
C - H	*959,59	12,1965
E - F	*-112,527	12,1965
E - H	-0,0519467	12,1965
F - H	*112,475	12,1965

* indica una diferencia significativa.

**ANEXO 31: COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS DE LOS RESULTADOS DEL
CONTENIDO DE ANTOCIANINAS TOTALES DE LOS CLONES DE PAPA**



**ANEXO 32: ANOVA Y LSD DEL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS TOTALES DEL
PURÉ DESHIDRATADO DE CLONES DE PAPA NATIVA**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	543738,5236	4	135934,6309	303963,8264	2,25798E-25	3,478049691
Dentro de los grupos	4,472066052	10	0,447206605			
Total	543742,9957	14				

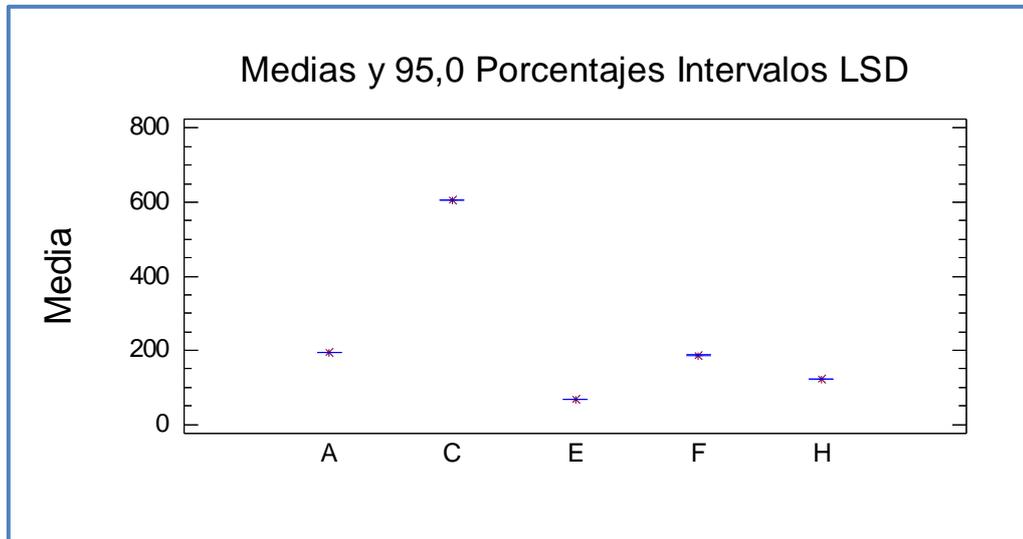
Contraste múltiple de rango

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
E	3	68,6724	X
H	3	122,749	X
F	3	187,183	X
A	3	194,737	X
C	3	605,238	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
A - C	*-410,501	1,21661
A - E	*126,065	1,21661
A - F	*7,55373	1,21661
A - H	*71,9885	1,21661
C - E	*536,565	1,21661
C - F	*418,054	1,21661
C - H	*482,489	1,21661
E - F	*-118,511	1,21661
E - H	*-54,0762	1,21661
F - H	*64,4348	1,21661

* = Indica una diferencia significativa

**ANEXO 33: COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS DE LOS RESULTADOS DEL
CONTENIDO DE ANTOCIANINAS DEL PURÉ DESHIDRATADO**



**ANEXO 34: ANOVA Y LSD DE LA DISMINUCIÓN DEL CONTENIDO DE
ANTOCIANINAS TOTALES DE LOS CLONES DE PAPA**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2661,427404	4	665,3568511	3363,003419	1,3562E-15	3,478049691
Dentro de los grupos	1,978460228	10	0,197846023			
Total	2663,405865	14				

