

UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**"EFECTO DE COCCIÓN Y DIGESTIÓN INVITRO EN EL CONTENIDO DE
COMPUESTOS BIOACTIVOS DE FREJOLES (*Phaseolus vulgaris*)".**

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

TESISTAS

ENILDA IRAIDA PULIDO AQUINO

MAX DAVID MORALES OCMIN

ASESOR

Dr. ÁNGEL DAVID NATIVIDAD BARDALES

HUÁNUCO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios con gratitud y amor puro, a nuestros padres quienes nos vieron crecer en todo aspecto siendo muy prudentes, sabios para encaminarnos y nuestra motivación para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, por la vida, la salud y por el desarrollo de esta investigación, porque sin Él nada hubiese sido posible.

A nuestra familia por su apoyo incondicional y a todas las personas que han contribuido en el presente trabajo de investigación.

A los docentes de la C. P. Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agrarias, “Universidad Nacional “Hermilio Valdizán”; por sus enseñanza y formación académica.

Al Dr. Ángel David, Natividad Bardales; por el asesoramiento permanente y colaboración en la ejecución de la presente investigación.

RESÚMEN

El Perú es productor de variedades de frejoles, pero se desconoce acerca de sus propiedades antioxidantes. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de cocción (hervido) y digestión *invitro* en el contenido de compuestos bioactivos como antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y pulpa de tres variedades de frejoles (*Phaseolus vulgaris*). La metodología consistió en macerar las muestras en agua durante 12 horas, luego se cocinaron a una temperatura de 95 °C por un tiempo de 45 minutos; seguidamente, se pesó 1 g de cáscara y pulpa el cual se maceró con metanol durante 16 horas a 4°C, se determinaron los compuestos bioactivos en base seca. Los resultados en frejoles crudos presentaron diferencias significativas; el contenido en polifenoles (mg AGE/g) fue en cáscara $0,80 \pm 0,003$ y pulpa $0,03 \pm 0,01$; antocianinas (mg de cianidina-3-glucósido/100 g) en cáscara $5,75 \pm 2,02$ y pulpa $21,68 \pm 2,19$; capacidad antioxidante DPPH ($\mu\text{g TE/g}$) en cáscara $928,20 \pm 39,37$ y pulpa $806,96 \pm 22,10$ y capacidad antioxidante ABTS ($\mu\text{g TE/g}$) en cáscara $984,43 \pm 28,07$ y pulpa $260,54 \pm 36,29$. En la digestión *invitro* se evidenció diferencias significativas, el contenido en promedio en polifenoles totales (mg AGE/g) en cáscara se degradaron en 0,02 pero se incrementaron en pulpa 0,06 mg AGE/g; en cuanto a antocianinas (mg cianidina-3-glucosido/100g) se degradaron en cáscara 1,62 y pulpa 13,92; en capacidad antioxidante DPPH ($\mu\text{g TE / g}$) se degradaron 30,35 en cáscara y pulpa 142,08 y la capacidad antioxidante ABTS ($\mu\text{g TE / g}$) incrementaron 335,79 en cáscara y 696,11 en pulpa. Se concluyó en la investigación que la cocción degrada el contenido de antocianinas y capacidad antioxidante ABTS pero incrementa el contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante DPPH en las tres variedades de frejoles.

Palabra clave: Acido gálico, pancreatina y trolox equivalente.

SUMMARY

Peru is a producer of varieties of beans, but its antioxidant properties are unknown. The objective of the research was to evaluate the effect of cooking (boiling) and in vitro digestion on the content of bioactive compounds such as anthocyanins, total polyphenols and antioxidant capacity in the peel and pulp of three varieties of beans (*Phaseolus vulgaris*). The methodology consisted of macerating the samples in water for 12 hours, then they were cooked at a temperature of 95 ° C for a time of 45 minutes; then, 1 g of peel and pulp was weighed, which was macerated with methanol for 16 hours at 4 ° C, the bioactive compounds were determined on a dry basis. The results in raw beans showed significant differences; the polyphenol content (mg AGE / g) was 0.80 ± 0.003 in peel and 0.03 ± 0.01 in pulp; anthocyanins (mg of cyanidin-3-glucoside / 100 g) in rind 5.75 ± 2.02 and pulp 21.68 ± 2.19 ; DPPH antioxidant capacity ($\mu\text{g TE / g}$) in peel 928.20 ± 39.37 and pulp 806.96 ± 22.10 and ABTS antioxidant capacity ($\mu\text{g TE / g}$) in peel 984.43 ± 28.07 and pulp $260, 54 \pm 36.29$. In the invitro digestion, significant differences were evidenced, the average content of total polyphenols (mg AGE / g) in the peel degraded by 0.02 but increased by 0.06 mg AGE / g in the pulp; Regarding anthocyanins (mg cyanidin-3-glucoside / 100g), 1.62 were degraded in the peel and 13.92 in the pulp; In DPPH antioxidant capacity ($\mu\text{g TE / g}$), 30.35 were degraded in peel and pulp, 142.08 and ABTS antioxidant capacity ($\mu\text{g TE / g}$) increased 335.79 in peel and 696.11 in pulp. It was concluded in the research that cooking degrades the anthocyanin content and ABTS antioxidant capacity but increases the total polyphenol content and DPPH antioxidant capacity in the three varieties of beans.

Keyword: Gallic acid, pancreatin and trolox equivalent.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	9
II.	MARCO TEÓRICO.....	11
	2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	11
	2.1.1. Descripción botánica.....	11
	2.1.2. Composición química.....	12
	2.1.3. Variedades	13
	2.1.4. Semilla	14
	a. Compuestos fenólicos	15
	b. Antocianinas	16
	c. Antioxidante	17
	2.1.5. Cocción.....	18
	2.1.6. Beneficios	19
	2.1.7. Criterios a considerar	20
	2.1.8. Digestión en alimentos.....	21
	2.1.9. Producción de frejol en grano.....	24
	2.2. ANTECEDENTES	25
	2.3. HIPÓTESIS	29
	2.3.1. Hipótesis general	29
	2.3.2. Hipótesis específicas.....	30
	2.4. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	30
	2.4.1. Variable independiente.....	30
	2.4.2. Variable dependiente	30
	2.4.3. Operacionalización de variables.	31

III.	MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	32
3.2.	LUGAR Y FECHA DE EJECUCIÓN.....	32
3.3.	POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS.....	32
3.3.1.	Población	32
3.3.2.	Muestra	32
3.3.3.	Unidad de análisis	32
3.4.	TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	33
3.5.	PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	34
3.5.1.	Diseño de la investigación	35
3.5.2.	Datos a registrar	36
3.5.3.	Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.....	36
3.6.	MATERIALES Y EQUIPOS	37
3.6.1.	Materia prima	37
3.6.2.	Equipos.....	37
3.6.3.	Materiales.....	38
3.6.4.	Reactivos	39
3.7.	CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.7.1.	Métodos y análisis.....	40
3.7.2.	Metodología experimental	45
IV.	RESULTADOS	47
4.1.	EVALUACIÓN FÍSICA Y BIOMÉTRICA EN FREJOL	47
4.2.	ANÁLISIS DE HUMEDAD, MATERIA SECA, CENIZA, ACIDEZ TITULABLE, pH EN FREJOLES (<i>Phaseolus vulgaris</i>) CRUDOS	48
4.3.	ANÁLISIS DE ANTOCIANINAS, POLIFENOLES TOTALES, Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN FREJOLES CRUDAS.	48

4.4. ANÁLISIS DE ANTOCIANINAS, POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN FREJOLES COCIDOS (HERVIDO).....	53
4.5. ANÁLISIS DE ANTOCIANINAS, POLIFENOLES TOTALES, Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN LA DIGESTIÓN <i>INVITRO</i> DE FREJOLES.	58
V. DISCUSIÓN.....	65
5.1. DE LA EVALUACIÓN BIOMÉTRICA EN FREJOLES.....	65
5.2. DEL ANÁLISIS HUMEDAD, MATERIA SECA, PH, ° BRIX, CENIZAS Y ACIDEZ TITULABLE EN FREJOLES (<i>Phaseolus vulgaris</i>) CRUDOS.	65
5.3. DEL ANÁLISIS DE ANTOCIANINAS, POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN FREJOLES (<i>Phaseolus vulgaris</i>) CRUDOS.	66
5.4. DEL ANÁLISIS DE ANTOCIANINAS, POLIFENOLES TOTALES, Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN FREJOLES (<i>Phaseolus vulgaris</i>) COCIDOS.....	68
5.5. DEL ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS, POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN LA DIGESTIÓN <i>INVITRO</i> DE FREJOLES (<i>Phaseolus vulgaris</i>).	71
VI. CONCLUSIONES.....	74
VII. RECOMENDACIONES	75
VIII. LITERATURA CITADA	76
ANEXOS.....	85

I. INTRODUCCIÓN

Las legumbres, como los frejoles, la soya, los guisantes, las lentejas, los cacahuetes y otras plantas de vaina han desempeñado un papel importante en las dietas tradicionales de muchos países, además de constituir una excelente fuente de proteínas (Messina, 1999; Sgarbieri, *et al.*, 1979). El frejol común contiene compuestos bioactivos que proporcionan propiedades antioxidantes (Helbig, *et al.*, 2003; Perron & Brumaghim, 2009). Estas sustancias se conocen como compuestos fenólicos y se encuentran principalmente en el tegumento de frejoles coloreados (Xu, *et al.*, 2007). A pesar de los beneficios promovidos por los compuestos fenólicos como la reducción de la oxidación de lípidos, prevención de la aterosclerosis, hipertensión arterial y cáncer, es importante evaluar su estabilidad después del procesamiento, porque factores como la temperatura y el tiempo pueden afectar su concentración (Huang, *et al.*, 2013; Mileo & Miccadei, 2016; Zargham & Zargham, 2008).

A nivel nacional la producción de frejol en grano (seco) es 87960 toneladas a partir de 73789 hectáreas cosechadas con rendimiento de 1192 kg/ha y precio de venta S/ 3,44 el kilogramo; siendo el mayor productor la región de Cajamarca con 15163 toneladas (MINAGRI, 2018). En la región Huánuco la producción de frejol en grano es de 4500 toneladas a partir de 3543,75 hectáreas cosechadas. Siendo el mayor productor la provincia de Huánuco con 1342,60 toneladas a partir de 1066.75 hectáreas cosechadas (DRA, 2018).

La investigación consistió en analizar el contenido de compuestos bioactivos como antocianinas, polifenoles y capacidad antioxidante en cáscara y pulpa de tres variedades de frejoles en grano seco, cocidas (hervido) y digestión *invitro*; debido a que tienen una baja producción a nivel de nuestra provincia y región, además contiene compuestos bioactivos que proporcionan propiedades antioxidantes, así mismo se desconoce el efecto de cocción y digestión *invitro* en los compuestos bioactivos.

Objetivo general

- Evaluar el efecto de cocción (hervido) y digestión *invitro* en el contenido de compuestos bioactivos como antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y pulpa de tres variedades de frejoles (*Phaseolus vulgaris*).

Objetivos específicos

- Evaluar la influencia de cocción (hervido) en la degradación de compuestos bioactivos como antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y pulpa de tres variedades de frejoles (*Phaseolus vulgaris*).
- Realizar la digestión *invitro* y evaluar el contenido de compuestos bioactivos como antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y pulpa de tres variedades de frejoles (*Phaseolus vulgaris*).

II. MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. Descripción botánica

El frejol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo antiguo que se originó en el continente americano. El origen del frejol común es corroborado por los métodos de cultivo implementados por una amplia variedad de colonos y agricultores, los usos del cultivo y la variedad de entornos a los que se ha adaptado el frejol común (Broughton *et al.*, 2003)

El frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) es considerado como uno de los productos básicos de la economía campesina de los pequeños y medianos productores, ubicados especialmente en la región andina, con limitaciones en el rendimiento de los cultivos, alta incidencia de plagas y enfermedades, y falta de semillas de buena calidad (Tofiño-Rivera, *et al.*, 2016).

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa más consumida a nivel mundial, con gran relevancia nutricional debido al contenido de proteína y micronutrientes como se muestra en la Figura 1 (McClellan, *et al.*, 2011).



Figura 1. Frejol (*Phaseolus vulgaris* L.)
Fuente: McClellan, *et al.*, (2011)

Llorente & Luna, (2008) la ubicación taxonómica es la siguiente:

Reino	: Vegetal
Clase	: <i>Dicotyledoneae</i>
Sub clase	: <i>Rosidae</i>
Orden	: <i>Fabales</i>
Familia	: Leguminosa (<i>Papilionaceae</i>)
Género	: <i>Phaseolus</i>
Especie	: <i>Phaseolus vulgaris L.</i>
Nombres comunes	: Frejol, frejol, caraota, poroto, friosol, fagiol, feijao, judia, bean, habichuela y alubia

2.1.2. Composición química

Los frejoles además de su excelente composición nutricional, el frejol común contiene compuestos bioactivos que proporcionan propiedades antioxidantes (Helbig *et al.*, 2003; Perron & Brumaghim, 2009). Estas sustancias se conocen como compuestos fenólicos y se encuentran principalmente en el tegumento de frejoles coloreados (B. J. Xu *et al.*, 2007).

Los taninos son los compuestos fenólicos más estudiados en los frejoles y su reducción es deseable ya que se consideran principalmente como un factor anti nutricional; dependiendo de su contenido, los taninos pueden afectar el valor nutricional de esta leguminosa (Fernandes, *et al.*, 2010)

Petry, *et al.*, (2010) afirmaron que los altos niveles de polifenoles (por ejemplo, taninos) inhiben la absorción de hierro, lo que puede contribuir a la deficiencia de hierro en países como Brasil, donde los frejoles son un alimento básico.

Ramírez-Cárdenasi, *et al.*, (2008) menciona que el contenido de cenizas en los frejoles crudos varió de 3.36 a 4.22 g.100 g⁻¹. En frejoles cocidos con agua de maceración, la concentración varió de 3.61 a 4.23 g.100 g⁻¹. En frejoles hervidos sin agua de maceración, el rango fue de 3.44 a 4.10 /100g. Proteína para los frejoles crudos varió de 22.57 a 24.42 g/100 g (TL). En frejoles cocinados con agua de maceración 23.25 a 26.29 g/100g (OB) y sin agua de maceración entre 22.59 (TL) y 24.67 g/100 g. Lípidos en los frejoles crudos varió de 1.27 (PER) a 1.94 g/100 g (TL).

Carbohidratos para los frejoles crudos 69.54 (DN) y 72.28 g.100/g (PER), Usando el agua de maceración para cocinar, OB (68.18 g.100/g) y PER (70.78 g/100g), cuando los se cocinaron sin maceración, BRS (70.74 g/100g) y DN (73.75 g/100g) y los minerales presentes en los frejoles son hierro, zinc, calcio, cobre y magnesio.

2.1.3. Variedades

Las variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) se pueden clasificar de acuerdo a diferentes criterios.

Forma de consumo, tenemos que considerar que hay variedades para el consumo como: Grano seco: de color blanco, tipo alubia, canario, bayo, caraota, panamito, de tipo I, II y III, con un periodo vegetativo de 105 a 270 días, grano tierno o verde: grano al estado de madurez fisiológica o grano verde como Blanco Larán, Larán mejorado y blanco Molinero, grano tostado (nuñas o poroto): tienen la capacidad de reventar cuando son cocidas y Vainita (CIAT, 1987)

Duración del periodo vegetativo

Se habla de variedades precoces o tardías, se consideran desde 70 a 270 días de ciclo vegetativo.

- Precoz: tipo I, II y IIIa
- Tardío: tipo IIIb, IVa y IVb Entonces hablamos de variedades sensibles, insensibles o neutras; la relación a ciertos factores limitantes de la producción inmediatamente ubica a las variedades en por lo menos dos grandes categorías: resistentes y susceptibles.

- Determinado:

Tipo I: Hábito de crecimiento arbustivo determinado

- Indeterminado:

Tipo II: Hábito de crecimiento arbustivo indeterminado

Tipo III: Hábito de crecimiento postrado indeterminado

Tipo IV: Hábito de crecimiento indeterminado trepador

En el programa de frijol del tamaño se determina por el peso de 100 granos y los materiales lo clasifican en tres grupos, de la siguiente manera:

Según los estudios realizados en el CIAT se consideran cuatro tipos de hábitos de crecimiento.

- Pequeños => hasta 25g/ 100 semillas
- Medianos => entre 25 y 40g/100 semillas
- Grandes => desde 40g/ 100 semillas. Además el CIAT cuenta con una clasificación de *P. vulgaris* para color de grano en diferentes variedades.

Clasificación del *Phaseolus vulgaris* del banco de germoplasma del CIAT.

Grupo de color (blanco) tipo varietal (caballero)

Grupo de color (rojo), tipo varietal (calima)

Grupo de color (morado), tipo varietal (sangretoro) (CIAT, 1987)

2.1.4. Semilla

la semilla no poseen albumen, por tanto las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones, puede tener varias formas: ovalada, redonda, cilíndrica, arriñonada; internamente está constituida por el embrión, el cual está formado por la plúmula, las dos hojas primarias, el hipocotíleo, los dos cotiledones y la radícula; tiene una amplia variación de colores (blanco, crema, rojo, amarillo, café, morado y combinaciones de colores) con brillo; y la gran variabilidad de los caracteres externos de la semilla se tiene en cuenta para la clasificación de las variedades y clases comerciales de frijol (CIAT, 1987).

Las partes externas más importantes son:

La testa o cubierta

El hilum que es la cicatriz dejada por la unión (funículo) con la sutura placental.

El micrópilo, es una abertura cerca al hilum, a través de la cual la semilla absorbe agua para iniciar la germinación.

La rafe, es un abultamiento próximo al hilum, en sentido opuesto al micrópilo. Proviene de la soldadura del funículo con los tegumentos externos del óvulo. Internamente la semilla está constituida solamente por el embrión, el cual está formado por la plumula, las dos hojas primarias, el hipocotilo, los dos cotiledones que concentran las reservas nutritivas y la radícula (CIAT, 1987)

a. Compuestos fenólicos

Los polifenoles son metabolitos secundarios producidos por las plantas en respuesta al estrés o daño ambiental, y son componentes importantes de la dieta humana, ya que están presentes en muchos alimentos y bebidas derivados de plantas, incluidas frutas, verduras, cereales, aceitunas, legumbres, chocolate, té, etc. café y vino (Vacca *et al.*, 2016).

El frejol común (*Phaseolus vulgaris L.*) es una fuente de nutrientes y contiene compuestos fenólicos que actúan como antioxidantes (Olivera, *et al.*, 2018).

Los compuestos fenólicos se originan en el metabolismo secundario de las plantas como respuestas a presiones ecológicas y fisiológicas. Están vinculados a la pigmentación de las verduras y son capaces de atribuir acción antipatógena, al tiempo que promueven el crecimiento y el desarrollo (Khoddami, *et al.*, 2013).

Estos compuestos están formados por al menos un anillo aromático, junto con hidroxilos simples o poliméricos, que les proporcionan sus capacidades antioxidantes (Sadeghi, *et al.*, 2015).

Los compuestos fenólicos predominantes en las legumbres son los flavonoides, ácidos fenólicos y procianidinas. Un frejol común contiene ácidos fenólicos como p-coumaric, ácidos vainílico, cafeico, ferúlico y sinapico, y flavonoides tales como

quercetina y kaempferol (Amarowicz & Pegg, 2008; Dinelli *et al.*, 2006)

Silva, *et al.*, (2018) estudiaron el frejol Pontal y encontraron 4.51 mg g⁻¹ de compuestos fenólicos en frejoles crudos y 0.49 mg g⁻¹ en frejoles cocidos.

El contenido de compuestos fenólicos varía según el cultivar y las condiciones de crecimiento (Luthria & Pastor-Corrales, 2006).

b. Antocianinas

Las antocianinas son las responsables de los colores rojos, azulados o violetas de la mayoría de los frutos o flores, es el pigmento más importante, después de la clorofila, que es visible al ojo humano. Las antocianinas (agliconas) son la estructura básica de las antocianinas. Constan de un anillo aromático (A) unido a un anillo heterocíclico (C) que contiene oxígeno, el cual está unido por un (Marquez, 2011).

Las antocianinas, están clasificadas dentro de los compuestos bioactivos, que corresponden a pigmentos vegetales hidrosolubles, se encuentran en una gran variedad de frutas y verduras con un amplio esquema de colores que van desde el rojo brillante hasta el púrpura y azul oscuro (Kovarovič, *et al.*, 2017)

Las antocianinas aportan efectos terapéuticos conocidos, los cuales incluyen la reducción de la enfermedad coronaria, efectos anticancerígenos, antitumorales, antiinflamatorios, antidiabéticos, mejoramiento de la agudeza visual y del comportamiento cognitivo, estos efectos están relacionados con la actividad antioxidante (Ghiselli, *et al.*, 1998).

El color de las antocianinas depende del número y orientación de los grupos hidroxilo y metoxilo de la molécula. Incrementos en la hidroxilación producen desplazamientos hacia

tonalidades azules mientras que incrementos en las metoxilaciones producen coloraciones rojas, en la figura 02 se muestra la estructura de la antocianina (Garzon, 2008)

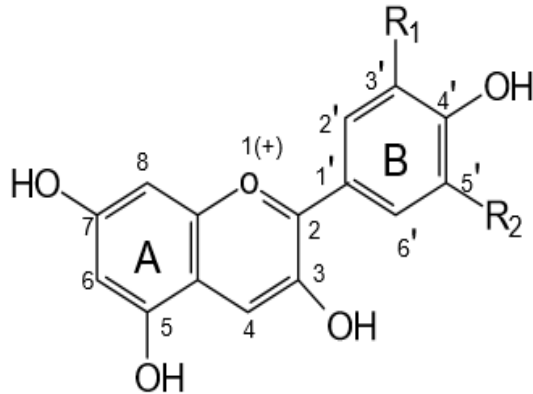


Figura 2. Estructura de antocianinas.

Fuente: Garzon, (2008)

c. Antioxidante

Los antioxidantes son sustancias inestables que captan electrones de sustancias estables mediante reacciones químicas de peroxidación, estas reacciones destruyen estructuras biológicas como proteínas, fosfolípidos de la membrana celular, ácidos nucleicos (ADN), lipoproteínas de baja densidad y mitocondrias (Ghiselli *et al.*, 1998).

Cook & Samman, (1996) menciona que los antioxidantes naturales exhiben una amplia gama de efectos biológicos, incluidos antibacterianos, antivirales, antiinflamatorio, antialérgico, antitrombótico y actividad vasodilatadora.

Los valores DPPH encontrados por (Silva, *et al.*, 2010) para frejoles crudos y cocidos fueron 22.57 y 12.18 μM TEAC/g, respectivamente.

Xu, *et al.*, (2007) encontraron valores de DPPH en el frejol común que van desde 1.48 en frejoles blancos hasta 18.95 μM TEAC/g para frejoles negros.

Madhujith & Shahidi, (2005) llegaron a la conclusión de que la actividad antioxidante de los extractos fueron más altos para los frejoles rojos, seguidos por el marrón, negro y frejoles blancos; así mismo mencionan que obtuvieron mayor capacidad antioxidante usando ABTS.

Según la literatura, ácido clorogénico, ácido gálico y el ácido sinápico tiene una alta actividad antioxidante mientras que la actividad del vainillato es moderado (Aaby, Hvattum, & Skrede, 2004; Soares, 2002)

2.1.5. Cocción

Es un proceso donde los alimentos se cocinan a través de acción térmica, los alimentos experimentan cambios físicos químicos y biológicos, con la finalidad de ser más asimilables, agradable y nutritivo

A pesar de los beneficios promovidos por los compuestos fenólicos como: Reducción de la oxidación de lípidos, prevención de la aterosclerosis, hipertensión arterial y cáncer; es importante evaluar su estabilidad después del procesamiento, porque factores como la temperatura y el tiempo pueden afectar su concentración (Huang *et al.*, 2013; Mileo & Miccadei, 2016; Zargham & Zargham, 2008).

En relación con el efecto del procesamiento sobre el perfil fenólico de los frejoles, (Campello, *et al.*, 2017) afirmaron que los frejoles crudos (*Phaseolus vulgaris*) pueden presentar valores significativos de ácido clorogénico, gálico y protocatecuico.

Por otro lado, (Huber, Brigide, Bretas, & Canniatti-Brazaca, 2014) identificaron concentraciones más altas de kaempferol, catequina, ácido vanílico, gálico y sinápico en los frejoles después de la cocción.

Granito, *et al.*, (2007) indican que el procesamiento como la cocción puede promover la degradación entre los anillos aromáticos de los compuestos fenólicos, lo que lleva a reacciones

de polimerización o roturas estructurales, que se reflejan en el menor contenido fenólico de los frejoles cocidos.

(L. Ranilla, Genovese, & Lajolo, 2009) afirmaron que otros factores, como la etapa de remojo y drenaje, pueden reducir el contenido fenólico total y la capacidad antioxidante de los frejoles.

El remojo y la cocción son procesos que pueden influir en la cantidad de taninos, de acuerdo con (Ramírez-Cárdenasi, *et al.*, 2008), la cocción puede promover una disminución significativa en los taninos de frejol, y cuando la cocción se prepara sin usar el agua de remojo, esta reducción es aún más expresiva que cuando los frejoles se cocinan con el agua de remojo o no se remojan.

Moncada & Gualdrón, (2006) indican que el proceso de cocción por inmersión es húmeda, en la cual la temperatura máxima del agua es 100 °C a 1 atmosfera para cocinar (sancochar). En este proceso los alimentos se encuentran inmerso en agua en el cual se hidrata y gelifica el almidón; algunas vitaminas se desnaturalizan por el tiempo de cocción

2.1.6. Beneficios

Este ácido fenólico, vanílico ácido, es de interés debido a su antihelmíntico y actividades antisickling (Itoh *et al.*, 2010). Además, este ácido fenólico actúa como un supresor de la fibrosis hepática durante las enfermedades hepáticas crónicas (Itoh *et al.*, 2010; Khadem & Marles, 2010).

El ácido gálico podría ser útil en el tratamiento de tumores cerebrales y cáncer de próstata (Khadem & Marles, 2010).

El efecto del ácido clorogénico en la prevención de la enfermedad de Alzheimer podría atribuirse a su capacidad para reducir la apoptosis inducida por las células beta amiloides (Justino *et al.*, 2012; Kwon *et al.*, 2010). Además, muestra ácido clorogénico presenta actividades anticolinesterasa, antiamnésicas, antiinflamatorias y antioxidantes (Justino *et al.*, 2012; Orhan, *et al.*, 2007).

2.1.7. Criterios a considerar

Además del procesamiento, algunos factores antinutricionales presentes en las legumbres, como los taninos condensados y el ácido fítico, también pueden interferir en el valor nutricional y la capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos, a través de la formación de complejos insolubles con minerales, proteínas y amidas (Helbig *et al.*, 2003; Perron & Brumaghim, 2009). Para aumentar el valor nutricional de los frejoles, la biofortificación se ha utilizado para producir frejoles con mayores cantidades de minerales, principalmente hierro y zinc (por ejemplo, frejoles Pontal), en comparación con los cultivares convencionales (Vaz-Tostes, *et al.*, 2016).

La maceración previa a la cocción reduce los niveles de compuestos fenólicos presentes naturalmente en frejoles crudos, también conduce a un contenido reducido de antioxidantes (Rocha-Guzmán *et al.*, 2007).

Aproximadamente el 61% del flavonoide en los frejoles crudos se destruyó durante la cocción, 30 hasta el 40% del polifenoles se pierden en el agua de cocción, y del 75 al 79% de estos compuestos se lixivian en agua de remojo, que luego es descartado (Xu & Chang, 2011).

Xu & Chang, (2008) correlacionaron la reducción de la actividad antioxidante de los cocidos con la disolución de antioxidantes solubles en el agua de remojo, cuando no se usa durante la cocción, así como el efecto de la temperatura

Silva, *et al.*, (2010) afirmaron que la disminución en la eliminación de radicales libres (DPPH •) después de la cocción ocurre debido a alteraciones parciales en la estructura de los compuestos fenólicos.

Por otro lado, Huber *et al.*, (2014) observaron un aumento en la actividad antioxidante potencial del frejol común (*Phaseolus vulgaris* L.) después de la cocción, para tratamientos con y sin remojo. Los autores declararon que la concentración de

compuestos fenólicos en el agua de cocción puede facilitar la extracción de los compuestos fenólicos, en comparación con los frejoles crudos.

De acuerdo con, Floegel, *et al.*, (2011), la diferencia en la actividad antioxidante entre los métodos DPPH y ABTS se debe al tipo de compuestos fenólicos determinados. El espectro de DPPH exhibe un pico de absorbancia máxima a 515 nm, que solo es capaz de medir la capacidad antioxidante de los compuestos lipofílicos. Mientras tanto, el espectro ABTS exhibe una absorbancia máxima en un rango de longitudes de onda (414, 654, 754 y 815 nm), y es capaz de detectar la actividad antioxidante de una mayor cantidad de compuestos fenólicos (tanto lipofílicos como hidrófilos), que se reflejan en el diferentes niveles de actividad antioxidante determinados por estos dos métodos para cada cultivar.

