



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**  
**CARRERA INGENIERÍA EN ALIMENTOS**



**TEMA:**

---

**EFFECTO DE LA ESPECIE Y EL PROCESAMIENTO SOBRE EL CONTENIDO DE COMPUESTOS Y PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DEL MAÍZ (*Zea mays L.*) NEGRO, FREJOL (*Phaseolus vulgaris L.*) NEGRO, SANGORACHE (*Amaranthus quitensis L.*) Y VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS (*tuberosum grupo andigenum*).**

---

Trabajo de Investigación, Graduación. Modalidad: Trabajo Estructurado de Manera Independiente (TEMI), presentado como requisito previo a la Obtención del Título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Autora: Irma Maribel Tanquina Páramo

Tutor: Milton Ramos Ph.D.

Ambato – Ecuador

2013

## APROBACIÓN POR EL TUTOR

Dr: Milton Ramos Ph.D.

Siendo el Tutor de Trabajo de Investigación realizado bajo el tema: “Efecto de la especie y el procesamiento sobre el contenido de compuestos y propiedades antioxidantes del Maíz (*Zea mays L.*) Negro, Frejol (*Phaseolus vulgaris L.*) Negro, Sangorache (*Amaranthus quitensis L.*) y variedades de Papas Nativas (*Tuberosum* grupo *andigenum*) por la egresada Irma Maribel Tanquina Paramo; tengo a bien afirmar que el estudio es idóneo y reúne los requisitos de una tesis de grado de Ingeniería en Alimentos; y la graduada posee los méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Jurado Examinador que sea designado por el H. Concejo Directivo de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

Ambato, Mayo 2013

-----  
Dr: Milton Ramos Ph.D.

TUTOR

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Los criterios emitidos en el trabajo de investigación denominado: Efecto de la especie y el procesamiento sobre el contenido de compuestos y propiedades antioxidantes del Maíz (*Zea mays L.*) Negro, Frejol (*Phaseolus vulgaris L.*) Negro, Sangorache (*Amaranthus quitensis L.*) y variedades de Papas Nativas (*Tuberosum* grupo *andigenum*) así como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y recomendaciones, corresponden exclusivamente a Irma Maribel Tanquina Paramo; Dr: Milton Ramos Ph.D.; Tutor del Proyecto de Investigación.

-----

Irma Maribel Tanquina P.

Autor

-----

-

Dr: Milton Ramos Ph.D.

Tutor de la Investigación

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**  
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

Los miembros del Tribunal de grado aprueban el presente Trabajo de Graduación de acuerdo a las disposiciones emitidas por la Universidad Técnica de Ambato

Ambato, Mayo de 2013

-----

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Gladys Navas Miño

-----

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Guillermo Poveda

-----

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Juan Ramos

## DEDICATORIA

*A DIOS amor infinito de sabiduría, por haber colmado de bendiciones mi vida.*

*A mis queridos padres: Alicia y Vinicio, un tesoro invaluable ejemplos de vida, por su entrega y apoyo incondicional a cada momento, quienes con mucho esfuerzo lograron que yo culminara mi carrera.*

*A mi hermano Edwin Tanquina por su amistad, respeto, amor y por estar presente en mis alegrías y fracasos y sobre todo por enseñarme a crecer como ser humano.*

*A mi abuelita María Jesús Tanquina quien supo guiarme por el sendero del éxito durante la ausencia de mis padres, a mis tíos Mirian, Miguel, Wuillian, quienes con su gran experiencia comprensión y amor, supieron instruirme y aprender con migo en los momentos muy difíciles, apoyándome y dándome ánimos para seguir este largo camino.*

*Melanie, Alexander, Ariel son el motivo de mis sonrisas, ustedes quien me han impulsado para ver un futuro reflejado en vosotros los amo..!!*

*Añ usted...!!! Por sus consejos y compartir bellos momentos, por ser la persona más paciente, tierno y amoroso, gracias por estar a mi lado y creer en mí, sabe que las cosas que hago llevan su esencia.*

*A mis grandes amigos (as); por su dulzura, cariño, y comprensión, quienes estuvieron junto a mí, con sus locuras, arrebatos, apoyándome siempre en las buenas y en las malas.*

*Irma Maribel Tanquina Páramo*

## AGRADECIMIENTO

*Mi agradecimiento va dirigido a la Universidad Técnica de Ambato y de manera especial a la Facultad de Ciencia E Ingeniería en Alimentos, Entidad donde me permitió formarme en sus aulas, a todos los docentes de la Facultad quienes impartieron sus conocimientos y contribuyeron para mi formación personal como profesional.*

*A lo largo de mis estudios la vida me ha ofrecido muy buenas oportunidades de las cuales me siento muy agradecida de llegar a la culminación de mi carrera universitaria ha sido posible gracias a varias personas e entidades, en particular me gustaría agradecer:*

*Al Departamento de Nutrición y Calidad del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador (Estación Santa Catalina- Quito- Ecuador).*

*A la Ing. Nelly Lara por la oportunidad y la confianza depositada en mí...! Gracias de todo corazón.*

*A mi asesora interna de tesis la Ingeniera Elena Villacres por haberme facilitado el uso de sus instalaciones y por el tiempo que dedico al desarrollo de este proyecto. Debo agradecer también su amabilidad y disponibilidad durante mis estancias en su laboratorio, durante las cuales tuve todo el soporte profesional para alcanzar los objetivos perseguidos y por su ayuda y valiosa colaboración.*

*Al Dr: Milton Ramos, Tutor quien con su capacidad, paciencia y constancia, permitió culminar con éxito el trabajo de investigación.*

*Al Ing. Guillermo Poveda, Ing. Juan Ramos por su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera universitaria.*

*A las personas que trabajan en los laboratorios de LSAIA, especialmente al Químico Alex Portilla por su buena disposición en todo momento para colaborar con este trabajo y a todos y cada uno de los integrantes.*

*A mis compañeros de trabajo en especial a Carolina Cajas por su apoyo moral y las tertulias en momentos de estrés por sus consejos y amistad. También quiero agradecer a Javier Álvarez el haber estado ahí siempre que lo he necesitado.*

*A los amigos y compañeros que he conocido en este año seis meses; quienes dieron un toque muy especial a esta travesía... Gaby Pástor, Estefanía Guerrero, María José Poveda, Señor Marthita, José Luis Maldonado, Erika Espín, Karlita Campaña, Salome y como olvidarme de mi pequeña gigante Carmen Bermúdez vales oro (persigue tus sueños y confió que los alcanzaras) y todos aquellos nombres que se me escapan, pero con los que he compartido trabajo y amistad, tanto dentro como fuera del laboratorio, les agradezco la paciencia que me han tenido.*

*A mis grandes amigas que conocí en mis pasos por el INIAP Paulina Untuña, María Belen Quedal y Cristina Paz por sus consejos y amistad brindada.*

*Nunca me olvidaré de ustedes.*

*A todos mis amigos (as) quienes estuvieron durante toda mi vida estudiantil compartiendo mis éxitos y fracasos: Angélica, Fernanda, Hipatia, María, y a todos quienes de una u otra manera contribuyeron a este logro alcanzado.*

*Y por último y más importante a mis padres-hermano, por haberme aguantado.*

*También ..¿Por qué no..? A todos aquellos que me hicieron pensar que concluir este trabajo no era posible, pues hicieron que siguiera adelante con más fuerza.*

***Mil gracias .....!!!!***

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.	Tema de investigación.....	1
1.2.	Planteamiento del problema.....	1
1.2.1.	Contextualización.....	1
1.2.2.	Análisis crítico.....	18
1.2.3.	Prognosis.....	19
1.2.4.	Formulación del problema.....	20
1.2.5.	Preguntas directrices.....	20
1.2.6.	Delimitación del objetivo de investigación.....	21
1.3.	Justificación.....	21
1.4.	Objetivos.....	23
1.4.1.	Objetivo general.....	23
1.4.2.	Objetivos específicos.....	23

### CAPITULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes investigativos.....	24
2.2.	Fundamentación filosófica.....	28
2.3.	Fundamentación legal.....	29
2.4.	Categorías fundamentales.....	33
2.4.1.	Marco teórico de la variable independiente.....	36
2.4.2.	Marco teórico de la variable dependiente.....	64
2.5.	Hipótesis.....	78
2.6.	Señalamiento de variable.....	79

### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA

3.1.	Enfoque.....	80
3.2.	Modalidad básica de investigación.....	80
3.3.	Nivel o tipo de investigación.....	81
3.4.	Población y muestra.....	82
3.4.1.	Población.....	82
3.4.2.	Muestra.....	82
3.5.	Operacionalización de variables.....	84
3.5.1.	Operacionalización de variable independiente.....	84

3.5.2	Operacionalización de variable dependiente.....	85
3.6.	Plan de recolección de información.....	86
3.7.	Plan de procesamiento de información.....	113

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1.	Análisis de los resultados de las especies en estado crudo.....	114
4.1.1.	Compuestos antioxidantes.....	114
4.1.1.1.	Antocianinas totales.....	114
4.1.1.2.	Antocianina monoméricas.....	118
4.1.1.3.	Color polimérico.....	120
4.1.1.4.	Carotenoides totales.....	123
4.1.1.5.	Fenoles Totales.....	125
4.1.1.6.	Flavonoides.....	127
4.1.1.7.	Vitamina C -Ácido ascórbico.....	129
4.1.1.8.	Taninos.....	131
4.1.1.9.	Zinc.....	133
4.1.2.	Comparación de los mejores tratamientos de los compuestos antes de las especies vegetales en estado crudo.....	135
4.1.3.	Capacidad antioxidante.....	142
4.1.3.1.	Rendimiento en la obtención de extractos.....	143
4.1.3.2.	Determinación de la capacidad antioxidante método DDPH (bloqueo del radical libre, 1, 1,-difenil-2- picrylhidracil).....	144
4.1.3.3.	Determinación de la actividad antioxidante (capacidad quelante del extracto).....	146
4.1.3.4.	Determinación de la actividad antioxidante (FRAP).....	148
4.1.4.	Comparación de los mejores tratamientos de la capacidad antioxidantes en las especies vegetales en estado crudo.....	150
4.2.	Análisis de los resultados de las especies procesadas.....	154
4.2.1.	Efecto de la especie en el contenido de compuestos Antioxidantes (Factor A).....	154
4.2.2.	Efecto del proceso sobre el contenido de compuestos antioxidantes en la especie procesada (Factor B).....	157
4.2.3.	Efecto de la interacción Variedad x Proceso en el contenido de compuestos antioxidantes (Factor A*B).....	160

4.3.	Comparación de la concentración de los compuestos antioxidantes en las especies crudas y procesadas.....	166
4.3.1.	Sangorache Línea 17758.....	166
4.3.2.	Maíz negro.....	173
4.3.3.	Corontas del Maíz.....	179
4.3.4.	Fréjol Negro.....	186
4.3.5.	Papa Nativas.....	193
4.4.	Análisis de la actividad antioxidante en las especies procesadas.....	203
4.4.1.	Efecto de la especie en la actividad antioxidante (Factor A).....	203
4.4.2.	Efecto del procesamiento en la actividad antioxidante de los extractos *(Factor B).....	204
4.4.3.	Efecto de la interacción Fracción de la planta y proceso sobre la actividad antioxidante*(Factor A*B).....	206
4.5.	Comparación de la actividad antioxidante en las especies crudas y procesadas.....	208
4.5.1.	Sangorache Línea 17758.....	209
4.5.1.	Maíz Negro.....	211
4.5.1.	Corontas del Maíz.....	213
4.5.1.	Fréjol Negro.....	215
4.5.1.	Papas Nativas.....	217
4.6.	Estabilidad de los extractos acuoso y metanólico de los mejores tratamiento a diferentes condiciones de almacenamiento (luz solar, oscuridad, UV).....	220
4.6.1.	Extracto acuoso de las hojas del sangorache expuesto a la luz.....	220
4.6.2.	Extracto metanólico de las hojas del sangorache expuesto a la luz.....	222
4.6.3.	Extracto acuoso de las Corontas Maíz, Raza Racimo de Uva expuesto la luz.....	224
4.6.4.	Extracto metanólico de las Corontas Maíz, Raza Racimo de Uva expuesto a la luz.....	226
4.6.5.	Extracto acuoso en el Fréjol, Variedad INIAP 482 expuesto a la luz.....	228
4.6.6.	Extracto metanólico del Fréjol, Variedad INIAP 482 expuesto a la luz.....	230
4.6.7.	Extracto acuoso de la Papa Nativa, Variedad Tushpa expuesto a la luz.....	232
4.6.8.	Extracto metanólico de la Papa Nativa, Variedad Tushpa.....	234
4.6.9.	Extracto acuoso de las hojas del sangorache sometido efecto de la Temperatura.....	237

4.6.10	Extracto metanólico de las hojas del sangorache sometido efecto de la temperatura.....	239
4.6.11.	Extracto acuoso de las Corontas Maíz, Raza Racimo de Uva sometido efecto de la temperatura.....	241
4.6.12	Extracto métanolico de las Corontas Maíz, Raza Racimo de Uva sometí do efecto de la temperatura.....	243
4.6.13.	Extracto acuoso en el Fréjol, Variedad INIAP sometido efecto de la temperatura.....	245
4.6.14.	Extracto métanolico del Fréjol, Variedad INIAP 482 sometido a efecto de la temperatura.....	247
4.6.15.	Estabilidad del extracto acuoso de la Papa Nativa, Variedad Tushpa almacenada a diferentes condiciones.....	249
4.6.16.	Extracto métanolico de la Papa Nativa, Variedad Tushpa sometido efecto de la temperatura.....	251

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1.	Conclusiones.....	254
5.2.	Recomendaciones.....	259

## **CAPITULO VI**

### **PROPUESTA**

6.1.	Datos informativos.....	260
6.2.	Antecedentes de la propuesta.....	261
6.3.	Justificación.....	263
6.4.	Objetivos.....	263
6.4.1.	General.....	263
6.4.2.	Específicos.....	263
6.5.	Análisis de factibilidad.....	264
6.6.	Fundamentación.....	265
6.7.	Metodología. Modelo operativo.....	268
6.8.	Administración.....	269
6.9.	Previsión de la evaluación.....	270
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>271</b>

## TABLAS

Tabla 1	Estimaciones de la producción del maíz en el mundo (2010)
Tabla 2	Estimaciones de la producción de frejol en el mundo (2010)
Tabla 3	Estimaciones de la producción de papa en el mundo (2010)
Tabla 4	Superficie, producción y rendimiento - transitorios: maíz seco en el Ecuador (2010)
Tabla 5	Superficie, producción y rendimiento - leguminosas: fréjol seco Ecuador (2010)
Tabla 6	Superficie, producción y rendimiento - tubérculos: papa Ecuador (2010)
Tabla 7	Producción de papa comercial en el 2010
Tabla 8	Clasificación taxonómica del maíz
Tabla 9.	Genotipos de maíz: sangre de cristo y racimo de uva
Tabla 10	Identificación taxonómica del fréjol
Tabla 11	Características fisicoquímicas de los genotipos negros de frejol
Tabla 12	Clasificación taxonómica del sangorache
Tabla 13	Genotipo de sangorache línea 17728
Tabla 14	Clasificación taxonómica de las papas
Tabla 15	Composición nutricional del grano de maíz
Tabla 16	Composición de minerales del grano de maíz
Tabla 17	Composición nutricional del fréjol
Tabla 18	Composición química del grano y hojas del ataco
Tabla 19	Contenido de nutrientes en 100 g de papa y el porcentaje que cubre de las dosis diarias recomendadas (DDR)*
Tabla 20	Especies y fracciones vegetales a estudiarse
Tabla 21	Tratamientos para la determinación del contenido de compuestos antioxidantes en el grano, inflorescencias y hojas del sangorache
Tabla 22	Esquema del análisis de varianza
Tabla 23	Tratamientos para la determinación del contenido de compuestos antioxidantes del maíz y tusa
Tabla 24	Esquema del análisis de varianza
Tabla 25	Tratamientos para la determinación del contenido de compuestos antioxidantes del frejol negro
Tabla 26	Esquema del análisis de varianza
Tabla 27	Tratamientos para la determinación del contenido de compuestos antioxidantes en algunas variedades de papas nativas

Tabla 28	Esquema del análisis de varianza
Tabla 29	Tratamientos para la determinación de las propiedades antioxidantes en las tres partes más importantes del sangorache
Tabla 30	Esquema del análisis de varianza
Tabla 31	Tratamientos para la determinación de las propiedades antioxidantes del maíz negro
Tabla 32	Esquema del análisis de varianza
Tabla 33	Tratamientos para la determinación del contenido de propiedades antioxidantes del frejol negro
Tabla 34	Esquema del análisis de varianza
Tabla 35	Tratamientos para la determinación del contenido de propiedades antioxidantes de algunas variedades de papas nativas
Tabla 36	Esquema del análisis de varianza
Tabla 37	Componentes del sangorache
Tabla 38	Procesos a aplicarse a los componentes del sangorache
Tabla 39	Tratamientos para la determinación del efecto de varios procesos sobre el contenido de compuestos y propiedades antioxidantes del sangorache
Tabla 40	Esquema del análisis de varianza
Tabla 41	Parámetros tecnológicos para el procesamiento del grano, hojas y panojas del sangorache
Tabla 42	Genotipos de maíz
Tabla 43	Procesos a aplicarse al grano de maíz negro
Tabla 44	Tratamientos para la determinación del efecto de varios procesos sobre el contenido de compuestos y propiedades antioxidantes del grano de maíz negro
Tabla 45	Esquema del análisis de varianza
Tabla 46	Parámetros tecnológicos para el procesamiento del grano de maíz y tusa
Tabla 47	Procedencia de las tusa del maíz
Tabla 48	Procesos a aplicarse a la tusa del maíz
Tabla 49	Tratamientos para la determinación del efecto del proceso sobre el contenido y propiedades antioxidantes de las corontas del maíz
Tabla 50	Esquema del análisis de varianza
Tabla 51	Tratamientos tecnológicos para el procesamiento de la tusa del maíz

Tabla 52	Genotipos de fréjol
Tabla 53	Procesos a aplicarse al grano de fréjol
Tabla 54	Tratamientos para la determinación del efecto de varios procesos sobre el contenido de compuestos y propiedades antioxidantes del frejol negro
Tabla 55	Esquema del análisis de varianza
Tabla 56	Parámetros tecnológicos para el procesamiento de varios genotipos de fréjol
Tabla 57	Variedades de papas
Tabla 58	Procesos a aplicarse a la papa nativa
Tabla 59	Tratamientos para la determinación del efecto de varios procesos sobre el contenido de compuestos y propiedades antioxidantes de la papa
Tabla 60	Esquema del análisis de varianza
Tabla 61	Parámetros tecnológicos para el procesamiento de variedades de papa
Tabla 62	Factores en estudio para evaluar el efecto de exposición a la luz, sobre la estabilidad de los extractos de sangorache, maíz negro frejol negro y papas nativas
Tabla 63	Tratamientos para evaluar el efecto de la luz sobre la estabilidad de los extractos de sangorache, maíz negro, frejol negro y papas nativas
Tabla 64	Factores en estudio para evaluar el efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la estabilidad de los extractos de sangorache, maíz negro, frejol negro y papas nativas
Tabla 65	Tratamientos para evaluar el efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la estabilidad de los extractos de sangorache, maíz negro, frejol negro y papas nativas (mejores tratamientos)
Tabla 66	Esquema del análisis de varianza para determinar el efecto de la exposición a la luz sobre los extractos de sangorache, maíz negro, frejol negro y papas nativas (mejores tratamientos)
Tabla 67	Esquema del análisis de varianza para determinar el efecto de la temperatura sobre los extractos de sangorache, maíz negro, frejol negro, papas nativas (mejores tratamientos)
Tabla 68	Contenido de compuestos antioxidantes en 16 especies vegetales en estado crudo* (B.S)
Tabla 69	Prueba de Tukey para el contenido de antocianinas totales en los componentes del sangorache línea 17728