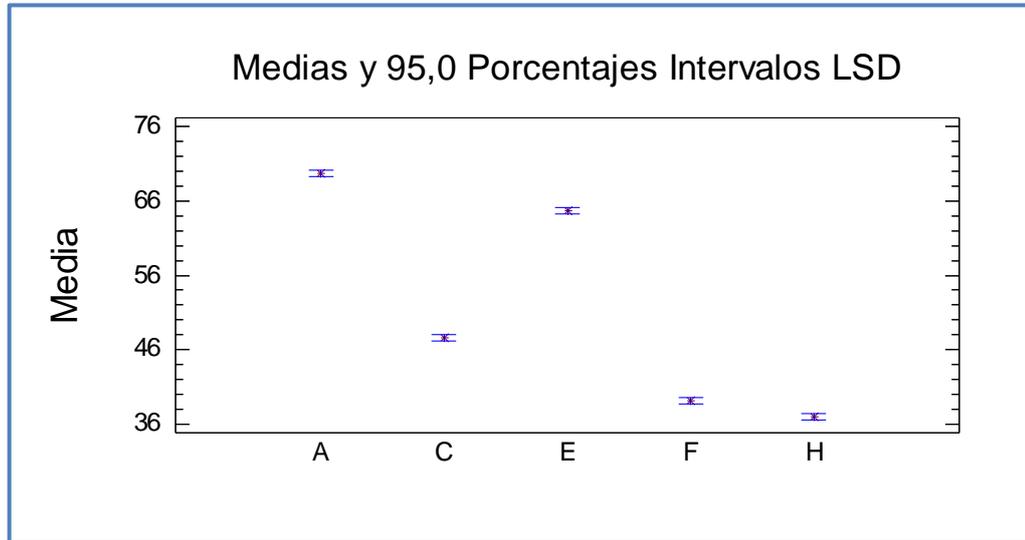
Contraste múltiple de rango

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
H	3	36,9811	X
F	3	39,0789	X
C	3	47,5677	X
E	3	64,7278	X
A	3	69,7123	X

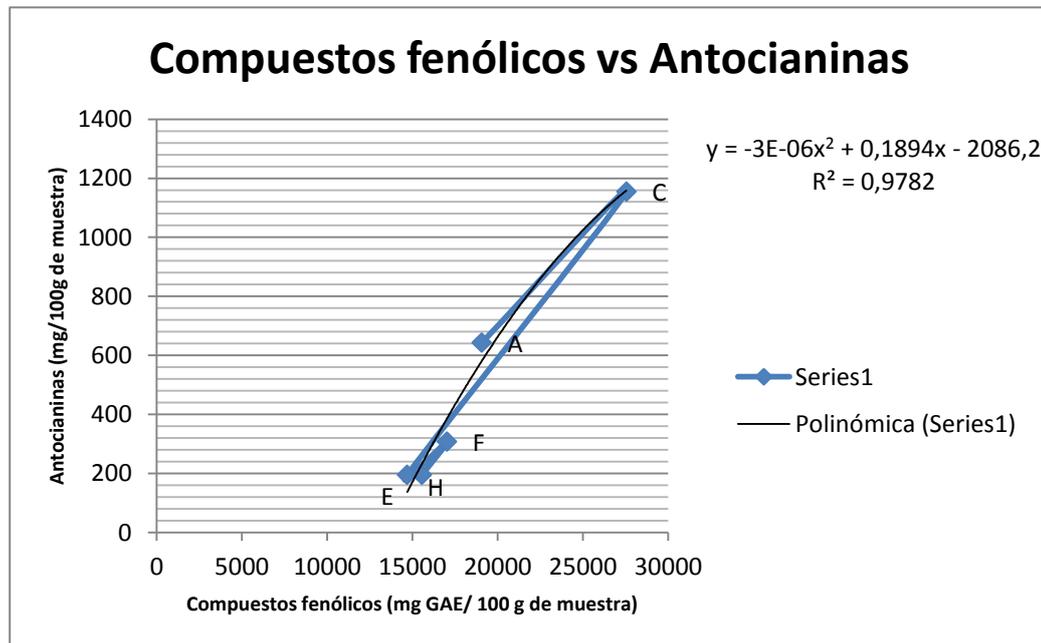
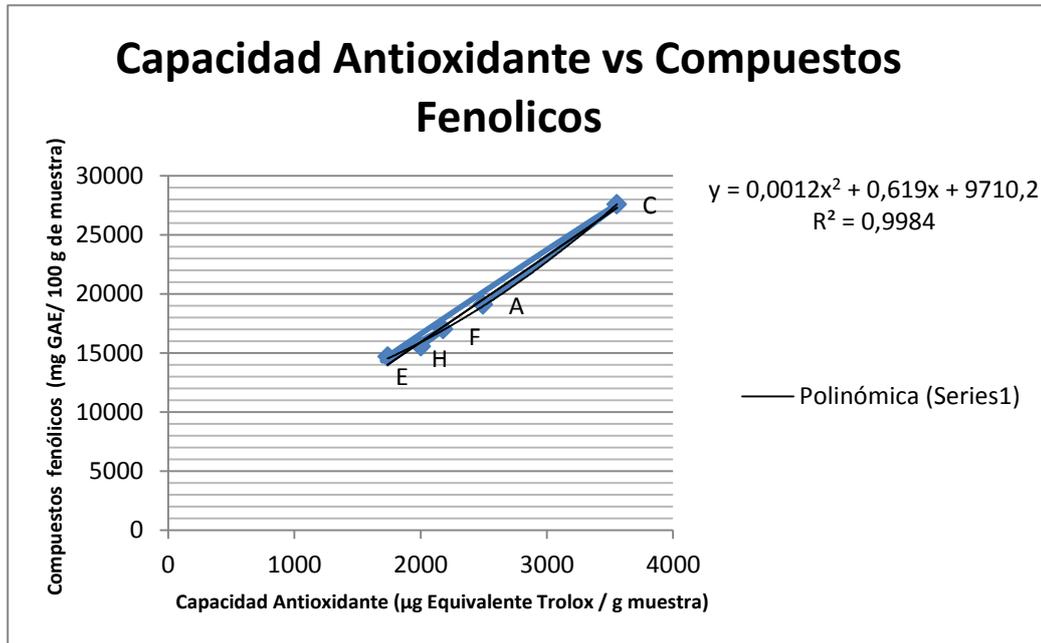
Contraste	Diferencias	+/- Límites
A - C	*22,1446	0,809211
A - E	*4,98453	0,809211
A - F	*30,6334	0,809211
A - H	*32,7312	0,809211
C - E	*-17,1601	0,809211
C - F	*8,4888	0,809211
C - H	*10,5866	0,809211
E - F	*25,6489	0,809211
E - H	*27,7467	0,809211
F - H	*2,09779	0,809211