En general, para ambos métodos de actividad antioxidante, la cocción afectó la capacidad de los compuestos para eliminar los radicales DPPH y ABTS (Olivera *et al.*, 2018)

De acuerdo con Helbig *et al.*, (2003), la cocción promueve la formación de complejos insolubles, que se forman mediante la unión entre compuestos fenólicos y proteínas y se eliminan en el agua durante la cocción, y son libres o polimerizados.

El aumento del contenido de actividad antioxidante potencial después del tratamiento térmico, con o sin maceración, en legumbres puede deberse a la concentración de compuestos fenólicos en el caldo de cocción, lo que facilitó su extracción en comparación con el semillas crudas (Valdés, *et al.*, 2011).

2.1.8. Digestión en alimentos

NIDDK, (2008) menciona que es el proceso mediante el cual los alimentos y bebidas se descomponen en partes más pequeñas para que el cuerpo lo utilice como fuente de energía y para formar y alimentar las células de nuestro organismo. El aparato digestivo

está formado por un tracto digestivo, una serie de órganos huecos, que se inicia desde la boca hasta el ano, así mismo otros órganos ayudan que ayudan al cuerpo a transformar y absorber los nutrientes de los alimentos. Los órganos que conforman el tracto digestivo son: la boca, el esófago, el estómago, el intestino delgado, el intestino grueso (también llamado colon), el recto y el ano. El interior de estos órganos está revestida por una membrana llamada “mucosa”; es por ello que la boca, estómago e intestino delgado contienen glándulas diminutivas que producen jugos y estos digieren los alimentos así mismo el tracto digestivo contiene una capa muscular suave que ayuda a transformar y transportar los alimentos. Por otra parte el hígado y el páncreas producen jugos gástricos que llegan al intestino a través de la vesícula biliar para digerir los alimentos.

a. La producción de los jugos digestivos

NIDDK, (2008) indica que las glándulas digestivas inician en la boca son glándulas salivares que contienen una enzima que empieza a digerir el almidón del alimento y transforma en moléculas más pequeñas. El siguiente grupo de glándulas digestivas se encuentra en la membrana que tapiza el estómago; estas producen ácidos y una enzima que digiere las proteínas, el estómago contiene una mucosa estomacal que protege de los jugos digestivos disuelva los tejidos del estómago. Luego los alimentos pasan al intestino delgado, los jugos de otros dos órganos se mezclan, siendo el páncreas cuyo jugo contiene enzimas que descomponen los carbohidratos, grasas y proteínas; otro órgano es el hígado que produce la bilis (jugo digestivo) es transportado desde la vesícula biliar por las vías biliares al intestino y se mezcla con las grasas del alimento; después que las grasas se disuelven las enzimas del páncreas y de la mucosa intestinal las digieren.

b. Absorción y transporte de nutrientes

Los nutrientes son absorbidos en el intestino delgado, existiendo células especializadas que permiten que los nutrientes absorbidos atraviesen la mucosa y pasen a la sangre que lo distribuye a todo el cuerpo, este proceso varía según los diferentes nutrientes.

Los carbohidratos digeribles (fécula y azúcar) estos se descomponen en moléculas más sencillas por la acción de enzima de la saliva, jugo pancreático, mucosa intestinal; la fécula se digiere en dos etapas: primero la enzima de la saliva y jugo pancreático lo descomponen en moléculas de maltosa, luego una enzima de la mucosa del intestino delgado divide la maltosa en moléculas de glucosa que pueden absorberse en la sangre, la glucosa se transporta por el torrente sanguíneo al hígado, donde se almacena y se utiliza como fuente de energía para las funciones del cuerpo. En cambio los azúcares se digieren en un solo paso, una enzima de la mucosa del intestino delgado digiere la sacarosa y la convierte en glucosa y fructuosa y son absorbidas en el intestino y pasar a la sangre (NIDDK, 2008).

Según NIDDK, (2008) señala que la proteína de los alimentos comienza la digestión con una enzima del jugo gástrico y termina en el intestino delgado donde varias enzimas del jugo pancreático y de la mucosa intestinal descomponen las moléculas grandes de proteína en más pequeñas llamadas aminoácidos, estas se absorbe en el intestino delgado y pasar a la sangre, que son llevados al todo el cuerpo para producir las paredes celulares y otros componentes de la célula.

Según (NIDDK, 2008) menciona que las grasa de los alimentos, empieza su digestión en el intestino, ácidos biliares

producidos por el hígado disuelven la grasa en gotitas muy pequeñas para luego las enzimas pancreáticas e intestinales descomponga en moléculas más pequeñas como ácidos grasos y colesterol; los ácidos grasos se unen a los ácidos biliares y al colesterol y los ayuda a pasar al interior de las células de la mucosa intestinal, estas pasan al vaso linfático cerca al intestino y son llevadas las grasas modificadas a las venas del tórax y la sangre lo transporta hacia lugares de depósito en distintas partes del cuerpo.

Según NIDDK, (2008) afirma que las vitaminas, se absorben en el intestino delgado, estos se agrupan en dos clases: Vitaminas hidrosolubles (B y C) no se almacén fácilmente y su exceso se elimina en la orina; por otra parte las vitaminas liposolubles (A, D, E y K) estos se almacenan en el hígado y en el tejido adiposo del cuerpo.

2.1.9. Producción de frejol en grano

A nivel nacional la producción de frejol en grano (seco) es de 87960 toneladas a partir de 73789 hectáreas cosechadas con un rendimiento de 1192 kg/ha y un precio de venta de S/ 3,44 el kilogramo; siendo el mayor productor la región de Cajamarca con 15163 toneladas (MINAGRI, 2018).

En la región Huánuco la producción de frejol en grano es de 4500 toneladas a partir de 3543,75 hectáreas cosechadas con un rendimiento de 1269,84 kg/ha y precio de venta en chacra S/ 3.77 el kilogramo. Las zonas productoras se encuentran en la provincia de Huánuco con 1342,60 toneladas a partir de 1066.75 hectáreas cosechadas, rendimiento de 1258.589 kg/ha; provincia de Pachitea con 1175 toneladas a partir de 1046 hectáreas cosechadas, rendimiento de 1123.33 kg/ha; provincia de Puerto Inca con 987 toneladas a partir de 642 hectáreas cosechadas, rendimiento de 1537.38 kg/ha; provincia de Leoncio Prado con

454,60 toneladas a partir de 343 hectáreas cosechadas, rendimiento de 1325.36 kg/ha; provincia de Ambo con una producción de 296,70 toneladas a partir de 250 hectáreas cosechadas, rendimiento 1186.8kg/ha; provincia de Huamalies 100 toneladas a partir de 81 hectáreas cosechadas, rendimiento de 1234,57 kg/ha; provincia de Marañón con 86.90 toneladas a partir de 70 hectáreas cosechadas, rendimiento de 1241,43 kg/ha; provincia de Dos de Mayo con 35,20 toneladas a partir de 25 hectáreas cosechadas, rendimiento de 1408,0 kg/ha y la provincia de Huacaybamba con 22 toneladas a partir de 20 hectáreas cosechadas, rendimiento de 1100 kg/ha (DRA, 2018)

2.2. ANTECEDENTES

Olivera *et al.*, (2018) en su investigación “*Phenolic compounds and antioxidant activity of two bean cultivars (Phaseolus vulgaris L.) Submitted to cooking*”, tuvo como objetivo determinar la cantidad de compuestos fenólicos y taninos en el cultivo (*Phaseolus vulgaris L.*), utilizando muestras crudas y cocidas, así mismo determinar La actividad antioxidante de sus extractos y fracciones fenólicas. Las variedades fueron: frejol Pontal (frejol carioca biofortificado con hierro y zinc) y frejol común comercial (frejolescarioca adquiridos en un mercado local en Piracicaba, São Paulo, Brasil), las muestras se remojaron en agua por 12 horas en proporción de 1 a 3, seguido se cocinaron en un autoclave a 121°C por 10min, posterior en congelación -20°C y se liofilizaron. Por otra parte los granos secos se molieron y se almacenaron a 4°C; para la obtención del extracto se realizó según Cardador-Martínez, *et al.*, (2002). Para determinar el contenido de fenoles totales se hizo de acuerdo a (Deshpande & Cheryan, 1987) utilizando el reactivo Folin Ciocalteu, carbonato de sodio anhidro y catequina; la capacidad antioxidante por el reactivo DPPH según Brand-Williams, *et al.*, (1995) y ABTS según (Arts, *et al.*, 2004) ambos expresados en base seca. Los

resultados de fenoles (mg/g) en la variedad pontal en crudo $3,44 \pm 0,57$ y cocinado $2,23 \pm 0,17$; en la variedad comercial en crudo $1,88 \pm 0,16$ y cocinado $1,31 \pm 0,16$. La capacidad antioxidante ($\mu\text{M TEAC/g}$) DPPH en la variedad Pontal en crudo $33,62 \pm 0,64$ y cocinado $26,83 \pm 0,14$, en la variedad comercial en crudo $33,38 \pm 0,42$ y cocinado $29,25 \pm 0,18$. La capacidad antioxidante (mM TEAC/g) ABTS en la variedad Pontal en crudo $11,40 \pm 0,27$ y cocinado $2,21 \pm 0,40$, en la variedad comercial en crudo $18,04 \pm 0,92$ y cocinado $2,69 \pm 0,35$. El método ABTS mostró correlaciones más fuertes con compuestos fenólicos y taninos que el método DPPH. Se observó que la reducción en la actividad antioxidante se asoció con la reducción en taninos y compuestos fenólicos totales en frejoles. El frejol crudo biofortificado (Pontal) fue el cultivar que exhibió niveles más altos de compuestos fenólicos y taninos en su composición

Huber *et al.*, (2014) en su investigación “*Effect of Thermal Processing and Maceration on the Antioxidant Activity of White Beans*”, tuvo como objetivo evaluar el efecto del procesamiento térmico en el contenido el perfil fenólico y actividad antioxidante actividad en frejoles blancos. Se tuvo tres tratamientos 1. Fajoles crudos 2. Frejoles macerados en agua por horas luego cocidas a 121°C por 10 minutos. 3. Frejoles cocinados en autoclave a 121°C por 10 minutos. Posterior se liofilizaron y molieron y almacenaron a 4°C . los extractos se realizaron según (Cardador-Martínez *et al.*, 2002). la capacidad antioxidante por el reactivo DPPH se realizó según Brand-Williams, *et al.*, (1995) y ABTS según (Arts, *et al.*, 2004) ambos expresados en base seca; para cuantificación y determinación de ácidos fenólicos se realizó mediante HPLC según la metodología de (Xu & Chang, 2009). Los resultados respecto a la capacidad antioxidante DPPH ($\text{mg de extracto de TEAC/g}$) en crudo 2,96, cocinado con maceración 8,46 y sin maceración 6,44. (Xu & Chang, 2009). Los resultados

respecto a la capacidad antioxidante ABTS (mg de extracto de TEAC/g) en crudo 14,92, cocinado con maceración 15,04 y sin maceración 13,70. La muestra en crudo tenía ácidos fenólicos como: ácido vanílico, ácido gálico, ácido clorogénico, ácido sinapico. El contenido de ácidos fenólicos (mg/g) en crudo 6907,90, cocinado con maceración 4738,81 y sin maceración 5968,11

Ranilla, *et al*, (2009) en su investigación “*Effect of Different Cooking Conditions on Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Some Selected Brazilian Bean (Phaseolus vulgaris L.) Cultivars*”, tuvo como objetivo evaluar los procesos de cocción en el contenido de compuestos fenólicos, taninos y capacidad antioxidante en frejoles. El contenido de antocianinas (mg/100g peso seco) en frejol nobles FT crudo 37 ± 2 , cocinado sin remojo a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 93 minutos, con drenado 7 ± 1 , sin drenado $16,9 \pm 0,2$, cocinado sin remojo $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 10 minutos, con drenado $3,9 \pm 0,3$, sin drenar $10,1 \pm 0,1$; cocinado con remojo a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 50 minutos, con drenado $3,0 \pm 0,4$, sin drenado $9,1 \pm 0,9$, cocinado con remojo $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 0 minutos, con drenado $2,0 \pm 0,1$, sin drenar $5,9 \pm 0,2$. El contenido de ácidos fenólicos totales (mg/100g peso seco) en frejol nobles FT crudo 37 ± 4 , cocinado sin remojo a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 93 minutos, con drenado 5 ± 1 , sin drenado $19,1 \pm 0,2$, cocinado sin remojo $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 10 minutos, con drenado $5,2 \pm 0,3$, sin drenar $17,7 \pm 0,5$; cocinado con remojo a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 50 minutos, con drenado $1,8 \pm 0,2$, sin drenado 13 ± 1 , cocinado con remojo $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 0 minutos, con drenado $1,83 \pm 0,02$, sin drenar 14 ± 1 . El contenido de capacidad antioxidante DPPH ($\mu\text{gmol TE/g}$ peso seco) en frejol nobles FT crudo $5,8 \pm 0,4$, cocinado sin remojo a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 93 minutos, con drenado $3,6 \pm 0,6$, sin drenado $7,2 \pm 0,3$, cocinado sin remojo $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 10 minutos, con drenado $3,7 \pm 0,2$, sin drenar $7,3 \pm 0,4$; cocinado con remojo a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 50 minutos, con drenado $1,9 \pm 0,1$, sin

drenado $4,2 \pm 0,4$, cocinado con remojo $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 0 minutos, con drenado $2,3 \pm 0,4$, sin drenar $2,3 \pm 0,1$. Se observaron pérdidas significativas en ambos contenidos fenólicos totales y capacidad antioxidante del cultivar FT Noble (70-77%) respecto a la muestra en crudo, los tratamientos que incluyeron un remojo y paso de drenaje. Así mismo tratamiento térmico sin drenar (sin descartar el agua de cocción) se aprecia que las concentraciones de ácidos fenólicos y capacidad antioxidante incrementan, esto probablemente se relaciona con un aumento significativo de ciertos compuestos fenólicos.

Soriano *et al.*, (2015) en su investigación "*Effect of in vitro digestion on bioactive compounds and antioxidant activity of common bean seed coats*" tuvo como objetivo cuantificar el contenido de fenoles totales (TP), flavonoides totales (TF), taninos condensados (CT), antocianinas (ANT), monómeros de antocianinas (MA) e investigar la actividad antioxidante (AA) in vitro. Las muestras fueron frejoles rojos pequeños (SRB) y frejoles negros (BB), cultivados en el estado de Minas Gerais, Brasil. El método de extracción de se realizó según los descrito por (Jordheim, *et al.*, 2006). Después de la extracción se obtuvieron extractos fueron designados extractos crudos de negro (CEB) y frejoles rojos pequeños (CESR). Los TP fueron determinados por la reacción con el reactivo Folin-Ciocalteu según los descrito por Roesler, *et al.*, (2007), los resultados se expresaron en mg de ácido gálico equivalente (GAE) / g de frejol. La determinación de TF se realizó de acuerdo con Faller, *et al*, (2012), los resultados se expresaron en miligramos de catequina equivalente (CE) / g de frejol. Los CT, fueron analizados según el método de Price, *et al.*, (1978), se expresaron en mg catequina / g de frejol. La cuantificación de MA se determinó por el método del pH diferencial según los descrito por Giusti & Wrolstad, (2001), se expresaron en miligramos de cianidina 3-glucósido equivalentes

(CGE) / g de frejol. La actividad antioxidante se determinó según lo descrito por Leite *et al.*, (2011), se expresaron en μM Trolox equivalente (TE) / g de frejol. Los resultados de la evaluación en la digestión *invitro* en el contenido de fenoles totales en CESR mostró $1,23 \pm 0,04$ mg GAE / g de frejoles y $0,85 \pm 0,06$ mg GAE / g encontrado en CEB; BB fue más afectado por la digestión *invitro*, con una reducción del 75% en comparación con el 52% en SRB respecto a la muestra en crudo. En flavonoides TF de $1,59 \pm 0,6$ y $2,05 \pm 0,01$ mg CE / g en extractos crudos y $1,25 \pm 0,07$ y $1,96 \pm 0,1$ mg CE / g en extractos digeridos de BB y SRB. En taninos condensados CT reveló que CEB tenía concentraciones significativamente mayor que CESR con $76,3 \pm 6,9$ y $54,4 \pm 4,1$ mg CE / g. Los niveles de MA fueron $0,83 \pm 0,04$ en CEB y $0,08 \pm 0,01$ en CESR. Las ANT no se pudieron detectar en extractos digeridos. BB mostró niveles de ANT 10 veces mayor que SRB. La actividad antioxidante en CEB - extracto crudo de frejoles negros $17,4 \pm 0,1$; DEB - extracto digerido de frejoles negros $14,2 \pm 1,4$; CER - extracto crudo de frejoles rojos pequeños $21,9 \pm 0,5$; DER - extracto digerido de frejoles rojos pequeños $23,5 \pm 1,1$. El proceso de digestión *invitro* fue responsable de una reducción de los TP y ANT en las capas de semillas BB y SRB, y de TF en las capas de semillas BB. Sin embargo, el AA se mantuvo para ambos grupos e incluso aumentó significativamente en el grupo BB cuando se midió con un ORAC (*Oxygen capacidad de absorción de radicales*).

2.3. HIPÓTESIS

2.3.1. Hipótesis general

La cocción (hervido) y digestión *invitro* influye en el contenido de compuestos bioactivos como antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y pulpa de tres variedades de frejoles (*Phaseolus vulgaris*).

2.3.2. Hipótesis específicas

- La cocción (hervido) influye en el contenido de compuestos bioactivos como antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y pulpa de tres variedades de frejoles (*Phaseolus vulgaris*).
- El proceso de digestión *invitro* influye en la degradación de compuestos como antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y pulpa de tres variedades de frejoles (*Phaseolus vulgaris*)

2.4. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

2.4.1. Variable independiente

- En la evaluación del efecto de cocción (hervido) en la degradación de compuestos bioactivos en cáscara y pulpa de tres variedades de *Phaseolus vulgaris*.

X_1 = Cocción a 95 °C/45 min

- En la digestión invitro la evaluación del contenido de compuestos bioactivos en cáscara y pulpa de tres variedades de *Phaseolus vulgaris*.

X_1 = Digestión invitro

2.4.2. Variable dependiente

- En la evaluación del efecto de cocción (hervido) en la degradación de compuestos bioactivos en cáscara y pulpa de tres variedades de *Phaseolus vulgaris*.

Y_1 = Contenidos de antocianinas

Y_2 = Contenido de poli fenoles totales

Y_3 = Capacidad antioxidante

- En la digestión invitro la evaluación del contenido de compuestos bioactivos en cáscara y pulpa de tres variedades de *Phaseolus vulgaris*.

Y₁= Contenidos de antocianinas

Y₂= Contenido de poli fenoles totales

Y₃= Capacidad antioxidante

2.4.3. Operacionalización de variables.

En la Tabla 1, se aprecia la Operacionalización de variables de la investigación.

Tabla 1. Operacionalización de variables

DEFINICION DE VARIABLES	INDICADORES
Variable Independiente	X = Crudo
	X= Hervido 95°C 45 minutos
Variable Dependiente	Z₁= Contenido de antocianinas
Contenido de antocianinas, polifenoles totales y actividad antioxidante en tres variedades de frejoles (<i>Phaseolus vulgaris</i>) crudas, cocidas (hervido) y digeridas.	- Y _{1.1} = mg de cianidina 3 glucósido/100g
	Z₂= Contenido de polifenoles
	Y _{2.1} = mg ácido gálico/g
	Y₃= Capacidad antioxidante
	Y _{3.1} = ug TE/g (Método DPPH)
	Y _{3.2} = ug TE/g (Método ABTS)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo al tipo de investigación pertenece a la investigación aplicada y de acuerdo al nivel pertenece a la investigación experimental.

3.2. LUGAR Y FECHA DE EJECUCIÓN

Se realizó en el Laboratorio de Análisis por Instrumentación, Físico químico y Procesos Alimentario de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, ubicada en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco, departamento de Huánuco.

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS

3.3.1. Población

La población estuvo conformada por tres variedades de frejoles (*Phaseolus vulgaris*) provenientes de la ciudad de Huánuco, provincia y región Huánuco.

Color rojo (calima)

Color blanco (caballero)

Color morado (sangretoro)

3.3.2. Muestra

Se trabajó con 10 kg de frejoles (*Phaseolus vulgaris*) por cada muestra procedentes del distrito de Chaglla, provincia de Pachitea, región Huánuco, ubicado 2800 msnm.

3.3.3. Unidad de análisis

Las unidades de análisis fueron el contenido de antocianinas, poli fenoles totales, capacidad antioxidante en cáscara y pulpa de tres variedades de frejoles (*Phaseolus vulgaris*).

3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Se evaluó el contenido de antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara (testa) y pulpa (cotiledón) de tres variedades de frejoles (*Phaseolus vulgaris*) Color rojo (calima), Color blanco (caballero), y Color morado (sangretoro), crudas, cocidas (hervido a 95 °C/45 min)), obteniendo en total 03 tratamientos con tres repeticiones para cada una, como se aprecia en la Tabla 3.

Tabla 3. Tratamientos de investigación.

		Estado de las muestras	
Tratamientos		Crudo	Cocido
E l a	F ₁	Frejol rojo (calima)	Frejol rojo (calima)
	F ₂	Frejol blanco (caballero)	Frejol blanco (caballero)
	F ₃	Frejol morado (sangretoro)	Frejol morado (sangretoro)

nálisis de digestión *invitro* se realizó en cáscara (testa) y pulpa(cotiledón) de las tres variedades de frejoles en su estado en crudo y cocido a 95 °C por 45 minutos.

La preparación de la muestra consistió en adicionar 1g de cáscara o pulpa de frejol en tubos fálcon, luego se adicionó metanol grado analítico hasta enrazar a 10 mL, se maceró a 4°C durante 16 horas. Para la cuantificación de antocianinas en cáscara y pulpa de frejoles crudos, cocidos y digestión *invitro* se realizó según la metodología de (Rapisarda, *et al.*, 2000).

La capacidad antioxidante se determinó a través de dos técnicas, siendo la primera utilizando el reactivo DPPH metodología por (Brand-Williams, *et al.* 1995; Kim, *et al.*, 2002) y ABTS metodología por (Fellegrini, *et al.*, 1999); por otra parte el contenido de poli fenoles totales se determinó según la metodología de (Margraf *et al.*, 2015).

Para determinar los compuestos bioactivos se trabajó con los siguientes factores de dilución como se muestra en la Tabla 4 y 5.

Tabla 4. Factor de dilución para determinar la actividad antioxidante (ABTS y DPPH) y contenido de poli fenoles totales en frejoles crudos y digestión *invitro*.

Variedad		Antocianianas	Polifenoles	Capacidad antioxidante DPPH	Capacidad antioxidante ABTS
F ₁	Cáscara	5	25	25	25
	Pulpa	5	25	25	25
F ₂	Cáscara	5	25	25	25
	Pulpa	5	25	25	25
F ₃	Cáscara	5	25	25	25
	Pulpa	5	25	25	25

Tabla 5. Factor de dilución para determinar la actividad antioxidante (ABTS y DPPH) y contenido de poli fenoles totales en frejoles cocidos y digestión *invitro*.

Variedad		Antocianianas	Polifenoles	Capacidad antioxidante DPPH	Capacidad antioxidante ABTS
F ₁	Cáscara	5	25	25	25
	Pulpa	1	25	25	25
F ₂	Cáscara	5	25	25	25
	Pulpa	1	25	25	25
F ₃	Cáscara	5	25	25	25
	Pulpa	1	25	25	25

3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Hipótesis nula

H₀: No existen diferencias entre los tratamientos en estudio relacionados al contenido de compuestos bioactivos como antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y pulpa de tres variedades frejoles (*Phaseolus vulgaris*) crudas, cocidas (hervido) y digestión *invitro*.

H₀: T₁ = T₂ = T₃ = 0

Hipótesis alternativa

H₁: Al menos uno de los tratamientos en estudio relacionados al contenido de compuestos bioactivos como antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y pulpa de tres variedades de frejoles (*Phaseolus vulgaris*) crudas, cocidas (hervido) y digestión *invitro* es diferente.

H₁: Al menos T_n ≠ 0

3.5.1. Diseño de la investigación

- **Evaluación de la influencia de cocción (hervido) en la degradación de compuestos bioactivos de *Phaseolus vulgaris*.**

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar DCA

Modelo aditivo lineal.

$$Y_{i\varphi} = \mu + T_i + E_{i\varphi}$$

Dónde:

Y_{iφ} = Contenido de antocianina, polifenoles y capacidad antioxidante en la j-ésima muestra en cáscara y pulpa de frejoles (*Phaseolus vulgaris*) sometido al afecto del i-ésimo tiempo de cocción.

μ = La media general.

T_i = Efecto del i-ésima muestra.

E_{iφ} = Error experimental

- **En la digestión *invitro* la evaluación del contenido de compuestos bioactivos en cáscara y pulpa de tres variedades de *Phaseolus vulgaris*.**

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar DCA

Modelo aditivo lineal.

$$Y_{i\varphi} = \mu + T_i + E_{i\varphi}$$

Dónde:

$Y_{i\varphi}$ = Contenido de antocianina, polifenoles y capacidad antioxidante en la j-ésima muestra en cáscara y pulpa de frejoles (*Phaseolus vulgaris*) sometido al efecto del i-ésimo tiempo de cocción.

μ = La media general.

T_i = Efecto del i-ésimo muestra.

$E_{i\varphi}$ = Error experimental.

3.5.2. Datos a registrar

Se registró el resultado del contenido de antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y pulpa de tres variedades de frejoles (*Phaseolus vulgaris*) crudas, cocida (hervido) y digestión *invitro*; así mismo se realizó los análisis de humedad, ceniza, pH, acidez, solidos totales, materia seca y color en muestras crudas.

3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información

La información se obtuvo mediante datos de fuentes secundarias y datos de fuentes primarias.

Para la obtención de datos de las fuentes secundarias, se utilizó la técnica de investigación documental o bibliográfica que comprendió:

- **Análisis documental:** Permitted el análisis del material a estudiar y precisarlo desde un punto de vista formal y luego desde su contenido.
- **Análisis de contenido:** Permitted estudiar y analizar de una manera objetiva.
- **Fichaje:** Se utilizó para registrar aspectos esenciales de los materiales leídos que nos servirá para elaborar el

marco teórico, donde los instrumentos de investigación fueron las fichas de investigación (comentario y resumen), fichas de registro (Bibliográficas, hemerográficas e internet).

Se utilizaron otros instrumentos como memorias USB, CDs, DVDs para el almacenamiento de información.

Se obtuvo datos de las fuentes primarias, utilizando la técnica de la observación e investigación, el cual nos permitió obtener información sobre los indicadores de las variables dependientes.

3.6. MATERIALES Y EQUIPOS

3.6.1. Materia prima

Fueron 03 variedades, procedentes del distrito de Chaglla, provincia de Pachitea, departamento Huánuco.

Grupo de color (blanco) tipo varietal (caballero)

Grupo de color (rojo), tipo varietal (calima)

Grupo de color (morado), tipo varietal (sangretoro)

3.6.2. Equipos

- Mufla, marca labor 0-600 °C.
- Estufa con bomba al vacío, marca Vacuubrand.
- Colorímetro análisis digital modelo CR 400 marca KONICA MINOLTA, serie B8209050
- Balanza analítica color blanco, marca SURTORIUS, mod. AZ214. Serie 29509965
- Balanza analítica color blanco, marca AND, mod. HR-250A2.
- Espectrofotómetro c/marfil, marca UNICO, serie N° KP1Z12012.
- Centrifuga refrigerada color blanco humo, serie 5404ER928861.

- Agitador magnético calefacción c/blanco humo y celeste. Marca UNICO, mod. L-VM100E.
- Estufa eléctrica color blanco humo marca MM, serie D172649.
- Equipo de baño maría color cromado, marca MEMET, Mod. WB14.
- Licuadora eléctrica color cromado, marca OSTER.
- Microondas.
- PH metro
- Brixometro
- Micro pipetas de 200ul y 1000ul
- Termómetro

3.6.3. Materiales

- Placas Petri.
- Matraz 100 ml marca Wertern.
- Vaso de precipitación 50, 100ml marca Kytel.
- Fiola de 100ml
- Tubos de ensayo
- Varillas, marca Pirex.
- Probeta 50, 100, 500 marca fortuna.
- Bureta 50ml, marca Fortuna.
- Pipeta 1ml, 5ml marca Pirex.
- Pizeta.
- Papel filtro rápido
- Tips de 200ul y 1000ul marca isolap
- Micro cubetas de espectrofotómetro 1.0ml marca isolap
- Tubos de micro centrifuga de 2ml mara isolap
- Tubos falcón con base de 50ml
- Rack para tips de 1000ul y 200ul
- Rack para tubos de micro centrifuga de 2ml
- Gradilla

- Algodón
- Papel filtro
- Embudo

3.6.4. Reactivos

- Cloruro de potasio KCl
- Ácido clorhídrico HCl
- Acetato de sodio tetrahidratado $\text{CH}_3\text{COONa}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$
- Ferrocianuro de potasio $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
- Cloruro de hierro hexahidratado $\text{FeCl}_3\cdot \text{H}_2\text{O}$
- Ácido gálico $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_5$
- 2,2-diphenyl-1-picrilhydrazyl (DPPH)
- 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS+)
- (±)-6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid (Trolox)
- ácido ascórbico
- Persulfato de potasio
- Hidróxido de sodio 0,1N, marca Carlo Erba.
- Etanol grado analítico
- Metano grado analítico
- Fenolftaleína
- Hidroxitolueno butilado (BHT)
- Cloruro de sodio NaCl
- Enzima pepsina
- Bicarbonato de sodio NaHCO_3
- Extracto de bilis
- Enzima pancreatina

3.7. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En la investigación se determinó el contenido de antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara(y pulpa de tres variedades de frejoles (*Phaseolus vulgaris*) crudas, cocidas (hervido) y digestión *invitro*, como se aprecia en la Figura 2.