- Tabla 70 Prueba de Tukey para el contenido de antocianinas totales en los componentes del maíz negro (grano y tusa)
- Tabla 71 Prueba de Tukey para el contenido de antocianinas totales en los genotipos de grano del frejol negro
- Tabla 72 Prueba de Tukey para el contenido de antocianinas totales en variedades de papas nativas
- Tabla 73 Prueba de Tukey para el contenido de antocianinas monoméricas en los componentes del sangorache línea 17728
- Tabla 74 Prueba de Tukey para el contenido de antocianinas monoméricas en los componentes del maíz negro (grano y tusa)
- Tabla 75 Prueba de Tukey para el contenido de antocianinas monoméricas en los genotipos de grano del frejol negro
- Tabla 76 Prueba de Tukey para el contenido de antocianinas monoméricas en variedades de papas nativas
- Tabla 77 Prueba de Tukey para el color polimérico del sangorache línea 17728 (solución acuosa)
- Tabla 78 Prueba de Tukey para el color polimérico del sangorache línea 17728 (solución de bisulfito de sodio)
- Tabla 79 Prueba de Tukey para el color polimérico del maíz negro (solución acuosa)
- Tabla 80 Prueba de Tukey para el color polimérico del maíz negro (solución de bisulfito de sodio)
- Tabla 81 Prueba de Tukey para el color polimérico del frejol negro (solución acuosa)
- Tabla 82 Prueba de Tukey para el color polimérico del frejol negro (solución de bisulfito de sodio)
- Tabla 83 Prueba de Tukey para el color polimérico de papas nativas (solución acuosa)
- Tabla 84 Prueba de Tukey para el color polimérico de papas nativas (solución de bisulfito de sodio)
- Tabla 85 Prueba de Tukey para el contenido de carotenoides totales en los componentes del sangorache línea 17728
- Tabla 86 Prueba de Tukey para el contenido de carotenoides totales en los componentes del maíz negro (grano y tusa)
- Tabla 87 Prueba de Tukey para el contenido de carotenoides totales en los genotipos de grano del frejol negro
- Tabla 88 Prueba de Tukey para el contenido de carotenoides totales en

	variedades de papas nativas
Tabla 89	Prueba de Tukey para el contenido de fenoles totales en los componentes del sangorache línea 17728
Tabla 90	Prueba de Tukey para el contenido de fenoles totales en los componentes del maíz negro (grano y tusa)
Tabla 91	Prueba de Tukey para el contenido de fenoles totales en los genotipos de grano del frejol negro
Tabla 92	Prueba de Tukey para el contenido de fenoles totales en variedades de papas nativas
Tabla 93	Prueba de Tukey para el contenido de flavonoides en los componentes del sangorache línea 17728
Tabla 94	Prueba de Tukey para el contenido de flavonoides en los componentes del maíz negro (grano y tusa)
Tabla 95	Prueba de Tukey para el contenido de flavonoides en los genotipos de grano del frejol negro
Tabla 96	Prueba de Tukey para el contenido de flavonoides en variedades de papas nativas
Tabla 97	Prueba de Tukey para el contenido de ácido ascórbico en los componentes del sangorache línea 17728
Tabla 98	Prueba de Tukey para el contenido de ácido ascórbico en los componentes del maíz negro (grano y tusa)
Tabla 99	Prueba de Tukey para el contenido de ácido ascórbico en los genotipos de grano del frejol negro
Tabla 100	Prueba de Tukey para el contenido de ácido ascórbico en variedades de papas nativas
Tabla 101	Prueba de Tukey para el contenido de taninos en los componentes del sangorache línea 17728
Tabla 102	Prueba de Tukey para el contenido de taninos en los componentes del maíz negro (grano y tusa)
Tabla 103	Prueba de Tukey para el contenido de taninos en los genotipos de grano del frejol negro
Tabla 104	Prueba de Tukey para el contenido de taninos en variedades de papas nativas
Tabla 105	Prueba de Tukey para el contenido de zinc en los componentes del sangorache línea 17728
Tabla 106	Prueba de Tukey para el contenido de zinc en los componentes del maíz negro (grano y tusa)
Tabla 107	Prueba de Tukey para el contenido de zinc en los genotipos de grano del frejol negro

- Tabla 108 Prueba de Tukey para el contenido de zinc en variedades de papas nativas
- Tabla 109 Actividad antioxidante evaluada a través de tres métodos diferentes\*(mg ml<sup>-1</sup>)
- Tabla 110 Rendimiento de extractos en las especies vegetales
- Tabla 111 Prueba de Tukey para la actividad antioxidante del sangorache línea 17728 (método DDPH•)
- Tabla 112 Prueba de Tukey para la actividad antioxidante del maíz negro, (método DDPH•)
- Tabla 113 Prueba de Tukey para la actividad antioxidante del fréjol negro(método DPPH•)
- Tabla 114 Prueba de Tukey para la capacidad antioxidante de papas nativas (método DPPH•)
- Tabla 115 Prueba de Tukey para la actividad antioxidante del sangorache, línea 17728 (capacidad quelante)
- Tabla 116 Prueba de Tukey para la actividad antioxidante del maíz negro(capacidad quelante)
- Tabla 117 Prueba de Tukey para la actividad antioxidante del fréjol negro (capacidad quelante)
- Tabla 118 Prueba de Tukey para la actividad antioxidante de papas nativas, (capacidad quelante)
- Tabla 119 Prueba de Tukey para la actividad antioxidante del sangorache línea 17728 (FRAP)
- Tabla 120 Prueba de Tukey para la actividad antioxidante del maíz negro(FRAP)
- Tabla 121 Prueba de Tukey para la actividad antioxidante del fréjol negro (FRAP)
- Tabla 122 Prueba de Tukey para la actividad antioxidante de papas nativas (FRAP)
- Tabla 123 Efecto de la especie procesada en el contenido de compuestos antioxidantes \*(factor A)
- Tabla 124 Efecto del proceso sobre el contenido de compuestos antioxidantes \*(factor B)
- Tabla 125 Efecto de la interacción variedad y proceso en el contenido de compuestos antioxidantes
- Tabla 126 Efecto de la especie en la actividad antioxidante \*(factor A)
- Tabla 127 Efecto del procesamiento en la actividad antioxidante \*(factor B)
- Tabla 128 Efecto de la interacción fracción de la planta y proceso sobre la actividad antioxidante \*(factor A\*B)

## GRÁFICOS

- Gráfico 1 Producción del maíz en las regiones mundiales (2010)
- Gráfico 2 Producción de frejol seco en las regiones mundiales (2010)
- Gráfico 3 Producción de papa en las regiones mundiales (2010)
- Gráfico 4 Relación Causa - Efecto
- Gráfico5 Red de Inclusión Interrelacionado
- Gráfico 6 Subtemas de la Variable Independiente
- Gráfico7 Subtemas de la Variable Dependiente
- Gráfico8 Variedades de papas Nativas
- Gráfico9 Pérdida de fenoles totales del sangorache sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico10 Pérdida de flavonoides del sangorache sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico11 Pérdida de antocianinas totales en el sangorache sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico12 Pérdida de antocianinas monoméricas en el sangorache sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico13 Pérdida del color polimérico en solución acuosa del sangorache sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 14 Pérdida del color polimérico en bisulfito de sodio del sangorache, sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 15 Pérdida de taninos en el sangorache sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 16 Pérdida de ácido ascórbico en el sangorache sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 17 Pérdida de zinc en el sangorache sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 18 Pérdida de carotenoides totales en el sangorache sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 19 Pérdida de fenoles totales en el maíz negro sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 20 Pérdida de flavonoides en el maíz negro sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 21 Pérdida de la concentración de antocianinas totales en el maíz negro sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 22 Pérdida de antocianinas monoméricas en el maíz sometido a

- diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 23 Pérdida del color polimérico en gwa en el grano de maíz sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 24 Pérdida del color polimérico del grano de maíz en bisulfito de sodio sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 25 Pérdida de taninos en el maíz negro sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 26 Pérdida de ácido ascórbico en el grano de maíz sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 27 Pérdida de zinc en el gano de maíz sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 28 Pérdida de carotenoides totales en el maíz sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 29 Pérdida de fenoles totales en las corontas sometidas a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 30 Pérdida de flavonoides en las corontas del maíz negro sometidas a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 31 Pérdida de antocianinas totales en las corontas del maíz sometidas a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 32 Pérdida de antocianinas monómericas en las panojas del maíz sometidas a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 33 Pérdida del color polimérico en agua, en las corontas del maíz negro sometidas a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 34 Pérdida del color polimérico en bisulfito de sodio, de las corontas del maíz negro sometidas a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 35 Pérdida de taninos en las corontas del maíz negro sometidas a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 36 Pérdida de ácido ascórbico, en las corontas del maíz negro sometidas a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 37 Pérdida de zinc en las corontas del maíz negro sometidas a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 38 Pérdida de carotenoides totales, en las panojas del maíz negro sometidas a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 39 Pérdida de fenoles totales en el frejol negro sometidas a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 40 Pérdida de flavonoides en el frejol negro sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 41 Pérdida de la concentración de antocianinas totales en el frejol

- negro sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 42 Pérdida de antocianinas monómericas en el frejol negro sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 43 Pérdida del color polimérico en gua, en el grano de frejol negro sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 44 Pérdida del color polimérico del grano de frejol negro en bisulfito de sodio sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 45 Pérdida de taninos en el frejol negro sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 46 Pérdida de ácido ascórbico en el grano de frejol negro sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 47 Pérdida de zinc en el grano de frejol negro sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 48 Pérdida de carotenoides totales en el frejol negro sometido a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 49 Pérdida de fenoles totales en papas nativas sometidas a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 50 Pérdida de flavonoides en las papas nativas sometidas a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 51 Pérdida de antocianinas totales en las papas nativas sometidas a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 52 Pérdida de antocianinas monómericas, en las papas nativas sometidas a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 53 Pérdida del color polimérico en agua en las papas nativas a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 54 Pérdida del color polimérico en bisulfito de sodio, de las papas nativas sometidas a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 55 Pérdida de taninos en las papas nativas sometidas a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 56 Pérdida de ácido ascórbico en las papas nativas sometidas a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 57 Pérdida de zinc en las papas nativas, por efecto de la aplicación de varios procesos tecnológicos
- Gráfico 58 Pérdida de los carotenoides totales en las papas nativas, a diferentes procesos tecnológicos
- Gráfico 59 Pérdida de la actividad antioxidante del sangorache (según el poder reductor) por efecto del procesamiento
- Gráfico 60 Pérdida de la actividad antioxidante del sangorache por efecto del procesamiento (método del efecto quelante sobre el ion

- ferroso)
- Gráfico 61 Pérdida de la actividad antioxidante del sangorache por efecto del procesamiento (método DDPH)
- Gráfico 62 Pérdida de la actividad antioxidante del maíz negro por efecto del procesamiento (método del poder reductor)
- Gráfico 63 Pérdida de la actividad antioxidante del maíz negro por efecto del procesamiento (efecto quelante sobre el ion ferroso)
- Gráfico 64 Pérdida de la actividad antioxidante del maíz negro por efecto del procesamiento (método DDPH)
- Gráfico 65 Pérdida de la actividad antioxidante de las corontas (tuza) del maíz negro (según el poder reductor) por efecto del procesamiento
- Gráfico 66 Pérdida de la actividad antioxidante de las corontas (tuza) del maíz negro por efecto del procesamiento (método del efecto quelante sobre el ion ferroso)
- Gráfico 67 Pérdida de la actividad antioxidante de las corontas (tuza) del maíz negro por efecto del procesamiento (método DDPH)
- Gráfico 68 Pérdida de la actividad antioxidante en el frejol negro (según el poder reductor) por efecto del procesamiento
- Gráfico 69 Pérdida de la actividad antioxidante en el frejol negro por efecto del procesamiento (método del efecto quelante sobre el ion ferroso)
- Gráfico 70 Pérdida de la actividad antioxidante en el frejol negro por efecto del procesamiento (método DDPH)
- Gráfico 71 Pérdida de la actividad antioxidante en las papas (según el poder reductor) por efecto del procesamiento
- Gráfico 72 Pérdida de la actividad antioxidante en las papas por efecto del procesamiento (método del efecto quelante sobre el ion ferroso)
- Gráfico 73 Pérdida de la actividad antioxidante en las papas por efecto del procesamiento (método DDPH)
- Gráfico 74 Estabilidad del extracto acuoso de las hojas del sangorache expuesto a la luz solar
- Gráfico 75 Estabilidad del extracto acuoso de las hojas del sangorache expuesto a la obscuridad
- Gráfico 76 Estabilidad del extracto acuoso de las hojas del sangorache expuesto a la LUZ U.V
- Gráfico 77 Estabilidad del extracto metanólico de las hojas del sangorache expuesto la luz solar

- Gráfico 78 Estabilidad del extracto metanólico de las hojas del sangorache expuesto la oscuridad
- Gráfico 79 Estabilidad del extracto metanólico de las hojas del sangorache expuesto la luz U. V.
- Gráfico 80 Estabilidad del extracto acuoso de las corontas del maíz raza, racimo de uva expuesto la luz solar
- Gráfico 81 Estabilidad del extracto acuoso de las corontas del maíz raza, racimo de uva expuesto a la oscuridad
- Gráfico 82 Estabilidad del extracto acuoso de las corontas del maíz raza, racimo de uva expuesto la luz U. V.
- Gráfico 83 Estabilidad del extracto metanólico de las corontas del maíz raza, racimo de uva expuesto la luz solar
- Gráfico 84 Estabilidad del extracto metanólico de las corontas del maíz raza, racimo de uva expuesto a la oscuridad
- Gráfico 85 Estabilidad del extracto metanólico de las corontas del maíz raza, racimo de uva expuesto la luz U. V.
- Gráfico 86 Estabilidad del extracto acuoso del frejol INIAP 482 expuesto la luz solar
- Gráfico 87 Estabilidad del extracto acuoso del frejol INIAP 482 expuesto a la oscuridad
- Gráfico 88 Estabilidad del extracto acuoso del frejol INIAP 482 expuesto a la luz U. V.
- Gráfico 89 Estabilidad del extracto metanólico del frejol INIAP 482 expuesto la luz solar
- Gráfico 90 Estabilidad del extracto metanólico del frejol INIAP 482 expuesto a la oscuridad
- Gráfico 91 Estabilidad del extracto metanólico del frejol INIAP 482 expuesto la luz U. V.
- Gráfico 92 Estabilidad del extracto acuoso en la papa Tushpa expuesto a la luz solar
- Gráfico 93 Estabilidad del extracto acuoso en la papa Tushpa expuesto a la oscuridad
- Gráfico 94 Estabilidad del extracto acuoso en la papa Tushpa expuesto a la luz U. V.
- Gráfico 95 Estabilidad del extracto metanólico en la papa Tushpa expuesto a la luz solar
- Gráfico 96 Estabilidad del extracto metanólico en la papa Tushpa expuesto a la oscuridad

- Gráfico 97 Estabilidad del extracto metanólico de la variedad Tushpa expuesto a la luz U.V.
- Gráfico 98 Estabilidad del extracto acuoso de las hojas del sangorache expuesto a 5°C
- Gráfico 99 Estabilidad del extracto acuoso de las hojas del sangorache expuesto a 20°C
- Gráfico 100 Estabilidad del extracto acuoso de las hojas del sangorache expuesto a 60°C
- Gráfico 101 Estabilidad del extracto metanólico de las hojas del sangorache expuesto a 5°C
- Gráfico 102 Estabilidad del extracto metanólico de las hojas del sangorache expuesto a 20°C
- Gráfico 103 Estabilidad del extracto metanólico de las hojas del sangorache expuesto a 60°C
- Gráfico 104 Estabilidad del extracto acuoso de las corontas del maíz raza, racimo de uva expuesto a 5°C
- Gráfico 105 Estabilidad del extracto acuoso de las corontas del maíz raza, racimo de uva expuesto a 20°C
- Gráfico 106 Estabilidad del extracto acuoso de las corontas del maíz raza, racimo de uva expuesto a 60°C
- Gráfico 107 Estabilidad del extracto metanólico de las corontas del maíz raza, racimo de uva expuesto a 5°C
- Gráfico 108 Estabilidad del extracto metanólico de las corontas del maíz raza, racimo de uva expuesto a 20°C
- Gráfico 109 Estabilidad del extracto metanólico de las corontas del maíz raza, racimo de uva expuesto a 60°C
- Gráfico 110 Estabilidad del extracto acuoso del frejol INIAP 482 expuesto a 5°C
- Gráfico 111 Estabilidad del extracto acuoso del frejol INIAP 482 expuesto a 20°C
- Gráfico 112 Estabilidad del extracto acuoso del frejol INIAP 482 expuesto a 60°C
- Gráfico 113 Estabilidad del extracto metanólico del frejol INIAP 482 expuesto a 5°C
- Gráfico 114 Estabilidad del extracto metanólico del frejol INIAP expuesto a 20°C
- Gráfico 115 Estabilidad del extracto metanólico del frejol INIAP 482 expuesto a 60°C
- Gráfico 116 Estabilidad del extracto acuoso en la papa Tushpa expuesto a

	5°C
Gráfico 117	Estabilidad del extracto acuoso en la papa Tushpa expuesto a 20°C
Gráfico 118	Estabilidad del extracto acuoso en la papa Tushpa expuesto a 60°C
Gráfico 119	Estabilidad del extracto metanólico en la papa Tushpa expuesto a 5°C
Gráfico 120	Estabilidad del extracto metanólico de la papa Tushpa expuesto a 20°C
Gráfico 121	Estabilidad del extracto metanólico de la papa Tushpa expuesto a 60°C

### **CUADROS**

Cuadro 1	Operacionalización de la Variable Independiente
Cuadro 2	Operacionalización de la Variable Dependiente
Cuadro 3	Modelo operativo (plan de acción)
Cuadro 4	Administración de la propuesta
Cuadro 5	Previsión de la evaluación de la investigación propuesta

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

**TEMA:**

Efecto de la especie y el procesamiento sobre el contenido de compuestos y propiedades antioxidantes del Maíz (*Zea mays* L.) Negro, Frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) Negro, Sangorache (*Amaranthus quitensis* L.) y variedades de Papas Nativas (*Tuberosum* grupo *andigenum*).

Autora: Irma Maribel Tanquina Páramo  
Tutor: Milton Ramos Ph.D.

**RESUMEN EJECUTIVO**

**Descriptores:** Compuestos y propiedades antioxidantes, especies vegetales, procesos tecnológicos, extractos vegetales.

El trabajo de investigación cuantificó los compuestos y propiedades antioxidantes en 16 especies vegetales en estado crudo y procesado, se sometieron a varios tratamientos tecnológicos cada especie, se determinó los compuestos antioxidantes como: antocianinas totales, monoméricas, color polimérico, fenoles, flavonoides, taninos, vitamina C, zinc, vitamina E y carotenoides. Las propiedades antioxidantes se determinaron por tres métodos: poder reductor, efecto quelante y efecto del bloqueo sobre el radical libre, se evaluó su estabilidad a diferentes condiciones de almacenamiento (efecto de la luz y temperatura). Del análisis de los resultados se concluye que la mejor especie son los componentes del Sangorache Línea 17758, así las hojas en estado crudo presentaron un mayor contenido de fenoles totales (384,91 mg/100g), flavonoides (101,10 mg/100g), taninos (125,32 mg/100g), zinc (4,59 mg/100g) y carotenoides totales (80338,4 ug/ 100g). En las panojas se encontró un mayor contenido de antocianinas totales (152,90 mg/100g), color polimérico en agua (26,59%), en bisulfito sódico (10,25%), vitamina C (587,35 mg/100g), zinc (4,54 mg/100g) y carotenoides totales (80338,4 ug/100g). En cuanto a la actividad antioxidante, las hojas de Sangorache presentaron un mayor valor de  $EC_{50}$  (25,95 mg/ml). Este resultado se corroboró a través de la medición de la capacidad del extracto de hojas para reducir los iones férricos ( $EC_{50}= 2,78$  mg/ml). Durante los procesos tecnológicos a los que se sometieron las especies se destaca que el proceso de menor afectación sobre los compuestos y actividad antioxidante es el remojo, cocción a vapor y pelado. En cuanto a la estabilidad de los extractos, mayores cambios en la absorbancia se registraron entre 300 y 400 nm, durante los tres primeros días de almacenamiento. Las mayores pérdidas de absorbancias se observaron en los extractos expuestos a la luz U.V. y a una temperatura de 60°C. En condiciones de obscuridad la absorbancia se mantuvo constante en el almacenamiento, el mismo comportamiento se observó en los extractos metanólicos a una temperatura de 5°C, atribuible a la baja temperatura de almacenamiento y el efecto preservante del alcohol.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

### 1.1 TEMA

Efecto de la especie y el procesamiento sobre el contenido de compuestos y propiedades antioxidantes del Maíz (*Zea mays L.*) Negro, Frejol (*Phaseolus vulgaris L.*) Negro, Sangorache (*Amaranthus quitensis L.*) y variedades de Papas Nativas (Tuberosum grupo *andigenum*).