* = Indica una diferencia significativa

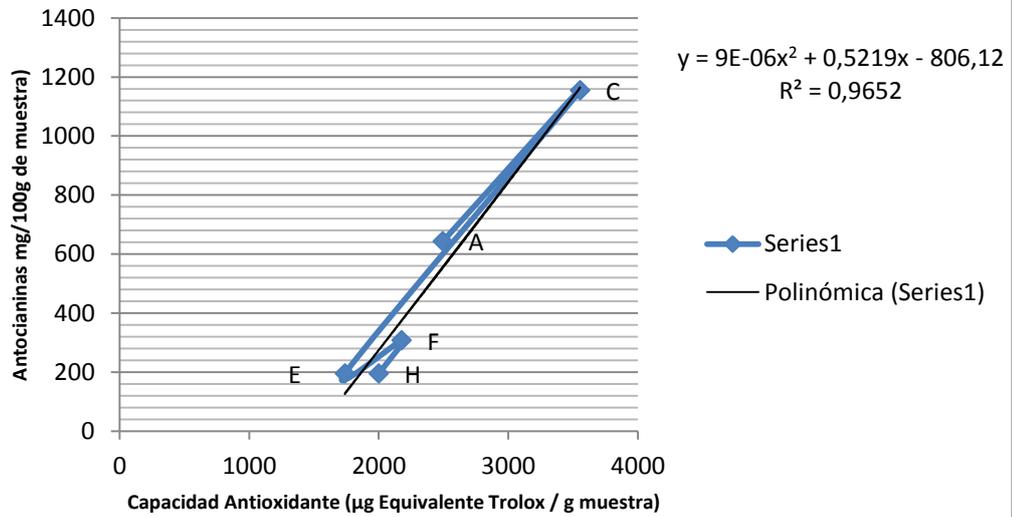
ANEXO 35: COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS DE LOS RESULTADOS DE LA DISMINUCIÓN DE ANTOCIANINAS TOTALES DE LOS CLONES DE PAPA