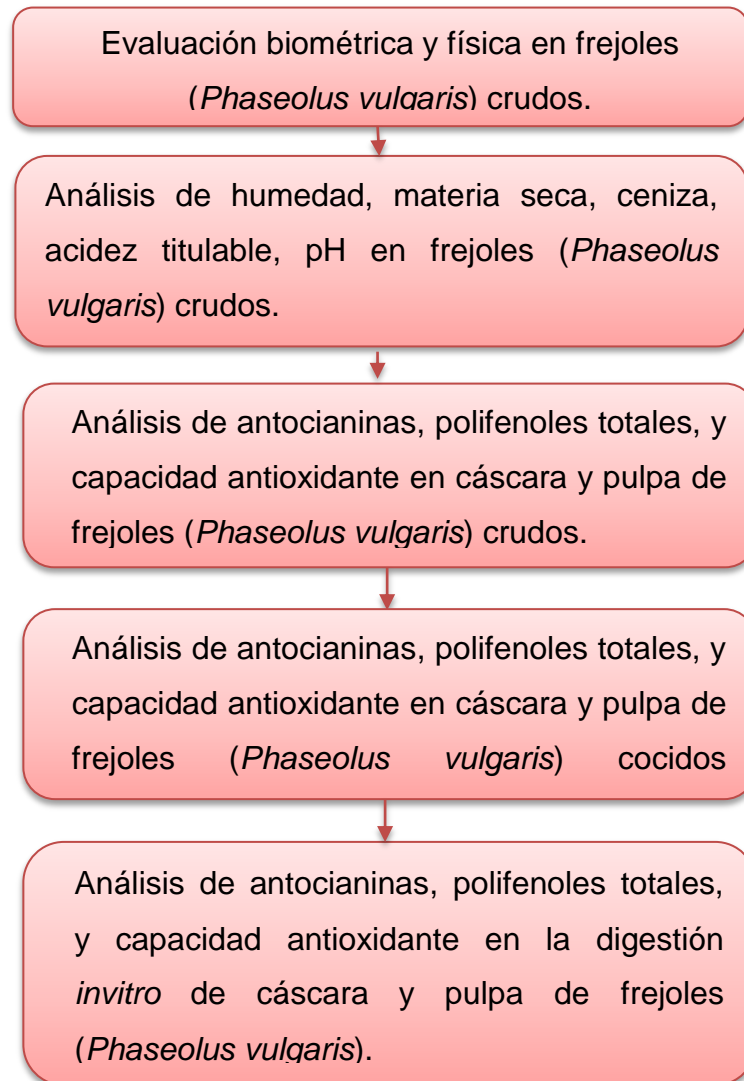


Figura 2. Conducción de la investigación

3.7.1. Métodos y análisis

a. Evaluación biométrica y física en frejoles (*Phaseolus vulgaris*) crudos.

- ✓ Largo y diámetro: Utilizando el vernier.
- ✓ Peso: Se utilizó una balanza digital.
- ✓ Color: Se utilizó el método de CIELAB.

b. Análisis de humedad, materia seca, ceniza, acidez titulable, pH en frejoles (*Phaseolus vulgaris*) crudos.

- ✓ Humedad y materia seca: Se utilizó el método recomendado por la (AOAC, 1994).
- ✓ Ceniza: Se utilizó el método recomendado por la (AOAC, 1994).
- ✓ pH: Se utilizó el método potenciométrico recomendado por la (AOAC, 1997).
- ✓ Acidez: Se utilizó el método recomendado por la (AOAC, 1997).

c. Análisis de antocianinas, polifenoles totales, y capacidad antioxidante en cáscara y pulpa de frejoles (*Phaseolus vulgaris*) crudos.

Preparación de muestra para antocianinas, poli fenoles y capacidad antioxidante: Se desarrolló a modo de (Hirose, *et al.*, 2010). Una vez pesada 1 g de la muestra se adiciono a un tubo fálcon, posterior se enrazo hasta 10 mL con metanol grado analítico (1:10) y se maceró a (4 °C) durante 16 horas. Luego se centrifugo a 10,000 rpm durante 5 minutos.

Cuantificación de antocianinas

Método pH diferencial: Se determinó por el método de pH diferencial de la siguiente manera, se pesó 5 g de muestra y se realizó la extracción con 100 mL de alcohol por 15 minutos y agitación constante. Se tomó 400 µL del extracto de la muestra y se hizo reaccionar con 4600 µL de buffer a pH 1 (125 mL de 0,2 M KCl y 375 mL de 0,2 M HCl) y buffer a pH 2 (400 mL de 1 M CH₃COONa, 240 mL de 1 M HCl y 360 mL H₂O). Luego de la reacción se procedió a determinar las absorbancias a 510 nm en un espectrofotómetro UV-vis. La concentración de

antocianinas se expresó en mg de cianidina-3-glucósido / 100 g) (Rapisarda *et al.*, 2000).

Cuantificación de polifenoles

Método azul de prussian: Consistió en adicionar 400 µL de sol. A (0.5 mM FeCl₃·6 H₂O en 0.01 N HCl) en 400 µL de solución estándar (ácido gálico en metanol, 1 – 20 µg/mL) o muestra, se dejó reaccionar por 2 minutos, luego se adiciono 400 µL de sol B (0.5 mM K₃Fe (CN)₆ en H₂O destilada). Se agito y se mantuvo en oscuridad. Transcurrido 15 minutos se determinó la absorbancia a 725 nm. Se usó metanol como blanco; la concentración se expresó en (µg de AGE / g) (Margraf *et al.*, 2015).

Cuantificación de capacidad antioxidante

✓ **Método del DPPH, 2,2-diphenil-1-picrilhidrazil:**

Brand-Williams, *et al.*, (1995); Kim, *et al.*, (2002), mencionan lo siguiente para determinar la capacidad antioxidante:

Se preparó soluciones de trabajo:

- 100 mL de 2,2-diphenyl-1-picrilhydrazyl (100 µM) en metanol.
- Soluciones de trabajo de ácido ascórbico a concentraciones de 2.5 - 20.0 mg / 100 mL.
- Soluciones de trabajo de Trolox 0 – 20 µM
- La solución de trabajo de DPPH, se disolvió el stock en metanol (ajustar Abs= 0.9-1.2 a 517 nm)

La curva estándar. Se hizo reaccionar 100 µL de solución de trabajo o muestra con 900 µL de DPPH (100 µM) por 30 minutos en oscuridad, la absorbancia registrada a 517 nm. Mediante ARLn de las Abs Vs Concentración de ácido ascórbico, se obtuvo la ecuación de la curva de calibración. Se determinó la actividad antioxidante de la muestra,

obteniendo una solución de 400 uL (muestra centrifugada diluida y metanol), posterior se tomó 50uL de esta solución y se mezcló con 950 uL de solución DPPH, se dejó reaccionar en oscuridad por 30 minutos; luego se determinó su absorbancia a 517 nm. Para el blanco, se determinó la absorbancia de la solución DPPH diluida, que se encuentra en un rango de 0,900 a 1,100 nm; la concentración se expresó en (μg de TE / g).

✓ **Método ABTS**

Stock de ABTS⁺; (Se mezcló 5 ml de agua con ABTS 7 mM más 88 uL de persulfato de potasio 140 mM en agua; se dejó a temperatura ambiente por 12 – 16 horas antes de usar (protegiendo de la luz). La solución de trabajo de ABTS⁺, se disolvió en stock en etanol 95°~1:40 (ajustar Abs= 0.9-1.2 a 734 nm). Así mismo se preparó las soluciones de trabajo de ácido gálico a concentraciones de 0 - 20.0 mg / 100 mL. Las soluciones de trabajo de Trolox 0 – 20 uM. Para la curva estándar, se hizo reaccionar 100 μL de solución de trabajo o muestra con 900 μL de ABTS⁺ (diluido) por 10 minutos en oscuridad, la absorbancia fue registrada a 734 nm. Se determinó la actividad antioxidante de la muestra, obteniendo una solución de 400 uL (muestra centrifugada diluida y etanol), posterior se tomó 50 uL de esta solución y se mezcló con 950uL de solución ABTS (diluido), se dejó reaccionar en oscuridad por 10 minutos; luego se determinó su absorbancia a 734 nm. Para el blanco, se determinó la absorbancia de la solución ABTS diluida, que se encuentra en un rango de 0,900 a 1,100 nm; la concentración se expresó en (μg de TE / g) (Fellegrini, *et al.*, 1999).

d. Análisis de antocianinas, polifenoles totales, y capacidad antioxidante en cáscara y pulpa de frejoles (*Phaseolus vulgaris*) cocidos (hervido).

Las tres variedades de frejol fueron sometidas a cocción (hervido) con la finalidad de determinar el contenido de antocianinas, polifenoles y capacidad antioxidante según la metodología mencionada líneas arriba, a continuación, se detalla los parámetros de procesos de cocción:

- Hervido: las muestras fueron sumergidas en agua y se cocinarán a 95 °C por cinco tiempos diferentes: 40, 45, 50, 55 y 60 minutos.

e. Digestión *invitro* y análisis de antocianinas, polifenoles totales, y capacidad antioxidante de cáscara y pulpa de frejoles (*Phaseolus vulgaris*).

La **digestión invitro** se realizó según lo descrito por Faller, *et al.*, (2012), se mezcló 1 g de muestra con solución salina (140 mM de NaCl, 5 mM de KCl y 150 µM de BHT) para crear un volumen final de 4,5 mL. La mezcla se agitó en vórtex y se acidificó con HCl 0,1 M / 1 M hasta que alcanzó un pH 2. Luego, se realizó la digestión gástrica con la adición de 125 µL de solución de pepsina (200 mg de pepsina en 5 ml de HCl 0,1 M), la mezcla fue colocado en un agitador a 37 ° C durante 1 hora. Posterior el pH de la solución se ajustó a 6,9 con la adición de NaHCO₃ 0,1 M / 1 M. Luego se realizó la digestión intestinal con la adición de 625 µL de solución biliar de pancreatina (225 mg de extracto biliar y 37 mg de pancreatina en 18.7 mL de NaHCO₃ 0.1 M) e incubación en un agitador a 37 ° C durante 2 horas. Posterior se midió 2 mL de la mezcla y centrifugó a 10000 rpm por 10 min y se determinó el contenido de antocianinas, polifenoles y capacidad antioxidante según la metodología mencionada líneas arriba.

3.7.2. Metodología experimental

1. Descripción del flujo de procedimiento

En la Figura 3, se presenta el flujograma para la investigación.

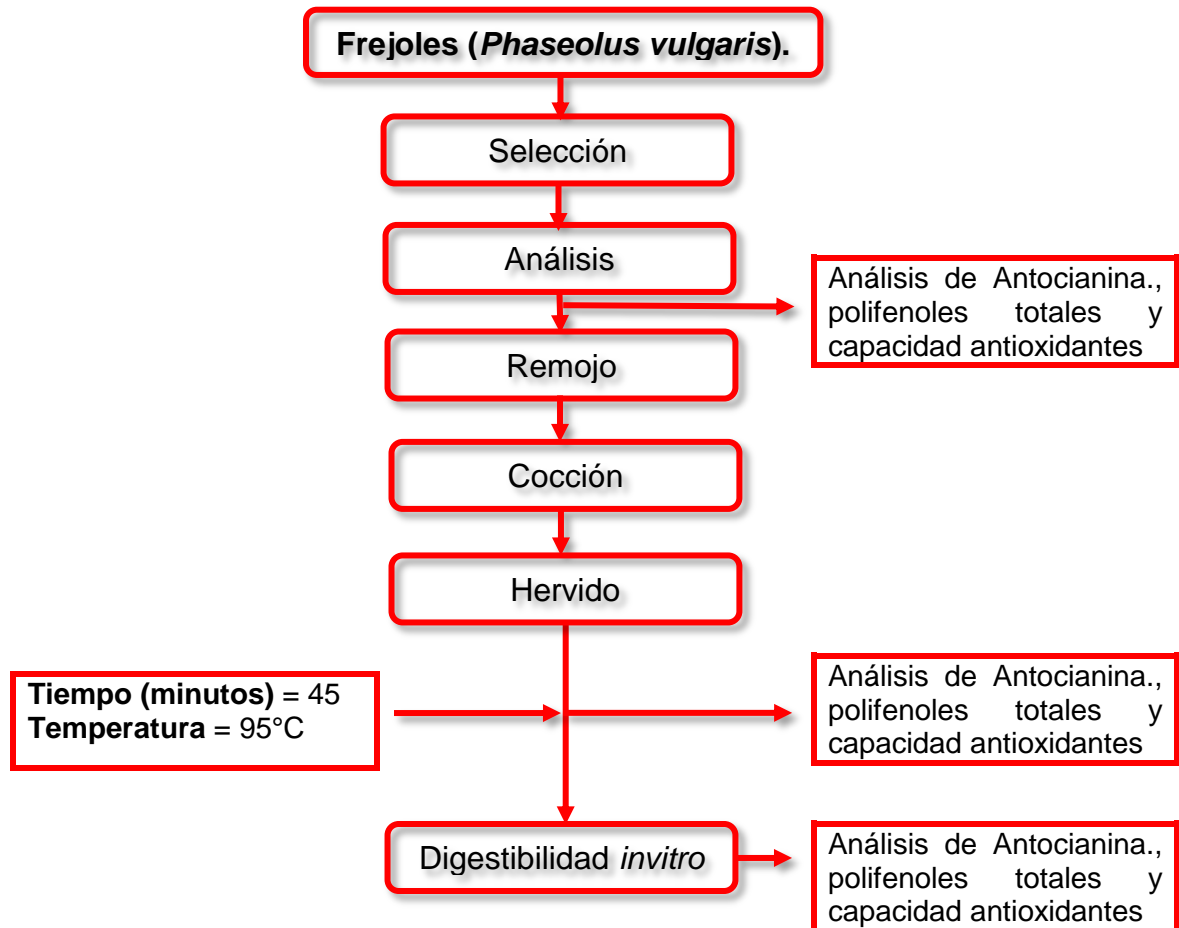


Figura 3. Flujo grama de la investigación

Frejoles (*Phaseolus vulgaris*): La materia prima fue procedente del distrito de Chaglla, provincia Pachitea y región Huánuco. Se obtuvo 10 kg de muestra por cada variedad, siendo: frejol de color rojo (calima) “F₁”, frejol de color blanco (caballero) “F₂” y frejol de color morado (sangretoro) “F₃”.

Selección: Se seleccionaron muestras sanas.

Análisis: Se determinó el contenido de antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante en las tres variedades de frejoles.

Remojo: Las muestras se sumergieron en agua potable para favorecer su cocción, por un tiempo de 24 horas.

Cocción:

- Hervido: Las muestras fueron sumergidas en agua y se cocinarán a 95°C por 45 minutos.

Se determinó el contenido de antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante con tres repeticiones en las tres variedades de frejol.

Digestibilidad *invitro*: Se realizó según la metodología de Faller *et al.*, (2012); luego se determinó el contenido de antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante en frejoles crudos en el tratamiento de cocción 95°C por 45 minutos.

IV. RESULTADOS

4.1. EVALUACIÓN FÍSICA Y BIOMÉTRICA EN FREJOL

En la Tabla 6 y 7 se resume los resultados del Anexo 1, se presenta la evaluación biométrica (peso, altura y diámetro) y de color respectivamente, con su correspondiente desviación estándar, en la Tabla 6, tanto para el peso y altura se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$); mientras que en el diámetro no pudieron detectar diferencias estadísticas, entre las tres variedades de frejoles crudos: de color rojo "F₁", color blanco "F₂" y color morado "F₃", procedentes del distrito de Chaglla, provincia de Pachitea, región Huánuco, ubicado 2800 msnm.

Tabla 6. Evaluación biométrica (Peso, altura y diámetro)

Variedad	Peso (g)	Altura (mm)	Diámetro (mm)
F ₁	0,57 ± 0,03 ^{ab}	16,20 ± 0,17 ^a	7,70 ± 0,26 ^a
F ₂	0,53 ± 0,02 ^b	15,07 ± 0,21 ^b	7,63 ± 0,25 ^a
F ₃	0,64 ± 0,05 ^a	14,17 ± 0,21 ^c	7,27 ± 1,12 ^a

Cada valor representa la media de tres repeticiones ± la desviación estándar.
Medias con diferente letra son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Tabla 7. Color en cáscara y pulpa de frejoles crudos

Variedad	L*	a*	b*	ΔE
Cáscara				
F ₁	39,13 ± 6,80 ^b	17,10 ± 4,10 ^a	9,70 ± 5,10 ^a	8,50 ± 5,00 ^a
F ₂	80,63 ± 4,50 ^a	2,50 ± 1,00 ^b	8,50 ± 1,00 ^{ab}	4,80 ± 3,90 ^a
F ₃	36,60 ± 1,08 ^b	13,60 ± 0,90 ^a	1,30 ± 0,80 ^b	9,00 ± 2,20 ^a
Pulpa				
F ₁	71,90 ± 3,10 ^a	4,60 ± 1,30 ^a	17,80 ± 3,20 ^{ab}	41,30 ± 2,70 ^a
F ₂	78,10 ± 8,10 ^a	1,10 ± 1,60 ^b	11,90 ± 0,90 ^b	8,90 ± 7,00 ^b
F ₃	73,60 ± 2,00 ^a	1,80 ± 1,30 ^{ab}	19,70 ± 2,90 ^a	35,10 ± 3,00 ^a

Cada valor representa la media de tres repeticiones ± la desviación estándar.
Medias con diferente letra son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

En cuanto al color de las cáscaras de los frejoles (Tabla 7), se encontraron diferencias significativas para las expresiones numéricas L*,

a* y b*; mientras que, en la pulpa de las tres variedades de frejol, la variación de colores solo se detectaron en las expresiones a* y b*. La variación total del color expresado en el ΔE , señala que en la cáscara, en una forma global, no se evidencia variación de color; mientras que en la pulpa, la menor variación se evidencia en la variedad de color blanco, F₂.

4.2. ANÁLISIS DE HUMEDAD, MATERIA SECA, CENIZA, ACIDEZ TITULABLE, pH EN FREJOLES (*Phaseolus vulgaris*) CRUDOS

En la Tabla 8 (Anexo 2), se presenta los resultados del análisis de humedad, materia seca, ceniza, acidez titulable, pH en frejoles (*Phaseolus vulgaris*) crudos, con su correspondiente desviación estándar, donde se observa que la probabilidad $P < 0,05$; señala que existe diferencias significativas en las variedades de frejoles crudos rojo, blanco y morado utilizados en la investigación. Aun cuando las humedades de las variedades de frejol estuvieron en el rango de 13,31 a 15,43 %, se pudo evidenciar diferencias significativas para humedad y materia seca, no obstante, en pH y cenizas no se detectaron diferencias estadísticas en las variedades de frejol. Con respecto a la acidez, se observa que la variedad morada presenta significativamente menos acidez que las variedades blancas y rojas.

4.3. ANÁLISIS DE ANTOCIANINAS, POLIFENOLES TOTALES, Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN FREJOLES CRUDAS.

En la Tabla 9, se muestra el contenido de antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante, expresados en base seca y con su respectiva desviación estándar, en cáscara y pulpa de frejoles crudos rojo, blanco y morado.

Para el caso de polifenoles, (Anexo 3), no se detectaron estos compuestos en la cáscara ni pulpa de los frejoles blancos (F₂), lo que estadísticamente marca diferencias significativas con las otras dos variedades.

Tabla 8. Análisis de humedad, materia seca, ceniza, acidez titulable, pH y sólidos solubles en frejoles (*Phaseolus vulgaris*) crudos.

Variedad	Humedad (%)	Materia seca (%)	Ceniza (%)	pH	Acidez titulable (g de ácido ascórbico/g de muestra)
F ₁	13,31 ± 0,09 ^c	86,69 ± 0,10 ^a	4,07 ± 0,01 ^a	6,70 ± 0,00 ^a	0,13 ± 0,01 ^a
F ₂	14,59 ± 0,05 ^b	85,41 ± 0,05 ^b	4,01 ± 0,22 ^a	6,73 ± 0,06 ^a	0,14 ± 0,02 ^a
F ₃	15,43 ± 0,35 ^a	84,57 ± 0,35 ^c	4,07 ± 0,16 ^a	6,73 ± 0,06 ^a	0,09 ± 0,01 ^b

Cada valor representa la media de tres repeticiones ± la desviación estándar.
Medias con diferente letra son significativamente diferentes (p<0.05)

Tabla 9. Contenido de antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante (DPPH y ABTS) en pulpa y cáscara de frejoles crudos.

Variedad	Polifenoles totales (mg AGE/g)		Antocianinas (mg de cianidina-3-glucósido/100g)		Capacidad antioxidante DPPH (ug TE/g)		Capacidad antioxidante ABTS ug (TE/g)	
	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa
F ₁	0,80 ± 0,003 ^a	0,03 ± 0,01 ^a	5,14 ± 0,43 ^a	6,95 ± 1,42 ^b	296,41 ± 18,12 ^b	375,46 ± 21,31 ^b	640,72 ± 16,03 ^b	250,41 ± 36,67 ^a
F ₂	0 ^c	0 ^b	0 ^b	21,68 ± 2,19 ^a	174,61 ± 12,43 ^c	806,96 ± 22,10 ^a	227,17 ± 34,10 ^c	260,54 ± 36,29 ^a
F ₃	0,65 ± 0,06 ^b	0 ^b	5,75 ± 2,02 ^a	20,60 ± 0,99 ^a	928,20 ± 39,37 ^a	76,26 ± 51,35 ^c	984,43 ± 28,07 ^a	235,17 ± 39,97 ^a

Cada valor representa la media de tres repeticiones ± la desviación estándar.
Medias con diferente letra son significativamente diferentes (p<0.05)

La prueba de clasificación de tratamientos Tukey HSD, muestra que el contenido de polifenoles (mg AGE / g) en cáscara varía estadísticamente de 0,80 en los frejoles rojos (F₁) a 0,65 en los de color morado (F₃); mientras que solamente en la pulpa de los frejoles rojos se detectaron contenidos mínimos alrededor de 0,03 (mg AGE / g), esto a primera vista indica que, los polifenoles en la cáscara son mayores que en la pulpa de los frejoles, lo último puede complementarse viendo los contenidos y su desviación estándar en la Figura 4.

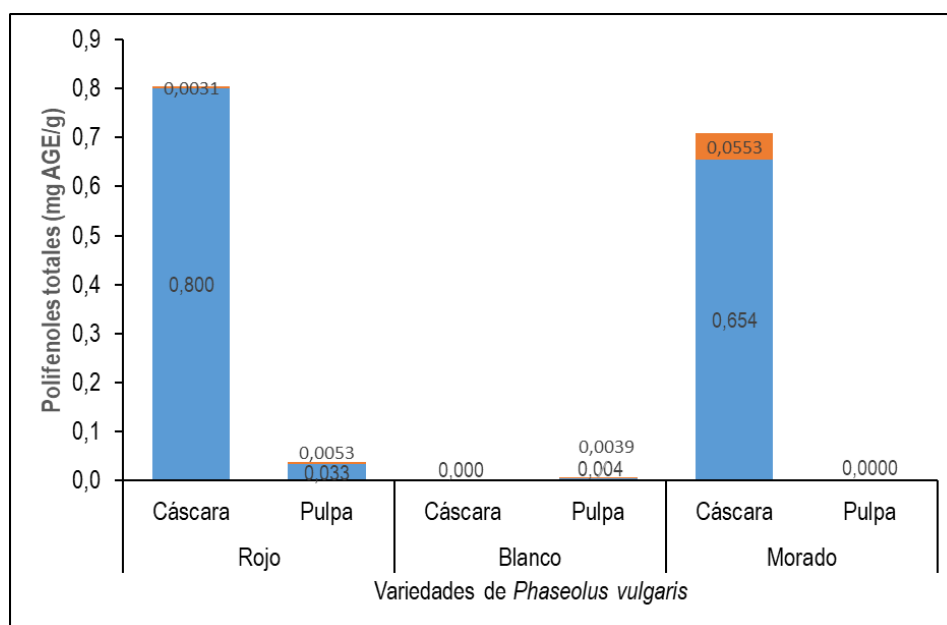


Figura 4. Contenido de polifenoles totales en frejoles crudos.

Para el caso de antocianinas, (Anexo 4), se observa un valor $P < 0,05$, indicando que existe diferencias significativas en cáscara y pulpa de las tres variedades de frejoles. En la Tabla 9, se observa que en la cáscara de los frejoles blancos no se detectaron este compuesto bioactivo; mientras que en la cáscara de los frejoles rojo y morado la cuantificación fue estadísticamente igual y estuvo entre 5,14 y 5,75 mg de cianidina-3-glucósido/100g. Asimismo, en la pulpa de las tres variedades de frejoles el contenido varió en el rango de 6,95 a 21,68 mg de cianidina-3-glucósido/100g, siendo las de pulpa roja (F₁) las de menor contenido y mayor en los colores blanco y morado, en estos últimos dos colores, no hubo diferencias estadísticas (ver Figura 5).

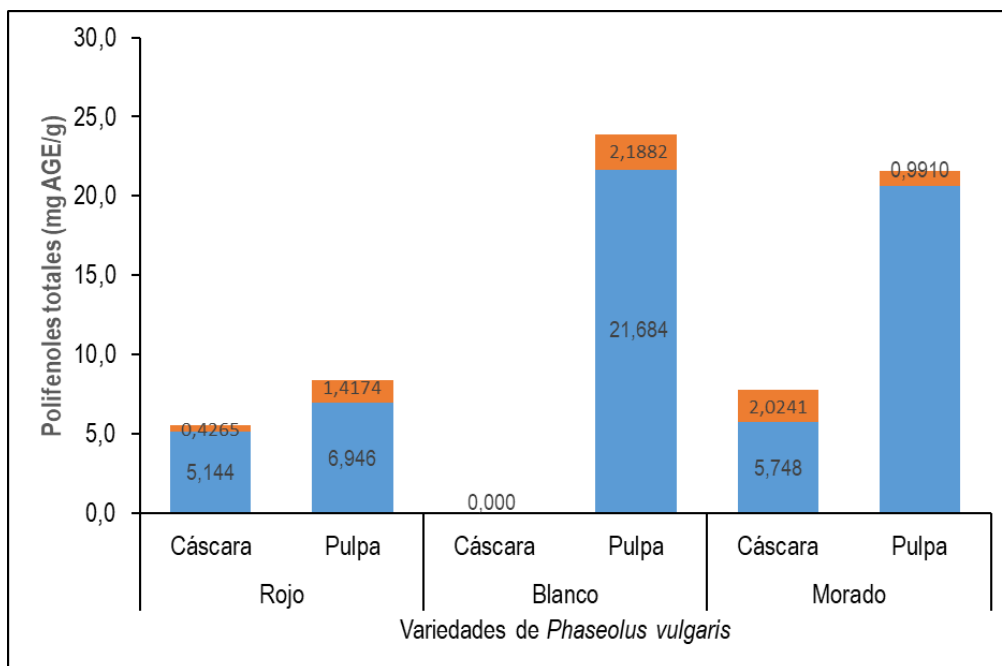


Figura 5. Contenido de antocianinas en frejoles crudos.

Para el caso de capacidad antioxidante usando el método del radical libre DPPH, (Anexo 5), se observa que la probabilidad o el valor de $P < 0,05$, indica que existe diferencias significativas en cáscara y pulpa de las tres variedades de frejoles, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa como se muestra en la Tabla 10 según la clasificación Tukey HSD. El contenido de capacidad antioxidante expresados en ($\mu\text{g TE/g}$): cáscara ($174,61 \pm 12,43$ a $928,20 \pm 39,37$) y pulpa ($76,26 \pm 51,35$ a $806,96 \pm 22,10$), siendo el que tiene mayor contenido de capacidad antioxidante en cáscara F_3 con $928,20 \pm 39,37$ y en pulpa F_2 con $806,96 \pm 22,10$ de muestra, como se muestra en la Figura 6.

Para el caso de capacidad antioxidante por el método del catión radical ABTS^+ , (Anexo 6), se observa que la probabilidad o el valor de $P < 0,05$ lo que indica que existe diferencias significativas en cáscara de las tres variedades de frejoles y el valor de $P > 0,05$ lo que indica que no existe diferencias significativas en pulpa de las tres variedades de frejoles por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa, como se muestra en la Tabla 10 según la clasificación Tukey HSD.