### 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

✚ Mínimo aprovechamiento de las propiedades antioxidantes del maíz, frejol negro, sangorache, y algunas variedades de papas nativas.

#### 1.2.1. Contextualización

##### 1.2.1.1 MACRO CONTEXTO

✚ **MAIZ** (*Zea mays L.*)

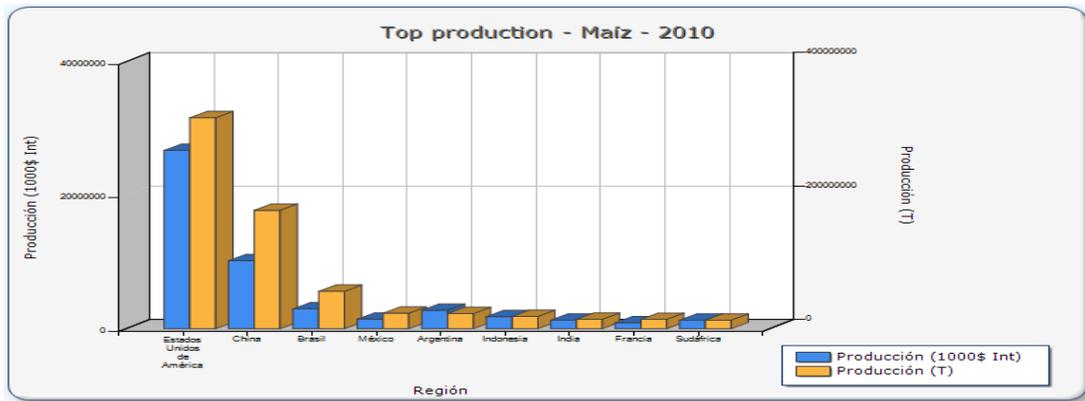
El maíz es un cultivo muy remoto, a pesar que su origen no esta muy claro, se considera que pertenece a un cultivo de la zona de México, pues sus hallazgos muy antiguos que datan de unos 7000 años de antigüedad se encontraron allí. Hoy en día su cultivo esta muy difundido por todo el resto de países y especialmente en Europa, donde

ocupa una posición muy elevada. En América, Estados Unidos es el principal país que se destaca por su alta producción en el cultivo del maíz. La producción mundial del maíz para el año 2009 fue de 604 millones de toneladas. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (FAO, 2010) considera en estas cifras la producción de maíz para consumo humano y animal y maíz blanco, por lo que los resultados derivados de este análisis a nivel mundial está referido al maíz en general, siendo Estados Unidos (40%) uno de los primeros países productores, seguido de China (18%) , Brasil (7% ), México (3% ), Argentina (2%) y Francia (3%), otros países (27%). En la Tabla 1 se presenta las estimaciones de la producción del maíz en el mundo y en el gráfico 1 la producción de maíz por regiones mundiales.

**Tabla 1. ESTIMACIONES DE LA PRODUCCIÓN DEL MAÍZ EN EL MUNDO (2010)**

Posición	Región	Producción (1000\$ Int)	Producción (T)
1	Estados Unidos de América	26.714,587	316.165,000
2	China	10.189,191	177.540,788
3	Brasil	2.966,606	56.060,400
4	México	1432809	23.301,900
5	Argentina	2,768,066	22.676,900
6	Indonesia	1.798,352	18.364,400
7	India	1.281,566	14.060,000
8	Francia	881,864	13.975,000
9	Sudáfrica	1.279,637	12.815,000
10	Ucrania	699,442	11.953,000
11	Canadá	604,555	11.714,500
12	Rumania	361,094	9.042,030
13	Nigeria	816,133	7.305,530
14	Serbia	338,710	7.207,190
15	Egipto	284,194	7.041,100
16	Hungría	628,591	6.967,170
17	Filipinas	322,545	6.376,800
18	Viet Nam	110,306	4.606,800
19	República Unida de Tanzania	526,061	4.475,420
20	Tailandia	227,533	4.454,450

**Fuente:** FAO, 2010



**Gráfico 1. PRODUCCIÓN DEL MAÍZ EN LAS REGIONES MUNDIALES (2010)**

**Fuente:** FAO, 2010

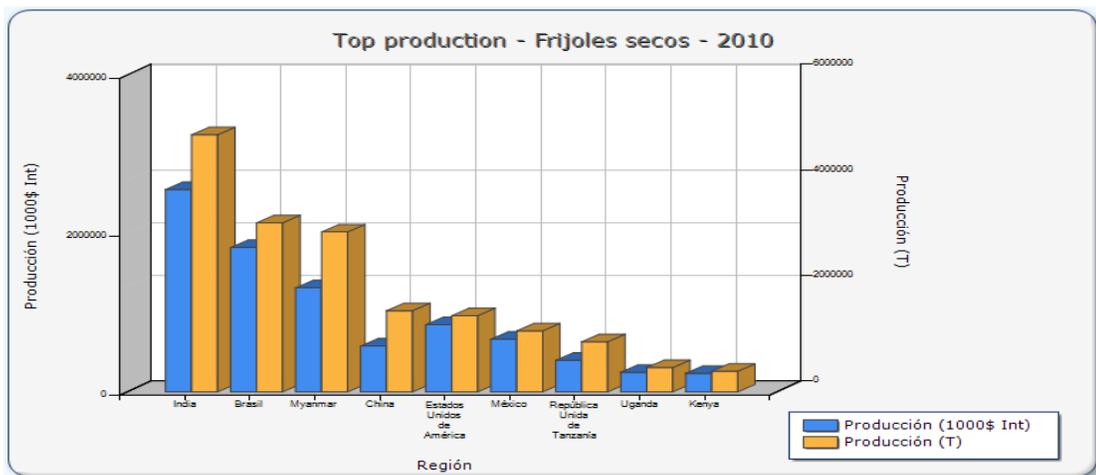
#### **FREJOL** (*Phaseolus vulgaris* L.)

Según la FAO (2010), la producción de frejol o fríjol en el mundo se concentra en 129 países de los cinco continentes. Entre 1961–2007 se produjo en promedio poco menos de 15 millones de toneladas al año, lo que constituye una tasa media de crecimiento anual (tmca) de 1.16% durante dicho lapso. En la Tabla 2 se indica las estimaciones de la producción mundial del fréjol, destacando por orden de importancia: India con 18.49%, Brasil con 16.55%, China con 11.47%, Estados Unidos con 6.84%, y México en quinto lugar con un 6.80%. Estas naciones, junto con Myanmar, contribuyeron con el 63.86% del total producido. Y en el gráfico 2, se presenta la producción de frejol por regiones mundiales.

**Tabla 2. ESTIMACIONES DE LA PRODUCCIÓN DE FREJOL EN EL MUNDO (2010)**

Posición	Región	Producción (1000\$ Int)	Producción (T)
1	India	2.556,490	4.870,000
2	Brasil	1.822,854	3.202,150
3	Myanmar	1.313,326	3.029,800
4	China	579,035	1.538,693
5	Estados Unidos de América	847,347	1.442,470
6	México	664,691	1.156,250
7	República Unida de Tanzania	398,634	950,000
8	Uganda	248,676	460,000
9	Kenya	234,903	390,598
10	Argentina	192,045	338,120
11	Rwanda	191,195	327,497
12	Indonesia	167,883	292,084
13	Camerún	163,880	285,400
14	Etiopía	150,889	263,100
15	Canadá	148,233	253,700
16	Angola	137,358	250,117
17	Viet Nam	129,010	231,200
18	República Popular Democrática de Corea	123,211	224,300
19	Turquía	121,741	212,758
20	Burundi	113,840	201,551

Fuente: FAO, 2010.



**Gráfico 2. PRODUCCIÓN DE FREJOL SECO EN LAS REGIONES MUNDIALES (2010)**

Fuente: FAO, 2010.

## **SANGORACHE** (*Amaranthus quitensis*. L)

El sangorache o ataco tiene origen prehispánico, desde aproximadamente 4000 A.C en América Central y América del Sur; es una planta de hoja ancha, considerada "no-pasto", que produce cantidades significativas de grano de "cereal" comestible. Por esta razón, al amaranto también se lo conoce como un "pseudocereal".

El cultivo del sangorache constituye una actividad productiva alternativa viable y rentable. El rendimiento económico en zonas de temporal y de riego es mayor que las siembras de otras especies tradicionales, por ser un cultivo de ciclo corto, resistente a las sequías y por su alto valor nutricional. Así por ejemplo, en los últimos años, en términos de rentabilidad, el precio del mercado del grano de sangorache es superior al de otros granos (maíz \$ 1500/ton; frijol \$ 3000/ton; trigo \$900/ton; y amaranto \$3.450/ton).

Dadas las cualidades y propiedades nutritivas, agronómicas, industriales y económicas, el sangorache es uno de los vegetales "pseudo-cereales" más rentables del mercado, en relación a ciertos cultivos tradicionales sembrados en la parte central de México. El precio comercial del grano de amaranto, en los últimos años, es dos veces más alto que el maíz, una más que el frijol y tres veces más que el trigo. El rendimiento por hectárea oscila entre 1.0 y 2.0 ton. (sin riego), permitiendo asegurar al campesino un aumento en la rentabilidad de la tierra en un 100 a 200%.

Este elevado precio comercial se debe a su alto nivel proteínico (trigo 13,00%; maíz 7.68%; amaranto 15.54%), a sus facultades de energizante (energía cal/100g: trigo 354%; maíz 361%; amaranto 439%), a su resistencia a sequías (baja demanda de humedad), adaptabilidad a diversas zonas de

producción, más su uso potencial y aplicaciones. Ninguno de los granos comunes contiene una cantidad adecuada del aminoácido Lisina para satisfacer necesidades dietéticas humanas.

#### **PAPAS** (*Solanum tuberosum*).

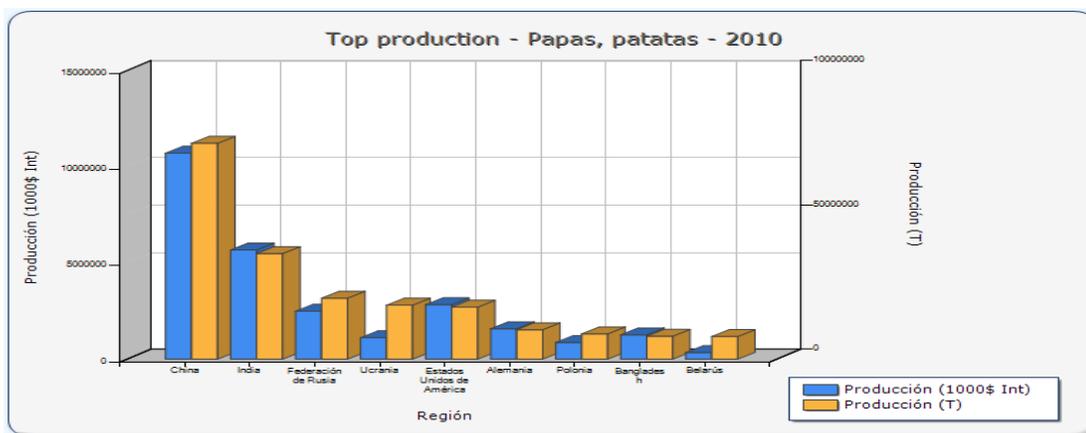
La papa es una planta alimenticia que procede de las culturas Pre - Incas e Incas. En el territorio peruano se encuentra la mayor cantidad de especies de papa conocidas en el mundo. Actualmente en el Perú, es el principal cultivo del país en superficie sembrada y representa el 25% del Producto Interno Bruto agropecuario. Es la base de la alimentación de la zona andina y es producido por 600 mil pequeñas unidades agrarias. La papa es un cultivo competitivo del trigo y arroz en la dieta alimentaria. Es un producto que contiene en 100 g: 78 g de humedad, 18,5 g de almidón y es rico en potasio (0,56 g) y vitamina C (0,02 g). (Alonso Arce, F. 2002).

En la Tabla 3 se muestran las estimaciones de la producción mundial de papa, donde se destacan los países más representativos como: China con 29,2%, India con 14,3% y Rusia 8,26%. Ucrania, junto con Estados Unidos, contribuyó con el 7,2% del total producido. En el gráfico 3 se muestra la producción de papas por regiones mundiales.

**Tabla 3. ESTIMACIONES DE LA PRODUCCIÓN DE PAPA EN EL MUNDO (2010)**

Posición	Región	Producción (1000\$ Int)	Producción (T)
1	China	10.710,202	74.799,084
2	India	5.677,931	36.577,300
3	Federación de Rusia	2.492,304	21.140,500
4	Ucrania	1.115,721	18.705,000
5	Estados Unidos de América	2.832,065	18.016,200
6	Alemania	1.580,617	10.201,900
7	Polonia	866,177	8,765,960
8	Bangladesh	1.265,013	7.930,000
9	Belarús	342,812	7.831,110
10	Países Bajos	1.052,101	6.843,530
11	Francia	1.031,959	6.582,190
12	Reino Unido	966,271	6.045,000
13	Malawi	626,731	4.706,400
14	Turquía	720,203	4.548,090
15	Canadá	712,554	4.421,770
16	Irán (República Islámica del)	659,627	4.054,490
17	Perú	539,148	3.814,370
18	Egipto	581,150	3.643,220
19	Brasil	564,630	3.595,330
20	Bélgica	403,184	3.455,800

Fuente: FAO, 2010.



**Gráfico 3. PRODUCCIÓN DE PAPA EN LAS REGIONES MUNDIALES (2010)**

Fuente: FAO, 2010.

### 1.2.1.2 MESO CONTEXTO

#### **MAIZ** (*Zea mays* L.)

Se conoce que el número de hectáreas sembradas de maíz cada año en el Ecuador difiere del anterior por cuanto es un cultivo susceptible a las variaciones climáticas, a las plagas propias del cultivo, a la tecnología empleada (que determina el mejor uso del suelo), al capital humano que trabaja en el campo (calificado vs no calificado) y a la rentabilidad del cultivo por temporada (costo de oportunidad de sembrar otros cultivos). En el 2005, la superficie sembrada fue 283 mil hectáreas, mientras que en el 2008 se sembraron 308 mil hectáreas. No obstante, este dato optimista no significa que la superficie esté en continua expansión. En términos generales, no se observa una tendencia de crecimiento. Así, Entre el 2005 y 2006 la producción disminuyó 8,2%, mientras que para el 2007 creció 33%. En el 2008 la producción de maíz llegó a las 687 mil toneladas métricas y el año 2009 cerró con una producción de 684 mil toneladas de maíz seco y limpio (SISPREC. 2010).

La provincia que concentra la mayor parte del área sembrada de maíz en el Ecuador corresponde a Los Ríos con el 42% de la participación total. Le siguen en importancia Manabí y Guayas con 24% y 21%, respectivamente. En un nivel más bajo se encuentra Loja con el 6% del área total sembrada y el restante 7% se reparte entre otras zonas del país. Según datos del Sistema de Predicción de Cosechas – (SISPREC. 2010). En la Tabla 4 se muestra la producción de maíz desde el 2000 hasta el 2010.

 **FREJOL** (*Phaseolus vulgaris* L.)

**Tabla 4. SUPERFICIE, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO - TRANSITORIOS: MAÍZ SECO EN EL ECUADOR (2010).**

Año	Superficie sembrada (Ha.)	Superficie cosechada (Ha.)	Producción en grano seco y limpio (Tm.)	Rendimiento (Tm./Ha.)
2000	270.586	256.967	422.548	1,64
2001	267.406	257.686	490.000	1,90
2002	250.000	245.000	404.250	1,65
2003	260.000	250.000	485.345	1,94
2004	255.000	235.000	387.750	1,65
2005	262.623	249.492	671.786	2,69
2006	277.546	249.449	591.585	2,37
2007	278.681	250.340	605.293	2,42
2008	250.306	250.095	787.129	3,15
2009	279.261	259.585	765.320	2,95
2010	284.000	261.280	723.839	2,77

**Fuente:** MAGAP / II CNA / SIGAGRO: INEC/ESPAC

En el Ecuador existen zonas aptas para el normal desarrollo del cultivo del fréjol (*P. vulgaris* L.) como: Milagro, Naranjito y Pedro Carbo en la provincia del Guayas; Babahoyo, Vinces y Quevedo en la provincia de Los Ríos. El área sembrada a nivel nacional es de 60,000 ha con un rendimiento promedio de 550 kg ha<sup>-1</sup> en el 2010. La Sierra norte, con 8 000 hectáreas, es la zona de mayor producción del grano en el país. En promedio se cultiva de 30 a 40 quintales por hectárea. El 70% de la cosecha está ubicada en los valles del Chota, Mira e Íntag, ubicados en Imbabura y Carchi. En la Tabla 5 se indica la producción y rendimiento de frejol desde el año 2000 hasta el 2010.

La mayoría de la superficie sembrada es producto de las parcelas de pequeños agricultores (Robles, 2003). Los factores limitantes para la producción de fréjol se deben a la falta de variedades mejoradas y a la deficiente tecnología para el manejo del cultivo (SICA, 2004).

**Tabla 5. SUPERFICIE, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO - LEGUMINOSAS: FRÉJOL SECO ECUADOR (2010)**

Año	Superficie sembrada (Ha.)	Superficie cosechada (Ha.)	Producción en grano seco (Tm.)	Rendimiento (Tm./Ha.)
2000	105.127	89.789	18.051	0,20
2001*	86.640	76.972	18.782	0,24
2002	65.720	61.891	17.923	0,29
2003	62.874	59.391	15.601	0,26
2004	58.048	52.263	17.603	0,34
2005	67.710	62.795	23.488	0,37
2006	57.128	54.163	17.930	0,33
2007	53.916	49.070	12.306	0,25
2008	56.093	45.349	14.622	0,32
2009	49.277	45.193	11.224	0,25

Fuente: MAGAP / II CNA / SIGAGRO: INEC/ESPAC

#### **SANGORACHE** (*Amaranthus quitensis. L*)

El sangorache, que desde 1986 comenzó a conocerse como amaranto, es una noble planta ancestral americana. En Ecuador las especies existentes son plantas de color rojo o morado que producen semillas de color negro. Ahora quedan pocas de esa especie. En 1986 se introdujeron, desde el Perú, semillas de las plantas que producen granos blancos.

Utilizado como una fuente extraordinaria de nutrientes, muchos autores han relacionado el desarrollo de nuestras principales civilizaciones americanas con la existencia y consumo de especies vegetales de alto contenido proteico, tal cual la quinoa -con su magnífica quinoa real- entre los incas, o el alga azul denominada espirulina, que crecía en los cenotes sagrados de los mayas (los cenotes eran los afloramientos de aguas subterráneas que comunicaban con el inframundo). (*Iniap*, 2010).

Aunque sus propiedades difieren de una especie a otra, las especies más utilizadas, según los trabajos de Eduardo Peralta, investigador ecuatoriano del Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos son: chocho, quinua, sangorache y ataco.