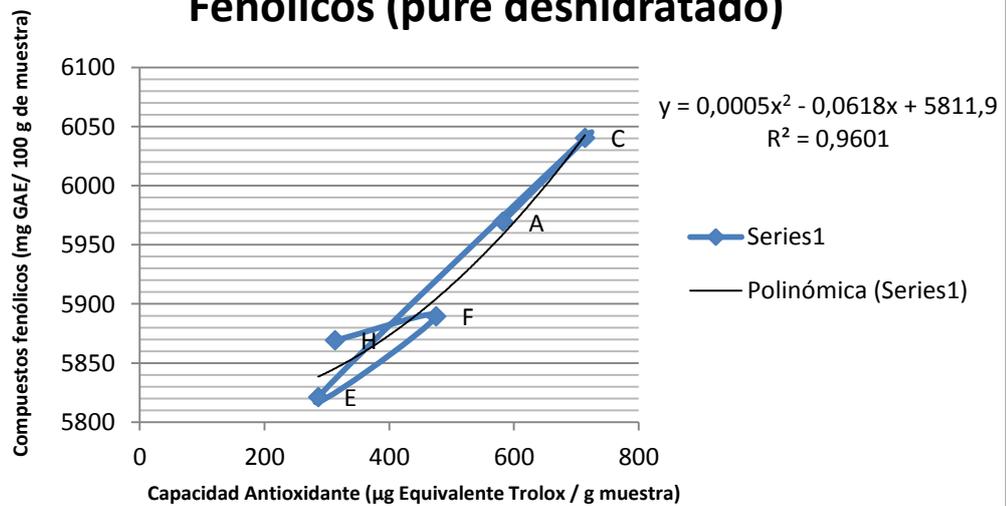
ANEXO 36: GRÁFICAS DE RELACIÓN



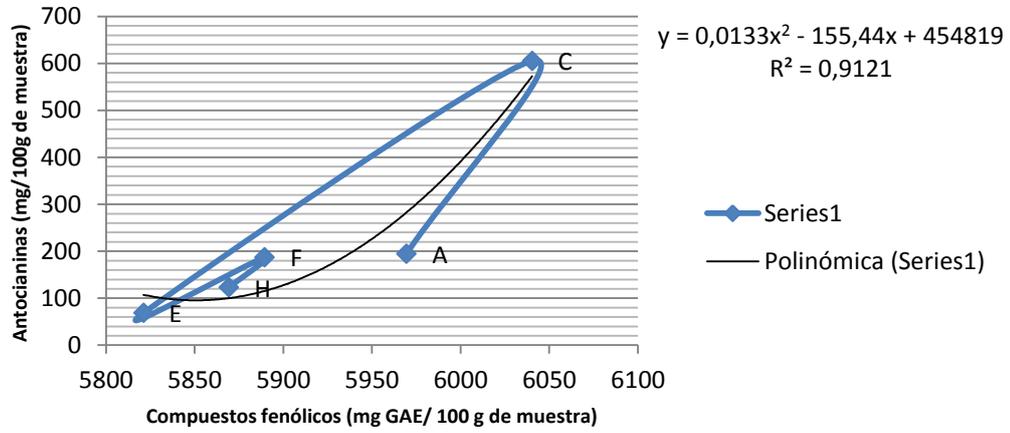
Capacidad Antioxidante vs Antocianinas



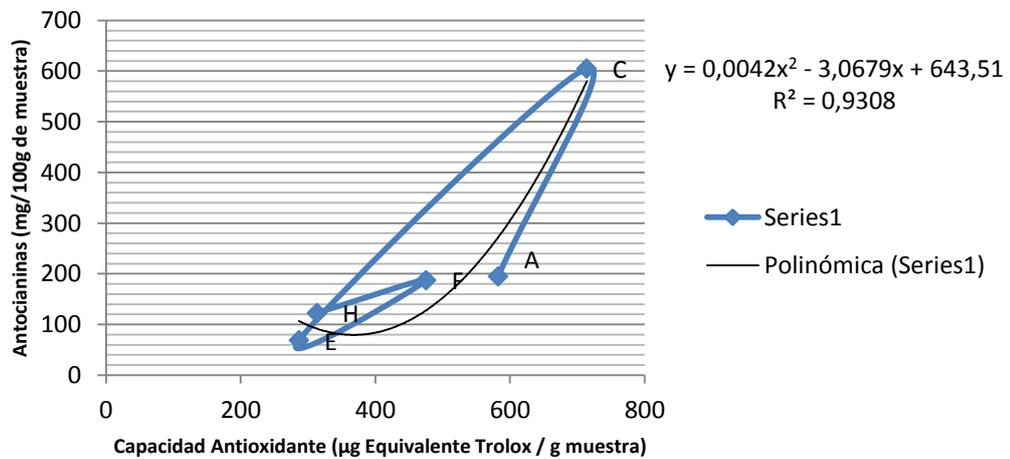
Capacidad Antioxidante vs Compuestos Fenólicos (puré deshidratado)