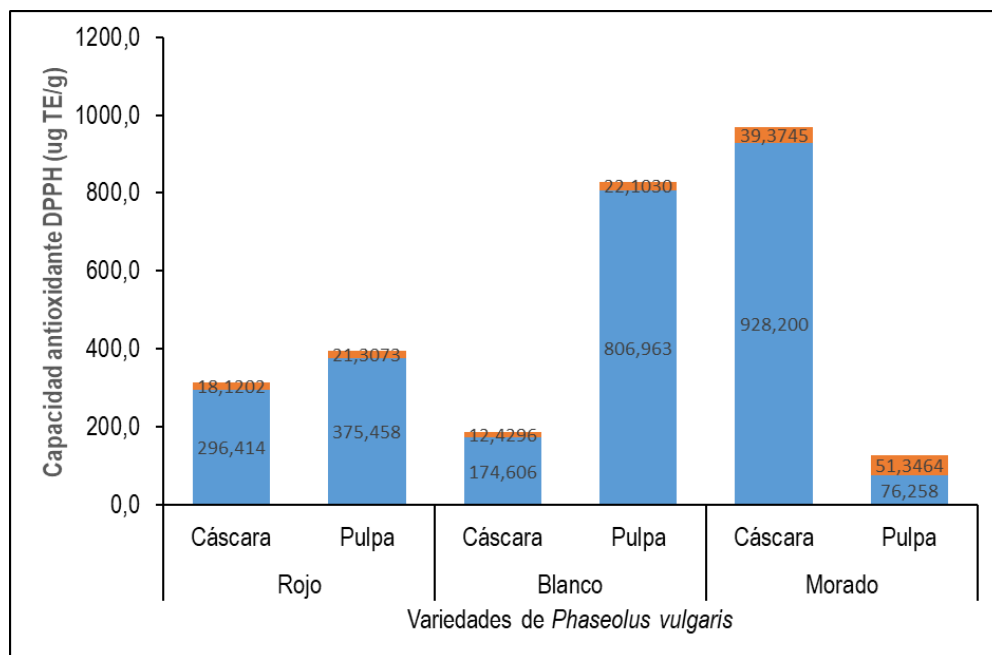


Figura 6. Contenido de capacidad antioxidante (DPPH) en frejoles crudos.

El contenido de capacidad antioxidante es expresado en ($\mu\text{g TE/g}$): cáscara ($227,17 \pm 34,10$ a $984,43 \pm 28,07$) y pulpa ($235,17 \pm 39,97$ a $260,54 \pm 36,29$), siendo el que tiene mayor contenido de capacidad antioxidante en cáscara F_3 con $984,43 \pm 28,07$ y en pulpa F_2 con $260,54 \pm 36,29$ de muestra, como se muestra en la Figura 7.

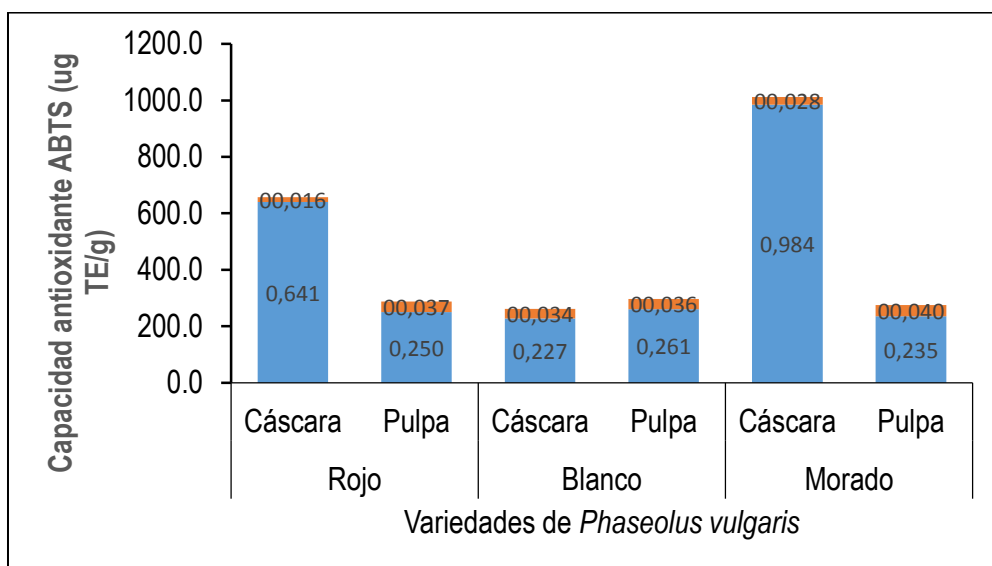


Figura 7. Contenido de capacidad antioxidante (ABTS) en frejoles crudos

4.4. ANÁLISIS DE ANTOCIANINAS, POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN FREJOLES COCIDOS (HERVIDO).

En la Tabla 10, se presenta en promedio del contenido de humedad en las tres variedades de frejoles sometidas a una cocción promedio de 95°C por un tiempo de 45 minutos (más detalles Anexo 1a). Los frejoles rojos F₁, presentan en promedio un incremento del 48,38 %; los frejoles blancos F₂, presenta en promedio un incremento del 48,94% y los frejoles morados F₃, presenta un incremento del 48,00% respecto a sus muestras correspondientes en crudo.

En la Tabla 11, se muestra el contenido de antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante en base seca, de las tres variedades de frejoles cocidos a una temperatura promedio de 95°C por un tiempo de 45 minutos y evaluados en la cáscara y pulpa de los frejoles, donde: frejol de color rojo "F₁", frejol de color blanco "F₂" y frejol de color morado "F₃".

Para el caso de polifenoles totales, (Anexo 7), se observa que la probabilidad o el valor de $P < 0,05$ indica que existe diferencias significativas, en cáscara y pulpa, entre las tres variedades de frejoles cocidos; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula; como se muestra en la Tabla 11, según la clasificación Tukey HSD. El mayor contenido de polifenoles se registró en el frejol rojo alcanzando en la cáscara $0,236 \pm 0,01$ mg AGE / g: cáscara y en la pulpa $0,125 \pm 0,01$ mg AGE / g, continua en segundo orden el frejol morado y ligeramente menor a éste el frejol blanco. La representación de las variaciones de polifenoles en las cáscaras y pulpas de los frejoles cocidos, en comparación con sus correspondientes frejoles crudos, se muestra en la Figura 8. En forma general, en la cáscara de los frejoles, el proceso de cocción redujo considerablemente el contenido de polifenoles, aproximadamente alrededor del 70%; mientras que, en las pulpas de los frejoles, se percibe que la cocción incrementa ligeramente el contenido de polifenoles.

Tabla 10. Contenido de humedad en frejoles cocidos.

Variedad	Humedad en frejoles cocidos (%)	Humedad en frejoles crudos (%)	Incremento (%)
F ₁	61,69 ± 1,43 ^a	13,31 ± 0,09 ^c	48,38
F ₂	62,68 ± 0,45 ^a	14,59 ± 0,05 ^b	48,94
F ₃	63,43 ± 0,51 ^a	15,43 ± 0,35 ^a	48,00

Tabla 11. Contenido de antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante (DPPH y ABTS) en pulpa y cáscara de las tres variedades de frejoles cocidos.

Variedad	Polifenoles totales (mg AGE/g)		Antocianinas (mg de cianidina-3-glucósido/100g)		Capacidad antioxidante DPPH (ug TE/g)		Capacidad antioxidante ABTS (ug TE/g)	
	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa
F ₁	0,236 ± 0,006 ^a	0,125 ± 0,014 ^a	8,198 ± 1,546 ^a	1,027 ± 0,470 ^{ab}	523,64 ± 65,79 ^a	436,37 ± 52,42 ^b	608,57 ± 35,39 ^a	624,02 ± 62,91 ^a
F ₂	0,071 ± 0,012 ^c	0,080 ± 0,013 ^b	0,785 ± 0,523 ^c	1,099 ± 0,052 ^a	351,57 ± 41,63 ^b	465,66 ± 58,69 ^{ab}	600,50 ± 38,13 ^a	580,97 ± 50,74 ^a
F ₃	0,099 ± 0,011 ^b	0,118 ± 0,016 ^a	5,553 ± 0,605 ^b	0,381 ± 0,030 ^b	465,66 ± 12,3 ^{ab}	541,03 ± 35,20 ^a	621,97 ± 43,19 ^a	544,22 ± 21,18 ^a

Cada valor representa la media de tres repeticiones ± la desviación estándar.

Medias con diferente letra son significativamente diferentes Prueba Tukey(p<0.05).

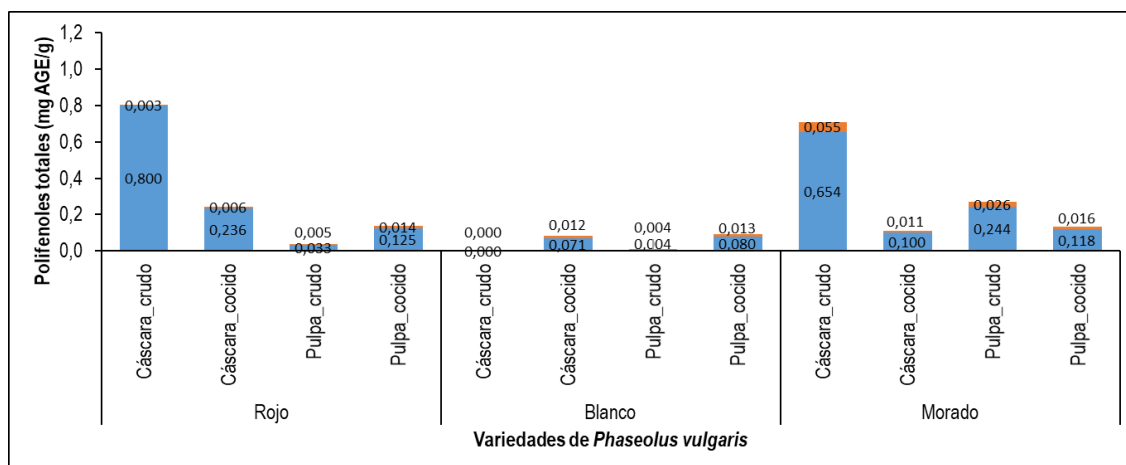


Figura 8. Variación en el contenido de polifenoles totales en frejoles sometidos a cocción.

Para el caso de antocianinas, (Anexo 8), con $P < 0,05$, se encontró diferencias significativas entre las tres variedades de frejoles. Se observa que los frejoles rojos cocidos, tanto en cáscara como en pulpa, destacan en cuanto a este componente; asimismo, el contenido en cáscaras es superior al contenido en las pulpas (8,198 y 1,027 mg de cianidina-3-glucósido/100g en la cáscara y pulpa del frejol rojo). Cercanamente al frejol rojo, se ubica los frejoles morados, no existiendo diferencias estadísticas en la pulpa con los frejoles rojos.

En la Figura 9, se grafica los contenidos de antocianina y su respectiva desviación estándar, comparándose valores de los frejoles cocidos con respecto a las muestras crudas de cada variedad de frejol. En forma general, cuando los frejoles se someten a cocción, sin importar la variedad, en las pulpas se evidenció una reducción importante, casi total, de antocianinas; mientras que en sus cáscaras se mantiene casi invariable los contenidos de antocianinas.

Para el caso de capacidad antioxidante usando el método del radical libre DPPH, (anexo 9), no se observó diferencias significativas ($P > 0,05$) entre las variedades de frejol.

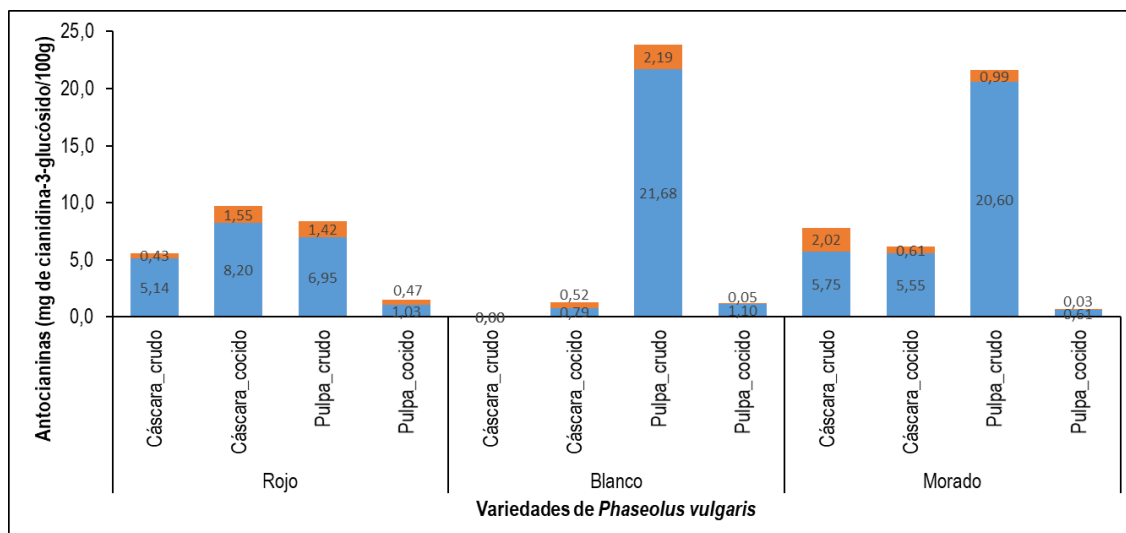


Figura 9. Variación en el contenido de antocianinas en frejoles sometidos a cocción.

En la cáscara de los frejoles color morado y rojo se determinó mayor capacidad antioxidante 523,64 y 465,66 ug TE/g, respectivamente, no diferenciándose éstas dos variedades estadísticamente, en la pulpa de frejoles morados se evidencia mayores contenidos de ug TE/g (541,03) y no se diferencia estadísticamente con la pulpa de los frejoles blancos.

En la Figura 10, se compara los valores DPPH de los frejoles crudos y cocidos, en las cáscaras de los frejoles rojos y blancos hubo un incremento de casi el 50 % luego de la cocción, pero en las cáscaras de los frejoles morados se registró un descenso en similar proporción.

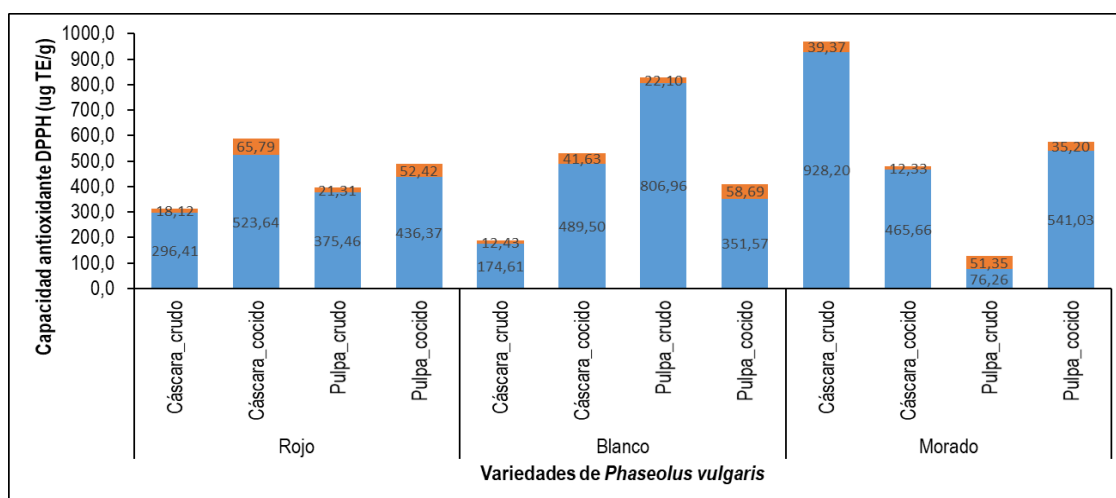


Figura 10. Variación en capacidad antioxidante (DPPH) en frejoles sometidos a cocción.

Con respecto a las pulpas de los frejoles, hubo un incremento de DPPH en los frejoles coloreados, rojo y morado; mientras que, en los frejoles blancos se produjo una reducción importante.

Para el caso de capacidad antioxidante por el método del catión radical ABTS⁺, (Anexo 10), no se observó diferencias significativas, $P > 0,05$, entre las tres variedades de frejol (Tabla 11), encontrándose contenidos de ABTS en el rango de 544,22 a 984,43 expresado en (ug TE/g).

En la Figura 11, a nivel de las pulpas de los frejoles, sin importar la variedad, se registró un incremento de la capacidad antioxidante ABTS en un rango entre 50 a 60 % cuando los frejoles se sometieron a cocción. A nivel de cáscaras, en los frejoles coloreados se registró una reducción de ug TE/g, y un incremento en los frejoles blancos.

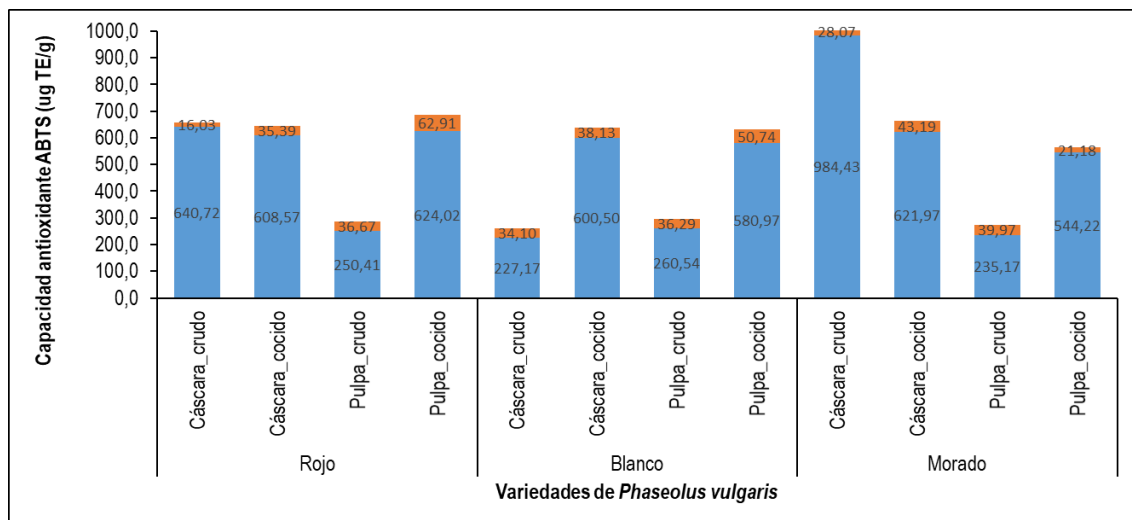


Figura 11. Variación en la capacidad antioxidante (ABTS) en frejoles sometidos a cocción.

4.5. ANÁLISIS DE ANTOCIANINAS, POLIFENOLES TOTALES, Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN LA DIGESTIÓN *INVITRO* DE FREJOLES.

En la Tabla 12, se muestra en base seca el contenido de polifenoles totales, antocianinas y capacidad antioxidante en la digestión *invitro* de cáscara y pulpa de las tres variedades de frejoles crudos y cocidos.

Para el caso de polifenoles totales, (Anexo 11 y 15), se observa que existe diferencias significativas en cáscara y pulpa entre las tres variedades de frejoles crudos y cocidos. Luego de la digestión *in vitro*, el contenido de polifenoles en las cáscaras de los frejoles rojos y morados, fueron estadísticamente mejores que en el frejol blanco; de igual forma, en la pulpa de los frejoles, sin importar la variedad, la concentración de este componente bioactivo fue mucho menor que en la cáscara, tanto en la cáscara como en la pulpa el contenido de polifenoles fue menores a 1,01 mg AGE / g

En la Figura 12, se compara en columnas los contenidos de polifenoles totales en la cáscara y pulpa de las tres variedades de frejoles, desde sus estados crudos, luego cocidos y finalmente después de la digestión *invitro*. Se observó en la cáscara de los frejoles coloridos rojo y morado, crudos y cocidos, que la digestión *invitro* incrementó el contenido de polifenoles totales, en la pulpa de ambos frejoles coloreados aparentemente la digestión no genera una variación significativa. En los frejoles blancos, no se evidencia claramente las variaciones puesto que los contenidos son inferiores a 0,18 mg AGE / g.

Con respecto al contenido de antocianinas (anexo 12 y 16), en la pulpa del frejol morado crudo con digestión *invitro* se registró el mayor contenido de antocianinas $4,93 \pm 1,05$ mg de cianidina-3-glucósido/100 g; mientras que en los de color blanco cocidos y con digestión *invitro* el mayor contenido alcanzó los $3,36 \pm 0,29$ diferenciándose estadísticamente de los de color rojo y morado. Similar tendencia descrita para las pulpas, se registró en las cáscaras de los frejoles crudo y cocidos luego de la digestión *invitro*.

Tabla 12. Contenido de antocianinas y polifenoles totales en la digestión *invitro* de frejoles crudos y cocidos.

Variedad	Polifenoles totales (mg AGE/g)		Polifenoles totales (mg AGE/g)		Antocianinas (mg de cianidina-3-glucósido/100g)		Antocianinas (mg de cianidina-3-glucósido/100g)	
	Crudo		Cocido		Crudo		Cocido	
	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa
F ₁	0,98 ± 0,02 ^a	0,12 ± 0,02 ^b	0,79 ± 0,04 ^a	0,13 ± 0,01 ^a	3,87 ± 0,43 ^a	2,14 ± 0,30 ^b	2,65 ± 0,94 ^a	1,73 ± 0,43 ^b
F ₂	0,18 ± 0,02 ^b	0,07 ± 0,01 ^c	0 ^c	0,01 ± 0,00 ^c	1,03 ± 0,50 ^b	2,36 ± 1,13 ^b	2,70 ± 0,15 ^a	3,36 ± 0,29 ^a
F ₃	1,01 ± 0,01 ^a	0,24 ± 0,03 ^a	0,62 ± 0,03 ^b	0,09 ± 0,01 ^b	0,15 ± 0,13 ^b	4,93 ± 1,05 ^a	0,69 ± 0,54 ^b	2,38 ± 0,26 ^b

Cada valor representa la media de tres repeticiones ± la desviación estándar.
Medias con diferente letra son significativamente diferentes (p<0.05).
Los parámetros para cada proceso de cocción fueron los siguientes.

Tabla 13. Contenido de capacidad antioxidante (DPPH y ABTS) en la digestión *invitro* de frejoles crudos y cocidos.

Variedad	Capacidad antioxidante DPPH (ug TE/g)		Capacidad antioxidante DPPH (ug TE/g)		Capacidad antioxidante ABTS (ug TE/g)		Capacidad antioxidante ABTS (ug TE/g)	
	Crudo		Cocido		Crudo		Cocido	
	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa
F ₁	1668,06 ± 23,22 ^a	152,28 ± 19,21 ^a	313,16 ± 74,79 ^b	413,27 ± 22,23 ^a	1801,14 ± 34,63 ^a	470,75 ± 61,91 ^b	1400,95 ± 117,35 ^a	616,29 ± 36,78 ^c
F ₂	129,77 ± 26,80 ^c	152,19 ± 23,21 ^a	951,95 ± 4,68 ^a	419,18 ± 41,63 ^a	678,68 ± 65,66 ^b	708,50 ± 19,09 ^a	559,81 ± 80,27 ^c	1196,11 ± 67,12 ^a
F ₃	1521,58 ± 52,33 ^b	159,66 ± 31,23 ^a	43,07 ± 54,97 ^c	0 ^b	1856,30 ± 52,34 ^a	636,69 ± 41,04 ^a	898,94 ± 41,52 ^b	1022,04 ± 36,47 ^b

Cada valor representa la media de tres repeticiones ± la desviación estándar.
Medias con diferente letra son significativamente diferentes (p<0.05).
Los parámetros para cada proceso de cocción fueron los siguientes.

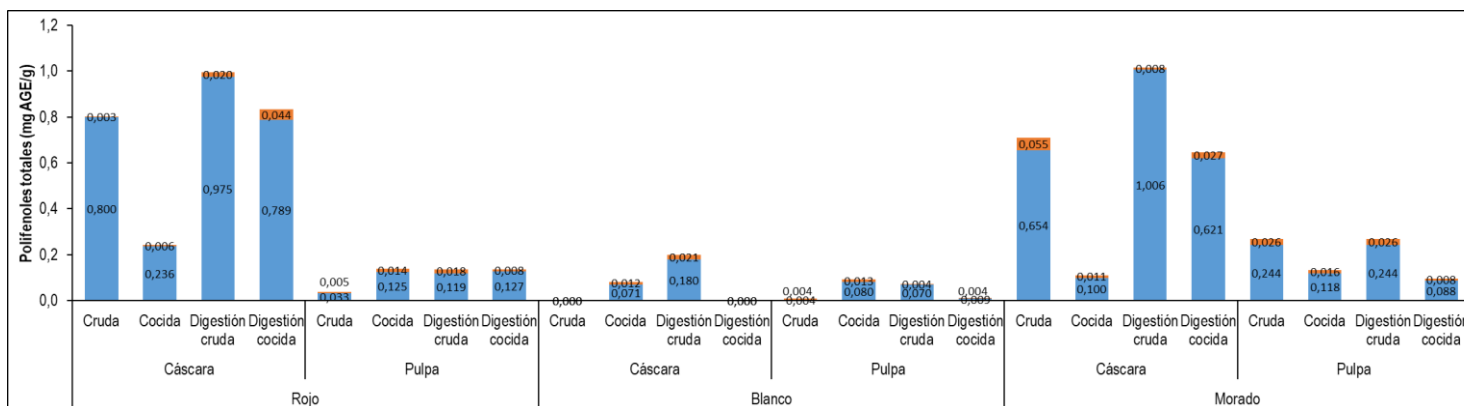


Figura 12. Contenido de polifenoles totales en cáscara y pulpa de tres variedades de frejoles crudos, cocidos y con digestión *invitro*.

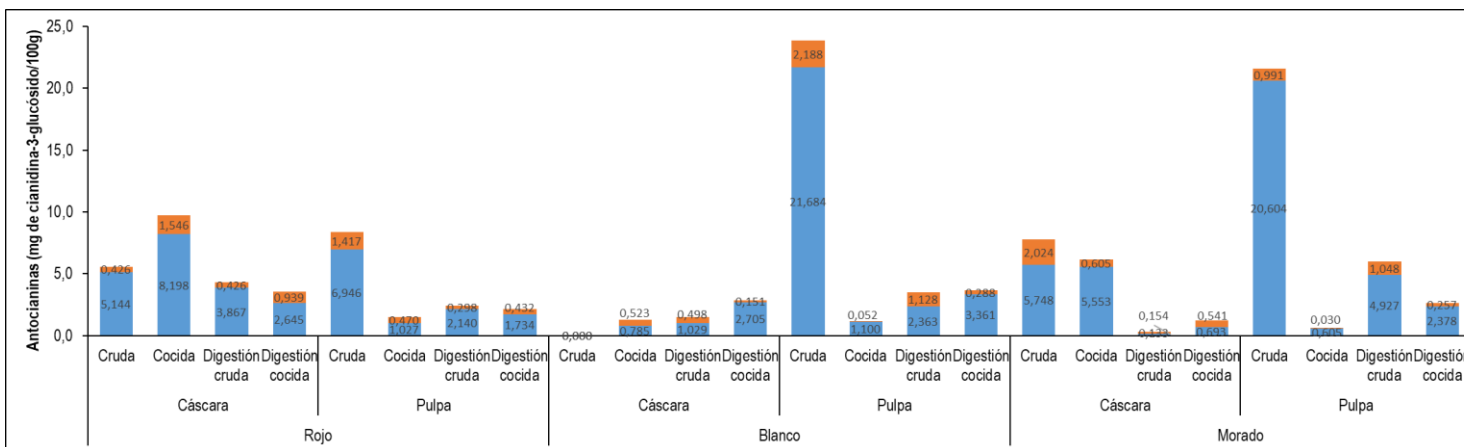


Figura 13. Contenido de antocianinas en cáscara y pulpa de tres variedades de frejoles crudos, cocidos y con digestión *invitro*.

En la Figura 13, se grafica los contenidos de antocianinas en cáscara y pulpa de las tres variedades de frejoles crudos, cocidos y con digestión invitro. Se evidencia en la cáscara y pulpa de las tres variedades de frejoles crudos, que el contenido de antocianinas disminuye con la digestión invitro. En las cáscaras cocidas de los frejoles rojos y morados se aprecia una disminución de antocianinas luego de la digestión in vitro, pero, en los frejoles blancos no se evidencia variación. En la pulpa de las tres variedades de frejol cocidos, claramente se evidencia un aumento del contenido de antocianinas después de la digestión invitro.

Para el caso de capacidad antioxidante utilizando el método del radical libre DPPH, como se muestra en la Tabla 12 y con más detalles en los anexos 13 y 17, se observa que existe diferencias significativas en cáscara y pulpa de las tres variedades de frejoles ya sean estas crudas o cocidas. Luego de la digestión de frejoles crudos, los mayores contenidos de antocianinas estaría registrado en las cáscaras coloreadas rojo y morado, alcanzando valores alrededor de 1521,58 y 1668,06 ug TE/g; en la pulpas crudas se alcanzó valores alrededor de 159,66. Ahora, la digestión realizada en cáscaras y pulpas cocidas, provocó que los valores de antocianina se reduzca (<313,16) en las cáscaras rojas y moradas con respecto a las crudas, y que se incremente en la cáscara del frejol blanco ($\approx 951,95$) y en la pulpa de los tres colores de frejoles ($\approx 419,18$ ug TE/g). En la Figura 14, se representa las variaciones de la capacidad antioxidante DPPH en cáscara y pulpa de tres variedades de frejoles crudos, cocidos y con digestión invitro. Se observa que la capacidad antioxidante DPPH, en la cáscara cruda de las tres variedades de frejoles, se incrementa considerablemente luego de la digestión, en las cáscaras cocidas de los frejoles rojos y morados disminuye ligeramente, pero en el frejol blanco se registró un incremento. En la pulpa cruda de los frejoles rojos y morados se verificó una reducción de la capacidad antioxidante, en tanto, que en la pulpa cruda morada la digestión produjo un incremento moderado. En la pulpa cocida de los frejoles rojo y blanco no se

evidencia variación, pero, en la pulpa cocida morada se registró una reducción notoria luego de la digestión.