El amaranto es una fuente muy importante de proteínas, minerales y vitaminas. Del sangorache se utiliza todo, el grano o la planta en sí, que se emplea para ensaladas o como forraje. Su alto contenido en hierro lo acredita para mejorar las anemias. Igualmente, por su contenido en calcio se lo prescribe para combatir la osteoporosis. Su componente graso está vinculado al escualeno, que hasta ahora sólo se obtenía de tiburones y ballenas. Del mismo modo, es destacable la presencia de lisina, aminoácido esencial que existe en pequeñas cantidades en ciertos cereales.

En la actualidad la planta continúa cultivándose después de un largo periodo de abandono y es muy apreciada por sus propiedades nutricionales. En el Ecuador, el INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias) ha realizado varias investigaciones sobre plantas ancestrales y las ha promovido ampliamente, así se tomaron más de dos décadas para que la quinua se introdujera entre los agricultores y consumidores ecuatorianos, una década para que el chocho ocupe el espacio que le corresponde y al amaranto le ha tomado casi tres décadas para empezar a

consolidarse como un cultivo de grandes perspectivas agrícolas, agroindustriales, de alimentación, nutrición, de seguridad y soberanía alimentaria (*Iniap*, 2010).

#### **PAPA** (*Solanum tuberosum*)

En la década pasada (1999 - 2008), el país tuvo una producción promedio anual aproximada de 419 mil toneladas métricas de papa, con una tasa de crecimiento de 8.6%, y es uno de los principales cultivos tradicionales, orientado al consumo interno de la población. La papa está presente en la dieta diaria de la población, especialmente de la Sierra.

El cultivo de papa en Ecuador se realiza en la Sierra, en alturas comprendidas entre los 2700 a 3400 msnm, sin embargo los mejores rendimientos se presentan en zonas ubicadas entre los 2.900 y 3.300 msnm donde las temperaturas fluctúan entre 11 y 9 °C (SISPREC, 2010).

La papa se produce en las diez provincias de la Sierra, constituyéndose las más representativas por el volumen de producción, Carchi, Pichincha, Tungurahua, Chimborazo y Cotopaxi. Las variedades cultivadas preferentemente en la zona Norte son Superchola, Gabriela, Esperanza, Roja, Fripapa y María; en la zona Centro: Gabriela, Esperanza, María, Frypapa y las nativas Uvilla y Leona Blanca; y en la zona Sur: Bolona, Esperanza, Gabriela y Jubaleña (SISPREC, 2010). En la Tabla 6 se muestra la superficie, producción y rendimiento de papa desde 2000 hasta el 2010.

**Tabla 6. SUPERFICIE, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO - TUBÉRCULOS: PAPA ECUADOR (2010)**

<b>Año</b>	<b>Superficie sembrada (Ha.)</b>	<b>Superficie cosechada (Ha.)</b>	<b>Producción en tubérculo fresco (Tm.)</b>	<b>Rendimiento (Tm./Ha.)</b>
2000	49.719	42.554	239.714	5,63
2001*	52.730	47.612	248.580	5,22
2002	55.819	52.766	257.433	4,88
2003	52.808	50.942	381.748	7,49
2004	61.964	57.743	413.368	7,16
2005	52.329	48.654	338.965	6,97
2006	54.140	51.713	360.793	6,98
2007	47.825	46.635	317.220	6,80
2008	45.160	43.429	266.722	6,14
2009	51.009	48.999	286.790	5,85
2010**	50.280	48.367	270.846	5,60

**Fuente:** MAGAP / II CNA / SIGAGRO: INEC/ESPAC

### 1.2.1.3 MICRO CONTEXTO

#### **MAIZ** (*Zea mays* L.)

En el Ecuador se han descrito 29 razas de maíz, 17 corresponden a maíz de la Sierra, y entre ellas la raza Racimo de Uva, Sangre de Cristo (maíz negro). En el marco de los trabajos de mejoramiento desarrollados por el Programa de Maíz de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) del INIAP, se han utilizando algunos de los materiales locales, como son las razas Chaucho, Mishca, Blanco Blandito, Ecuatoriano, para la obtención de

variedades mejoradas; y es así que a partir de 1997 se han liberado variedades en base a colectas locales como: INIAP-122 (Chaucho mejorado), INIAP-111 (Guagal mejorado), INIAP 102 (Blanco blandito mejorado), INIAP 124 (Mishca mejorado) e INIAP 153 (Zhima mejorado) (Yáñez, 2003). Sin embargo, el Programa de Maíz, al momento, no dispone de una población de maíces negros.

El Banco de Germoplasma del INIAP dispone de 33 colectas nativas de maíz negro y una población en base a colectas locales de maíz chulpi, fue liberada como variedad INIAP-192 en 1985 (Yáñez, 2003). Por otro lado, es importante señalar el aporte que presenta el CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo), al enviar su colección de maíces dulces y morados que se conservan en el Banco de germoplasma del INIAP.

La necesidad de evaluación de los materiales recolectados y conservados en el banco de germoplasma exige la constante regeneración de estas colectas, identificando y clasificando los materiales con características superiores para mejoramiento (Enríquez, 1991). Por ende, la caracterización y evaluación de la variabilidad genética constituye una información fundamental que permite, por medio del mejoramiento, disponer de materiales que servirán para la obtención de variedades con mejores características (IPGRI, 1995; Karp *et al.*, 1997; citado por Tapia 1998).

#### **FREJOL** (*Phaseolus vulgaris* L.)

El INIAP realizó el prelanzamiento de la nueva variedad mejorada de fréjol arbustivo de grano negro INIAP 482 Afro Andino, primera variedad de color negro que ha generado nuestro país y que ha sido evaluada para resistencia genética a pudriciones de raíz en el valle del Chota y la Granja Tumbaco; presentando además alta resistencia a *Fusarium Solani* y *Rhizoctonia solani*

y, luego de ser evaluada participativamente con agricultores de la Asociación de los Comités de Investigación Agrícola CIALS de los valles del Chota (Imbabura y Carchi) fue seleccionada por su calidad de grano, adaptación y rendimiento.

Esta variedad de color negro, pequeño y de forma ovalada tiene un rendimiento promedio de 1300 kilogramos por hectárea. Su investigación se inició en 1998 con una introducción de padres donantes de genes (VIPAOGEN) del Centro Internacional de Agricultura Tropical.

Las variedades de fréjol negro se están introduciendo en el mercado nacional con fines de exportación; ahora en día se cultiva a pequeña escala hasta obtener rendimientos de calidad y en cuanto a su pureza genética, ha cobrado especial importancia, en virtud de la diversificación del mercado.

#### **SANGORACHE** (*Amaranthus quitensis*. L)

En el INIAP, en el 2001, se retoma la investigación del amaranto en el Programa de Leguminosas y Granos Andinos, refrescando las colecciones del grano blanco y negro; y a partir del 2002 el grano negro o sangorache empieza a cobrar importancia por la posibilidad de ser producido con un enfoque orgánico y exportador hacia Europa y los EE.UU.

En el 2008, el proyecto gubernamental “Nutriendo el Desarrollo”, hace posible la distribución de semillas de amaranto de buena calidad por casi toda la Sierra, complementado con actividades de capacitación (Peralta, 2010). El amaranto al ser un alimento relativamente nuevo y poco conocido, no representa uno de los cultivos principales del Ecuador, por

lo que el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca no lleva ningún registro de la superficie cosechada de amaranto. Sin embargo, existen pequeños productores que están recuperando este cultivo con fines de comercialización.

#### **PAPAS NATIVAS** (*Tuberosum grupo andigenum*)

Como se mencionó anteriormente, la papa es uno de los cultivos más importantes de la región interandina, constituyendo una de las fuentes vegetales más nutritivas, debido a que su contenido en carbohidratos y proteínas es mucho más alto que el que se encuentra en ciertos cereales, raíces y otros tubérculos, motivo por el cual en el Ecuador, hace parte de los productos que constituyen la canasta básica popular. En la tabla 7 se indica la producción de papa comercial en el 2010.

**Tabla 7. PRODUCCIÓN DE PAPA COMERCIAL EN EL 2010**

<b>Año</b>	<b>Superficie</b>	<b>Producción</b>	<b>Rendimiento</b>
2010	50.280	270.846	5.60

**Fuente:** INIAP 2010

Actualmente, los esfuerzos con respecto a las papas nativas se han centrado tanto en el campo de la investigación, conservación, capacitación y promoción, realizadas por organismos como el INIAP, el Centro Internacional de la Papa (CIP), y entidades como el CONPAPA, la Fundación Marco y la empresa INALPROCES.

Si bien estas papas nativas han sido valoradas por los científicos y pequeños productores, tanto por sus cualidades organolépticas agradables (sabor y textura), como por sus propiedades agronómicas, ya que toleran condiciones

adversas como las sequías, heladas y ciertas enfermedades, no han sido valoradas por los consumidores.

José Antonio Culqui, de la comunidad de Mulanleo perteneciente a la parroquia Pilahuin de la provincia del Tungurahua, señala que “papas como la Puca shungo (corazón rojo) y Yana shungo (corazón negro), amarilla, roja, que nuestros abuelos lo consumían se han estado perdiendo porque no han tenido mercado, porque no las conocen; pero, estas papas, son sabrosas, arenosas tienen más propiedades que las otras papas comerciales” (Monteros C. *et al.*, 2011).

En efecto, las papas nativas además de tener colores vistosos tienen antioxidantes naturales que ayudan a prevenir enfermedades degenerativas como el cáncer, y reducen el riesgo de enfermedades cardíacas y respiratorias (Monteros C. *et al.*, 2011).

### 1.2.2. Árbol de problemas

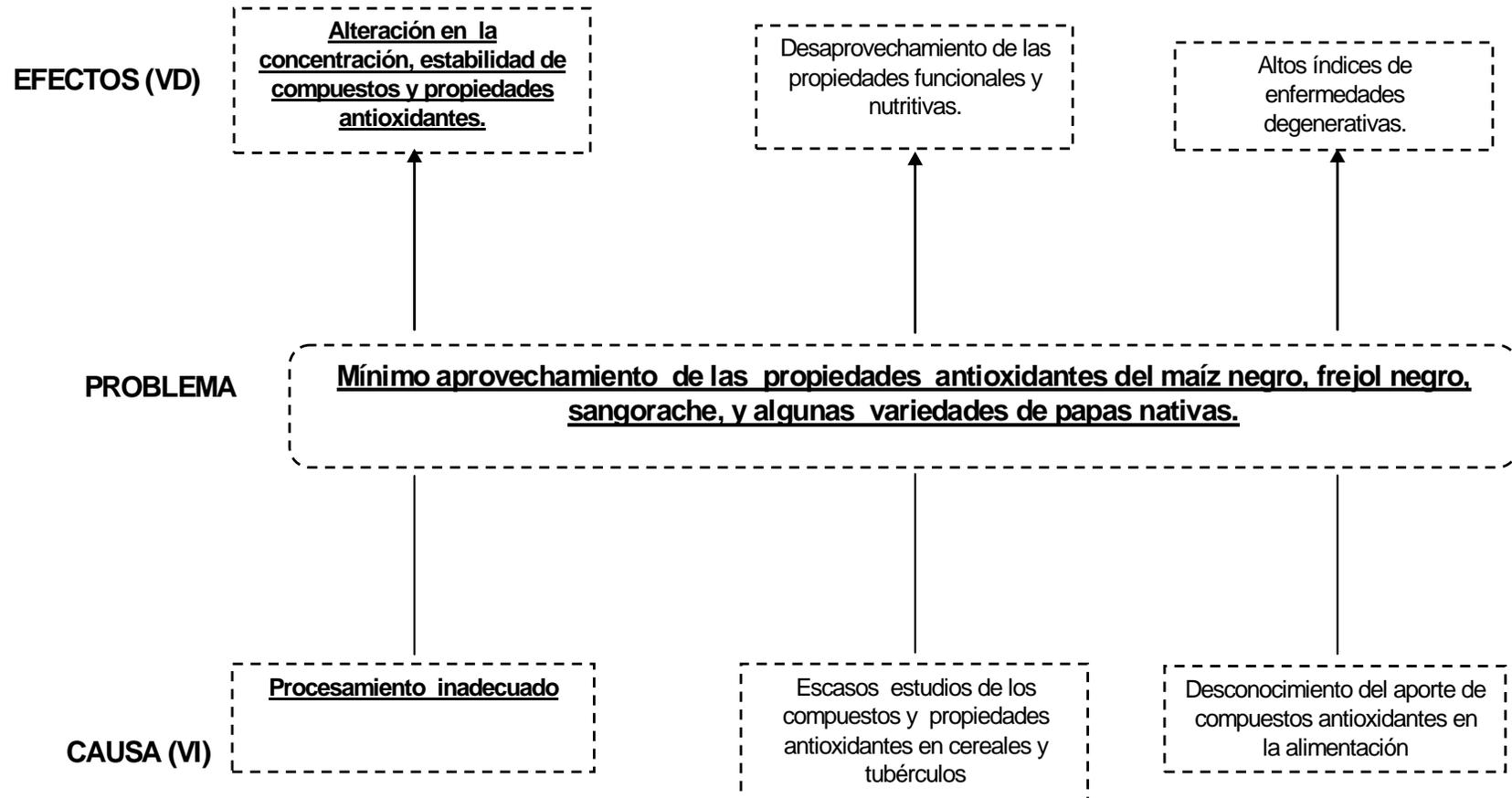


Gráfico 4. Relación Causa - Efecto

Elaborado por: Irma Tanquina, 2012

## **Análisis crítico**

### **Contrastación de la causa - efecto**

La dieta juega un papel importante en la prevención de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo, fundamentalmente a través del aporte de compuestos bioactivos de origen vegetal. La actividad antioxidante y potenciales efectos beneficiosos están siendo investigados en los últimos años; en adición, el tipo de procesamiento que se puede dar al maíz, frejol negro, sangorache y papas, permitirá conocer si existe una alteración en la concentración y estabilidad de los mismos; y así garantizar la calidad nutricional y el aporte adicional de compuestos y propiedades antioxidantes naturales de las especies vegetales.

Debido al problema de la investigación el mínimo aprovechamiento de los compuestos y propiedades antioxidantes se la relaciona con una causa debido a los escasos estudios de los compuestos y propiedades antioxidantes en los cereales y tubérculos lo que da un efecto en el desaprovechamiento de las propiedades funcionales y nutritivas.

El desconocimiento del aporte que brinda los compuestos y propiedades antioxidantes en la alimentación radica en el alto índice de enfermedades degenerativas.

### **1.2.3. Prognosis**

Si no se desarrolla este trabajo de investigación, no se permitirá conocer los compuestos y propiedades antioxidantes que poseen las distintas especies vegetales. El desconocimiento de estos compuestos, tanto en el sangorache, frejol, maíz y papas nativas, hace que no se aprovechen los atributos de interés para la alimentación y la salud del ser humano;

evitando que el organismo se proteja de los efectos tóxicos de los radicales libres mediante sistemas de defensa antioxidantes. Un desequilibrio entre radicales libres y sistemas de defensa propios del organismo puede provocar enfermedades o alteraciones crónicas como aterosclerosis (estrechamiento de las arterias), Parkinson, envejecimiento prematuro, cáncer o diabetes.

Por esta razón, es importante realizar el presente estudio que permitirá no solo mejorar la calidad de vida del ser humano sino también mejorar las condiciones de consumo de los distintos alimentos, con el fin de garantizar el aporte nutricional de los alimentos.

#### **1.2.4. Formulación del problema**

¿Cómo influye el uso inadecuado del maíz, frejol negro, sangorache y papas nativas concentración, estabilidad de compuestos y propiedades de los antioxidantes?

#### **1.2.5. Preguntas directrices**

¿Existe un desaprovechamiento de las propiedades funcionales y nutritivas del maíz, frejol negro, sangorache y papas nativas?

¿Por qué es importante conocer el contenido de los compuestos y propiedades antioxidantes en las especies vegetales?

¿Existe algunas alternativas para determinar el contenido de compuestos y propiedades antioxidantes en el sangorache, frejol, maíz, y papas nativas?

¿Cuáles son los beneficios que brindan al ser humano los antioxidantes?

¿El desconocimiento de los compuestos y propiedades antioxidantes incide en el alto índice de enfermedades degenerativas?

¿Se disminuye la concentración y la estabilidad durante el procesamiento de las especies vegetales?

#### **1.2.6. Delimitación del objeto de investigación**

##### **Delimitación de contenidos**

<b>Campo:</b>	Alimentos
<b>Área:</b>	Industria de Alimentos
<b>Sub-área:</b>	Bioquímica de los Alimentos
<b>Sector:</b>	Cereales y tubérculos
<b>Sub-sector:</b>	Nutrición

**Delimitación Espacial:** El presente trabajo de investigación se ejecutó en los Laboratorios de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador, ubicada en la Provincia de Pichincha, Cantón Mejía, Parroquia Cutuglagua.

**Delimitación Temporal:** La investigación se efectuó entre los meses Agosto 2012 – Marzo 2013.

#### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

Es conocido que el organismo humano cuenta con un sistema de defensas antioxidantes, representado fundamentalmente por ciertas enzimas. No obstante y dado el nivel de los radicales libres que forman nuestro cuerpo, resulta indispensable la ingesta de antioxidantes en nuestra dieta. En la naturaleza solo los vegetales son capaces de sintetizar diversos

antioxidantes, pero no todos los vegetales sintetizan antioxidantes del mismo tipo. Es aquí donde surge la necesidad de conocer las diferencias entre las fuentes vegetales de antioxidantes de nuestra dieta (especies), para de esta manera aprovechar los efectos que producen, con el objeto de prevenir enfermedades de tipo degenerativo.

Existen consumidores cada vez más interesados en alimentos más saludables y una industria alimentaria que ha comprendido la potencialidad del mercado de los alimentos funcionales. En vista de esta demanda, se ha iniciado a nivel mundial una intensa actividad investigadora sobre estos nuevos alimentos, que deberían consumirse dentro de la dieta habitual para conseguir efectos beneficiosos que van más allá de los requerimientos nutricionales tradicionales.

Por otro lado, muchas de las sustancias naturales presentes en los alimentos son muy sensibles a los tratamientos utilizados en el procesado (calor, luz, acidez, oxígeno, etc.), destruyéndose parcialmente; mientras que otras se forman en distinta cantidad y tipo (melanoidinas), dependiendo de las condiciones del proceso y de la composición inicial de la matriz tratada. Además, la variabilidad natural de las diferentes especies vegetales, induce grandes modificaciones químicas.

Debido a la gran diversidad de compuestos antioxidantes dispersos en los tejidos vegetales, así como sus diferentes estructuras químicas, es necesario desarrollar un gran número de técnicas analíticas que permitan la identificación y cuantificación de algunos compuestos con propiedades antioxidantes y el efecto sobre ellas de varios procesos de transformación y del almacenamiento.

Luego, el estudio va dirigido a los consumidores en general, puesto que se necesitan pequeñas cantidades de antioxidantes que varían con la edad, actividad física, hábitos alimentarios y condiciones de salud de las personas. Los requerimientos de antioxidantes se pueden cubrir correctamente si integramos a la mesa diaria: Frutas, verduras, cereales en lo posible integrales y lácteos. La factibilidad de consumir estos productos es amplia, pues existe una gama de productos vegetales que contribuye con las cantidades que el organismo necesita para bloquear cualquier tipo de radicales libres.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

- 1.4.1.1. Evaluar los efectos del procesamiento en la concentración, estabilidad de compuestos y propiedades de los antioxidantes de maíz negro, frejol negro, sangorache y variedades de papas nativas.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- 1.4.2.1. Determinar los compuestos antioxidantes y su concentración en las especies en estado crudo.
- 1.4.2.2. Determinar las propiedades antioxidantes en las especies en estado crudo.
- 1.4.2.3. Establecer el efecto del procesamiento sobre el contenido de compuestos antioxidantes en las especies vegetales.
- 1.4.2.4. Determinar el efecto de la especie y el procesamiento sobre las propiedades antioxidantes.
- 1.4.2.5. Extraer y estimar la estabilidad de los extractos vegetales acuosos y metanólicos a diferentes condiciones de almacenamiento.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Durante la investigación bibliográfica se encontraron estudios realizados sobre antioxidantes, de los cuales se pueden citar los siguientes trabajos:

Martínez (2007), empleó para la determinación de la actividad antioxidante: extractos de hexano, éter etílico, cloroformo, acetato de etílico, acetona y metanol en semillas de *Heliocarpus* mediante el método FRAP Y DPPH. Basado en el estudio “Evaluación de la actividad antioxidante de extractos orgánicos de semilla de *Heliocarpus Terebinthinaceus*” demostró que los extractos con actividad antioxidante mayor fueron los de acetato de etilo y metanol. La cantidad de fenoles totales, flavonoides y taninos tienen una relación directa con el poder reductor y actividad antirradical de los extractos, y se concluye que las semillas de *Heliocarpus* tienen actividad antioxidante derivada principalmente de los flavonoides.