Compuestos fenólicos vs Antocianinas (Puré deshidratado)



Capacidad Antioxidante vs Antocianinas (Puré deshidratado)



ANEXO 37: FOTOGRAFÍAS DE LOS CLONES DE PAPA NATIVA



FOTO 01: Clon 304184-600 (A)



FOTO 02: Clon 507600-129B (F)



FOTO 03: Clon 302285-608 (C)



FOTO 04: Clon 303799-609 (E)



FOTO 05: Clon Roja I (H)

ANEXO 38: FOTOGRAFÍAS DE LA ELABORACIÓN DEL PURÉ DESHIDRATADO



FOTO 06: Selección de los clones de papa



FOTO 07: Pelado manual



FOTO 08: Deshidratado en la estufa



FOTO 09: Clones deshidratados



FOTO 10: Puré deshidratado

ANEXO 39: FOTOGRAFÍAS DE LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE



FOTO 11: Preparación del DPPH



FOTO 12: Preparación del extracto



FOTO 13: Extractos



FOTO 14: Preparación de las muestras



FOTO 15: Lectura en el espectrofotómetro

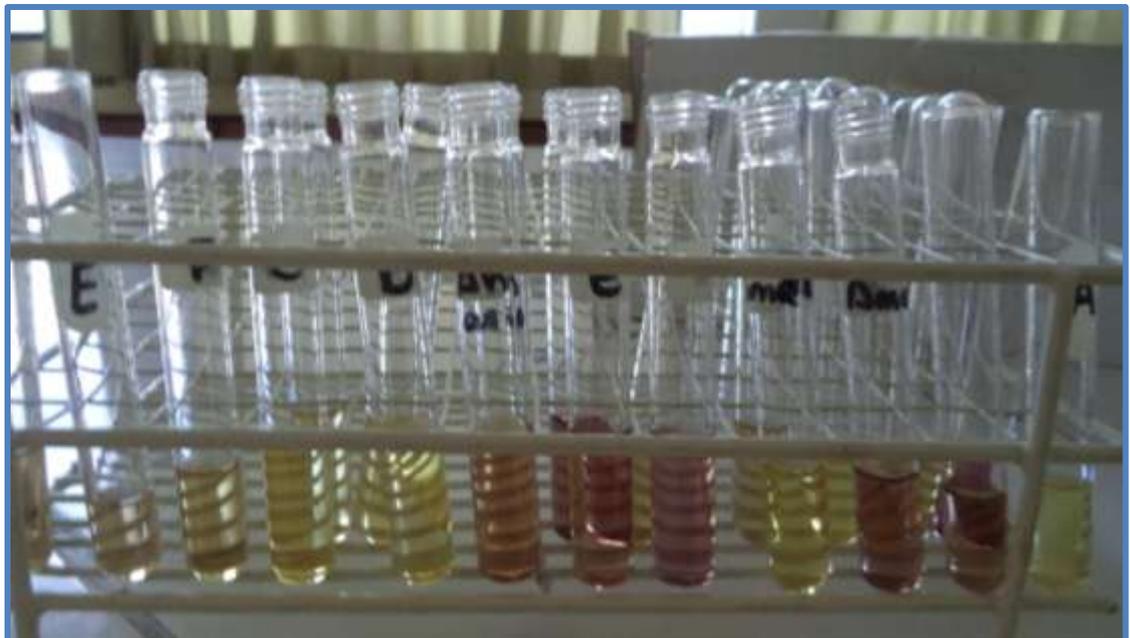


FOTO 16: Muestras después de la lectura

ANEXO 40: FOTOGRAFÍAS DE LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE FENOLES TOTALES



FOTO 17: Pesado de los clones-puré deshidratado



FOTO 18: Homogenizado de los extractos



FOTO 19: Preparación de las muestras



FOTO 20: Cambio de color del reactivo



FOTO 21: Muestras protegidas de la luz



FOTO 22: Lectura en el espectrofotómetro



FOTO 23: Muestras después de la lectura

ANEXO 41: FOTOGRAFÍA DE LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO TOTAL DE ANTOCIANINAS



FOTO 24: Preparación de los buffer



FOTO 25: Preparación de los extractos



FOTO 26: Muestras a diferentes buffer



FOTO 27: Lectura en el espectrofotómetro