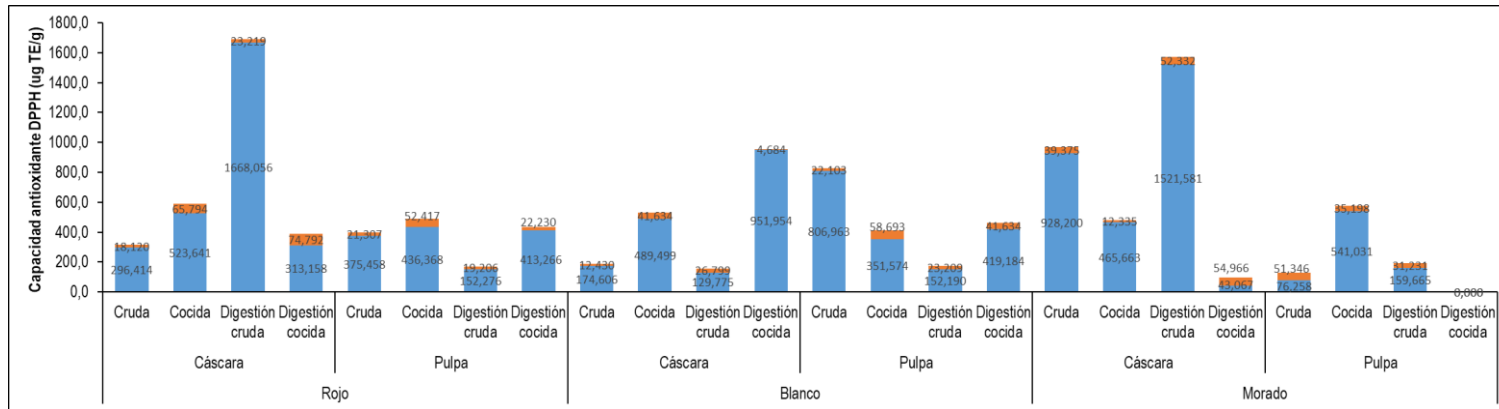


Figura 14. Capacidad antioxidante DPPH en cáscara y pulpa de tres variedades de frejoles crudos, cocidos y con digestión *invitro*.

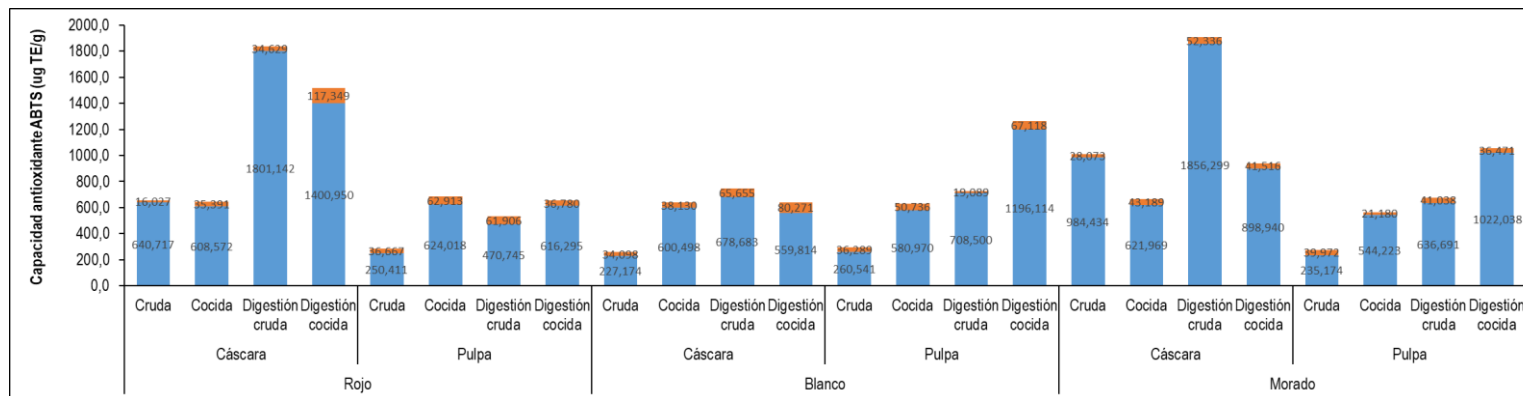


Figura 15. Capacidad antioxidante ABTS en cáscara y pulpa de tres variedades de frejoles crudos, cocidos y con digestión *invitro*.

Para el caso de capacidad antioxidante utilizando el método del catión libre ABTS⁺, (Anexo 14 y 18), se observa que existe diferencias significativas en cáscara y pulpa de las tres variedades de frejoles crudos y cocidos; como se muestra en la Tabla 12, según la clasificación Tukey HSD. El contenido de capacidad antioxidante ABTS expresado en (ug TE/g); resultó significativamente mayor en la cáscara de los frejoles coloreadas rojo y morado, sean estas crudas o cocidas, comparadas frente a los frejoles blancos. En las cáscaras coloreadas crudas se alcanzó valores de 1801, 14 y 1856,30 ug TE/g. Con respecto a la pulpa, ya sea en cruda (708,50) o cocida (1196,11) destacaron los frejoles blancos frente a los frejoles rojo y morado.

En la Figura 15, se representa la capacidad antioxidante ABTS en cáscara y pulpa de tres variedades de frejoles crudos, cocidos y con digestión invitro. Comparando los resultados se destaca que, el valor ABTS en la cáscara cruda, de las tres variedades de frejoles, se incrementa considerablemente luego de la digestión invitro, ocurre lo mismo en la cáscara cocida de los frejoles; pero la variación después de la digestión se observa en menor proporción en el frejol blanco. En la pulpa cruda de las tres variedades de frejoles, la digestión también genera un incremento considerable en el incremento del ABTS. En las pulpas cocidas de los tres colores de frejol, también se percibe, aunque mínimamente, un incremento de la capacidad antioxidante.

V. DISCUSIÓN

5.1. DE LA EVALUACIÓN BIOMÉTRICA EN FREJOLES

En las Tablas 6 y 7; los resultados promedio obtenidos entre las tres variedades durante el desarrollo de la investigación fueron en F₁ en peso $0,57 \pm 0,03$ g; altura $16,20 \pm 0,17$ mm y diámetro $7,70 \pm 0,26$; F₂ en peso $0,53 \pm 0,02$ g; altura $15,07 \pm 0,21$ mm y diámetro $7,63 \pm 0,25$ y F₃ en peso $0,64 \pm 0,05$ g; altura $14,17 \pm 0,21$ mm y diámetro $7,27 \pm 1,12$. En cuanto al color por el método CIELAB, en cáscara F₁ presento en "L" $39,13 \pm 6,80$, "a" $17,10 \pm 4,10$ y "b" $9,70 \pm 5,10$; en F₃ presento en "L" $36,60 \pm 1,08$, "a" $13,60 \pm 0,90$ y "b" $1,30 \pm 0,80$; esto significa que la variedad F₁ tiende a un color rojo en la cáscara y blanco en la pulpa; la variedad F₂ tiene un color blanco en la cáscara y pulpa mientras que en la variedad F₃ es morado con manchas negras en la cáscara y blanco en la pulpa. Lachman & Hamouz, (2004) mencionan que las dimensiones en frejoles de color dependen de manejo agronómico, condiciones de ambiente y la variedad.

5.2. DEL ANÁLISIS HUMEDAD, MATERIA SECA, PH, ° BRIX, CENIZAS Y ACIDEZ TITULABLE EN FREJOLES (*Phaseolus vulgaris*) CRUDOS.

En la Tabla 8; para los resultados obtenidos en las tres variedades de frejoles en estudio durante el desarrollo de la investigación fue en F₁ humedad $13,31 \pm 0,09$ %, materia seca $86,69 \pm 0,10$ %; ceniza $4,07 \pm 0,01$ %; pH $6,70 \pm 0,00$; acidez $0,13 \pm 0,01$; por otra parte en F₂ presentó en humedad $14,59 \pm 0,05$ %, materia seca $85,41 \pm 0,05$ %; ceniza $4,01 \pm 0,22$ %; pH $6,73 \pm 0,06$; acidez $0,14 \pm 0,02$ y F₃ presentó en humedad $15,43 \pm 0,35$ %, materia seca $84,57 \pm 0,35$ %; ceniza $4,07 \pm 0,16$ %; pH $6,73 \pm 0,06$ y acidez $0,09 \pm 0,01$. Según lo antes mencionado F₁ tiene mayor humedad, en cuanto a acidez F₁ y F₂ presentaron mayor contenido. Estos valores se encuentran en el rango según Ramírez-Cárdenasi, *et al.*, (2008) quienes mencionan que el contenido de cenizas en los frejolescrudos varió de 3.36 a 4.22 g.100 g - 1. En frejoles cocidos con agua de maceración, la concentración varió de 3.61 a 4.23 g.100 g -

1. En frejoles hervidos sin agua de maceración, el rango fue de 3.44 a 4.10 /100g.

5.3. DEL ANÁLISIS DE ANTOCIANINAS, POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN FREJOLES (*Phaseolus vulgaris*) CRUDOS.

En la Tabla 9; con respecto al contenido de polifenoles totales expresado en (mg AGE/g) los resultados promedio obtenidos entre las tres variedades de frejoles durante el desarrollo de la investigación fue en F₁ cáscara $0,80 \pm 0,003$ y pulpa $0,03 \pm 0,01$; F₂ no presento contenido de polifenoles y F₃ presento en cáscara $0,65 \pm 0,06$ y pulpa 0,00. Según lo antes mencionado F₁ presentó mayor contenido en cáscara y pulpa. Estos resultados se encuentran por debajo del rango mencionado por Olivera *et al.*, (2018) quienes mencionan que fenoles en base seca (mg/g) en la variedad pontal de frejoles en crudo es 3.44 ± 0.57 . Según Ranilla, *et al*, (2009) mencionan que el contenido de ácidos fenólicos totales (mg/100g peso seco) en frejol nobles FT crudo 37 ± 4 . Así mismo la cantidad de antocianinas en frejoles de color depende de manejo agronómico, condiciones de ambiente y la variedad de papa nativa (Lachman & Hamouz, 2004).

Respecto al contenido de antocianinas expresado en (mg de cianidina-3-glucósido/100g) los resultados promedio obtenidos en las tres variedades de frejoles durante el desarrollo de la investigación fue en F₁ cáscara $5,14 \pm 0,43$ y pulpa $6,95 \pm 1,42$; F₂ en cáscara 0,00 y pulpa $21,68 \pm 2,19$, por otra parte F₃ presento en cáscara $5,75 \pm 2,02$ y pulpa $20,60 \pm 0,99$. Siendo la variedad que contiene mayor contenido de antocianinas F₂ y F₃. Los resultados antes mencionados están por debajo de lo mencionado por Ranilla, *et al*, (2009) quienes mencionan que el contenido de antocianinas (mg/100g peso seco) en frejol nobles FT crudo fue 37 ± 2 .

Respecto al contenido de capacidad antioxidante por la técnica del radical libre DPPH expresado en (ug TE/g), los resultados promedio

obtenidos entre las tres variedades de frejoles en estudio durante el desarrollo de la investigación fue en F₁ cáscara 296,41 ± 18,12 y pulpa 375,46 ± 21,31; F₂ en cáscara 174,61 ± 12,43 y pulpa 806,96 ± 22,10; por otra parte F₃ presento en cáscara 928,20 ± 39,37 y pulpa 76,26 ± 51,35. Siendo la variedad con mayor capacidad antioxidante en cáscara F₃ y en pulpa F₂. Los resultados se encuentran por encima de lo mencionado por Olivera *et al.*, (2018) quienes indican que la capacidad antioxidante en base seca (uM TEAC/g) DPPH en la variedad Pontal en crudo 33.62 ± 0.64. Huber *et al.*, (2014) mencionan que la capacidad antioxidante DPPH en base seca (mg de extracto de TEAC/g) en crudo fue 2.96. Ranilla, *et al.*, (2009) indican que el contenido de capacidad antioxidante DPPH (ug mol TE/g peso seco) en frejol nobles FT crudo fue 5.8 ± 0.4.

Respecto al contenido de capacidad antioxidante por la técnica del catión libre ABTS⁺ expresado en (ug TE/g), los resultados promedio obtenidos en las tres variedades de frejoles en estudio durante el desarrollo de la investigación fue en F₁ cáscara 640,72 ± 16,03 y pulpa 250,41 ± 36,67; F₂ en cáscara 227,17 ± 34,10 y pulpa 260,54 ± 36,29; por otra parte F₃ presentó en cáscara 984,43 ± 28,07 y pulpa 235,17 ± 39,97. Siendo la variedad con mayor contenido de capacidad antioxidante en cáscara F₃ y en pulpa F₂. Los resultado antes mencionados están por encima según lo mencionado por Olivera *et al.*, (2018) quienes indican que la capacidad antioxidante (mM TEAC/g) ABTS en la variedad Pontal en crudo fue 11.40 ± 0.27. Huber *et al.*, (2014) mencionan que capacidad antioxidante ABTS en base seca (mg de extracto de TEAC/g) en crudo 14.92.

5.4. DEL ANÁLISIS DE ANTOCIANINAS, POLIFENOLES TOTALES, Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN FREJOLES (*Phaseolus vulgaris*) COCIDOS.

Con respecto al contenido de antocianinas los resultados fueron menores a lo reportado por Ranilla, *et al*, (2009) quienes mencionan que el contenido de antocianinas (mg/100g peso seco) en frejol nobles FT cocinado sin remojo 121 °C por 10 minutos, con drenado 3.9 ± 0.3 , sin drenar 10.1 ± 0.1 ; cocinado con remojo a 100 °C por 50 minutos, con drenado 3.0 ± 0.4 , sin drenado 9.1 ± 0.9 , cocinado con remojo 121 °C por 0 minutos, con drenado 2.0 ± 0.1 , sin drenar 5.9 ± 0.2 . A pesar de los beneficios promovidos por los compuestos fenólicos como reducción de la oxidación de lípidos, prevención de la aterosclerosis, hipertensión arterial y cáncer; es importante evaluar su estabilidad después del procesamiento, porque factores como la temperatura y el tiempo pueden afectar su concentración Huang *et al.*, (2013); Mileo & Miccadei, (2016); Zargham & Zargham, (2008). Por otra parte Granito, *et al.*, (2007) mencionan que el procesamiento como la cocción puede promover la degradación entre los anillos aromáticos de los compuestos fenólicos, lo que lleva a reacciones de polimerización o roturas estructurales, que se reflejan en el menor contenido fenólico de los frejoles cocidos. Así mismo la cantidad de antocianinas en frejoles depende de manejo agronómico, condiciones de ambiente y la variedad del frejol (Lachman & Hamouz, 2004).

Por otra parte los tratamientos en estudio fueron estadísticamente iguales respecto al contenido de polifenoles totales en cascará y pulpa como se muestra en la Tabla 11. Estos resultados se encuentran por debajo de lo reportado por Olivera *et al.*, (2018) mencionan que los resultados de fenoles en base seca (mg/g) en la variedad pontal cocinado fue 2.23 ± 0.17 y en la variedad comercial en cocinado 1.31 ± 0.16 . Huber *et al.*, (2014) indican que el contenido de ácidos fenólicos (mg/g) cocinado con maceración fue 4738.81 y sin maceración 5968.11. Ranilla, *et al*, (2009) señalan que el contenido de ácidos fenólicos totales (mg/100g peso seco) en frejol nobles FT cocinado sin remojo a 100 °C

por 93 minutos con drenado 5 ± 1 , sin drenado 19.1 ± 0.2 , cocinado sin remojo $121 \text{ }^\circ\text{C}$ por 10 minutos, con drenado 5.2 ± 0.3 , sin drenar 17.7 ± 0.5 ; cocinado con remojo a $100 \text{ }^\circ\text{C}$ por 50 minutos, con drenado 1.8 ± 0.2 , sin drenado 13 ± 1 , cocinado con remojo $121 \text{ }^\circ\text{C}$ por 0 minutos, con drenado 1.83 ± 0.02 , sin drenar 14 ± 1 . Granito, *et al.*, (2007) indican que el procesamiento como la cocción puede promover la degradación entre los anillos aromáticos de los compuestos fenólicos, lo que lleva a reacciones de polimerización o roturas estructurales, que se reflejan en el menor contenido fenólico de los frejoles cocidos.

En la Tabla 11; para el caso del contenido de capacidad antioxidante por el radical libre DPPH, los resultados promedio obtenidos entre las tres variedades de frejoles durante el desarrollo de la investigación, fue en cáscara F_1 con $517,76 \pm 74,83$ con incremento de 221,35 respecto a la muestra en crudo y en pulpa F_1 con $471,88 \pm 43,48$, con incremento de 63,425 respecto a la muestra en crudo; en cuanto a los tratamientos los mejores en cáscara fueron T_2 y T_6 y pulpa todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales. Los resultados se encuentran en el rango de lo reportado por Olivera *et al.*, (2018) quienes mencionan que la capacidad antioxidante ($\mu\text{M TEAC/g}$) DPPH en la variedad Pontal en cocinado fue $26,83 \pm 0.14$ y la variedad comercial 29.25 ± 0.18 . Huber *et al.*, (2014) indican que los resultados respecto a la capacidad antioxidante DPPH ($\text{mg de extracto de TEAC/g}$) en cocinado con maceración fue 8.46 y sin maceración 6.44. Ranilla, *et al.*, (2009) señalan que el contenido de capacidad antioxidante DPPH ($\mu\text{g mol TE/g peso seco}$) en frejol nobles FT cocinado sin remojo a $100 \text{ }^\circ\text{C}$ por 93 minutos, con drenado 3.6 ± 0.6 , sin drenado 7.2 ± 0.3 ; cocinado sin remojo $121 \text{ }^\circ\text{C}$ por 10 minutos, con drenado 3.7 ± 0.2 , sin drenar 7.3 ± 0.4 ; cocinado con remojo a $100 \text{ }^\circ\text{C}$ por 50 minutos, con drenado 1.9 ± 0.1 , sin drenado 4.2 ± 0.4 , cocinado con remojo $121 \text{ }^\circ\text{C}$ por 0 minutos, con drenado 2.3 ± 0.4 , sin drenar 2.3 ± 0.1 . Cerón-Lasso *et al.*, (2018) indican que la cocción posiblemente en los tubérculos presenta un aumento en sus compuestos recuperables debido a que puede facilitar la capacidad de extracción de estos al

alterar la matriz celular, resultando en mayores recuperaciones e inactivación de enzimas.

En la Tabla 11; para el caso del contenido de capacidad antioxidante utilizando el método del catión libre ABTS⁺ ($\mu\text{g TE/g}$), los resultados promedio obtenido entre las tres variedades de frejoles con mayor contenido de capacidad antioxidante (ABTS) en cáscara. Estos valores se encuentran por debajo de lo mencionado por Olivera *et al.*, (2018) quienes indican que la capacidad antioxidante en base seca (mM TEAC/g) ABTS en la variedad Pontal en cocinado $2,21 \pm 0,40$, en la variedad comercial en crudo $18,04 \pm 0,92$ y cocinado $2,69 \pm 0,35$. El método ABTS mostró correlaciones más fuertes con compuestos fenólicos y taninos que el método DPPH así mismo indica que la reducción en la actividad antioxidante se asoció con la reducción en taninos y compuestos fenólicos totales en frejoles. El frejol crudo biofortificado (Pontal) fue el cultivar que exhibió niveles más altos de compuestos fenólicos y taninos en su composición. Huber *et al.*, (2014) indica que el Los resultados respecto a la capacidad antioxidante ABTS ($\text{mg de extracto de TEAC/g}$) en cocinado con maceración fue 15.04 y sin maceración 13.70. Los antioxidantes, que pueden neutralizar los radicales libres, pueden ser de importancia central en la prevención de cáncer y enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares (Ames *et al.*, 1993; Liu, 2004). Cerón-Lasso *et al.*, (2018) indican que la cocción posiblemente en los tubérculos presenta un aumento en sus compuestos recuperables debido a que puede facilitar la capacidad de extracción de estos al alterar la matriz celular, resultando en mayores recuperaciones e inactivación de enzimas.

5.5. DEL ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS, POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN LA DIGESTIÓN *INVITRO* DE FREJOLES (*Phaseolus vulgaris*).

En cuanto a las tres variedades de frejoles en la digestión *invitro* presentaron diferencias significativas en cáscara y pulpa cruda y cocida en el contenido de antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante por el radical libre DPPH y catión libre ABTS⁺ como se muestra en la Tabla 12 y 13. Para el caso del contenido de antocianinas (mg cianidina 3-glucosido/100mg), los resultados promedio obtenidos entre las tres variedades de frejoles durante el desarrollo de la investigación, la variedad que tiene mayor contenido de antocianina en cáscara fue F₁. Soriano, *et al.*, (2015) menciona en su investigación que los frejoles en crudo no se detectaron compuestos antocianos. La disminución de fenoles totales en la digestión *invitro* puede ser consecuencia de la inestabilidad de estos compuestos cuando se exponen a altos pH según Friedman & Jürgens, (2000). Las antocianinas mostraron mayores pérdidas durante la digestión simulada, porque son ampliamente sensibles a condiciones alcalinas en la digestión intestinal, así como el impacto causado por la digestión enzimas y sales biliares Bermúdez-Soto, *et al.*, (2007); McDougall, *et al.*, (2005). En nuestro medio intestinal simulado (pH 7,5 - 8,0), las antocianinas estarían predominantemente presente en la forma molecular incolora de calcona. Esta no permitiría su cuantificación por el método que empleamos según McDougall *et al.*, (2005).

Para el caso del contenido de polifenoles totales (mg AGE / g), los resultados promedio obtenidos entre las tres variedades de frejoles la variedad que tiene mayor contenido de polifenoles en cáscara es F₃ con 1,01± 0,01 (crudo) con incremento de 0,352 respecto a la muestra en crudo y en pulpa F₃ con 0,24 ± 0,03 (crudo), con incremento de 0,244 respecto a la muestra en crudo. Soriano, *et al.*, (2015) menciona en su investigación que CESR mostró 1,23 ± 0,04 mg GAE / g de frejoles y 0,85 ± 0,06 mg GAE / g encontrado en CEB; BB degradación por la

digestión *invitro*, con una reducción del 75% en comparación con el 52% en SRB. Soriano *et al.*, (2015) menciona que la discrepancia en los resultados puede atribuirse, al menos en parte, al solvente utilizado para la extracción. Trabajando con vino tinto, informaron una reducción en la concentración de polifenoles y un aumento de actividad antioxidante por el método ORAC después de Digestión gastrointestinal *invitro*. Estos resultados se asociaron al aumento de las concentraciones de compuestos fenólicos simples como los ácidos fenólicos Noguera *et al.*, (2008).

Con respecto al contenido de capacidad antioxidante utilizando el método del radical libre DPPH ($\mu\text{g TE/g}$), los resultados promedio obtenidos entre las tres variedades de frejoles durante el desarrollo de la investigación, la variedad que tiene mayor contenido de capacidad antioxidante (DPPH) en cáscara es F₁ con $1668,06 \pm 23,22$ (crudo) con incremento de 1371,64 respecto a la muestra en crudo y en pulpa F₂ con $419,18 \pm 41,63$ (cocido) con pérdida de 387,78 respecto a la muestra en crudo. Tagliazucchi, *et al.*, (2010) en un estudio de actividad antioxidante respecto a polifenoles en uva, se encontraron que los polifenoles no antocianos mostraron una mayor estabilidad en el pH intestinal. Los autores también sugirieron que la actividad antirradical puede ser depende del pH.

Para el caso del contenido de capacidad antioxidante utilizando el método del catión libre ABTS⁺ ($\mu\text{g TE/g}$), los resultados promedio obtenidos entre las cuatro variedades durante el desarrollo de la investigación, la variedad que tiene mayor contenido de capacidad antioxidante (ABTS) en cáscara es F₃ con $1856,30 \pm 52,34$ (crudo) con incremento de 871,87 respecto a la muestra en crudo y en pulpa F₂ con $1196,11 \pm 67,12$ con incremento de 935,57 respecto a la muestra en crudo. Soriano, *et al.*, (2015) mencionan en su investigación que la actividad antioxidante en CEB - extracto crudo de frejoles negros $17,4 \pm 0,1$; DEB - extracto digerido de frejoles negros $14,2 \pm 1,4$; CER -

extracto crudo de frejoles rojos pequeños $21,9 \pm 0,5$; DER - extracto digerido de frejoles rojos pequeños $23,5 \pm 1,1$. Por otra parte la divergencia de los resultados respecto a la capacidad antioxidante posiblemente podría ser explicada por las diferencias en las variedades de frejoles empleadas en los estudios. En frejoles crudos de color rojo tienen mayor capacidad antioxidante que frejoles de color negro, esto podría atribuirse a una mayor concentración de compuestos fenólicos no antocianicos (Soriano et al., 2015). Cerón-Lasso *et al.*, (2018) indican que la cocción posiblemente en los tubérculos presenta un aumento en sus compuestos recuperables debido a que puede facilitar la capacidad de extracción de estos al alterar la matriz celular, resultando en mayores recuperaciones e inactivación de enzimas.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y a los resultados de la investigación llego a las siguientes conclusiones:

- El contenido de antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante utilizando el método del radical libre DPPH y catión libre ABTS⁺, en cáscara y pulpa de tres variedades frejoles (*Phaseolus vulgaris*) cultivado en el distrito de Chaglla, provincia de Pachitea, departamento Huánuco, están influenciado por el proceso de cocción (hervido), en ese sentido los valores en cocido fueron comparados con los valores de la muestra en crudo; como son en polifenoles totales (mg AGE/g) en cáscara se degradan en promedio 0,35 pero incrementan en pulpa 0,17 mg AGE/g; en cuanto a antocianinas (mg cianidina-3-glucosido/100g) se degradan en promedio en cáscara 0,87 y pulpa 15,36; en capacidad antioxidante DPPH ($\mu\text{g TE / g}$) incrementa 33,10 en cáscara y pulpa 45,24 y la capacidad antioxidante ABTS ($\mu\text{g TE / g}$) se degrada 4,87 en cáscara e incrementa en pulpa 387,71.
- En la digestión *invitro*, el contenido de antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante utilizando el método del radical libre DPPH y catión libre ABTS⁺, están influenciado por el proceso de cocción (hervido), en ese sentido los valores a partir de la digestión fueron comparados con los valores de la muestra en crudo; como son en polifenoles totales (mg AGE/g) en cáscara se degradan en promedio 0,02 pero incrementan en pulpa 0,06 mg AGE/g; en cuanto a antocianinas (mg cianidina-3-glucosido/100g) se degradan en promedio en cáscara 1,62 y pulpa 13,92; en capacidad antioxidante DPPH ($\mu\text{g TE / g}$) se degradan 30,35 en cáscara y pulpa 142,08 y la capacidad antioxidante ABTS ($\mu\text{g TE / g}$) incrementan 335,79 en cáscara y 696,11 en pulpa.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados, discusiones y conclusiones de la investigación, planteamos las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda realizar la identificación de compuestos fenólicos y antocianinas por HPLC en frejoles crudos, cocidas y digestión *invitro*, con la finalidad de determinar su incremento o degradación.
- Se recomienda realizar la identificación de minerales por espectrofotometría de absorciones moleculares en frejoles crudos, cocidas y digestión *invitro*, con la finalidad de determinar su incremento o degradación.
- Se recomienda realizar la identificación de taninos en frejoles crudos, cocidas y digestión *invitro* ya que se consideran principalmente como un factor anti nutricional; dependiendo de su contenido los taninos pueden afectar el valor nutricional de esta leguminosa.