Zavaleta *et al.* (2008), buscaron determinar la existencia de los antioxidantes: ácido clorogénico, cafeico y ferúlico, de los flavonoides rutina, quercetina y morina, así como la capacidad antioxidante de ocho alimentos peruanos a través del estudio “Capacidad antioxidante y principales ácidos fenólicos y flavonoides de algunos alimentos”. Los alimentos estudiados demostraron tener capacidad antioxidante, siendo el más potente el huacatay, seguido por

el aguaymanto y la pituca. El huacatay (60 mg/ml) produjo el máximo porcentaje de inhibición de radicales libres (84,70%), equivalente a 33,90 M de ácido ascórbico. El huacatay presentó mayor contenido de ácido cafeico (3,98 mg/g) y ferúlico (16,60 mg/g), mientras que el sachaculantro tiene mayor contenido de ácido clorogénico (13,57 mg/g). La máxima concentración de flavonoides rutina y quercetina lo mostró el huacatay.

Ojeda (2003), en el estudio “Determinar los compuestos fenólicos de la uva”, evidencia que el perfil polifenólico de la uva y del vino es un indicador de calidad y que su determinación constituye una herramienta fundamental para la caracterización de cepajes y zonas de producción de distintos clones de una variedad, y para examinar los efectos de factores culturales (riego, fertilización, manejo de canopia, manejo de suelo, tratamientos fitosanitarios) o de procesos enológicos (maceración, microoxigenación). Desde el punto de vista de la salud humana, ya hay evidencias suficientes que permiten aseverar el efecto beneficioso de los compuestos fenólicos de los vinos, principalmente por sus excelentes propiedades antioxidantes.

García *et al.* (2002), evaluaron las propiedades antioxidantes de zumos concentrados de uva, frambuesa, zarzamora, cereza y grosella, con el fin de caracterizar sus aptitudes para su empleo como materias primas en la elaboración de alimentos funcionales con alta actividad antioxidante. Para ello se determinaron por HPLC los contenidos en compuestos fenólicos y la actividad antioxidante total (AAT) por los métodos ABTS y FRAP. En general, la concentración de los distintos compuestos fenólicos y la actividad antioxidante total en los concentrados de frutas estudiados son superiores a los datos reportados para la fruta fresca o para confituras, lo cual es debido al procesado tecnológico de concentración y a la reducción porcentual del contenido en agua en el producto con respecto a la fruta de partida. La AAT de los distintos zumos concentrados se ha visto correlacionada con el

contenido en compuestos fenólicos y concretamente con el contenido en antocianos, tanto para las determinaciones obtenidas con el método ABTS como para las del ensayo FRAP. Así se observó una correlación positiva y significativa ( $p < 0.01$ ) con los siguientes valores para los coeficientes de correlación: Para el método ABTS y contenido en antocianos  $r = 0.90$  y para los resultados del ensayo del FRAP y contenido en antocianos  $r = 0.97$ .

Paladino (2007), trata de determinar un antioxidante natural a partir de las semillas de uva (*Vitis vinífera* L.), donde se compararon distintos métodos de extracción para fenoles totales por el método Folin Ciocalteu y a la vez se determinó el poder reductor, en agua extracción: 10 ml de solvente por gramo de semilla utilizada, temperatura: 90°C y 3 horas de tratamiento. El poder reductor de los extractos de semillas de vid depende de la concentración fenólica de los mismos. Cuanto mayor es la concentración fenólica, mayor es el poder reductor observado; al vacío el extracto acuoso no deteriora la capacidad reductora del mismo, mejora la condición reductora del extracto concentrado, el método de secado en lecho de espuma del extracto de semillas (65°C durante 90 minutos) resulta adecuado para convertir el líquido concentrado en polvo. El poder reductor del extracto concentrado no se deteriora por efecto de este proceso. El método de secado por liofilizado es apto para convertir el líquido concentrado en polvo, pero se determinó que deteriora la capacidad antioxidante del extracto de semillas. El extracto de semillas de vid es un antioxidante más efectivo que el ácido ascórbico, cuando el sustrato oxidable es jugo de manzanas.

Kuskoski *et al.* (2005), en el estudio "Actividad antioxidante de pigmentos antocianicos" utiliza el radical ABTS, incubado(s) a temperatura ambiente y durante 16 horas. Se determinó la capacidad antioxidante de cinco antocianos puros: delphinidina, cianidina, peonidina, pelargonidina y malvidina, todos ellos glucosilados en el C-3 del anillo C, con excepción de la

delfinidina. Los compuestos antociánicos ensayados presentan actividad antioxidante equiparable o mayor que Trolox, de acuerdo con la diferente sustitución hidroxil o metoxilo. Entre los antocianos ensayados, la delfinidina y cianidina 3-glucósido presentaron actividad antioxidante cerca de dos veces superior al Trolox. El resto de antocianos tienen menor actividad pero con potencial equiparable al Trolox. Por lo tanto, además de las características colorantes, los antocianos poseen potente propiedad antioxidante.

Kuskoski *et al.* (2005), determinaron el índice de fenoles totales, antocianos totales y la capacidad antioxidante de las pulpas por el método de ABTS, DPPH y DMPD. Aplicando el método ABTS con medidas a dos tiempos (1 y 7 minutos), DPPH (30 y 60 minutos) y DMPD (10 minutos). Los valores TEAC (capacidad antioxidante equivalente al Trolox) obtenidos de las pulpas oscilan entre mínimos y máximos de 2,0 y 67,2  $\mu\text{mol/g}$  aplicando el ensayo ABTS, 1,02 y 67,0  $\mu\text{mol/g}$  aplicando DPPH y 4,2 y 46,6  $\mu\text{mol/g}$  aplicando DMPD. La capacidad antioxidante obtenida por los métodos ABTS y DPPH se encuentra correlacionada con el contenido de compuestos fenólicos y antocianos.

Agostini *et al.* (2009), determinaron la capacidad antioxidante de los flavonoides en manzanas rojas con y sin cáscaras, fresas, tomates y cebollas frescas y tratadas térmicamente: calor húmedo (hervido y vapor), seco (horno) y alta frecuencia (microondas). Los resultados indican que la capacidad antioxidante de los flavonoides de las manzanas rojas con y sin cáscaras, fresas, tomates y cebollas fue de 0,259, 0,267, 0,278, 0,165 y 0,223  $\mu\text{m}$  Equivalente Trolox, disminuyendo estos valores luego del tratamiento térmico en mayor grado por calor seco a 0,128, 0,072, 0,077 y 0,048  $\mu\text{m}$  Equivalente Trolox, respectivamente, y 0,146  $\mu\text{m}$  Equivalente Trolox en la cebolla hervida. En conclusión, los flavonoides presentaron

mayor actividad antioxidante en estado fresco, disminuyendo al ser sometidos a los distintos tipos de calor (cocción).

Palomo *et al.* (2009), en el estudio "Efecto antioxidante de frutas y hortalizas de la zona central de Chile", determinaron la capacidad antioxidante in vitro de algunas frutas y hortalizas. La actividad antioxidante se determinó mediante el DPPH. En general la actividad antioxidante, en extractos metanólicos, fue mayor en frutas (70,3%; 87,7-54,3% de decoloración) que en hortalizas (54,7%; 44,3-79,7%) ( $p < 0.003$ ) y dependiente de la concentración del extracto evaluado. En los ensayos a 1000 f/g/m, la mayoría de las frutas mostraron un porcentaje de decoloración superior al 60% y las que presentaron mayor actividad antioxidante fueron frambuesa, frutilla y kiwi. Entre las hortalizas, las que presentaron mayor actividad antioxidante, fueron los tomates, seguidos por pepino dulce, betarraga, melón, tuna, pimentón y sandía.

Muñoz Jáuregui *et al.* (2008), evaluaron la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos en la parte comestible de aguaymanto, carambola, tomate de árbol, yacón, tumbo costeño, tumbo serrano, noni, camu-camu y guinda, siendo la capacidad antioxidante determinada por dos métodos: usando ABTS encontraron valores de 0,01 a 27,66 mg TE/100g de muestra y aplicando el método DPPH usando coeficiente de inhibición IC 50 obtuvieron valores de 3,45 a 7057,99 mg/mL, siendo el camu-camu de mayor ARP con 289,29 mg/mL.

## **2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

La presente investigación se basa en un paradigma naturalista y positivista, ya que se trata de una investigación experimental, donde se busca la explicación, predicción y control de fenómenos físicos y

químicos; y donde la generalización científica se basa en leyes naturales inmutables.

Después de evaluar cada una de las relaciones de los paradigmas, se puede decir que este trabajo de investigación está dentro del paradigma positivista. En este paradigma se tiene como escenario de investigación el laboratorio a través de un diseño pre estructurado y esquematizado; su lógica de análisis está orientado a lo confirmatorio, reduccionista, verificación, inferencia e hipotético deductivo mediante el respectivo análisis de resultados (Reichert y Cook , 1986) .

El enfoque además se hará en conformidad a la corriente crítico - propositivo, es decir, que se basa en una comprensión de la investigación, en identificar los cambios y una interacción renovadora (EstarMedia, 1998), y crítico porque analizará la realidad socio-educativa y propositiva que busca plantear alguna solución al problema investigado.

### **2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

La presente investigación se fundamenta en:

✚ La Constitución del 2008, Capítulo Segundo, Derechos del Buen Vivir.  
Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a los alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales.

El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.

Objetivos Nacionales para el Buen Vivir (Plan Nacional para el Buen Vivir, 2010).

Política 2.1 Asegurar una alimentación sana, nutritiva, natural y con productos del medio para disminuir drásticamente las deficiencias nutricionales.

Promover programas de reactivación productiva enfocados al cultivo de productos tradicionales, articulados al programa nacional de alimentación y nutrición.

Política 5.3 Propender a la reducción de la vulnerabilidad producida por la dependencia externa alimentaria y energética.

- Fomentar la producción de alimentos sanos y culturalmente apropiados de la canasta básica para el consumo nacional, evitando la dependencia de las importaciones y los patrones alimenticios poco saludables.
- Impulsar la industria nacional de alimentos, asegurando la recuperación y la innovación de productos de calidad, sanos y de alto valor nutritivo, articulando la producción agropecuaria y con el consumo local.

Política 11.3 Impulsar las condiciones productivas necesarias para el logro de la soberanía alimentaria.

- Incentivar programas de conservación y recuperación de productos y semillas tradicionales.
- Fomentar la producción de alimentos sanos y culturalmente apropiados orientados al consumo interno, mediante un apoyo integral que potencie las capacidades productivas y la diversidad de las pequeñas y medianas unidades, urbanas y rurales, de las comunidades campesinas, indígenas, montubias y afroecuatorianas.
- Impulsar la industria nacional de alimentos, asegurando la recuperación y la innovación de productos de calidad, inocuos y de alto valor nutritivo, el

vínculo con la producción agropecuaria y con el consumo local, y minimizando el uso y el desecho de embalajes.

- Proteger la producción local de alimentos básicos a través de precios de sustentación, subsidios productivos y mecanismos similares.

Política 11.9 Promover el acceso a conocimientos y tecnologías y a su generación endógena como bienes públicos.

- Impulsar la creación de redes nacionales de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, que articule centros de investigación universitarios públicos y privados, entidades particulares y comunitarias y unidades productivas, y que recuperen, integren y generen conocimientos y tecnologías con una perspectiva de fortalecimiento de la diversidad.

## **NORMA DEL CODEX ALIMENTARIUS**

Según las Normas Codex no regulados por normas individuales (CODEX STAN 19-1981) para grasas y aceites comestibles representa la cantidad de antioxidantes permitidos para la ingesta.

## **MÉTODOS**

### **COMPUESTOS ANTIOXIDANTES**

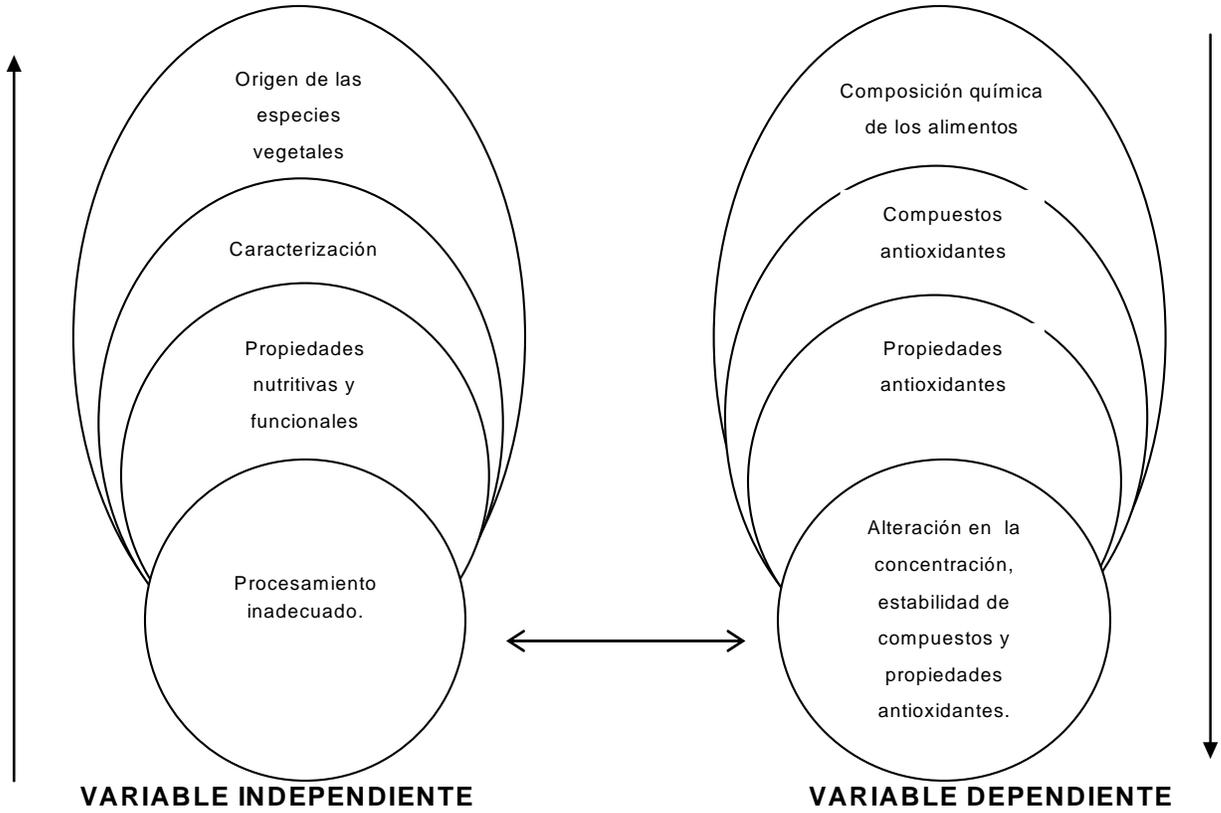
- Fenoles Totales: Método de Taga, Miller & Pratt; citado por Christelle M. J. Agric. Food Chem. (2007)
- Flavonoides: Método de Quettier-Deleu et al. (2000)

- Antocianinas totales: Método de Giusti y Wrolstad (2001)
- Antocianinas monoméricas: Método de Guisti & Wrolstad (2001)
- Color polimérico: Método de Guisti & Wrolstad (2001)
- Taninos: Método de la A.O.A.C.(1964)
- Ácido ascórbico: Por volumetría, según el método descrito por Klein & Perry (1982)
- Vitamina E: Método de Hakansson, (1987), citado por Vaca (2008)
- Zinc: Método de la A.O.A.C. (1980)
- Carotenos totales: Método adaptado por Rodríguez – Amaya y Kimura (2004)

## **PROPIEDADES ANTIOXIDANTES**

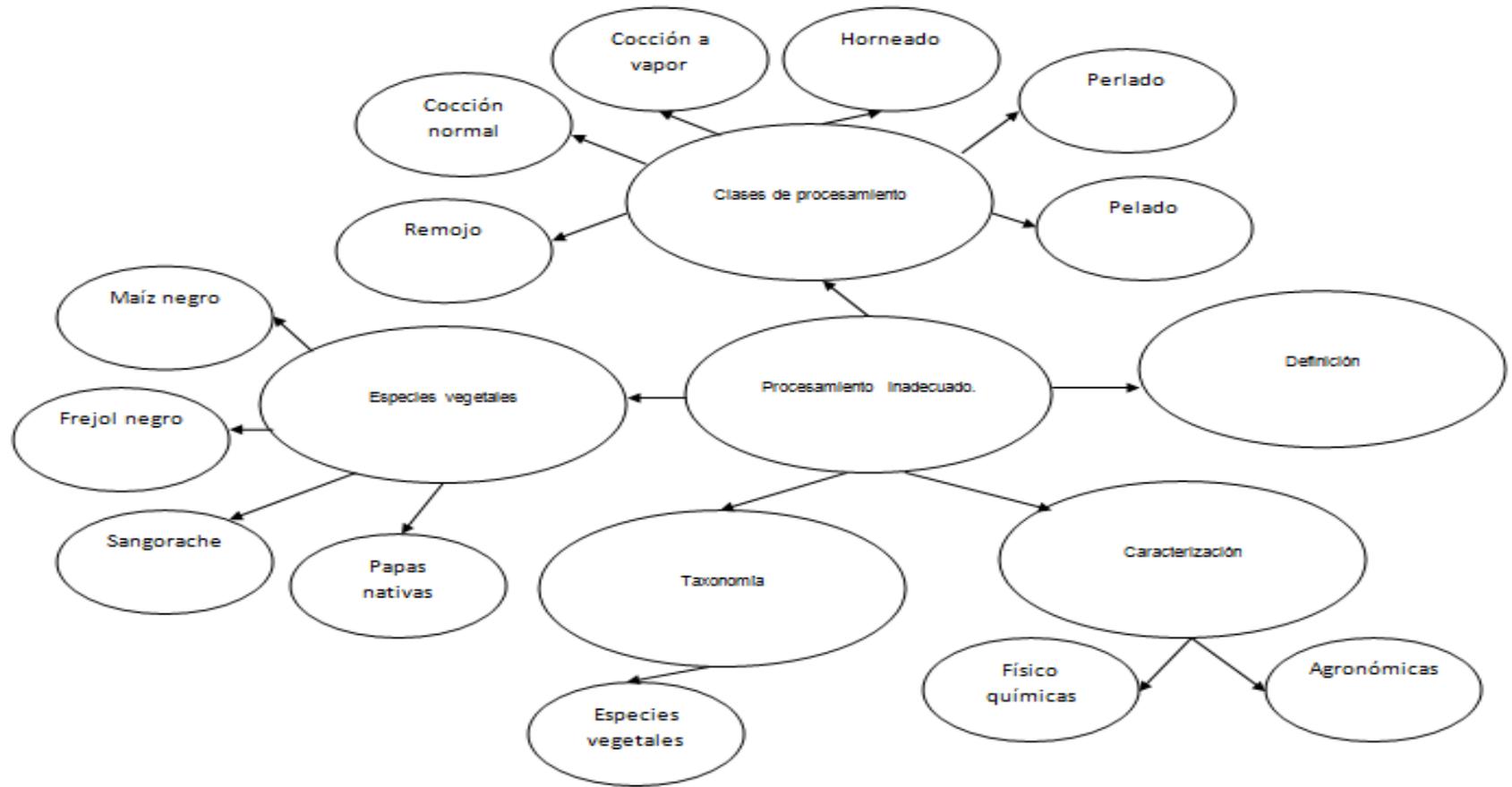
- Determinación del poder reductor: Método descrito por Oyaizy (1986)
- Efecto de bloqueo sobre el radical 1,1,-difeníl-2-picrylhidracil: Método de Shimada, Fujikawa, Yahara & Nakamura, (1992)
- Efecto quelante sobre el ion ferroso: Método de Dinis, Madeira & Almerida, (1994)