VIII. LITERATURA CITADA

- ❖ Aaby, K., Hvattum, E., & Skrede, G. (2004). Analysis of flavonoids and other phenolic compounds using high-performance liquid chromatography with coulometric array detection: Relationship to antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(15), 4595-4603. <https://doi.org/10.1021/jf0352879>
- ❖ Amarowicz, R., & Pegg, R. B. (2008). Legumes as a source of natural antioxidants. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110(10), 865-878. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200800114>
- ❖ Arts, M. J. T. J., Sebastiaan, J., Voss, H. P., Haenen, G. R. M. M., & Bast, A. (2004). A new approach to assess the total antioxidant capacity using the TEAC assay. *Food Chemistry*, 88(4), 567-570. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.008>
- ❖ Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- ❖ Broughton, W. J., Hernández, G., Blair, M., Beebe, S., Gepts, P., & Vanderleyden, J. (2003). Beans (*Phaseolus* spp.) – model food legumes. *Plant and Soil*, 252(1), 55-128. <https://doi.org/10.1023/A:1024146710611>
- ❖ Campello, A., Kupski, L., & Badiale, E. (2017). Phenolic compound in beans as protection against mycotoxins. *Food Chemistry*, 214, 293-299. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.079>
- ❖ Cardador-Martínez, A., Loarca-Piña, G., & Oomah, B. D. (2002). Antioxidant Activity in Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(24), 6975-6980. <https://doi.org/10.1021/jf020296n>
- ❖ CIAT. (1987). Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. 56 p. Schoonhoven, A y M. Pastor-Corrales (eds.). Centro Internacional de Agricultura Tropical {CIAT}, Cali, Colombia. http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/635/TFCA_37.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- ❖ Cook, N. C., & Samman, S. (1996). Flavonoids—Chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 7(2), 66-76. [https://doi.org/10.1016/S0955-2863\(95\)00168-9](https://doi.org/10.1016/S0955-2863(95)00168-9)
- ❖ Deshpande, S. S., & Cheryan, M. (1987). Determination of Phenolic Compounds of Dry Beans Using Vanillin, Redox and Precipitation Assays. *Journal of Food Science*, 52(2), 332-334. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1987.tb06606.x>
- ❖ Dinelli, G., Bonetti, A., Minelli, M., Marotti, L., Catizone, P., & Mazzanti, A. (2006). Content of flavonols in Italian bean (*Phaseolus vulgaris* L.) ecotypes. *Food Chemistry*, 99(1), 105-114. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.028>
- ❖ DRA. (2018). Campaña Agrícola 2017—2018, Región, Provincia y Distrito. Recuperado 16 de septiembre de 2019, de Dirección Regional de Agricultura Huánuco website: <http://www.huanucoagrario.gob.pe/index.php/2015-05-27-21-24-35/campanas-agricolas/campana-agricola-2017-2018>
- ❖ Faller, A. L. K., Fialho, E., & Liu, R. H. (2012). Cellular antioxidant activity of feijoada whole meal coupled with an in vitro digestion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(19), 4826-4832. <https://doi.org/10.1021/jf300602w>
- ❖ Fernandes, A. C., Nishida, W., & Proença, R. (2010). Influence of soaking on the nutritional quality of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) cooked with or without the soaking water: A review. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(11), 2209-2218. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02395.x>
- ❖ Floegel, A., Kim, D. O., S. J., S.-J., Koo, S. I., & Chun, O. K. (2011). Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(7), 1043-1048. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2011.01.008>
- ❖ Garzon, G. A. (2008). LAS ANTOCIANINAS COMO COLORANTES NATURALES Y COMPUESTOS BIOACTIVOS: REVISIÓN. *Acta Biológica Colombiana*, 13(3), 27-36.

- ❖ Ghiselli, A., N., M., Baldi, A., & Scaccini, C. (1998). Antioxidant Activity of Different Phenolic Fractions Separated from an Italian Red Wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(2), 361-367. <https://doi.org/10.1021/jf970486b>
- ❖ Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2001). Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, 00(1), F1.2.1-F1.2.13. <https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0102s00>
- ❖ Granito, M., Brito, Y., & Torres, A. (2007). Chemical composition, antioxidant capacity and functionality of raw and processed *Phaseolus lunatus*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(15), 2801-2809. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2926>
- ❖ Helbig, E., Oliveira, A. C. de, Queiroz, K. S., & Reis, S. M. P. M. (2003). Effect of Soaking Prior to Cooking on the Levels of Phytate and Tannin of the Common Bean (*Phaseolus vulgaris*, L.) and the Protein Value. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 49(2), 81-86. <https://doi.org/10.3177/jnsv.49.81>
- ❖ Huang, W. Y., Davidge, S. T., & Wu, J. (2013). Bioactive Natural Constituents from Food Sources—Potential Use in Hypertension Prevention and Treatment. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(6), 615-630. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.550071>
- ❖ Huber, K., Brigide, P., Bretas, E. B., & Canniatti-Brazaca, S. G. (2014). Effect of Thermal Processing and Maceration on the Antioxidant Activity of White Beans. *PLOS ONE*, 9(7), e99325. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099325>
- ❖ Itoh, A., Isoda, K., Kondoh, M., Kawase, M., Watari, A., Kobayashi, M.,... Yagi, K. (2010). Hepatoprotective effect of syringic acid and vanillic acid on CCl₄-induced liver injury. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, 33(6), 983-987. <https://doi.org/10.1248/bpb.33.983>
- ❖ Jordheim, M., Fossen, T., & Andersen, M. (2006). Preparative Isolation and NMR Characterization of Carboxypyrananthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(10), 3572-3577. <https://doi.org/10.1021/jf053240c>

- ❖ Justino, J., Rauter, A., Dias, C., Martins, A., Branco, I., Goulart, M.,... Waltho, J. (2012). Non-toxic *Salvia sclareoides* Brot. extracts as a source of functional food ingredients: Phenolic profile, antioxidant activity and prion binding properties. *Food Chemistry*, 132, 1930p.-1935p.
- ❖ Khadem, S., & Marles, R. J. (2010). Monocyclic phenolic acids; hydroxy- and polyhydroxybenzoic acids: Occurrence and recent bioactivity studies. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 15(11), 7985-8005. <https://doi.org/10.3390/molecules15117985>
- ❖ Khoddami, A., Wilkes, M. A., & Roberts, T. H. (2013). Techniques for Analysis of Plant Phenolic Compounds. *Molecules*, 18(2), 2328-2375. <https://doi.org/10.3390/molecules18022328>
- ❖ Kovarovič, J., Bystrická, J., Tomáš, J., & Lenková, M. (2017). The influence of variety on the content of bioactive compounds in beetroot (*Beta vulgaris* L.). *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 11(1), 106-112. <https://doi.org/10.5219/702>
- ❖ Kwon, S. H., Lee, H. K., Kim, J. A., Hong, S. I., Kim, H.-C., Jo, T. H.,... Jang, C. G. (2010). Neuroprotective effects of chlorogenic acid on scopolamine-induced amnesia via anti-acetylcholinesterase and anti-oxidative activities in mice. *European Journal of Pharmacology*, 649(1-3), 210-217. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2010.09.001>
- ❖ Leite, A. V., Malta, L. G., Riccio, M. F., Eberlin, M. N., Pastore, G. M., & Maróstica Júnior, M. R. (2011). Antioxidant potential of rat plasma by administration of freeze-dried jaboricaba peel (*Myrciaria jaboricaba* Vell Berg). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(6), 2277-2283. <https://doi.org/10.1021/jf103181x>
- ❖ Llorente, J., & Luna, I. (2008). *TAXONOMIA BIOLOGICA*. Recuperado de <https://www.casadellibro.com/libro-taxonomia-biologica/9789681643850/1225637>
- ❖ Luthria, D. L., & Pastor-Corrales, M. A. (2006). Phenolic acids content of fifteen dry edible bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(2), 205-211. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2005.09.003>

- ❖ Madhujith, T., & Shahidi, F. (2005). Antioxidant Potential of Pea Beans (Phaseolus vulgaris L.). *Journal of Food Science*, 70(1), S85-S90. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb09071.x>
- ❖ Marquez, G. C. (2011). Capacidad antioxidante y caracterización estructural de las antocianinas de los frutos rojos de Prunus domestica L., Ficus carica L. y Vitis vinifera L. c.v. «red globe» cultivados en Perú. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. Recuperado de <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/2594>
- ❖ McClean, P. E., Burrige, J., Beebe, S. E., Rao, I. M., & Porch, T. G. (2011). Crop improvement in the era of climate change: An integrated multi-disciplinary approach for common bean (Phaseolus vulgaris). *Functional Plant Biology*. <https://dx.doi.org/10.1071/FP11102>
- ❖ Messina, M. J. (1999). Legumes and soybeans: Overview of their nutritional profiles and health effects. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 70(3), 439s-450s. <https://doi.org/10.1093/ajcn/70.3.439s>
- ❖ Mileo, A. M., & Miccadei, S. (2016). Polyphenols as Modulator of Oxidative Stress in Cancer Disease: New Therapeutic Strategies [Research article]. <https://doi.org/10.1155/2016/6475624>
- ❖ MINAGRI. (2018). Actividades Estadísticas | Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias. Recuperado 12 de septiembre de 2019, de <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuario-de-produccion-agricola>
- ❖ Moncada, L. M., & Gualdrón, L. (2006). *Retención de nutrientes en la cocción, freído y horneado de tres alimentos energéticos*. 10.
- ❖ NIDDK. (2008). El aparato digestivo y su funcionamiento | NIDDK. Recuperado 16 de septiembre de 2019, de National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases website: <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/enfermedades-digestivas/aparato-digestivo-funcionamiento>
- ❖ Olivera, S., Brigide, P., Viva de Toledo, N. M., & Canniatti-Brazaca, S. G. (2018). Phenolic compounds and antioxidant activity of two bean cultivars (Phaseolus vulgaris L.) submitted to cooking. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.7216>

- ❖ Orhan, I., Kartal, M., Tosun, F., & Sener, B. (2007). Screening of various phenolic acids and flavonoid derivatives for their anticholinesterase potential. *Zeitschrift Fur Naturforschung. C, Journal of Biosciences*, 62(11-12), 829-832. <https://doi.org/10.1515/znc-2007-11-1210>
- ❖ Perron, N. R., & Brumaghim, J. L. (2009). A Review of the Antioxidant Mechanisms of Polyphenol Compounds Related to Iron Binding. *Cell Biochemistry and Biophysics*, 53(2), 75-100. <https://doi.org/10.1007/s12013-009-9043-x>
- ❖ Petry, N., Egli, I., Zeder, C., Walczyk, T., & Hurrell, R. (2010). Polyphenols and Phytic Acid Contribute to the Low Iron Bioavailability from Common Beans in Young Women. *The Journal of Nutrition*, 140(11), 1977-1982. <https://doi.org/10.3945/jn.110.125369>
- ❖ Price, M. L., Van Scoyoc, S., & Butler, L. G. (1978). A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 26(5), 1214-1218. <https://doi.org/10.1021/jf60219a031>
- ❖ Ramírez-Cárdenasi, L., Leonel, A. J., & Costa, N. M. (2008). Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. *Food Science and Technology*, 28(1), 200-213. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000100029>
- ❖ Ranilla, L. G., Genovese, M. I., & Lajolo, F. M. (2009). Effect of Different Cooking Conditions on Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Some Selected Brazilian Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(13), 5734-5742. <https://doi.org/10.1021/jf900527v>
- ❖ Ranilla, L., Genovese, M. I., & Lajolo, F. M. (2009). Effect of Different Cooking Conditions on Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Some Selected Brazilian Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(13), 5734-5742. <https://doi.org/10.1021/jf900527v>
- ❖ Rocha-Guzmán, N. E., Herzog, A., González-Laredo, R. F., Ibarra-Pérez, F. J., Zambrano-Galván, G., & Gallegos-Infante, J. A. (2007). Antioxidant and antimutagenic activity of phenolic compounds in three different

colour groups of common bean cultivars (*Phaseolus vulgaris*). *Food Chemistry*. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300759074>

- ❖ Roesler, R., Catharino, R. R., Malta, L. G., Eberlin, M. N., & Pastore, G. (2007). Antioxidant activity of *Annona crassiflora*: Characterization of major components by electrospray ionization mass spectrometry. *Food Chemistry*, 104(3), 1048-1054. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.017>
- ❖ Sadeghi, Z., Valizadeh, J., Azyzian, O., & Akaberi, M. (2015). Antioxidant activity and total phenolic content of *Boerhavia elegans* (choisy) grown in Baluchestan, Iran. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 5(1), 1-9.
- ❖ Sgarbieri, V. C., Antunes, P. L., & Almeida, L. D. (1979). NUTRITIONAL EVALUATION OF FOUR VARIETIES OF DRY BEANS (*Phaseolus vulgaris*, L.). *Journal of Food Science*, 44(5), 1306-1308. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1979.tb06425.x>
- ❖ Silva, A. G., Rocha, L. C., & Canniatti Brazaca, S. G. (2010a). Caracterização físico-química, digestibilidade protéica e atividade antioxidante de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) Physico-chemical characterization, protein digestibility and antioxidant activity of commun bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Alimentos e Nutrição Araraquara*, 20(4), 591-598-598.
- ❖ Silva, A. G., Rocha, L. C., & Canniatti Brazaca, S. G. (2010b). Caracterização físico-química, digestibilidade protéica e atividade antioxidante de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) Physico-chemical characterization, protein digestibility and antioxidant activity of commun bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Alimentos e Nutrição Araraquara*, 20(4), 591-598-598.
- ❖ Silva, M. O., Brigide, P., Toledo, N. M. V., & Canniatti-Brazaca, S. G. (2018). Phenolic compounds and antioxidant activity of two bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.) submitted to cooking. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.7216>
- ❖ Soares, S. E. (2002). Ácidos fenólicos como antioxidantes. *Revista de Nutrição*. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XS2002W00108>

- ❖ Soriano, R. A., Pavan, V., & Pastore, G. M. (2015). Effect of in vitro digestion on bioactive compounds and antioxidant activity of common bean seed coats. *Food Research International*, 76, 74-78. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.11.042>
- ❖ Tofiño-Rivera, A., Pastrana-Vargas, I. J., Melo-Ríos, A. E., Beebe, S., & Tofiño-Rivera, R. (2016). Rendimiento, estabilidad fenotípica y contenido de micronutrientes de frijol biofortificado en el Caribe seco colombiano. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17(3), 309. https://doi.org/10.21930/rcta.vol17_num3_art:511
- ❖ Vacca, R. A., Valenti, D., Caccamese, S., Daglia, M., Braidly, N., & Nabavi, S. M. (2016). Plant polyphenols as natural drugs for the management of Down syndrome and related disorders. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 71, 865-877. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.10.023>
- ❖ Valdés, S. T., Coelho, C. M. M., Michelluti, D. J., & Tramonte, V. L. C. (2011). Association of genotype and preparation methods on the antioxidant activity, and antinutrients in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *LWT - Food Science and Technology*, 44(10), 2104-2111. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.06.014>
- ❖ Vaz-Tostes, M. d. G., Verediano, T. A., Gonzales, E., & Brunoro, N. M. (2016). Evaluation of iron and zinc bioavailability of beans targeted for biofortification using in vitro and in vivo models and their effect on the nutritional status of preschool children. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(4), 1326-1332. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7226>
- ❖ Xu, B., & Chang, S. K. C. (2009). Total Phenolic, Phenolic Acid, Anthocyanin, Flavan-3-ol, and Flavonol Profiles and Antioxidant Properties of Pinto and Black Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as Affected by Thermal Processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(11), 4754-4764. <https://doi.org/10.1021/jf900695s>
- ❖ Xu, B., & Chang, S. K. C. (2011). Reduction of antiproliferative capacities, cell-based antioxidant capacities and phytochemical contents of common beans and soybeans upon thermal processing. *Food Chemistry*, 129(3), 974-981. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.05.057>

- ❖ Xu, B. J., & Chang, S. K. C. (2008). Total Phenolic Content and Antioxidant Properties of Eclipse Black Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as Affected by Processing Methods. *Journal of Food Science*, 73(2), H19-H27. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00625.x>
- ❖ Xu, B. J., Yuan, S. H., & Chang, S. K. C. (2007). Comparative Analyses of Phenolic Composition, Antioxidant Capacity, and Color of Cool Season Legumes and Other Selected Food Legumes. *Journal of Food Science*, 72(2), S167-S177. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00261.x>
- ❖ Zargham, H., & Zargham, R. (2008). Tannin extracted from Sumac inhibits vascular smooth muscle cell migration. *McGill Journal of Medicine : MJM*, 11(2), 119-123.

ANEXOS

Anexo 01. Evaluación biométrica

Variedad	Peso g			Altura mm			Diametro mm		
	Peso	Promedio	Des. Est.	Altura	Promedio	Des. Est.	Diametro	Promedio	Des. Est.
FREJOL - 1	0,59	0,5667	0,0321	16,10	16,2000	0,1732	8,00	7,7000	0,2646
	0,53			16,10			7,50		
	0,58			16,40			7,60		
FREJOL - 2	0,55	0,5300	0,0173	14,90	15,0667	0,2082	7,60	7,6333	0,2517
	0,52			15,00			7,40		
	0,52			15,30			7,90		
FREJOL - 3	0,59	0,6367	0,0503	14,00	14,1667	0,2082	7,70	7,2667	1,1150
	0,63			14,10			8,10		
	0,69			14,40			6,00		

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso (g)	Entre grupos	0,018	2	0,009	6,836	0,028
	Dentro de grupos	0,008	6	0,001		
	Total	0,025	8			
Altura (mm)	Entre grupos	6,229	2	3,114	80,086	0,000
	Dentro de grupos	0,233	6	0,039		
	Total	6,462	8			
Diametro (mm)	Entre grupos	0,327	2	0,163	0,356	0,714
	Dentro de grupos	2,753	6	0,459		
	Total	3,080	8			

Peso (g)

HSD Tukey^a

Variedad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F2	3	0,53000	
F1	3	0,56667	0,56667
F3	3		0,63667
Sig.		0,470	0,118

Altura (mm)

HSD Tukey^a

Variedad	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
F3	3	14,16667		
F2	3		15,06667	
F1	3			16,20000
Sig.		1,000	1,000	1,000

Diametro (mm)

HSD Tukey^a

Variedad	N	para alfa =
		1
F3	3	7,26667
F2	3	7,63333
F1	3	7,70000
Sig.		0,726

Fecha:		COLOR											
Muestras		L*			a*			b*			ΔE		
		L*	Prom.	Des. Est.	a*	Prom.	Des. Est.	b*	Prom.	Des. Est.	ΔE	Prom.	Des. Est.
FREJOL - 1	PULPA	69,8	71,9	3,1	5,8	4,6	1,3	18,6	17,8	3,2	39,1	41,3	2,7
		70,5			4,9			20,5			40,5		
		75,5			3,2			14,3			44,3		
		83,4			0,0			11,9			4,9		
FREJOL - 2	PULPA	68,8	78,1	8,1	2,9	1,1	1,6	12,8	11,9	0,9	17,0	8,9	7,0
		82,0			0,3			11,1			4,8		
		73,7			2,9			19,6			34,8		
		71,6			2,0			16,9			32,3		
FREJOL - 3	PULPA	75,5	73,6	2,0	0,4	1,8	1,3	22,6	19,7	2,9	38,2	35,1	3,0

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
L_cascara	Entre grupos	3667,602	2	1833,801	82,657	0,000
	Dentro de grupos	133,113	6	22,186		
	Total	3800,716	8			
L_pulpa	Entre grupos	60,347	2	30,173	1,155	0,376
	Dentro de grupos	156,733	6	26,122		
	Total	217,080	8			
a_cascara	Entre grupos	347,927	2	173,963	28,018	0,001
	Dentro de grupos	37,253	6	6,209		
	Total	385,180	8			
a_pulpa	Entre grupos	21,429	2	10,714	5,457	0,045
	Dentro de grupos	11,780	6	1,963		
	Total	33,209	8			
b_cascara	Entre grupos	123,840	2	61,920	6,716	0,029
	Dentro de grupos	55,320	6	9,220		
	Total	179,160	8			
b_pulpa	Entre grupos	98,349	2	49,174	7,788	0,022
	Dentro de grupos	37,887	6	6,314		
	Total	136,236	8			
ΔE_cascara	Entre grupos	30,847	2	15,423	1,021	0,415
	Dentro de grupos	90,593	6	15,099		
	Total	121,440	8			
ΔE_pulpa	Entre grupos	1774,640	2	887,320	40,815	0,000
	Dentro de grupos	130,440	6	21,740		
	Total	1905,080	8			

L_cáscara

HSD Tukey^a

Variedades	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F3	3	36,60000	
F1	3	39,13333	
F2	3		80,63333
Sig.		0,795	1,000

L_pulpa

HSD Tukey^a

Variedades	N	para alfa =	
		1	
F1	3	71,93333	
F3	3	73,60000	
F2	3	78,06667	
Sig.		0,368	

a_cascara

HSD Tukey^a

Variedades	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F2	3	2,50000	
F3	3		13,63333
F1	3		17,06667
Sig.		1,000	0,284

a_pulpa

HSD Tukey^a

Variedades	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F2	3	1,06667	
F3	3	1,76667	1,76667
F1	3		4,63333
Sig.		0,819	0,101

b_cascara

HSD Tukey^a

Variedades	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F3	3	1,30000	
F2	3	8,50000	8,50000
F1	3		9,70000
Sig.		0,061	0,881

b_pulpa

HSD Tukey^a

Variedades	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F2	3	11,93333	
F1	3	17,80000	17,80000
F3	3		19,70000
Sig.		0,065	0,645

ΔE_cascara

HSD Tukey^a

Variedades	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F2	3	4,83333	
F1	3	8,46667	
F3	3	9,00000	
Sig.		0,439	

ΔE_pulpa

HSD Tukey^a

Variedades	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F2	3	8,90000	
F3	3		35,10000
F1	3		41,30000
Sig.		1,000	0,305

Anexo 02. Análisis de humedad, materia seca, ceniza, pH, sólidos solubles y acidez titulable

Variedad	pH			°Brix			Acidez			VG
	pH	Promedio	Des. Est.	Brix	Promedio	Des. Est.	Acidez	Promedio	Des. Est.	
FREJOL - 1	6,7	6,7000	0,0000	3,1	3,0000	0,1000	0,128000	0,1259	0,0098	2,00
	6,7			2,9			0,134400			2,10
	6,7			3,0			0,115200			1,80
FREJOL - 2	6,8	6,7333	0,0577	3,6	3,7000	0,1000	0,112000	0,1376	0,0242	1,75
	6,7			3,7			0,140800			2,20
	6,7			3,8			0,160000			2,50
FREJOL - 3	6,7	6,7333	0,0577	3,1	3,2000	0,1000	0,089600	0,0853	0,0074	1,40
	6,8			3,2			0,076800			1,20
	6,7			3,3			0,089600			1,40

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
°Brix	Entre grupos	0,780	2	0,390	39,000	0,000
	Dentro de grupos	0,060	6	0,010		
	Total	0,840	8			
Humedad (%)	Entre grupos	6,826	2	3,413	76,681	0,000
	Dentro de grupos	0,267	6	0,045		
	Total	7,093	8			
Materia seca (%)	Entre grupos	6,826	2	3,413	76,681	0,000
	Dentro de grupos	0,267	6	0,045		
	Total	7,093	8			
Ceniza (%)	Entre grupos	0,007	2	0,004	0,152	0,863
	Dentro de grupos	0,146	6	0,024		
	Total	0,153	8			
pH	Entre grupos	0,002	2	0,001	0,500	0,630
	Dentro de grupos	0,013	6	0,002		
	Total	0,016	8			
Acidez titulables (g de ácido ascórbico/g de muestra)	Entre grupos	0,005	2	0,002	9,223	0,015
	Dentro de grupos	0,001	6	0,000		
	Total	0,006	8			

°Brix

HSD Tukey^a

Variedad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F1	3	3,0000	
F4	3	3,2000	
F2	3		3,7000
Sig.		0,109	1,000

Humedad (%)

HSD Tukey^a

Variedad	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
F1	3	13,3137		
F2	3		14,5894	
F3	3			15,4322
Sig.		1,000	1,000	1,000

Materia seca (%)

HSD Tukey^a

Variedad	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
F4	3	84,5678		
F2	3		85,4106	
F1	3			86,6863
Sig.		1,000	1,000	1,000

Ceniza (%)

HSD Tukey^a

Variedad	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
F2	3	4,0133
F1	3	4,0731
F4	3	4,0749
Sig.		0,881

Acidez titulables (g de ácido ascórbico/g de muestra)

HSD Tukey^a

Variedad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F4	3	0,0853333	
F1	3		0,1258667
F2	3		0,1376000
Sig.		1,000	0,649

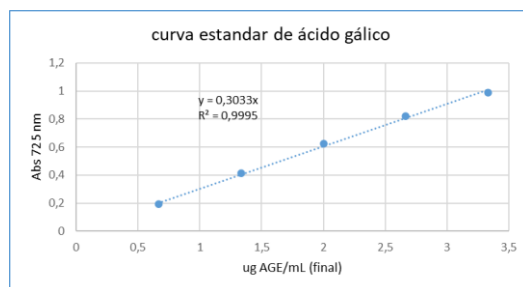
pH

HSD Tukey^a

Variedad	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
F1	3	6,7000
F2	3	6,7333
F4	3	6,7333
Sig.		0,679

Anexo 03. Análisis de polifenoles en cáscara y pulpa de frejoles crudos.

VARIEDAD		MUESTRA	Absorbancia	mg AGE/g	mg AGE/g	Promedio	Desviacion estandar
F1	Cáscara	1,1	0,844	0,803	0,803	0,800	0,003
		1,2	0,838	0,797	0,797		
		1,3	0,843	0,802	0,802		
	Pulpa	2,1	0,034	0,032	0,032	0,033	0,005
		2,2	0,030	0,029	0,029		
		2,3	0,041	0,039	0,039		
F2	Cáscara	3,1	-0,066	-0,064	0,000	0,000	0,000
		3,2	-0,050	-0,048	0,000		
		3,3	-0,025	-0,024	0,000		
	Pulpa	4,1	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004
		4,2	-0,062	-0,060	0,000		
		4,3	0,008	0,008	0,008		
F3	Cáscara	5,1	0,734	0,715	0,715	0,654	0,055
		5,2	0,738	0,608	0,608		
		5,3	0,774	0,638	0,638		
	Pulpa	6,1	-0,025	-0,021	0,000	0,000	0,000
		6,2	-0,021	-0,017	0,000		
		6,3	-0,021	-0,017	0,000		



ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Poli_cascara	Entre grupos	1,090	2	0,545	534,875	0,000
	Dentro de grupos	0,006	6	0,001		
	Total	1,096	8			
Poli_pulpa	Entre grupos	0,002	2	0,001	69,289	0,000
	Dentro de grupos	0,000	6	0,000		
	Total	0,002	8			

Poli_cascara

HSD Tukey^a

Variedades	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
F2	3	0,00000		
F3	3		0,65367	
F1	3			0,80067
Sig.		1,000	1,000	1,000

Poli_pulpa

HSD Tukey^a

Variedades	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F3	3	0,00000	
F2	3	0,00433	
F1	3		0,03333
Sig.		0,395	1,000

Anexo 4. Análisis de antocianinas en cáscara y pulpa de frejoles crudos.

VARIEDAD	PREPARACION	MUESTRA	ABSORBANCIA		mg de cianidina-3-glucósido/100g)	mg de cianidina-3-glucósido/100g)	Promedio	Desviacion estandar	
			BUFFER PH 1	BUFFER PH 4.5					
F1	Cáscara	1/10ml	1,1	0,101	0,058	4,84372	4,84372	5,14411	0,426
			1,2	0,106	0,056	5,63224	5,63224		
			1,3	0,109	0,065	4,95637	4,95637		
	Pulpa	2,1	0,191	0,116	8,44835	8,44835	6,94642		
		2,2	0,173	0,113	6,75868	6,75868			
		2,3	0,155	0,105	5,63224	5,63224			
F2	Cáscara		3,1	0,069	0,069	0,00000	0,00000	21,68405	2,188
			3,2	0,068	0,068	0,00000	0,00000		
			3,3	0,068	0,069	-0,11433	0,00000		
	Pulpa	4,1	0,198	0,011	21,37918	21,37918	20,60363		
		4,2	0,226	0,016	24,00870	24,00870			
		4,3	0,184	0,012	19,66427	19,66427			
F3	Cáscara		5,1	0,157	0,088	7,96719	7,96719	5,74790	2,024
			5,2	0,141	0,087	5,27297	5,27297		
			5,3	0,132	0,091	4,00355	4,00355		
	Pulpa	6,1	0,233	0,013	21,48246	21,48246	20,60363		
		6,2	0,221	0,021	19,52951	19,52951			
		6,3	0,221	0,008	20,79892	20,79892			

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Antocianina_cascara	Entre grupos	59,865	2	29,933	20,994	0,002
	Dentro de grupos	8,555	6	1,426		
	Total	68,420	8			
Antocianina_pulpa	Entre grupos	404,889	2	202,444	78,068	0,000
	Dentro de grupos	15,559	6	2,593		
	Total	420,448	8			

Antocianina_cascara

HSD Tukey^a

Variedades	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F2	3	0,00000	
F1	3		5,14400
F3	3		5,74800
Sig.		1,000	0,815

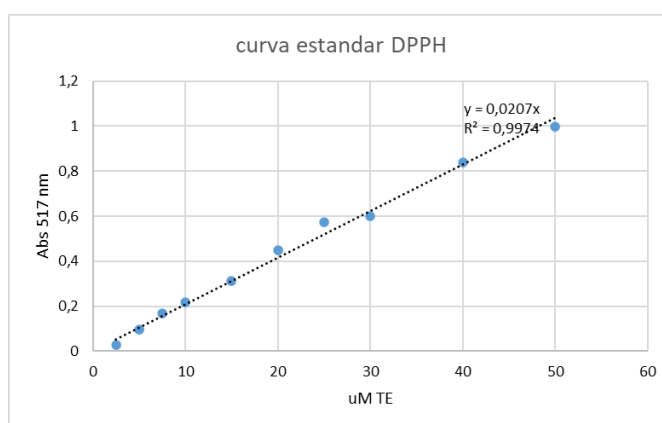
Antocianina_pulpa

HSD Tukey^a

Variedades	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F1	3	6,94633	
F3	3		20,60367
F2	3		21,68400
Sig.		1,000	0,704

Anexo 5. Análisis de capacidad antioxidante DPPH, en cáscara y pulpa de frejoles crudos

VARIEDAD		MUESTRA	DPPH (A)	Abs final	ug TE/g	Promedio	Desviacion estandar
F1	Cáscara	1,1	0,919	0,082	285,95	296,41	18,12
		1,2	0,919	0,082	285,95		
		1,3	0,910	0,091	317,34		
	Pulpa	2,1	0,900	0,101	352,21	375,46	21,31
		2,2	0,888	0,113	394,06		
		2,3	0,892	0,109	380,11		
F2	Cáscara	3,1	0,952	0,049	173,43	174,61	12,43
		3,2	0,948	0,053	187,58		
		3,3	0,955	0,046	162,81		
	Pulpa	4,1	0,775	0,226	799,88	806,96	22,10
		4,2	0,766	0,235	831,74		
		4,3	0,778	0,223	789,27		
F3	Cáscara	5,1	0,730	0,271	968,71	928,20	39,37
		5,2	0,752	0,249	890,07		
		5,3	0,742	0,259	925,82		
	Pulpa	6,1	0,996	0,005	17,87	76,26	51,35
		6,2	0,969	0,032	114,39		
		6,3	0,974	0,027	96,51		



ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
DPPH_cascar a	Entre grupos	981894,559	2	490947,280	724,398	0,000
	Dentro de grupos	4066,388	6	677,731		
	Total	985960,947	8			
DPPH_pulpa	Entre grupos	809646,139	2	404823,070	339,330	0,000
	Dentro de grupos	7158,046	6	1193,008		
	Total	816804,185	8			

DPPH_cascara

HSD Tukey^a

Variedades	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
F2	3	174,60567		
F1	3		296,41467	
F3	3			928,20000
Sig.		1,000	1,000	1,000

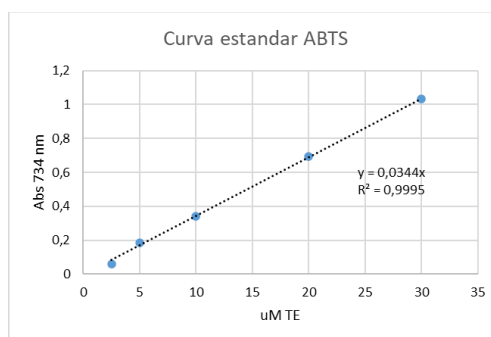
DPPH_pulpa

HSD Tukey^a

Variedades	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
F3	3	76,25800		
F1	3		375,45833	
F2	3			806,96267
Sig.		1,000	1,000	1,000

Anexo 6. Análisis de capacidad antioxidante ABTS, en cáscara y pulpa de frejoles crudos

VARIEDAD		MUESTRA	ABTS (B)	abs final	ug TE/g	Promedio	Desviacion estandar
F1	Cáscara	1,1	0,625	0,312	654,71	640,72	16,03
		1,2	0,630	0,307	644,21		
		1,3	0,640	0,297	623,23		
	Pulpa	2,1	0,837	0,100	209,84	250,41	36,67
		2,2	0,813	0,124	260,20		
F2	Cáscara	3,1	0,846	0,091	193,81	227,17	34,10
		3,2	0,831	0,106	225,75		
		3,3	0,814	0,123	261,96		
	Pulpa	4,1	0,824	0,113	240,66	260,54	36,29
		4,2	0,825	0,112	238,53		
F3	Cáscara	5,1	0,467	0,470	1010,96	984,43	28,07
		5,2	0,478	0,459	987,30		
		5,3	0,493	0,444	955,04		
	Pulpa	6,1	0,815	0,122	262,42	235,17	39,97
		6,2	0,819	0,118	253,82		
		6,3	0,849	0,088	189,29		



ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
ABTS_cascara	Entre grupos	862601,069	2	431300,535	586,101	0,000
	Dentro de grupos	4415,282	6	735,880		
	Total	867016,352	8			
ABTS_pulpa	Entre grupos	978,220	2	489,110	0,345	0,722
	Dentro de grupos	8518,296	6	1419,716		
	Total	9496,516	8			

ABTS_cascara

HSD Tukey^a

Variedades	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
F2	3	227,17433		
F1	3		640,71667	
F3	3			984,43400
Sig.		1,000	1,000	1,000

ABTS_pulpa

HSD Tukey^a

Variedades	N	para alfa =
		1
F3	3	235,17433
F1	3	250,41133
F2	3	260,54067
Sig.		0,703

Anexo 7. Análisis de polifenoles en cáscara y pulpa de frejoles cocidos (hervido).

VARIEDAD	VARIABLE	MUESTRA	Absorvancia	mg AGE/g	Promedio	Variacion	Desviacion estandar
F1	Cáscara	3,1	0,113	0,237	0,236	-0,564	0,006
		3,2	0,109	0,229			
		3,3	0,115	0,241			
	Pulpa	4,1	0,067	0,141	0,125	0,092	0,014
		4,2	0,058	0,122			
		4,3	0,054	0,113			
F2	Cáscara	3,1	0,030	0,066	0,071	0,071	0,012
		3,2	0,028	0,062			
		3,3	0,038	0,084			
	Pulpa	4,1	0,034	0,075	0,080	0,076	0,013
		4,2	0,043	0,095			
		4,3	0,032	0,071			
F3	Cáscara	3,1	0,040	0,088	0,100	-0,554	0,011
		3,2	0,046	0,101			
		3,3	0,050	0,110			
	Pulpa	4,1	0,048	0,106	0,118	0,118	0,016
		4,2	0,062	0,137			
		4,3	0,051	0,112			

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Polifenoles_Cáscara	Entre grupos	0,047	2	0,023	235,162	0,000
	Dentro de grupos	0,001	6	0,000		
	Total	0,047	8			
Polifenoles_Pulpa	Entre grupos	0,004	2	0,002	8,245	0,019
	Dentro de grupos	0,001	6	0,000		
	Total	0,005	8			

Polifenoles_Cáscara

HSD Tukey^a

Variedades_Frejol	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
F2	3	0,070667		
F3	3		0,099667	
F1	3			0,235667
Sig.		1,000	1,000	1,000

Polifenoles_Pulpa

HSD Tukey^a

Variedades_Frejol	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F2	3	0,080333	
F3	3		0,118333
F1	3		0,125333
Sig.		1,000	0,832

Anexo 8. Análisis de antocianinas en cáscara y pulpa de frejoles cocidos (hervido).

VARIETADES	VARIABLE	preparacion	MUESTRA	ABSORBANCIA		mg de cianidina-3-glucósido/100g)	Promedio	Variacion	Desviacion estandar
				BUFFER PH 1	BUFFER PH 4.5				
F1	Cáscara	1,0005	3,1	0,088	0,060	6,96140	8,19833	3,054	1,546
		1,0011	3,2	0,090	0,059	7,70264			
		1,0019	3,3	0,100	0,060	9,93096			
	Pulpa	1,0013	4,1	0,071	0,047	1,19243	1,02689	-5,920	0,470
		1,0017	4,2	0,074	0,064	0,49665			
		1,0010	4,3	0,082	0,054	1,39158			
F2	Cáscara	1,0016	3,1	0,039	0,034	1,30828	0,78523	0,785	0,523
		1,0009	3,2	0,038	0,035	0,78552			
		1,0007	3,3	0,036	0,035	0,26189			
	Pulpa	1,0008	4,1	0,069	0,047	1,15221	1,09972	-20,584	0,052
		1,0003	4,2	0,065	0,045	1,04798			
		1,0016	4,3	0,070	0,049	1,09896			
F3	Cáscara	1,002	3,1	0,058	0,038	5,20643	5,55253	-0,195	0,605
		1,0014	3,2	0,066	0,042	6,25146			
		1,0033	3,3	0,059	0,039	5,19969			
	Pulpa	1,0054	4,1	0,038	0,031	0,36322	0,38087	-20,223	0,030
		1,0051	4,2	0,042	0,035	0,36333			
		1,0031	4,3	0,036	0,028	0,41606			

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Antocianinas_ Cáscara	Entre grupos	84,682	2	42,341	41,936	0,000
	Dentro de grupos	6,058	6	1,010		
	Total	90,739	8			
Antocianinas_ pulpa	Entre grupos	0,940	2	0,470	6,286	0,034
	Dentro de grupos	0,449	6	0,075		
	Total	1,389	8			

Antocianinas_ Cáscara

HSD Tukey^a

Variedades_Frejol	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
F2	3	0,78523		
F3	3		5,55253	
F1	3			8,19833
Sig.		1,000	1,000	1,000

Antocianinas_ pulpa

HSD Tukey^a

Variedades_Frejol	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F3	3	0,38067	
F1	3	1,02700	1,02700
F2	3		1,09967
Sig.		0,062	0,944

Anexo 9. Análisis de capacidad antioxidante DPPH en cáscara y pulpa de frejoles cocidos (hervido).

TRATAMIENTO (HERVIDO)	VARIABLE	MUESTRA	DPPH (A)	Abs final	ug TE/g	Promedio	Variacion	Desviacion estandar
45min, 95 °C	Cáscara	3,1	0,969	0,059	454,34	523,64	227,227	65,794
		3,2	0,959	0,069	531,34			
		3.3.	0,952	0,076	585,25			
	Pulpa	4,1	0,969	0,059	454,34	436,37	60,910	52,417
		4,2	0,979	0,049	377,33			
		4,3	0,966	0,062	477,44			
45min, 95 °C	Cáscara	3,1	0,962	0,066	535,47	489,50	314,893	41,634
		3,2	0,972	0,056	454,34			
		3.3.	0,969	0,059	478,68			
	Pulpa	4,1	0,993	0,035	283,96	351,57	-455,389	58,693
		4,2	0,981	0,047	381,32			
		4,3	0,980	0,048	389,44			
45min, 95 °C	Cáscara	3,1	0,969	0,059	476,43	465,66	-462,537	12,335
		3,2	0,972	0,056	452,20			
		3.3.	0,970	0,058	468,35			
	Pulpa	4,1	0,964	0,064	516,81	541,03	464,773	35,198
		4,2	0,963	0,065	524,88			
		4,3	0,956	0,072	581,41			

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
DPPH_ Cáscara	Entre grupos	45986,293	2	22993,147	8,703	0,017
	Dentro de grupos	15852,176	6	2642,029		
	Total	61838,470	8			
DPPH_ Pulpa	Entre grupos	17492,815	2	8746,407	6,340	0,033
	Dentro de grupos	8277,152	6	1379,525		
	Total	25769,967	8			

DPPH_ Cáscara

HSD Tukey^a

Variedades_Frejo	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F2	3	351,5733	
F3	3	465,6633	465,6633
F1	3		523,6433
Sig.		0,077	0,407

DPPH_ Pulpa

HSD Tukey^a

Variedades_Frejol	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F1	3	436,3677	
F2	3	465,6633	465,6633
F3	3		541,0307
Sig.		0,623	0,104

Anexo 10. Análisis de capacidad antioxidante ABTS en cáscara y pulpa de frejoles cocidos (hervido).

TRATAMIENTO (HERVIDO)	VARIABLE	MUESTRA	ABTS (B)	abs final	ug TE/g	Promedio	Variacion	Desviacion estandar
45min, 95 °C	Cáscara	3,1	0,850	0,133	616,29	608,57	-32,145	35,391
		3,2	0,845	0,138	639,46			
		3.3.	0,860	0,123	569,96			
	Pulpa	4,1	0,864	0,119	551,42	624,02	373,606	62,913
		4,2	0,840	0,143	662,63			
		4,3	0,841	0,142	658,00			
45min, 95 °C	Cáscara	3,1	0,856	0,127	620,03	600,50	373,324	38,130
		3,2	0,869	0,114	556,56			
		3.3.	0,855	0,128	624,91			
	Pulpa	4,1	0,870	0,113	551,68	580,97	320,429	50,736
		4,2	0,870	0,113	551,68			
		4,3	0,852	0,131	639,55			
45min, 95 °C	Cáscara	3,1	0,862	0,121	587,96	621,97	-362,464	43,189
		3,2	0,858	0,125	607,39			
		3.3.	0,845	0,138	670,56			
	Pulpa	4,1	0,876	0,107	519,93	544,22	309,049	21,180
		4,2	0,868	0,115	558,80			
		4,3	0,869	0,114	553,94			

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
ABTS_Cáscara	Entre grupos	705,646	2	352,823	0,232	0,800
	Dentro de grupos	9142,760	6	1523,793		
	Total	9848,406	8			
ABTS_Pulpa	Entre grupos	9570,559	2	4785,279	2,056	0,209
	Dentro de grupos	13961,718	6	2326,953		
	Total	23532,276	8			

ABTS_Cáscara

HSD Tukey^a

Variedades_Frejol	N	Subconjunto para alfa = 0.05
F2	3	600,5000
F1	3	608,5700
F3	3	621,9700
Sig.		0,787

ABTS_Pulpa

HSD Tukey^a

Variedades_Frejol	N	Subconjunto para alfa = 0.05
F3	3	544,2233
F2	3	580,9697
F1	3	624,0177
Sig.		0,187

Anexo 11. Análisis de polifenoles, en la digestión *invitro* en cáscara y pulpa de frejoles crudos

VARIEDAD	MUESTRA	Absorbancia	mg AGE/g	mg AGE/g	Promedio	Variacion	Desviacion estandar
F1	Cáscara	1,1	1,047	0,996	0,996	0,195	0,0195
		1,2	1,006	0,957	0,957		
		1,3	1,024	0,974	0,974		
	Pulpa	2,1	0,128	0,122	0,122	0,119	0,088
		2,2	0,105	0,100	0,100		
		2,3	0,142	0,135	0,135		
F2	Cáscara	3,1	0,185	0,179	0,179	0,180	0,0208
		3,2	0,166	0,160	0,160		
		3.3.	0,209	0,202	0,202		
	Pulpa	4,1	0,075	0,072	0,072	0,070	0,068
		4,2	0,068	0,066	0,066		
		4,3	0,075	0,072	0,072		
F3	Cáscara	5,1	1,027	1,001	1,001	1,006	0,347
		5,2	1,042	1,016	1,016		
		5,3	1,027	1,001	1,001		
	Pulpa	6,1	0,259	0,252	0,252	0,244	0,252
		6,2	0,220	0,214	0,214		
		6,3	0,271	0,264	0,264		

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
contenido de polifenoles cascara (mg AGE/g)	Entre grupos	1,315	2	0,658	2192,813	0,000
	Dentro de grupos	0,002	6	0,000		
	Total	1,317	8			
contenido de polifenoles pulpa (mg AGE/g)	Entre grupos	0,048	2	0,024	71,404	0,000
	Dentro de grupos	0,002	6	0,000		
	Total	0,050	8			

contenido de polifenoles cascara (mg AGE/g)

HSD Tukey^a

Variedades	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F2	3	0,18033	
F1	3		0,97567
F3	3		1,00600
Sig.		1,000	0,160

contenido de polifenoles pulpa (mg AGE/g)

HSD Tukey^a

Variedades	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
F2	3	0,07000		
F1	3		0,11900	
F3	3			0,24333
Sig.		1,000	1,000	1,000

Anexo 12. Análisis de antocianinas en la digestión *invitro* en cáscara y pulpa de frejoles crudos

VARIEDAD	PREPARACION	MUESTRA	ABSORBANCIA		mg de cianidina-3-glucósido/100g	mg de cianidina-3-glucósido/100g	Promedio	Variacion	Desviacion estandar
			BUFFER PH 1	BUFFER PH 4.5					
F1	Cáscara	1,0013	1,1	0,050	0,013	4,16785		-0,976	0,4265
		1,0013	1,2	0,051	0,015	4,05521	3,86747	-1,089	
		1,0013	1,3	0,050	0,020	3,37934	3,37934	-1,765	
	Pulpa	1,0015	2,1	0,028	0,012	1,80232	2,14025	-5,144	
		1,0015	2,2	0,026	0,006	2,25289	2,25289	-4,694	
		1,0015	2,3	0,032	0,011	2,36554	2,36554	-4,581	
F2	Cáscara	1,0010	3,1	0,018	0,012	0,68596	1,02894	0,686	0,4983
		1,0010	3,2	0,030	0,016	1,60058	1,60058	1,601	
		1,0010	3,3	0,020	0,013	0,80029	0,80029	0,800	
	Pulpa	1,0026	4,1	0,020	0,006	1,60058	2,36276	-20,083	
		1,0026	4,2	0,018	0,002	1,82923	1,82923	-19,855	
		1,0026	4,3	0,034	0,002	3,65847	3,65847	-18,026	
F3	Cáscara	1,0008	5,1	0,014	0,012	0,23093	0,15396	-5,517	0,1333
		1,0008	5,2	0,022	0,020	0,23093	0,23093	-5,517	
		1,0008	5,3	0,022	0,022	0,00000	0,00000	-5,748	
	Pulpa	1,0003	6,1	0,067	0,028	4,50319	4,92657	-16,100	
		1,0003	6,2	0,065	0,029	4,15679	4,15679	-16,447	
		1,0003	6,3	0,080	0,027	6,11973	6,11973	-14,484	

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
contenido de antocianina cascara (mg de cianidina-3-glucósido/100g)	Entre grupos	22,611	2	11,305	75,626	0,000
	Dentro de grupos	0,897	6	0,149		
	Total	23,508	8			
contenido de antocianina pulpa (mg de cianidina-3-glucósido/100g)	Entre grupos	14,387	2	7,194	8,778	0,017
	Dentro de grupos	4,917	6	0,819		
	Total	19,304	8			

contenido de antocianina cascara (mg de cianidina-3-glucósido/100g)

HSD Tukey^a

Variedades	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F3	3	0,15400	
F2	3	1,02900	
F1	3		3,86733
Sig.		0,072	1,000

contenido de antocianina pulpa (mg de cianidina-3-glucósido/100g)

HSD Tukey^a

Variedades	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F1	3	2,14033	
F2	3	2,36267	
F3	3		4,92667
Sig.		0,952	1,000

Anexo 13. Capacidad antioxidante DPPH, en la digestión *invitro* en cáscara y pulpa de frejoles crudos.

VARIEDAD		MUESTRA	DPPH (A)	Abs final	ug TE/g	ug TE/g	Promedio	Variacion	Desviacion estandar
F1	Cáscara	1,1	0,442	0,474	1652,95	1652,95	1668,06	1356,531	23,22
		1,2	0,441	0,475	1656,43	1656,43		1360,018	
		1,3	0,430	0,486	1694,79	1694,79		1398,378	
	Pulpa	2,1	0,875	0,041	142,98	142,98	152,28	-232,482	19,21
		2,2	0,866	0,050	174,36	174,36		-201,097	
		2,3	0,876	0,040	139,49	139,49		-235,969	
F2	Cáscara	3,1	0,874	0,042	148,65	148,65	129,77	-25,955	26,80
		3,2	0,888	0,028	99,10	99,10		-75,505	
		3,3	0,876	0,040	141,57	141,57		-33,034	
	Pulpa	4,1	0,872	0,044	155,73	155,73	152,19	-651,233	23,21
		4,2	0,867	0,049	173,43	173,43		-633,537	
		4,3	0,880	0,036	127,42	127,42		-679,548	
F3	Cáscara	5,1	0,488	0,428	1529,92	1529,92	1521,58	601,721	52,33
		5,2	0,506	0,410	1465,58	1465,58		537,379	
		5,3	0,477	0,439	1569,24	1569,24		641,042	
	Pulpa	6,1	0,881	0,035	125,11	125,11	159,66	48,853	31,23
		6,2	0,864	0,052	185,88	185,88		109,621	
		6,3	0,869	0,047	168,01	168,01		91,748	

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
DPPH cascara (ug TE/g)	Entre grupos	4324889,549	2	2162444,774	1623,459	0,000
	Dentro de grupos	7991,991	6	1331,998		
	Total	4332881,539	8			
DPPH pulpa (ug TE/g)	Entre grupos	110,465	2	55,233	0,088	0,917
	Dentro de grupos	3765,770	6	627,628		
	Total	3876,235	8			

DPPH cascara (ug TE/g)

HSD Tukey^a

Variedad	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
F2	3	129,77467		
F3	3		1521,58067	
F1	3			1668,05633
Sig.		1,000	1,000	1,000

DPPH pulpa (ug TE/g)

HSD Tukey^a

Variedad	N	para alfa =
		1
F2	3	152,19033
F1	3	152,27533
F3	3	159,66433
Sig.		0,930

Anexo 14. Capacidad antioxidante ABTS, en la digestión *invitro* en cáscara y pulpa de frejoles crudos.

VARIEDAD		MUESTRA	ABTS (B)	abs final	ug TE/g	Promedio	Variacion	Desviacion estandar
F1	Cáscara	1,1	0,102	0,863	1810,93	1801,14	1170,218	34,63
		1,2	0,125	0,840	1762,67		1121,954	
		1,3	0,093	0,872	1829,82		1189,104	
	Pulpa	2,1	0,770	0,195	409,19	470,75	158,780	61,91
		2,2	0,711	0,254	533,00		282,587	
		2,3	0,741	0,224	470,05		219,634	
F2	Cáscara	3,1	0,622	0,343	730,51	678,68	503,333	65,66
		3,2	0,636	0,329	700,69		473,517	
		3,3	0,681	0,284	604,85		377,677	
	Pulpa	4,1	0,622	0,343	730,51	708,50	469,967	19,09
		4,2	0,638	0,327	696,43		435,891	
		4,3	0,637	0,328	698,56		438,021	
F3	Cáscara	5,1	0,074	0,891	1916,53	1856,30	932,093	52,34
		5,2	0,114	0,851	1830,49		846,054	
		5,3	0,118	0,847	1821,88		837,450	
	Pulpa	6,1	0,679	0,286	615,18	636,69	380,007	41,04
		6,2	0,647	0,318	684,01		448,839	
		6,3	0,681	0,284	610,88		375,705	

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
ABTS cascara (ug TE/g)	Entre grupos	2649735,233	2	1324867,617	481,840	0,000
	Dentro de grupos	16497,617	6	2749,603		
	Total	2666232,850	8			
ABTS pulpa (ug TE/g)	Entre grupos	89221,841	2	44610,921	22,757	0,002
	Dentro de grupos	11761,752	6	1960,292		
	Total	100983,594	8			

ABTS cascara (ug TE/g)

HSD Tukey^a

Variedad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F2	3	678,68367	
F1	3		1801,14233
F3	3		1856,29967
Sig.		1,000	0,451

ABTS pulpa (ug TE/g)

HSD Tukey^a

Variedad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F1	3	470,74533	
F3	3		636,69133
F2	3		708,50000
Sig.		1,000	0,196

Anexo 15. Análisis de polifenoles totales, en la digestión *invitro* en cáscara y pulpa de frejoles cocidos

VARIEDAD	VARIABLE	MUESTRA	Absorvancia	mg AGE/g	PROMEDIO	% VARIACION	DESVIACION ESTANDAR
F1	CASCARA	3,1	0,357	0,750	0,789	-0,051	0,0436
		3,2	0,398	0,836		0,035	
		3,3	0,372	0,781		-0,019	
	PULPA	4,1	0,064	0,134	0,127	0,101	0,0085
		4,2	0,061	0,128		0,095	
		4,3	0,056	0,118		0,084	
F2	CASCARA	3,1	-0,052	0,000	0,000	0,000	0,0000
		3,2	-0,051	0,000		0,000	
		3,3	-0,050	0,000		0,000	
	PULPA	4,1	0,002	0,004	0,009	0,000	0,0044
		4,2	0,006	0,013		0,009	
		4,3	0,004	0,009		0,005	
F3	CASCARA	3,1	0,271	0,597	0,621	-0,057	0,0267
		3,2	0,280	0,617		-0,037	
		3,3	0,295	0,650		-0,004	
	PULPA	4,1	0,037	0,081	0,088	0,081	0,0079
		4,2	0,039	0,086		0,086	
		4,3	0,044	0,097		0,097	

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Polifenoles_Cáscara	Entre grupos	1,037	2	0,518	595,038	0,000
	Dentro de grupos	0,005	6	0,001		
	Total	1,042	8			
Polifenoles_Pulpa	Entre grupos	0,022	2	0,011	213,336	0,000
	Dentro de grupos	0,000	6	0,000		
	Total	0,022	8			

Polifenoles_Cáscara

HSD Tukey^a

Variedades_Frejol	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
F2	3	0,000000		
F3	3		0,621333	
F1	3			0,789000
Sig.		1,000	1,000	1,000

Polifenoles_Pulpa

HSD Tukey^a

Variedades_Frejol	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
F2	3	0,008667		
F3	3		0,088000	
F1	3			0,126667
Sig.		1,000	1,000	1,000

Anexo 16. Análisis de antocianinas, en la digestión *invitro* en cáscara y pulpa de frejoles cocidos

VARIEDAD	VARIABLE	preparacion	MUESTRA	ABSORBANCIA		mg de cianidina-3-glucósido/100g)	Promedio	Variacin	Desviacion Estandar
				BUFFER PH 1	BUFFER PH 4.5				
O1	Cáscara	1,0030	3,1	0,013	0,004	2,23202	2,64535	-2,912	0,939
		1,0030	3,2	0,010	0,002	1,98401		-3,160	
		1,0030	3,3	0,017	0,002	3,72003		-1,424	
	Pulpa	1,0039	4,1	0,031	0,006	1,23890	1,73446	-5,708	0,432
		1,0039	4,2	0,046	0,007	1,93268		-5,014	
		1,0039	4,3	0,047	0,006	2,03179		-4,915	
O2	Cáscara	1,0013	3,1	0,018	0,008	2,61735	2,70459	2,617	0,151
		1,0013	3,2	0,017	0,007	2,61735		2,617	
		1,0013	3,3	0,018	0,007	2,87908		2,879	
	Pulpa	1,0033	4,1	0,068	0,010	3,03007	3,36094	-18,654	0,288
		1,0033	4,2	0,078	0,011	3,50025		-18,184	
		1,0033	4,3	0,075	0,007	3,55249		-18,132	
O3	Cáscara	1,0037	3,1	0,008	0,007	0,25988	0,69302	-5,488	0,541
		1,0037	3,2	0,009	0,004	1,29940		-4,448	
		1,0037	3,3	0,010	0,008	0,51976		-5,228	
	Pulpa	1,0019	4,1	0,064	0,016	2,49934	2,37784	-18,104	0,257
		1,0019	4,2	0,064	0,024	2,08278		-18,521	
		1,0019	4,3	0,068	0,019	2,55141		-18,052	

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Antocianinas_ Cáscara	Entre grupos	7,861	2	3,930	9,852	0,013
	Dentro de grupos	2,394	6	0,399		
	Total	10,254	8			
Antocianinas_ pulpa	Entre grupos	4,024	2	2,012	18,006	0,003
	Dentro de grupos	0,670	6	0,112		
	Total	4,694	8			

Antocianinas_ Cáscara

HSD Tukey^a

Variedades_Frejol	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F3	3	0,69300	
F1	3		2,64533
F2	3		2,70433
Sig.		1,000	0,993

Antocianinas_ pulpa

HSD Tukey^a

Variedades_Frejol	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F1	3	1,73467	
F3	3	2,37767	
F2	3		3,36067
Sig.		0,123	1,000

Anexo 17. Capacidad antioxidante DPPH, en la digestión *in vitro* en cáscara y pulpa de frejoles cocidos

VARIEDAD	VARIABLE	MUESTRA	DPPH (A)	Abs final	ug TE/g	ug TE/g	Promedio	Variacion	Desviacion estandar
F1	Cáscara	3,1	0,931	0,043	331,13	331,13	313,16	34,712	74,7924
		3,2	0,925	0,049	377,33	377,33		80,915	
		3,3	0,944	0,030	231,02	231,02		-65,396	
	Pulpa	4,1	0,922	0,052	400,43	400,43	413,27	24,973	22,2297
		4,2	0,917	0,057	438,93	438,93		63,476	
		4,3	0,922	0,052	400,43	400,43		24,973	
F2	Cáscara	3,1	0,857	0,117	949,25	949,25	951,95	774,643	4,6842
		3,2	0,857	0,117	949,25	949,25		774,643	
		3.3.	0,856	0,118	957,36	957,36		782,757	
	Pulpa	4,1	0,928	0,046	373,21	373,21	419,18	-433,754	41,6339
		4,2	0,918	0,056	454,34	454,34		-352,621	
		4,3	0,921	0,053	430,00	430,00		-376,961	
F3	Cáscara	3,1	0,978	-0,004	-32,30	0,00	43,07	-928,200	54,9660
		3,2	0,961	0,013	104,98	104,98		-823,224	
		3.3.	0,971	0,003	24,23	24,23		-903,975	
	Pulpa	4,1	1,004	-0,030	-242,25	0,00	0,00	-76,258	0,0000
		4,2	0,998	-0,024	-193,80	0,00		-76,258	
		4,3	1,030	-0,056	-452,20	0,00		-76,258	

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
DPPH_ Cáscara	Entre grupos	1307084,025	2	653542,012	226,999	0,000
	Dentro de grupos	17274,277	6	2879,046		
	Total	1324358,302	8			
DPPH_ Pulpa	Entre grupos	346538,776	2	173269,388	233,352	0,000
	Dentro de grupos	4455,135	6	742,523		
	Total	350993,911	8			

DPPH_ Cáscara

HSD Tukey^a

Variedades_Frejol	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
F3	3	43,0670		
F1	3		313,1580	
F2	3			951,9537
Sig.		1,000	1,000	1,000