## 2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES (CATEGORIZACIÓN Y SUPERORDENACIÓN)



**Gráfico 5.** Red de Inclusión Interrelacionado  
**Elaborado por:** Irma Tanquina, 2012

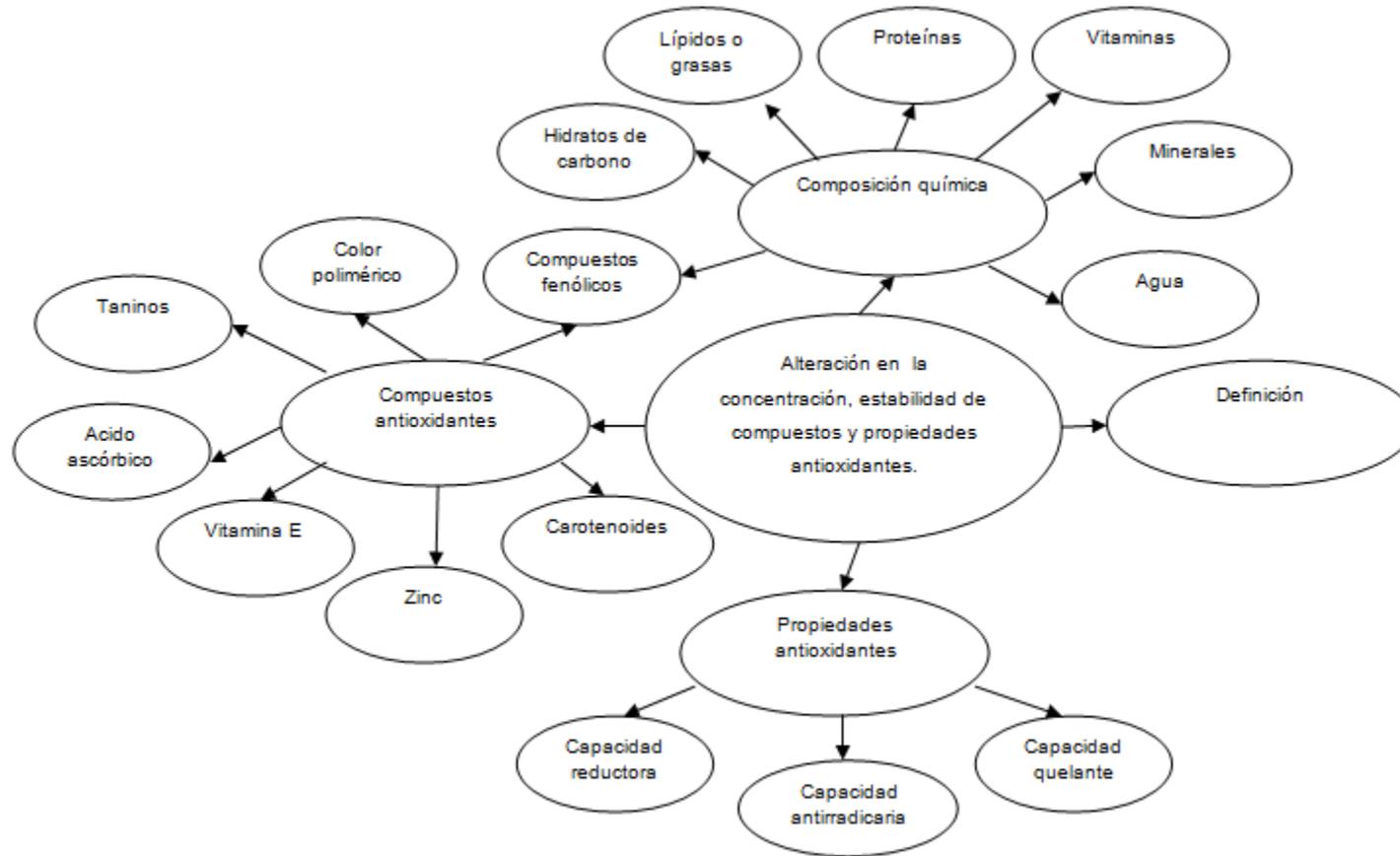
**Constelación de ideas conceptuales de la Variable Independiente**



**Gráfico 6.** Subtemas de la Variable Independiente

Elaborado por: *Irma Tanquina*, 2012

## Constelación de ideas conceptuales de la Variable Dependiente



**Gráfico 7.** Subtemas de la Variable Dependiente

Elaborado por: *Irma Tanquina, 2012*

## **2.4.1. MARCO TEÓRICO DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE**

### **Caracterización**

La Real Academia define caracterizar como "determinar los atributos peculiares de alguien o de algo, de modo que claramente se distinga de los demás".

La caracterización es una manera de planificar los procesos. Al caracterizar el proceso, el líder, clientes, proveedores y el personal que participa de la realización de las actividades, adquieren una visión integral, entienden para qué sirve lo que individualmente hace cada uno, por lo tanto fortalece el trabajo en equipo y la comunicación. Esto favorece de manera contundente la calidad de los productos y servicios Cordoba (2013)

### **Propiedades nutritivas y funcionales**

Los conceptos básicos de la nutrición están experimentando un cambio significativo. En la actualidad, el concepto clásico de "nutrición adecuada", es decir, aquella que aporta a través de los alimentos los nutrientes (hidratos de carbono, proteínas, grasas, vitaminas y minerales) Roberfroid MB (1998) suficientes para satisfacer las necesidades orgánicas particulares, tiende a ser sustituido por el de "nutrición óptima", que incluye, además de la definición anterior, la potencialidad de los alimentos para promocionar la salud, mejorar el bienestar y reducir el riesgo de desarrollar enfermedades. En este ámbito aparecen los alimentos funcionales Miller JA. (2000)

Un alimento se considera funcional porque, además de destacar por sus propiedades nutritivas, contiene ciertos elementos, cuyo consumo diario

dentro de una dieta equilibrada contribuye a mantener o mejorar nuestro estado de salud y bienestar Eroski Consumer(2013).

### **Proceso o Procesamiento**

Un proceso es un conjunto de actividades o eventos (coordinados u organizados) que se realizan o suceden (alternativa o simultáneamente) bajo ciertas circunstancias con un fin determinado. Este término tiene significados diferentes según la rama de la ciencia o la técnica en que se utilice James Arthur Finch Stoner,R. (2012). Durante el proceso se ejecutarán las operaciones necesarias para convertir los datos o parámetros en información significativa. Cuando la información esté completa se ejecutará en la que se prepara un informe que servirá como base para tomar decisiones.

Remojar es la acción de empapar o sumergir un alimento en agua u otro líquido.

En el remojo de tipo artesanal e industrial, los granos se colocan en cubas o tinas plásticas, y se someten a una hidratación en agua por varios días, con cambio diario del agua de remojo, con el propósito principal de reducir el contenido de saponinas; pero se conoce que otros factores como los compuestos antioxidantes, antinutricionales como: ácido fítico, nitratos, taninos, e inhibidores de tripsina, fenoles, antocianinas, también son removidos del grano, debido a la solubilidad de estos en el agua (Admassu y Kumar, 2007).

Cocción de alimentos: Este proceso consiste en la cocción total de un alimento por inmersión en un medio acuoso, que llega a la temperatura de ebullición a presión atmosférica normal. Este tipo de cocción reduce la pérdida de nutrientes por efecto de la temperatura, pero aumenta la pérdida por solubilidad de los nutrientes en el medio acuoso, principalmente de sales

minerales (Armada y Ros, 2007, p. 80). En este proceso se deben considerar: el tiempo de cocción, el cual va a variar de acuerdo a la calidad y volumen del alimento, y la cantidad de agua suficiente para no mermar durante el proceso de cocción (Bello, 1998).

Es la cocción total de un alimento por inmersión en agua, empleada como medio de transferencia de calor, dentro de un recipiente con cierre hermético que aumenta la presión interior del aire existente sobre la superficie del líquido, lo que a su vez, incrementa la temperatura de ebullición del agua (hasta 130°C); estas condiciones de presión y temperatura permiten una cocción más rápida de los alimentos, pese a que el agua en el interior no llega a hervir, debido a que la cantidad de agua evaporada es igual a la cantidad de vapor condensado (Hewitt, 2004, p. 329). El recipiente cuenta además con una válvula de seguridad que libera una mezcla vapor - aire, cuando la presión y la temperatura son muy altas (Armada y Ros, 2007).

Cocción normal; Hervir consiste en cocer un alimento mediante la inmersión en líquido (generalmente en agua o caldo) en ebullición durante un cierto tiempo, éste dependerá de los alimentos a cocinar.

La cocción al vapor consiste en cocinar los alimentos a través del vapor del medio líquido (agua), sin que éstos entren en contacto con él. Para ello, los ingredientes se colocan en un recipiente tipo rejilla o perforado suspendido en una cazuela, olla o similar que contiene el agua que se lleva a ebullición. Con esta técnica, los vapores que ascienden al hervir el líquido, cuecen los alimentos, de forma lenta pero sin dilución de los nutrientes.

Al horno: Consiste en someter a un alimento a la acción del calor sin mediación de ningún elemento líquido. Las carnes y pescados, sobre todo, se suelen untar en aceite para favorecer la dispersión del calor. Un efecto interesante en la mayoría de hornos es el gratinado: consiste en la aplicación

de un calor intenso y cercano al alimento que carameliza rápidamente su superficie El greco (2014)

Pelado es la eliminación de la piel. Se toma en cuenta que el escaldado con agua cercana a los 100°C permite separar la piel, pero es mucho más eficiente el uso de vapor a presión por su mayor temperatura y porque la descompresión al final del ciclo ayuda a arrancar la piel.

Perlado es la eliminación de la cascara o de la testa de los granos El greco (2014).

#### **2.4.1.1 SUBTEMAS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE**

##### **ORIGEN DE LAS ESPECIES VEGETALES**

###### **🌽 EL MAÍZ (*Zea mays L.*)**

- **ORIGEN**

Se considera que el maíz es el primer cereal domesticado del Nuevo Mundo, y sirvió como fuente alimenticia de importantes civilizaciones como: Maya, Aztecas e Inca (Terranova, 1995). Las teorías sobre el origen genético del maíz son bastante diversas, sin embargo la mayoría de estas apuntan a que el maíz se originó como planta cultivada en algún lugar de América Central (Terranova, 1995; Yáñez *et al.*, 2003). Desde su punto de origen este cultivo se difundió por todo el continente Americano, posteriormente tras el descubrimiento de América, por todo el mundo (Yáñez *et al.*, 2003). En la actualidad es considerado como uno de los cereales más cultivados a nivel mundial.

En la sierra del Ecuador el cultivo de maíz es uno de los más importantes debido a la gran cantidad de terreno destinado a su cultivo y al papel que cumple como componente básico de la dieta de la población rural.

La distribución de algunos de los tipos de los maíces más cultivados, en las provincias de la sierra del Ecuador; se debe a los agricultores. De esta manera, en el norte (Carchi, Imbabura, y Pichincha) se consume maíces de tipo amarillo harinoso, en la parte central (Chimborazo y especialmente Bolívar) se cultivan los maíces blanco harinosos y en el sur (Cañar y Azuay) el maíz denominado Zhima (blanco amorochado). (Yanez, 2003).

- **IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA**

La clasificación taxonómica sirve para diferenciar e identificar variedades, formas silvestres y cultivadas En la tabla 8 se presenta la identificación taxonómica del maíz. El maíz es un cereal que pertenece a la familia de las gramíneas (Yáñez, 2003).

**Tabla 8. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL MAÍZ**

<b>Reino</b>	Vegetal
<b>Subreino</b>	Embriobionta
<b>División</b>	Angiospermae
<b>Clase</b>	Monocotyledoneae
<b>Orden</b>	Cyperales
<b>Familia</b>	Poaceae
<b>Genero</b>	Zea
<b>Especie</b>	Mays
<b>Nombre científico</b>	Zea mays L

**Fuente:** Yáñez, 2007

- **GENOTIPOS EN ESTUDIO**

Una de las estrategias del Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos es seleccionar nuevas líneas de diferentes colores, tanto para el mercado interno de consumo directo, como para la agroindustria y la exportación. Entre ellas está el maíz raza Racimo de Uva y Sangre de Cristo, cuya descripción se presenta en la tabla 9.

En las corontas de las mismas razas del grano “racimo de uva” y “sangre de cristo”, se encontraron importantes contenidos de antocianinas (22,68 y 13,92 m/g, respectivamente). Razón por la que este tipo de grano podría inscribirse en la categoría de alimento funcional, logrando captar el interés de investigadores en el ámbito de la nutrición y la salud, ya que hoy en día se busca intensamente alimentos funcionales en casi todos los rincones del mundo y a través de una diversidad de plantas (Pazmiño, 2011).

**Tabla 9. GENOTIPOS DE MAIZ: SANGRE DE CRISTO Y RACIMO DE UVA**

Variedad	Descripción	Variedad	Descripción
Grano de maíz, variedad sangre de cristo 	El maíz está formado por una serie de maíces y su producción es orgánica.  Usos y propiedades  Alimento.- Es el producto estrella en la preparación de jora para la chicha; además, se ha incursionado en la producción de cancha tostada.	Grano de maíz, raza racimo de uva (INIAP) 	Es una variedad de maíz, originaria de los Andes Peruanos.  Usos y Propiedades  Alimento.- Chicha morada, una de las bebidas más tradicionales y típicas del Perú.  Medicinal.- La importancia del maíz morado es su alto contenido de antocianina, antioxidante natural.

Elaborado por: Irma Tanquina, 2012

#### EL FREJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)

- **ORIGEN**

Se han identificado dos centros de origen: uno situado en la zona andina y otro en la zona mesoamericana.

El fréjol también se conoce como: poroto, alubia, frijol, nuña, habichuela, vainita, caraota, feijao, haricot, common bean, snap bean, fagiolo, feijoeirs, poncha, etc. (Reyes, 2008; Ospina, 1981).

Históricamente ha estado asociado al desarrollo de las culturas prehispánicas y en la actualidad juega un papel primordial en la alimentación de gran parte de la población mundial, de manera muy especial de aquella que se encuentra en países poco industrializados, (Serrano, 2004; Shree, 1999).

- **IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA**

En la tabla 10 se presenta la identificación taxonómica del fréjol.

**Tabla 10. IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL FRÉJOL**

<b>Reino</b>	Vegetal
<b>División</b>	Magnoliofitas
<b>Clase</b>	Dicotiledónea
<b>Subclase</b>	Rósidas
<b>Orden</b>	Rosales
<b>Familia</b>	Leguminoaseae
<b>Subfamilia</b>	Papilionideae
<b>Tribu</b>	Phaseolae
<b>Subtribu</b>	Phaseolinae
<b>Género</b>	Phaseolus
<b>Especie</b>	Phaseolus vulgaris L.

**Fuente:** Óspina, 1981

- **GENOTIPOS EN ESTUDIO**

Una de las estrategias del Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos (PRONALEG-GA) en el mejoramiento, es generar y seleccionar líneas de fréjol de diferentes colores, tanto para el mercado interno de consumo directo, como para la agroindustria y la exportación.

Se consideran como variedades a aquellos genotipos que han sido evaluados agronómicamente (rendimiento, resistencia a enfermedades,

calidad de grano y adaptación) y que cumplen con las exigencias del mismo; mientras que las líneas son aquellos genotipos que todavía se encuentran en evaluación.

A continuación se detallan las características fisicoquímicas de los genotipos negros de frejol del presente estudio. En la tabla 11 se presenta las características fisicoquímicas de los genotipos negros de frejol en estudio: Condor, L88-63, G21212, INIAP 482.

**Tabla 11. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LOS GENOTIPOS NEGROS DE FREJOL.**

- Genotipos Negros

Características fisico-químicas de Cóndor

Parámetro	Unidad	Valor	
Peso (100 semillas)	g	15,66	
Forma	-----	Elíptica	
Tamaño	Largo	mm	8±0,451
	Ancho	mm	5,10±0,28
	Espesor	mm	3,77±0,202
Color	L	----	12,16 ±0,964
	H <sub>min</sub> <sup>a</sup>	----	270,90 ±0,315
	C	----	3,03±0,395
Textura	mm	3,65±0,946	
Antocianinas	mg/100g de fréjol	468,62±7,467	
Taninos	mg/100g de fréjol	798,48±73,966	
Almidón	%	53,61± ±0,959	
Humedad	%	12,45	
Proteína	%	29,97	
Hierro	ppm	79,95	
Zinc	ppm	45,69	



Figura 6. Genotipo Cóndor

PARAMETROS	Cóndor	
	Líquido de Gobierno	
	L1	L2
<b>Dimensiones del grano</b>		
Largo (mm)	9,42±0,209	9,79±0,302
Ancho (mm)	6,57 ±0,298	6,69 ±0,178
Espesor (mm)	4,74±0,123	5,11 ±0,264
Dureza (mm)	4,70±0,841	5,10±0,3971
<b>Componentes del color</b>		
L	0,06 ±0,006	24,81 ±0,006
H <sub>min</sub> <sup>a</sup>	12,94 ±0,342	88,64 ±0,080
C	0,42±0,031	0,41 ±0,000
a	0,41±0,031	0,02± ±0,001
b	0,09 ± 0,006	0,41± ±0,000
<b>Composición Química</b>		
Almidón (%)	36,04 ±1,758	31,24 ±0,473
Antocianinas (mg/100 g)	21,43 ±0,251	17,72±0,092
Taninos (mg/100 g)	No detectable	No detectable
Humedad (%)	71,95	72,37
Proteína (%)	22,54	22,32
Fe (ppm)	57	55
Zn (ppm)	38	37

Características físico-químicas de L88-63

Parámetro	Unidad	Valor	
Peso (100 semillas)	g	18,26	
Forma	----	Elíptica	
Tamaño	Largo	mm	8,89±0,442
	Ancho	mm	6,01±0,244
	Espesor	mm	4,51±0,45
Color	L	----	19,03 ±1,627
	H°	----	275,22 ±3,628
	C	----	3,29±0,399
Textura	mm	0,88±0,440	
Antocianinas	mg/100g de fréjol	376,57±29,424	
Taninos	mg/100g de fréjol	1634,06 ±66,579	
Almidón	%	63,06 ±0,826	
Humedad	%	12,15	
Proteína	%	26,77	
Hierro	ppm	80	
Zinc	ppm	36,57	



Figura 7. Genotipo L88-63

I

L88-63  
Líquido de Gobierno

PARAMETROS	L1	L2
<b>Dimensiones del grano</b>		
Largo (mm)	10,67±0,539	10,88 ±0,358
Ancho (mm)	7,48 ±0,377	7,58 ±0,435
Espesor (mm)	5,50 ±0,194	5,75 ±0,204
Dureza (mm)	5,40±0,335	5,70±0,356
<b>Componentes del color</b>		
L	0,42 ±0,101	1,15±0,132
H°	13,79 ±0,409	11,04±0,397
C	2,95±0,659	2,89±0,062
a	2,87 ±0,146	2,83±0,064
b	0,71 ±0,178	0,55 ±0,011
<b>Composición Química</b>		
Almidón (%)	17,07 ±0,000	14,77±0,246
Antocianinas (mg/100 g)	6,57 ±0,111	5,64±0,088
Taninos (mg/100 g)	118,44 ±10,886	81,17±4,964
Humedad (%)	71,89	72,08
Proteína (%)	22,73	22,67
Fe (ppm)	75	73
Zn (ppm)	22	20

Características físico-químicas de G21-212

Parámetro	Unidad	Valor	
Peso (100 semillas)	g	22,94	
Forma	----	Elíptica	
Tamaño	Largo	mm	10,58±0,695
	Ancho	mm	6,25±0,596
	Espesor	mm	4,31±0,234
Color	L	----	17,09 ±2,007
	H°	----	256,46 ±29,588
	C	----	2,93±0,487
Textura	mm	1,18±0,733	
Antocianinas	mg/100g de fréjol	534,34±25,198	
Taninos	mg/100g de fréjol	459,61 ±86,071	
Almidón	%	73,36 ±0,730	
Humedad	%	12,15	
Proteína	%	22,23	
Hierro	ppm	84,23	
Zinc	ppm	26,9	



Figura 8. Genotipo G21-212

G21-212  
Líquido de Gobierno

PARAMETROS	L1	L2
<b>Dimensiones del grano</b>		
Largo (mm)	11,78 ±0,666	12,19 ±0,527
Ancho (mm)	7,45 ±0,167	7,84±0,239
Espesor (mm)	5,20 ±0,250	5,30 ±0,097
Dureza (mm)	5,20 ±1,048	5,30 ±0,393
<b>Componentes del color</b>		
L	0,14±0,168	0,04±0,006
H°	13,86 ±1,461	14,06±0,676
C	0,88 ±1,067	0,21 ±0,010
a	0,85±1,028	0,2 ±0,010
b	0,23±0,289	0,05±0,000
<b>Composición Química</b>		
Almidón (%)	42,17 ±0,552	3,21 ±0,865
Antocianinas (mg/100 g)	9,01 ±0,070	5,98 ±0,066
Taninos (mg/100 g)	45,55 ±6,281	30,20 ±3,414
Humedad (%)	73,95	74,31
Proteína (%)	26,93	26,72
Fe (ppm)	76	75
Zn (ppm)	28	27

Características físico-químicas de INIAP 482

Parámetro	Unidad	Valor	
Peso (100 semillas)	g	18,4	
Forma	----	Arriñonado débil	
Tamaño	Largo	mm	10±1,706
	Ancho	mm	5,97±0,47
	Espesor	mm	4,08±0,659
Color	L	----	15,65±0,744
	H°	----	275,27 ±3,205
	C	----	3,281±1,042
Textura	mm	0,75±0,468	
Antocianinas	mg/100g de fréjol	468,73±0,699	
Taninos	mg/100g de fréjol	758,38±28,267	
Almidón	%	65,80 ±0,570	
Humedad	%	12,09	
Proteína	%	27,64	
Hierro	ppm	81,9	
Zinc	ppm	36,4	



Figura 10. Genotipo INIAP 482

INIAP 482		
Líquido de Gobierno		
PARAMETROS	L1	L2
<b>Dimensiones del grano</b>		
Largo (mm)	12,66 ±0,372	12,79 ±0,573
Ancho (mm)	8,01 ±0,206	7,82 ±0,516
Espesor (mm)	6,01±0,081	6,22 ±0,616
Dureza (mm)	5,67±0,216	6,1±1,121
<b>Componentes del color</b>		
L	1,22 ±0,187	0,02 ±0,010
H°	24,28 ±16,853	12,51 ±2,641
C	6,45 ±3,074	0,09 ±0,066
a	5,98±3,398	0,09 ±0,064
b	2,09 ±0,327	0,02 ±0,017
<b>Composición Química</b>		
Almidón (%)	18,76±10,85	10,85±0,997
Antocianinas (mg/100 g)	13,89 ±0,468	12,14±0,843
Taninos (mg/100 g)	285,09 ±18,371	261,06 ±17,284
Humedad (%)	68,75	69,03
Proteína (%)	24,62	24,59
Fe (ppm)	79	78
Zn (ppm)	24	23

Elaborado por: Irma Tanquina, 2012

## EL SANGORACHE (*Amaranthus quitensis*. L)

### • ORIGEN

El cultivo de amaranto (conocido como ataco en Ecuador), data de más de 4000 años en el continente Americano. Los principales granos que encontraron los españoles a su llegada a América fueron: maíz, fréjol, quinua y amaranto, este último, además de alimento, formaba parte de ciertos ritos religiosos de los Aztecas (Cabrera C., 1989).

El consumo de amaranto estaba muy arraigado entre los aztecas, pues además de consumir sus granos y hojas como alimento, se utilizaba la harina de amaranto para la fabricación de estatuillas llamadas tzoalli, que los indígenas utilizaban para comulgar en las ceremonias religiosas.

La familia Amaranthaceae se compone de 60 géneros y alrededor de 800 especies, 60 de estas últimas son cosmopolitas y crecen particularmente en

sitios perturbados por el hombre considerándose como malezas. El género *Amaranthus* se encuentra distribuido en todos los climas, desde el nivel del mar hasta los 3600 m.s.n.m. (Mazón. N., *et al.*, 2003).

Existe una amplia variabilidad entre las diferentes especies del género, solo tres de ellas son cultivadas: *Amaranthus hypochondriacus*, originario de México, *A. cruentus*, originario de Guatemala y el sureste de México y *A. caudatus*, cuyo origen es América del Sur. Asociadas a éstas existen tres especies de malezas o arvenses: *A. powelli*, *A. hybridus* y *A. quitens*, de éstas solo una *A. hybridus* se encuentra ampliamente distribuida por todo el mundo (Cabrera C, 1989)

Con base en sus características morfológicas, tales como altura de la planta, tamaño de la inflorescencia, patrón de ramificación y patrones fenológicos como tiempo de floración y maduración, se han descrito diferentes tipos de amaranto de grano. Los distintos tipos representan complejos adaptados a diferentes localidades, bajo condiciones ambientales y culturales diferentes (PantaneIII., A. 2000).

- **IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA**

En la tabla 12 se presenta la identificación taxonómica del sangorache.

**Tabla 12. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL SANGORACHE**

<b>Reino:</b>	Vegetal
<b>División:</b>	Fanerógama
<b>Tipo:</b>	Embryophyta siphonogama
<b>Subtipo:</b>	Angiosperma
<b>Clase:</b>	Dicotiledoneae
<b>Orden:</b>	Centrospermales
<b>Familia:</b>	Amaranthaceae
<b>Género:</b>	<i>Amaranthus</i>
<b>Especie:</b>	<i>Hybridus</i>

**Fuente:** Ocaña 2002

- **GENOTIPO EN ESTUDIO**

El sangorache línea 17728 de color negro es estudiado debido a sus características y composición que posee; los colores predominantes que se dan en las inflorescencias facilita el estudio, pues tiene pigmentos que se caracterizan por el color púrpura que se da al extraer y sus hojas brillantes característicos de color verde intenso poseen carotenoides. La tabla 13 describe las características del genotipo de sangorache.

**Tabla 13. GENOTIPO DE SANGORACHE LÍNEA 17728**

Variedad	Descripción
Sangorache color predominante negro 	El sangorache es un grano andino de diversos colores, según las variedades domesticadas y cultivadas desde la época prehispánica. Usos y propiedades Alimento.- la semilla es comestible y muy nutritiva por la aparición de aminoácidos esenciales, se consume cocida tostada. Medicinal.- El cocimiento de las hojas es utilizada para las inflamaciones.

**Elaborado por:** Irma Tanquina, 2012

- **PAPAS NATIVAS** (*Tuberosum grupo andigenum*)

- **ORIGEN**

La más grande diversificación genética de papa (*Solanum tuberosum*) cultivada y silvestre se encuentra ubicada en las tierras altas de los Andes de Sudamérica. En la crónica escrita por Pedro Cieza de León en 1538, en la que se menciona por primera vez a la papa, señala que se encontró tubérculos que los indígenas llamaban “papas”, primero en la parte alta del valle del Cuzco, Perú y posteriormente en Quito,

Ecuador. Los españoles introdujeron la papa a Europa a mediados del siglo XVI. Este tubérculo fue cultivado en áreas pequeñas y mantenida principalmente por propósitos botánicos durante los dos siglos siguientes. Este cultivo se introdujo en América del Norte en el siglo XVII, probablemente a través de Europa. Al pasar de los años, la papa ha evolucionado hasta ser un alimento integrante de la canasta básica de alto valor nutritivo (Andrade *et al.*, 2002).

La historia de la papa empezó hace unos 8000 años, cerca del lago Titicaca, que está a 3800 metros sobre el nivel del mar, en la cordillera de los Andes, América del Sur, en la frontera de Bolivia y Perú. Ahí, según revela la investigación, las comunidades de cazadores y recolectores que habían poblado el sur del continente por lo menos unos 7000 años antes, domesticaron las plantas silvestres de la papa que se daban en abundancia en los alrededores del lago. La papa fue cultivada por varias culturas antiguas como la Inca, la Tiahuanaco, la Nazca y la Mochica (FAO, 2008; Andrade *et al.*, 2002).

- **IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA**

La clasificación botánica de la papa nativa se describe en la tabla 14.

**Tabla 14. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LAS PAPAS**

<b>Reino:</b>	Vegetal
<b>División:</b>	Fanerógama
<b>Subdivisión:</b>	Angiospermas
<b>Clase:</b>	Dicotiledóneas
<b>Subclase:</b>	Simpétala
<b>Sección:</b>	Anisocárpeas
<b>Orden:</b>	Tubifloríneas
<b>Familia:</b>	Solanaceae
<b>Género:</b>	Solanum L.
<b>Subgénero:</b>	Potatoe
<b>Sección:</b>	Petota Dumortier
<b>Serie:</b>	Tuberosa
<b>Especies:</b>	phureja, andígena

Fuente: Luján (2003) y Quilca (2008)

## **GENOTIPOS EN ESTUDIO**

Estas papas son el resultado de un proceso de domesticación, selección y conservación ancestrales, se consideran como herencia de los antiguos habitantes de los Andes.

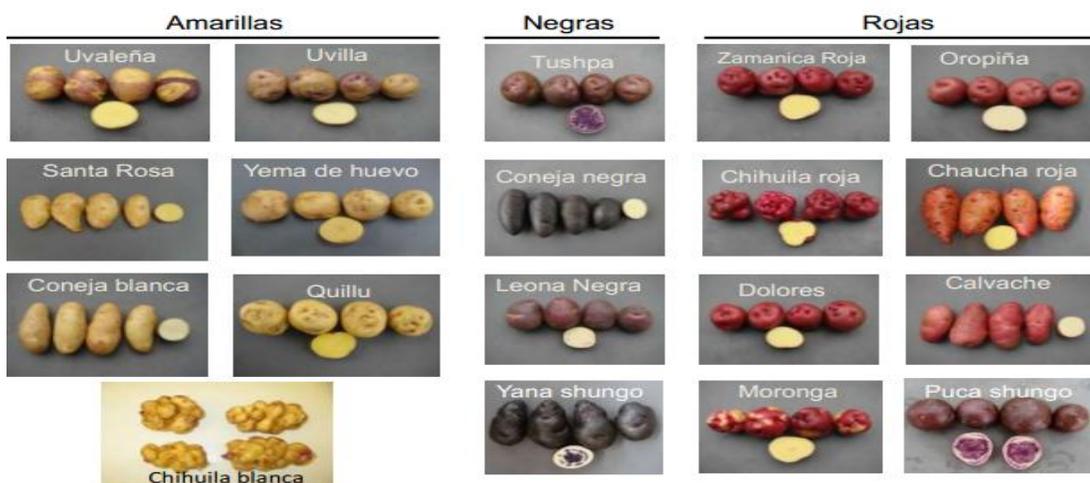
Las papas nativas representan un banco de diversidad genética para el futuro y constituyen una excelente alternativa para los bancos de germoplasma “ex-situ” de los programas internacionales y nacionales de mejoramiento.

En nuestro país existen más de 400 variedades. La gran mayoría de estas se encuentran sobre los 3.000 m.s.n.m., ésta altura les brinda una fuerte radiación solar en combinación con los suelos orgánicos andinos, las papas nativas son beneficiarias de una naturalidad especial, además de que son cultivadas generalmente sin el uso de fertilizantes químicos y casi sin la aplicación de pesticidas (Cuesta *et al.*, 2005).

Las papas nativas ecuatorianas pertenecen a las especies *S. phureja* y *S. andígena* principalmente (Cuesta, 2008). Estas papas son

altamente valoradas por científicos y agricultores indígenas, tanto por sus propiedades organolépticas, como por sus propiedades agrícolas, así como por su identidad cultural. A diferencia de las papas mejoradas, estas variedades tienen un mayor contenido de sólidos por lo que son más nutritivas y dan un sabor especial a los preparados; además su alto contenido de materia seca y carotenoides, flavonoides y antocianinas (antioxidantes naturales) las hacen únicas en el mundo; pero también presentan obstáculos como la dificultad en el almacenamiento (rápida brotación) y en el pelado, el desconocimiento de sus características y su rápida extinción (Cuesta *et al.*, 2005; Monteros *et al.*, 2005; Mayorca, 2001).

Sin embargo, otras características intrínsecas como buen sabor, suavidad para cocinar, textura harinosa, alta variabilidad en formas y colores las hacen atractivas como productos diferenciados y exóticos (Monteros *et al.*, 2005). En la presente investigación se estudiarán cinco variedades de papas nativas Puca Shungo, Yana Shungo, Roja, Amarilla y Tushpa. En el gráfico 5 muestra las variedades de papas nativas.



**Gráfico 8. VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS**

Elaborado por: Irma Tanquina, 2012

## 2.4.1.2 CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE LAS ESPECIES VEGETALES

### MAÍZ

La cosecha se inicia a los 135 días después de la siembra, la recolección de las mazorcas es manual y se espera que éstos maduren y sequen en la planta (Yanez. C., *et al.*, 2003).

Rendimiento de mazorca (t/ha): con 5,586 y de tuza 1,198 t/ha.

Color: Negro, Amarillo, Rojos, Morados

Peso de coronta (g): 28

Peso de mazorca (gr):132

Días de cosecha: 265

Altura de la planta (cm): 270

Altura a la mazorca (cm): 160

Rendimiento (kg/ha): 4091

### FREJOL

El producto comestible es el grano seco de esta planta, que puede permanecer en buen estado durante mucho tiempo, si se mantiene en recipientes cerrados y en lugares sin humedad.

Para su preparación, se desechan manualmente los granos dañados, y se lava el resto con agua potable para eliminar cualquier piedrecilla, polvo o paja que pueda haber quedado del proceso de recolección.

La caracterización se desarrolla bajo parámetros exigentes, por el vigor de la planta, por el tamaño y calidad de la vaina, color del grano, por el alto rendimiento de la especie o variedad (Peralta *et al.*, 2009).

Habito de crecimiento: Indeterminado  
Altura de la planta (cm): 50 a 70  
Color de la flor: Rosada  
Largo de la vaina (cm): 11 a 13  
Color del grano: Rojo, negro, blanco, etc  
Tamaño de grano: Grande  
Granos por vaina: 4 a 6  
Rendimiento del grano seco (t/ha): 1,4 a 2

### **SANGORACHE**

En ambiente natural una especie silvestre demuestra la caracterización agronómica del ataco (Scheldeman *et al.*, 2001). Esto es debido a las diferencias del ambiente (efecto fenotípico) y a la variabilidad genética (efecto genotípico). Esta variabilidad presente incluye características deseadas, como frutas dulces o resistencia a enfermedades, pero en la mayoría de los casos habrá más características deseables para un cultivo o para la comercialización. Ahora, el reto es encontrar las accesiones que combinan el mayor número de características deseadas.

La calidad de los resultados dependería mucho de la variabilidad genética que forma la base del programa de selección con los estándares. Una mayor cantidad de accesiones que muestran una variabilidad grande habrá mayor probabilidad de encontrar la accesión que reúna todas las características deseadas (Scheldeman *et al.*, 2001)

Habito de crecimiento: Indeterminado  
Altura de la planta (cm): 138 a 163  
Color de la flor: Morada  
Días a la cosecha: 170

Longitud de la panoja (cm): 39 a 50

Color del grano: negro

Tamaño de grano: excesivamente muy pequeño

Rendimiento de la planta (g/planta): 2,8

## **PAPAS NATIVAS**

La selección y utilización de variedades con características adecuadas para el procesamiento, adaptación local y resistencia o tolerancia a los principales estreses bióticos y abióticos, permitiría disponer de una alternativa más atractiva y económicamente ventajosa para satisfacer la demanda local del producto. Específicamente, la identificación de material genético adaptado a las condiciones regionales y con resistencia a enfermedades importantes añadirá un componente esencial a esta dinámica situación, reforzando el interés de algunos países, motivando a las nuevas oportunidades comerciales que ofrece la economía mundial de la papa.

Algunos programas nacionales de Latinoamérica están respondiendo a la necesidad de identificar y difundir las papas cultivadas mejoradas de papa con buena adaptación local y de buena calidad industrial. En este contexto, son necesarias actividades adicionales complementarias y con participación del sector privado, para el desarrollo logístico y operativo en el proceso de utilización y comercialización del producto. Para reforzar este sistema, pretende re-enfocar la estructura de mejoramiento, desarrollando y utilizando una base genética amplia que permita seleccionar en forma eficiente papas con resistencia a enfermedades limitantes de importancia económica tales como tizón tardío y virus, alta productividad y calidad para la industria y consumo fresco.

La caracterización agronómica en la papa tiene como la finalidad promover la conservación, producción y consumo. Se han seleccionado papas nativas con potencial de mercado por su sabor, valor nutritivo, cualidad culinaria y características agronómicas (Monteros. C *et al.*, 2010).

Rendimiento (t/ha): 14

Cosecha (días): 135

Brotación (días): 20

Verdeamiento (días): 45

Textura: Arenosa

**Materia seca (%): 25**

### 2.4.1.3 PROPIEDADES NUTRITIVAS Y FUNCIONALES

#### COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL MAÍZ

Según datos de la FAO (2006), el grano de maíz amarillo suave cuenta con una gran cantidad de energía, además proteína 9,2%, lípidos 3,8%, fibra bruta 2,15%, ceniza 1%, entre otros (FAO, 2006; Yáñez *et al.*, 2003). En la tabla 15 se muestra la composición nutricional del maíz.

**Tabla 15. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL GRANO DE MAÍZ**

Componente	Contenido nutricional de materia comestible/100g
Agua	12
Proteínas	9,2
Grasas	3,8
Carbohidratos	77,3
Fibra bruta	2,15
Cenizas	1

**Fuente:** FAO, 2006; Terranova, 1995

**Tabla 16. COMPOSICIÓN DE MINERALES DEL GRANO DE MAÍZ**

Componente	Contenido nutricional de materia comestible (mg)
Calcio	5
Fosforo	99
Hierro	1,2
Tiamina	0,18
Riboflavina	0,08
Niacina	0,6
Calorías	361

**Fuente:** FAO, 2006; Terranova, 1995

Como se puede ver en la Tabla 15, el maíz es pobre en proteína, razón por la cual se recomienda combinar con alguna leguminosa o carne animal para suplir esta carencia. En Ecuador, una de las combinaciones que más éxito ha tenido sobre todo en la Sierra, es la mezcla con chochos (Yáñez *et ál.*, 2003). En la Tabla 16 se presenta la composición de minerales del grano del maíz. Algunos componentes del maíz se describen a continuación:

- **Almidón**

El componente químico principal del grano de maíz es el almidón, al que corresponde hasta el 72-73 por ciento del peso del grano. Otros hidratos de carbono son azúcares sencillos en forma de glucosa, sacarosa y fructosa, en cantidades que varían del 1 al 3 por ciento del grano. El almidón está formado por dos polímeros de glucosa: amilosa y amilopectina. La amilosa es una molécula esencialmente lineal de unidades de glucosa, que constituye hasta el 25-30 por ciento del almidón. (FAO, 1993).