DPPH_ Pulpa

HSD Tukey^a

Variedades_Frejol	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
F3	3	0,0000	
F1	3		413,2653
F2	3		419,1843
Sig.		1,000	0,962

Anexo 18. Capacidad antioxidante ABTS, en la digestión *invitro* en cáscara y pulpa de frejoles cocidos

VARIEDAD	VARIABLE	MUESTRA	ABTS (B)	abs final	ug TE/g	PROMEDIO	% VARIACION	DESVIACION ESTANDAR
F1	CASCARA	3,1	0,659	0,325	1505,98	1400,95	865,266	117,349
		3,2	0,677	0,307	1422,57		781,858	
		3.3.	0,709	0,275	1274,29		633,576	
	PULPA	4,1	0,845	0,139	644,10	616,29	393,686	36,780
		4,2	0,860	0,124	574,59		324,179	
		4,3	0,848	0,136	630,20		379,785	
F2	CASCARA	3,1	0,888	0,096	468,68	559,81	241,507	80,271
		3,2	0,857	0,127	620,03		392,852	
		3.3.	0,863	0,121	590,73		363,559	
	PULPA	4,1	0,727	0,257	1254,70	1196,11	994,158	67,118
		4,2	0,754	0,230	1122,88		862,342	
		4,3	0,736	0,248	1210,76		950,219	
F3	CASCARA	3,1	0,800	0,184	894,08	898,94	-90,353	41,516
		3,2	0,807	0,177	860,07		-124,367	
		3,3	0,790	0,194	942,67		-41,761	
	PULPA	4,1	0,766	0,218	1059,29	1022,04	824,117	36,471
		4,2	0,774	0,210	1020,42		785,244	
		4,3	0,781	0,203	986,40		751,230	

ANOVA

		cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
ABTS_Cáscara	Entre grupos	1074531,937	2	537265,968	73,471	0,000
	Dentro de grupos	43875,530	6	7312,588		
	Total	1118407,467	8			
ABTS_Pulpa	Entre grupos	531120,875	2	265560,437	110,840	0,000
	Dentro de grupos	14375,325	6	2395,887		
	Total	545496,200	8			

ABTS_Cáscara

HSD Tukey^a

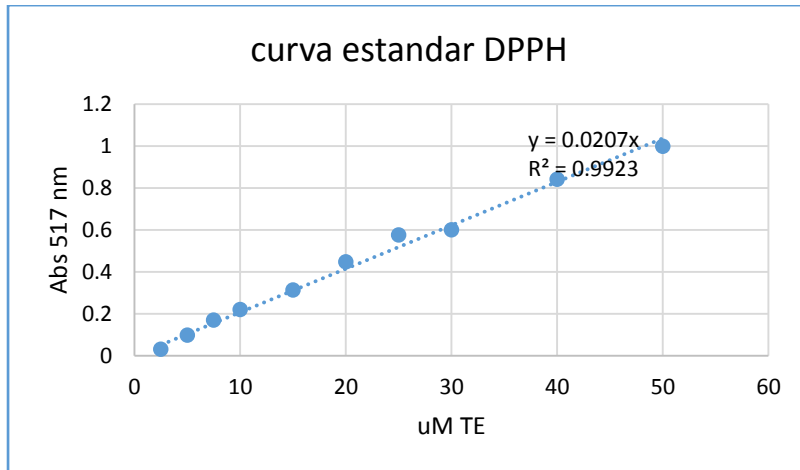
Variedades_Frejol	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
F2	3	559,8137		
F3	3		898,9400	
F1	3			1400,9503
Sig.		1,000	1,000	1,000

ABTS_Pulpa

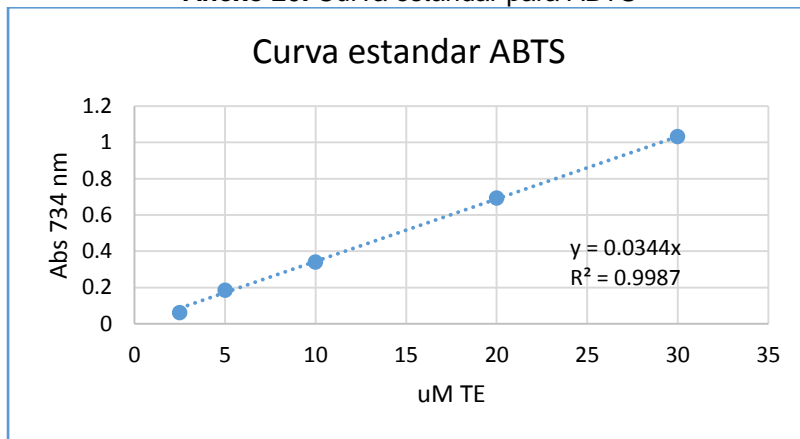
HSD Tukey^a

Variedades_Frejol	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
F1	3	616,2943		
F3	3		1022,0383	
F2	3			1196,1137
Sig.		1,000	1,000	1,000

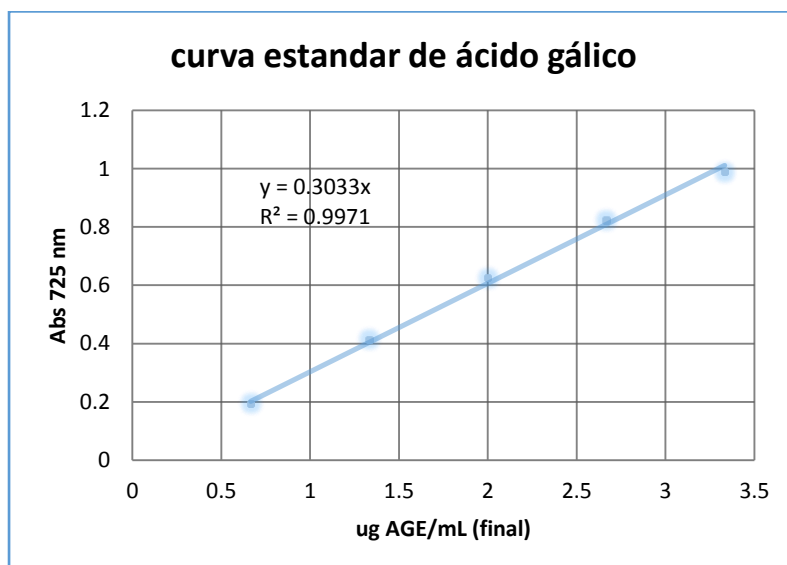
Anexo 19. Curva estándar para DPPH



Anexo 20. Curva estándar para ABTS



Anexo 21. Curva estándar para polifenoles totales



Panel Fotográfico



Figura 20 Las tres variedades del frejol



Figura 21. Pelado



Figura 21. Medición de color

1. Análisis fisicoquímicos de las tres variedades del frejol

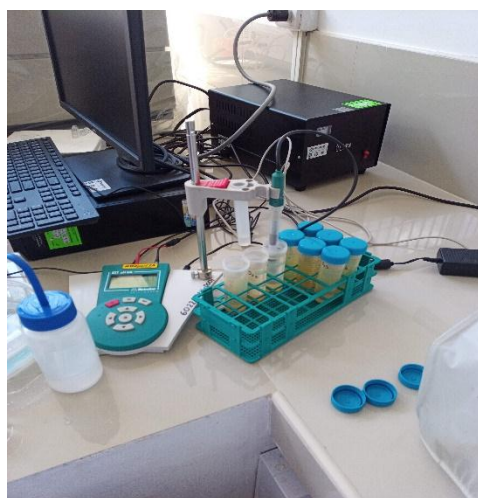


Figura 22. Medición del pH en crudo y cocido



Figura 23. Medición de sólidos solubles

2. Análisis proximal de las tres variedades del frejol en crudo y cocido (40, 45, 50, 55 y 60 min)



Figura 24. Determinación de humedad

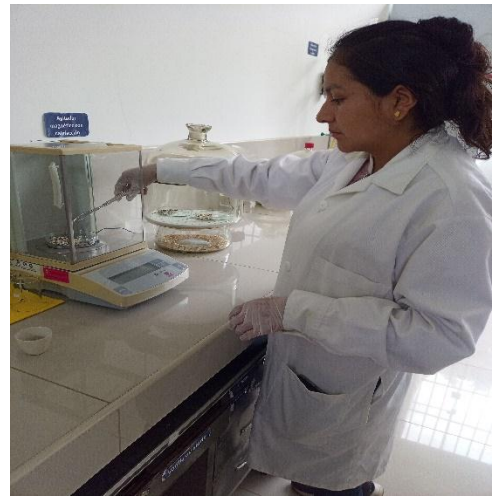


Figura 25. Pesado final de la humedad



Figura 26. Determinación de cenizas



Figura 27. Pesado final de cenizas

3. Determinación de los compuestos bioactivos de las tres variedades del frejol (cáscara y pulpa) en crudo



Figura 28. Pelado de las muestras



Figura 29. Preparación de las muestras

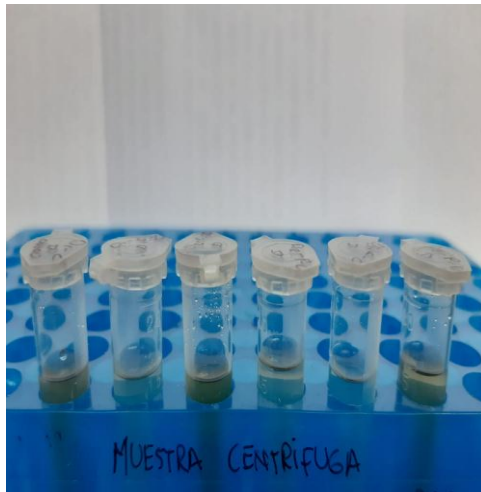


Figura 30. Muestra Centrifugada

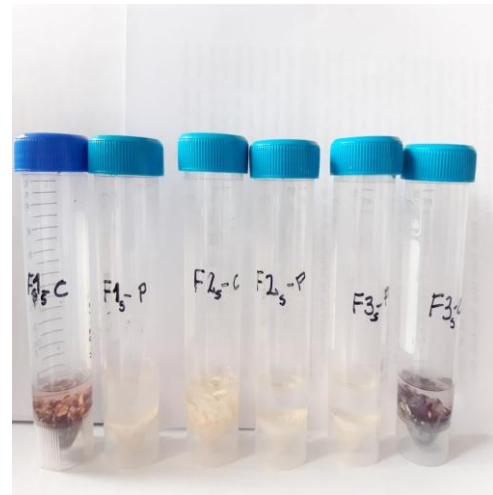


Figura 31 Extracción de los compuestos



Figura 32. Antocianinas



Figura 33. Polifenoles

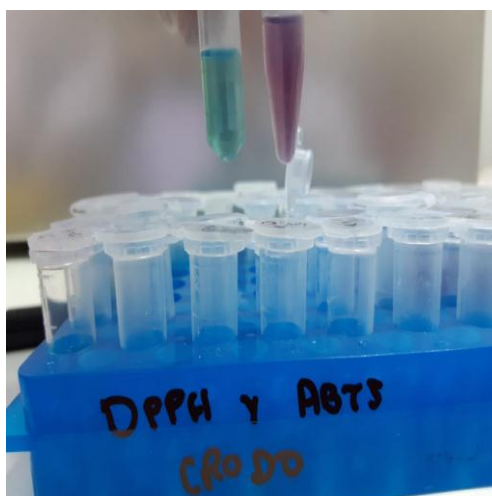


Figura 34. DPPH y ABTS



Figura 35. Corrida con el espectrofotómetro de absorción molecular

4. Determinación de los compuestos bioactivos de las tres variedades del frejol (cáscara y pulpa) en cocido (40, 45, 50, 55 y 60 min)



Figura 36. Cocción de las muestras

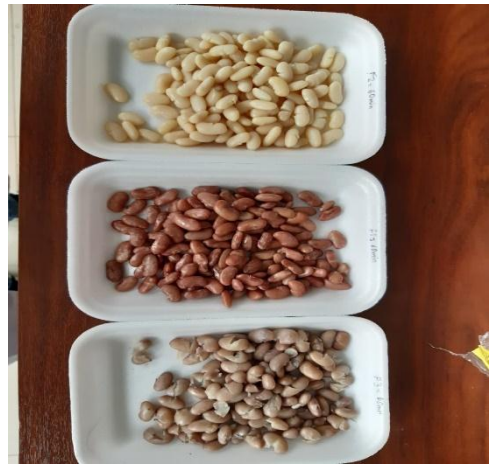


Figura 37. Muestras cocidas

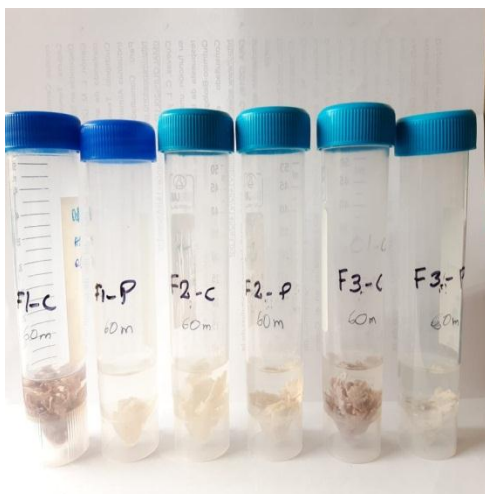


Figura 38. Extracción de los compuestos con metanol



Figura 39. Muestra centrifugada

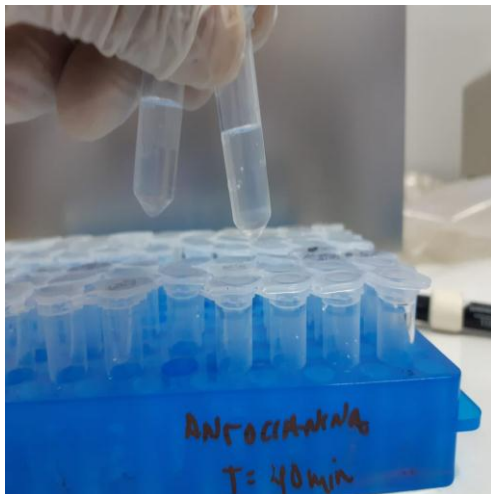


Figura 40. Antocianinas

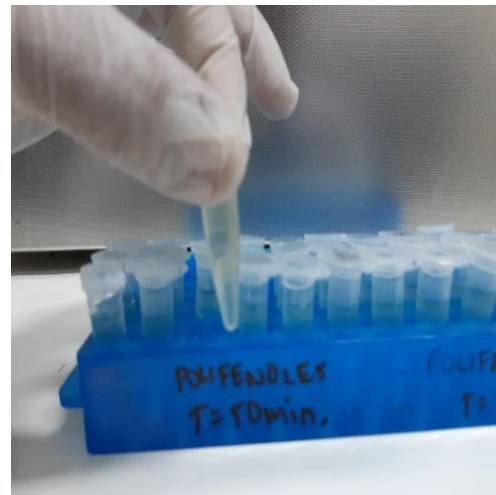


Figura 41. Polifenoles



Figura 42. DPPH y ABTS

5. Digestión in vitro en las tres variedades del frejol (cáscara y pulpa) en crudo

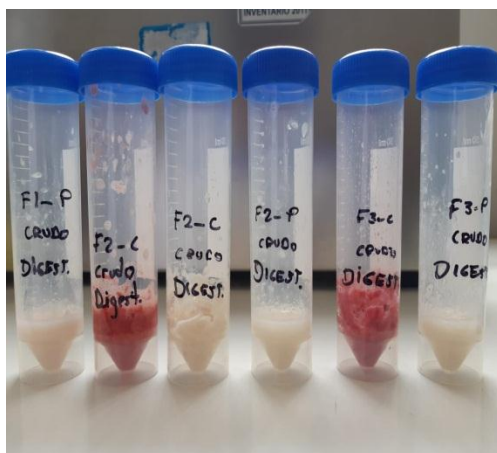


Figura 43. Preparación de la muestra



Figura 44. Muestras después de ser sometidas a baño maría



Figura 45. Realizando la digestión
Gastrica e intestinal



Figura 46. Preparación de las muestras

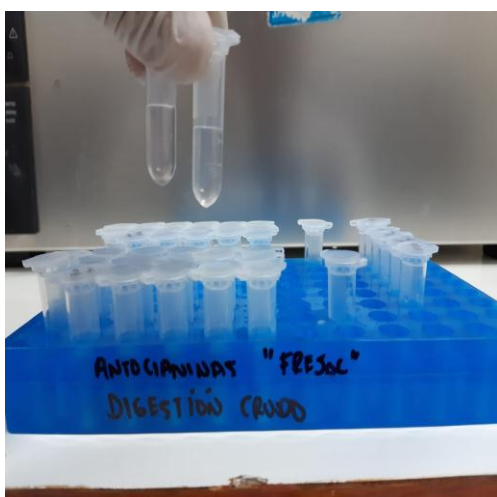


Figura 47. Antocianinas

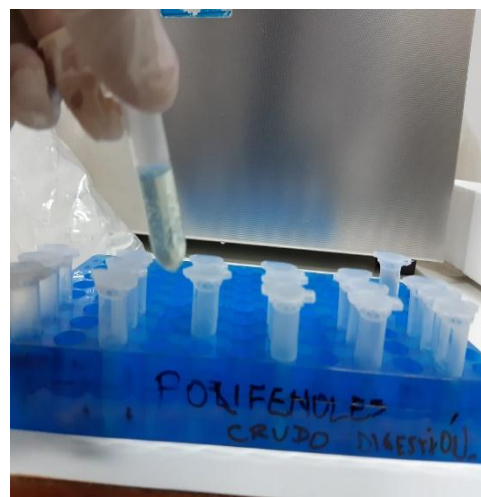


Figura 48 Polifenoles

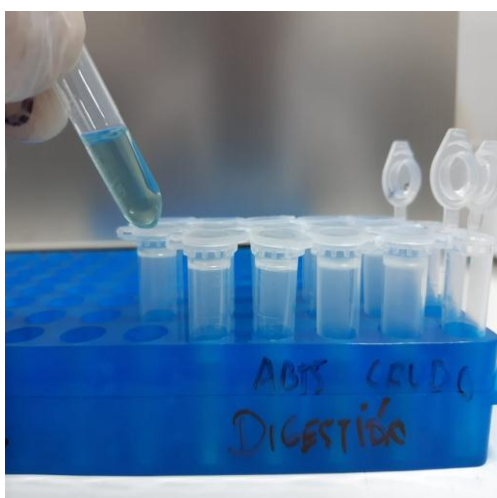


Figura 49. ABTS

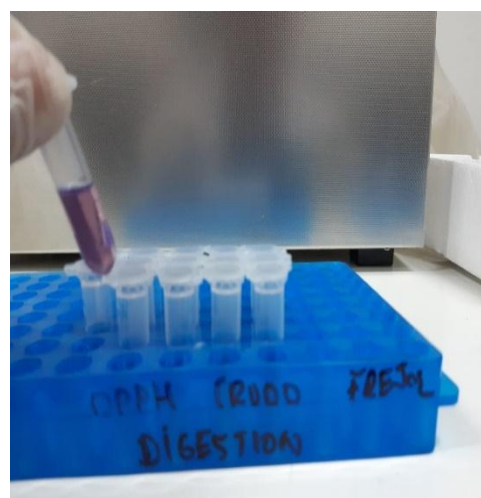


Figura 50. DPPH

6. Digestión in vitro en las tres variedades del frejol (cáscara y pulpa) en cocido (45 minutos)



Figura 51. Cocción de las muestras

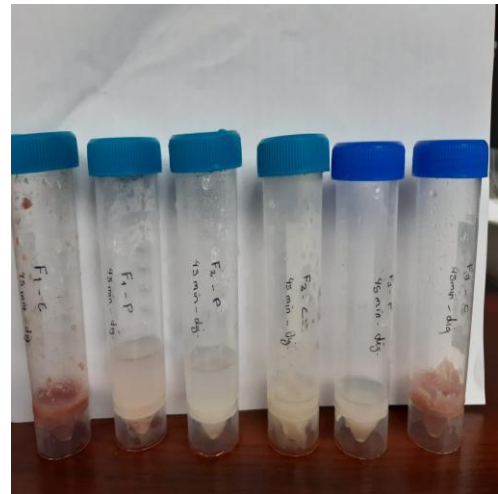


Figura 52 Extracción de los compuestos



Figura 53. Muestras después de ser sometidas a baño maría

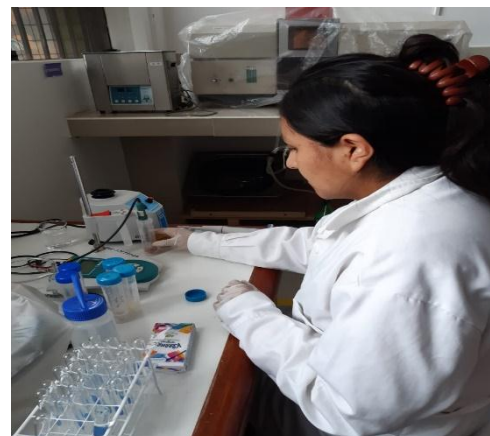


Figura 54. Realizando la digestión gástrica e intestinal



Figura 55. Preparación de las muestras

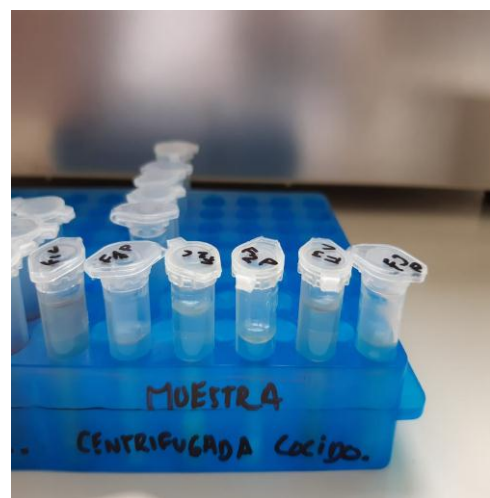


Figura 56. Muestras centrifugada



Figura 57. Antocianinas



Figura 58. Polifenoles

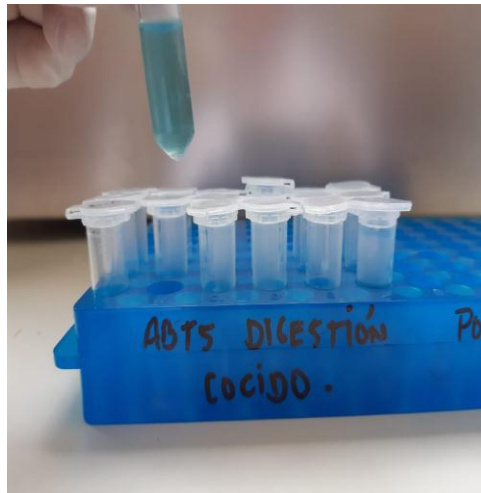


Figura 59. ABTS

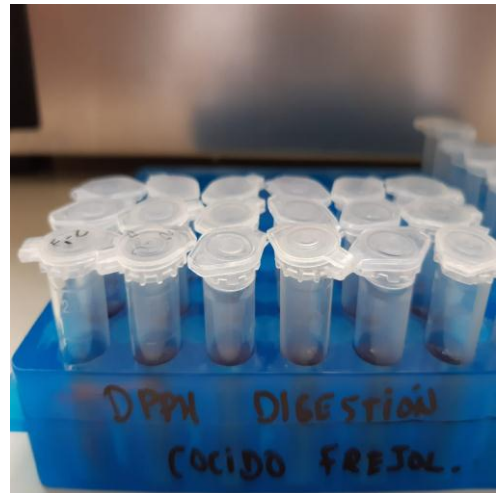


Figura 60. DPPH



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
HUÁNUCO - PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



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

En la ciudad de Huánuco a los - 22 días del mes de - abril del año 2021,- siendo las 18:00 pm. horas de acuerdo al Reglamento de Grado Académico y Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias y a la directiva de sustentación virtual de tesis, aprobada con Resolución de Consejo Universitario N° 0970-2020-UNHEVAL, del 27.MAY.2020, se reunieron en la Plataforma del Cisco Webex de la UNHEVAL los miembros integrantes del Jurado de tesis con Resolución N° 100- 2021-UNHEVAL/FCA-D, del 15 abril de 2021, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada: “ EFECTO DE COCCIÓN Y DIGESTIÓN INVITRO EN EL CONTENIDO DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DE FREJOLES (*Phaseolus vulgaris*)”, presentado por la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial: ENILDA IRAIDA PULIDO AQUINO, bajo el asesoramiento del Dr. ÁNGEL DAVID NATIVIDAD BARDALES.

El Jurado de tesis está integrado por los siguientes docentes:

Dr. Rubén Max Rojas Portal.	Presidente
Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio.	Secretario
Dr. Sergio Grimaldo Muñoz Garay.	Vocal
Lic. Winder Laureano Ulloa.	Accesitario


Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado:... APROBADO por UNANIMIDAD con el cuantitativo de 16 y cualitativo de BUENO, quedando la sustentante... APTA para que se le expida el **TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 20:30 P.M. horas.


Huánuco, 22 de ABRIL del 2021



Dr. Rubén Max Rojas Portal.
Presidente del Jurado de Tesis



Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio
Secretario del Jurado de Tesis



Dr. Sergio Grimaldo Muñoz Garay
Vocal del Jurado de Tesis

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado

OBSERVACIONES:

NINGUNO

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

Huánuco, 22 de ABRIL del 2021

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

Huánuco, ____ de ____ del 20__

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
HUÁNUCO - PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



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

En la ciudad de Huánuco a los - **22 días** del mes de - **abril del año 2021,-** siendo las **18:00 pm.** horas de acuerdo al Reglamento de Grado Académico y Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias y a la directiva de sustentación virtual de tesis, aprobada con Resolución de Consejo Universitario N° 0970-2020-UNHEVAL, del 27.MAY.2020, se reunieron en la Plataforma del Cisco Webex de la UNHEVAL los miembros integrantes del Jurado de tesis con Resolución N° 100- 2021-UNHEVAL/FCA-D, del 15 abril de 2021, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada: “ **EFFECTO DE COCCIÓN Y DIGESTIÓN INVITRO EN EL CONTENIDO DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DE FREJOLES (*Phaseolus vulgaris*)**”, presentado por el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial: **MAX DAVID MORALES OCMIN**, bajo el asesoramiento del **Dr. ÁNGEL DAVID NATIVIDAD BARDALES**.

El Jurado de tesis está integrado por los siguientes docentes:

Dr. Rubén Max Rojas Portal.	Presidente
Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio.	Secretario
Dr. Sergio Grimaldo Muñoz Garay.	Vocal
Lic. Winder Laureano Ulloa.	Accesitario

Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado:..... APROBADO por UNANIMIDAD con el cuantitativo de 16 y cualitativo de BUENO, quedando el sustentante... APTO para que se le expida el **TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 20:30 P.M. horas.


Huánuco, 22 de ABRIL del 2021



Dr. Rubén Max Rojas Portal.
Presidente del Jurado de Tesis



Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio
Secretario del Jurado de Tesis



Dr. Sergio Grimaldo Muñoz Garay
Vocal del Jurado de Tesis

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado

OBSERVACIONES:

NINGUNO

PRESIDENTE



SECRETARIO



VOCAL



Huánuco, 22 de ABRIL del 2021

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

Huánuco, de del 20

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES			
		RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN		OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL	0.0	14/06/2021	1 de 2

ANEXO 2

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICAS DE PREGRADO

1. IDENTIFICACIÓN PERSONAL (especificar los datos de los autores de la tesis)

Apellidos y Nombres: **PULIDO AQUINO, ENILDA IRAIDA**

DNI: **47043549** Correo electrónico: **pulidoaquinoenildairaida@gmail.com**

Teléfono Celular: 932519171

Apellidos y Nombres: **MORALES OCMIN, MAX DAVID**

DNI: **46807838** Correo electrónico: **Maxmoralesocmin@gmail.com**

Teléfono Celular: 994958369

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Pregrado
Facultad de: Ciencias Agrarias
E. P. : de Ingeniería Agroindustrial

Título Profesional obtenido:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Título de la tesis:

EFECTO DE COCCIÓN Y DIGESTIÓN INVITRO EN EL CONTENIDO DE COMPUESTOS
BIOACTIVOS DE FREJOLES (*Phaseolus vulgaris*).

Tipo de acceso que autoriza(n) el (los) autor(es):

Marcar "X"	Categoría de Acceso	Descripción del Acceso
X	PÚBLICO	Es público y accesible al documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, más no al texto completo

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES			
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN		RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
		OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL	0.0	31/05/2021	2 de 2

Al elegir la opción "Público", a través de la presente autorizo o autorizamos de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web repositorio.unheval.edu.pe, por un plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya(n) marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

Nosotros decidimos ampliar más nuestra investigación sobre el tema.

Asimismo, pedimos indicar el período de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

- 1 año
- 2 años
- 3 años
- 4 años

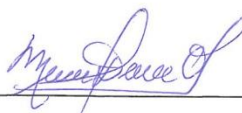
Luego del período señalado por usted(es), automáticamente la tesis pasará a ser de acceso público.

Fecha de firma: 31 DE MAYO DEL 2021

Firma del autor y/o autores:



PULIDO AQUINO, ENILDA IRAIDA
DNI: 47043549



MORALES OCMIN, MAX DAVID
DNI: 46807838