- **Proteínas**

Después del almidón, las proteínas constituyen el siguiente componente químico del grano por orden de importancia, y la proteína más importante en

el maíz es la zeína, siendo su baja calidad debido al poco contenido en lisina y triptófano, mismos que se encuentran en mayor nivel en los demás cereales. En las variedades comunes, el contenido de proteínas puede oscilar entre el 8 y el 11 por ciento del peso del grano, y en su mayor parte se encuentran en el endospermo.

- **Aceite y ácidos grasos**

El aceite del grano de maíz está fundamentalmente en el germen y viene determinado genéticamente, con valores que van del 3 al 18 por ciento. El aceite de maíz tiene un bajo nivel de ácidos grasos saturados: ácido palmítico y esteárico, con valores medios del 11 por ciento y el 2 por ciento, respectivamente. En cambio, contiene niveles relativamente elevados de ácidos grasos poliinsaturados, fundamentalmente ácido linoleico, con un valor medio de cerca del 24 por ciento. Sólo se han encontrado cantidades reducidísimas de ácidos linolénico y araquidónico. Además, el aceite de maíz es relativamente estable, por contener únicamente pequeñas cantidades de ácido linolénico (0,7 por ciento) y niveles elevados de antioxidantes naturales (Yáñez *et al.*, 2003).

- **Fibra dietética**

Después de los hidratos de carbono (principalmente almidón), las proteínas y las grasas, la fibra dietética es el componente químico del maíz que se halla en cantidades mayores. El contenido de fibra dietética de los granos descascarados será evidentemente menor que el de los granos enteros.

- **Otros hidratos de carbono**

El grano maduro contiene pequeñas cantidades de otros hidratos de carbono, además de almidón. El total de azúcares del grano varía entre el 1 y el 3 por ciento, y la sacarosa, el elemento más importante, se halla

esencialmente en el germen. En los granos en vías de maduración hay niveles más elevados de monosacáridos, disacáridos y trisacáridos. Doce días después de la polinización, el contenido de azúcar es relativamente elevado, mientras que el de almidón es bajo. Conforme madura el grano, disminuyen los azúcares y aumenta el almidón.

- **Minerales**

El germen es relativamente rico en minerales, con un valor medio del 11 por ciento, frente a menos del 1 por ciento en el endospermo. El germen proporciona cerca del 78 por ciento de todos los minerales del grano. El mineral que más abunda es el fósforo, en forma de fitato de potasio y magnesio, encontrándose en su totalidad en el embrión con valores de aproximadamente 0,90 por ciento en el maíz común.

- **Vitaminas liposolubles**

El grano de maíz contiene dos vitaminas solubles en grasa, la provitamina A, o carotenoide, y la vitamina E. Los carotenoides se hallan sobre todo en el maíz amarillo, en cantidades que pueden ser reguladas genéticamente, en tanto que el maíz blanco tiene un escaso o nulo contenido de ellos. La mayoría de los carotenoides se encuentran en el endospermo duro del grano y únicamente pequeñas cantidades en el germen.

- **Vitaminas hidrosolubles**

Las vitaminas solubles en agua se encuentran sobre todo en la capa de aleurona del grano de maíz, y en menor medida en el germen y el endospermo. La vitamina soluble en agua a la cual se han dedicado más investigaciones es el ácido nicotínico, a causa de su asociación con la deficiencia de niacina, o pelagra, fenómeno muy difundido en las poblaciones que consumen grandes cantidades de maíz. El maíz no tiene vitamina B12 y

el grano maduro contiene sólo pequeñas cantidades, en caso de que las haya de ácido ascórbico. Se halla un contenido de aproximadamente 2,69 mg/kg de piridoxina asimilable. Otras vitaminas, como la colina, el ácido fólico y el ácido pantoténico, se encuentran en concentraciones pequeñísimas.

## COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL FREJOL

En la tabla 17 se indica la composición nutricional del frejol a continuación se describen sus principales componentes.

**Tabla 17. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL FRÉJOL**

<b>Componente</b>	<b>Cantidades por 100 g de porción comestible</b>
Proteína	21,4 g
Energía	304,6 kcal
Grasa	1,5 g
Carbohidratos	54,8 g
Fibra	21,3 g
Calcio	126 mg
Hierro	6,2 mg
Yodo	1,6 µg
Zinc	3,5 mg
Magnesio	163 mg
Sodio	40 mg
Potasio	1 160 mg
Fósforo	400 mg
Ac. Ascórbico	3,4 mg
Vitamina E	2 mg
Ac. Fólico	316 µg
Tiamina	0,50 µg
Riboflavina	0,17 mg
Eq. de niacina	2,4 mg
Piridoxina B6	0,42 mg

**Fuente:** Mataix, s.f.(2005)

- **Proteínas**

Tiene un alto contenido proteico, superior al 20%; repartido en cuatro fracciones: 70% globulinas, 10-20% albuminas, 10-20% gluteinas, y cantidades residuales de prolaminas. Además poseen un alto valor biológico, el cual se ve limitado por el contenido de aminoácidos azufrados, pero son ricos en lisina (Mataix, s.f.; Nadal, 2004).

- **Hidratos de Carbono**

Se encuentra en mayor cantidad, con valores medios por encima del 50% del peso seco, el almidón es el principal componente (Nadal, 2004).

- **Grasas**

Presentan bajo contenido graso, alrededor del 2%. Las grasas que aportan las legumbres son ricas en ácidos grasos poliinsaturados, los principales son los ácidos oléico y linoléico, los cuales representan alrededor de las dos terceras partes del total de ácidos grasos en la semilla (Mataix, s.f.; Nadal, 2004).

- **Vitaminas**

Entre las hidrosolubles, poseen valor de medios a altos en tiamina ( $B_1$ ; 0,3-1,0 mg/100g), niacina (contenido medio de 2 mg/100g) y ácido fólico, e inferiores a la media en riboflavina ( $B_2$ ; 0,1-0,4 mg/100g), ácido ascórbico (C; su escasa cantidad se elimina en la cocción) y ácido pantotéico (Nadal, 2004).

- **Oligoelementos**

El calcio es abundante (entre 70 a 143 mg/100g), es buena fuente de hierro (7 mg/100g), este es absorbido en un 10%. La absorción de estos dos se ve afectada por la presencia de ácido fítico y oxalatos (Mataix, s.f.; Nadal, 2004).

## **COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL SANGORACHE**

En la tabla 18 se indica la composición de las partes principales del sangorache y a continuación se describen sus principales componentes.

**Tabla 18. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL GRANO Y HOJAS DEL ATACO**

<b>Componente</b>	<b>Grano *</b>	<b>Hojas **</b>
Proteína (%)	20,3	33.3
Grasa (%)	8,0	4.7
Fibra (%)	25.0	17.0
Carbohidratos (%)	38.7	43.0
Cenizas (%)	7.8	3.0
Calcio (mg/100g)	0.65	2776.0
Fósforo (mg/100g)	0.70	760.0
Potasio (mg/100g)	0.57	-----
Hierro (ppm)	1189	52.0

\* **Fuente:** Peralta, (2004).

- **Proteína**

Posee entre 14 y 18 g de proteína, valor superior al de todos los cereales (trigo: 10 a 15 g; arroz: 5 a 8 g). Se destaca por un contenido importante de lisina, aminoácido esencial en la alimentación humana, que comúnmente es más limitante en otros cereales.

Según la FAO (Food and Agricultural Organization / Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) y la OMS (Organización Mundial de la Salud), sobre un valor protéico ideal de 100, el sangorache posee 75, la leche vacuna 72, la soja 68, el trigo 60 y el maíz 44. Cuando se realizan mezclas de harina de amaranto con harina de maíz, la combinación resulta excelente, llegando a índices cercanos del 100, porque el aminoácido que es deficiente en uno abunda en el otro. Además, la digestibilidad de su grano es del 93%. A su vez, el grano de amaranto no posee gluten, por lo que es un alimento apto para celíacos.

- **Minerales**

Hierro (que asume un papel vital en el crecimiento de los seres humanos porque es necesario no solo para lograr una adecuada oxigenación tisular sino también para el metabolismo de la mayor parte de las células): Con un valor de alrededor de 9 mg, el amaranto contiene el doble hasta el triple de la cantidad de hierro que llevan el trigo (unos 4,5 mg) y el arroz (alrededor de 3 mg) (el maíz tiene muy poco, solo alrededor de 1%).

- **Grasa**

Ingerir ácidos grasos poli-insaturados (esenciales, entre ellos los ácidos grasos  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6), para el ser humano es de interés vital porque proveen con energía, bajan el colesterol, inhiben la producción de coágulos de sangre y disminuyen el riesgo de enfermedades cardiovasculares; estudios recientes llegan a suponer que los ácidos grasos  $\omega$ -3 son capaces de proteger el organismo ante trastornos cardíacos. En 100 g del sangorache, de sus aproximadamente 8 a 9 g (arroz y trigo: de 0,5 a 2 g), alrededor del 70% de la grasa son ácidos grasos insaturados, en una combinación muy apropiada para la alimentación humana (arroz blanco y trigo: solo entre 2 y 10%).

- **Vitaminas**

La B1 llamada también Tiamina; juega un papel importante en el metabolismo de carbohidratos principalmente para producir energía, además de participar en el metabolismo de grasas, proteínas y ácidos nucleicos, ADN y ARN; es esencial para el crecimiento y desarrollo normal y ayuda a mantener el funcionamiento propio del corazón, sistema nervioso y digestivo). El amaranto posee alrededor de 0,8 mg (arroz: 0,4 mg; trigo: 0,4 a 0,5 mg).

- **Fibra**

De este componente nutricional indispensable para el metabolismo y la digestión regular sana, y como protección contra muchas enfermedades, el amaranto brinda unos 14 hasta 15 g (arroz: 1 a 4 g; trigo: entre 4 y 12 g, otra vez en dependencia del tipo de la molienda).

- **Carbohidratos**

Los carbohidratos del sangorache por su estructura tan fina, son muy fáciles de digerir, por lo que son proveedores principales de energía para el cuerpo humano (Becerra. E., 2000)

### **COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA PAPA**

La calidad nutricional de la papa se refiere al contenido de compuestos químicos que tienen relación con el bienestar y la salud humana. Por tratarse de un ser vivo, su composición es variable y depende de la variedad, el tipo de suelo, las prácticas culturales, la madurez, las condiciones de almacenamiento y otros factores (Oviedo, 2005).

La papa es proveedora de una gran cantidad de nutrientes y es buena fuente de energía, por su contenido de almidón, que puede alcanzar aproximadamente un aporte de un 14% de la energía requerida diariamente. Además es buena fuente de proteína, que cubre un 17% de la cantidad requerida por día.

Contribuye también con fósforo, hierro y niacina. Esta última es una vitamina que forma parte de sistemas enzimáticos, así ayuda en la transferencia de hidrógeno y ayuda en el metabolismo de carbohidratos y aminoácidos, además interviene en los procesos de glicólisis, síntesis de grasas y respiración de los tejidos.

El fósforo forma parte de numerosas funciones que son críticas para el funcionamiento del cuerpo humano. Por otra parte, el hierro tiene un papel importante en el transporte de oxígeno y dióxido de carbono; también participa en el funcionamiento del sistema inmune y es un componente esencial de la hemoglobina (Jiménez y Murillo, 1996). En la tabla 19 se describe el contenido de nutrientes en 100 g de papa y las (DDR).

**Tabla 19. CONTENIDO DE NUTRIENTES EN 100 g DE PAPA Y EL PORCENTAJE QUE CUBRE DE LAS DOSIS DIARIAS RECOMENDADAS (DDR)\***

<b>Componente</b>	<b>Cantidad en 100 g</b>	<b>%DDR*</b>
Energía	323,0 kcal	14
Energía	1350,0 kJ	14
Proteína	8,3 g	17
Fibra	1,8 g	7
Calcio	57,0 mg	7
Fósforo	192,0 mg	24
Hierro	3,7 mg	26
Tiamina	0,17 mg	0
Riboflavina	0,1 mg	6
Niacina	5,3 mg	29

\*Porcentaje de la Dosis DDR para adultos sanos, basado en una dieta de 2.300 kcal (Jiménez y Murillo, 1996)

Por su alto contenido de vitaminas hidrosolubles, minerales y fibra, la papa cumple con funciones reguladoras del organismo (TPV, 2008).

## **2.4.2 MARCO TEÓRICO DE LA VARIABLE DEPENDIENTE**

### **Compuestos antioxidantes**

Dentro de los compuestos naturales de origen vegetal con acción antioxidante es posible encontrar una variada gama de grupos, no obstante hoy se reconoce a las familias pertenecientes al grupo de los conocidos como *compuestos fenólicos o polifenoles*, (Zorica. 2005)

el mayor espectro no solo en cuanto a su actividad antioxidante, sino que además en cuanto a su efecto bioactivo específico sobre determinadas patologías de carácter degenerativo en seres humanos. Garry G. (2000).

### **Propiedades antioxidantes**

Las propiedades antioxidantes son sustancias capaces de proteger a las células de los efectos de los radicales libres (moléculas producidas cuando el cuerpo degrada los alimentos o por la exposición ambiental al humo del tabaco y la radiación). Shiuán Chen. (1998) La oxidación es una reacción química de transferencia de electrones desde una sustancia hasta un agente oxidante. Las reacciones de oxidación suelen producir radicales libres que inician reacciones en cadena que dañan las células. Los antioxidantes frenan tales reacciones dado que son agentes reductores. Tal es el caso de los tioles y los polifenoles Pierre Waffo-Téguo.( 2001)

### **Composición química de los alimentos**

Los constituyentes, es decir, los alimentos que ingerimos, traen nutrientes, y el organismo se encarga de aprovecharlos, los que son indispensables para llevar a cabo todos los procesos que nos permiten estar vivos. En relación a esto existen dos tipos de nutrientes:

- Los macronutrientes, que son los que se encuentran en mayor proporción en los alimentos: proteínas, glúcidos, lípidos, fibra y agua (aunque las dos últimas no aportan calorías).
- Los micronutrientes, que son aquellos que se encuentran en menores proporciones en los alimentos: Vitaminas y minerales.

Todos estos nutrientes se dividen en seis grupos principales; a continuación se describen algunos de ellos (Araya H., 2000).

### **Alteración de la concentración de la estabilidad en los compuestos y propiedades antioxidantes**

La palabra alteración implica la acción de alterar algo, en tanto, la acción de alterar supone un cambio en la forma de algo Definición ABC. (2013), Cambio en las características, la esencia o la forma de una cosa: la alteración del orden de una frase; no ha habido alteraciones importantes en el proyecto. Diccionario Manual de la Lengua Española. (2007)

En ciencias, una situación es estable si se mantiene en estado estacionario, es decir, igual en el tiempo y una modificación razonablemente pequeña de las condiciones iniciales no altera significativamente el futuro de la situación. Dependiendo del área en particular, estabilidad tiene significados ligeramente diferentes Diccionario Manual de la Lengua Española. (2007).

#### **2.4.2.1 SUBTEMAS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE**

### **COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS**

Todos estos nutrientes se dividen en seis grupos principales; a continuación se describen algunos de ellos (Araya H., 2000).

- **Glúcidos o Hidratos de Carbonos**

Características:

- Están compuestos por carbono, hidrógeno y oxígeno.
- Su función es aportar energía al organismo.
- Algunos también se utiliza para formar y desintegrar moléculas de grasas y proteínas.
- Tiene una combustión limpia, es decir al ocupar esta energía, no se liberan tantos residuos tóxicos.
- Los glúcidos son transformados en glucosa, absorbido por el intestino y luego trasladados al hígado; en donde se convierten en glucógeno. El cual es una reserva de energía inmediata que se ocupa cuando la persona no está ingiriendo alimentos.

Los glúcidos se dividen en tres grupos principales;

- Almidones: Los cuales se encuentran en alimentos, tales como las papas, legumbres, cereales, etc, y son utilizados como reserva energética. Pertenecen al grupo de los polisacáridos, por lo tanto se necesita degradarlos para poder digerirlos; para esto una enzima llamada amilasa los descomponen (Araya H., 2000).
- Azúcares: Estos se dividen en dos grupos principalmente;
  - Azucares Simples o monosacáridos: Es decir la glucosa, fructosa y galactosa. Esta es energía inmediata y no necesita degradarse antes de absorberse.
  - Azucares Complejos o disacáridos: como por ejemplo, la lactosa, maltosa y sacarosa; estas también son fuentes de energía, pero antes de digerirlas y asimilarlas, necesitan degradarse.
- Fibras: Estas se encuentran en los cereales integrales, verduras, frutas, etc. Y a pesar de que se puede obtener pequeñas cantidades de energía de ellas, son unas moléculas muy firmes y resistentes; difíciles de digerir y

asimilar. Es por esto que más bien pasan directo al intestino, y sirve para limpiarlo.

- **Lípidos o Grasas**

Características:

- Aportan energía al organismo e intervienen en la absorción de algunas vitaminas, la síntesis de hormonas.
- Sirve como material aislante, membranas y de relleno para algunos órganos.
- Se encuentran en los aceites vegetales, tales como el de maíz, de oliva, etc.
- También se encuentran en las grasas animales, como la manteca de cerdo, mantequilla, etc.
- Son una reserva energética muy importante, ya que proporcionan el doble de energía que los demás nutrientes.
- Pertenecen al grupo de los triglicéridos, es decir tres ácidos grasos, unidos a una molécula de glicerol o glicerina.

- **Proteínas**

Características:

- Desempeñan la mayor parte de las funciones en el organismo; tales como formar parte de los tejidos, músculos, tendones, piel, etc. También desempeñan funciones metabólicas y reguladoras, transportan oxígeno, e incluso definen la identidad de cada ser, ya que forman parte de la estructura básica del ADN.
- Están formados por cadenas de aminoácidos.

- Su componente principal es el nitrógeno, lo cual permite que al consumir proteínas, recuperemos además el nitrógeno que hemos perdido con la orina y las heces fecales (tenemos que reponer la misma cantidad que perdemos)
- Efectúan el recambio proteico, el cual consiste en un proceso de renovación de proteínas, es decir que a medida que se degradan proteínas hasta dejarlas en aminoácidos; se están uniendo aminoácidos para formar nuevas proteínas.
- Para poder asimilarlas, se necesita degradarlas al estado de aminoácidos.

Se dividen en dos grupos:

- De Origen Vegetal, las cuales se encuentran en frutos secos, legumbres, champiñones, etc. Son poco complejas, es decir simples de degradar.
- De Origen Animal, las cuales se encuentran en carnes, huevos, productos lácteos, etc. Estas además contienen los llamados aminoácidos esenciales, los cuales permiten sintetizar algunas proteínas.

- **Vitaminas**

Características:

- Son sustancias orgánicas indispensables para las funciones vitales.
- No aportan energía, pero si sirven para poder utilizar los elementos energéticos y constructivos.
- El cuerpo humano no las puede sintetizar (a excepción de algunas), es por esto que las tienen que ingerir.

- Existen dos tipos de Vitaminas:
- Liposolubles, las cuales se disuelven en aceites y grasas. (Vitaminas A,D,E,K).
- Hidrosolubles, las cuales se disuelven en agua (C y Complejo B).
- **Minerales**

Características:

- Son componentes inorgánicos, es decir nunca formaron parte de seres vivos.
- Sirven para elaborar tejidos, sintetizar hormonas y participan en las reacciones químicas en donde también intervienen las enzimas.
- Se dividen en tres grupos:
- Los Macroelementos: Los cuales son necesitados por el organismo en gran cantidad. Se miden en gramos (Sodio, Potasio, Calcio, Fosforo, etc).
- Los Microelementos: Los cuales son necesitados por el organismo en menor cantidad. Se miden en miligramos (Hierro, Flúor, Yodo, Cobalto, etc.).
- Los Oligoelementos: Los cuales son necesitados por el organismo en ínfimas cantidades. Se miden en microgramos, (Silicio, Níquel, Cromo, Litio, etc.).

- **Agua**

Características:

- Es el componente principal de los seres vivos.

- Es el medio por el cual se comunican las células, se transporta oxígeno, y por el cual se llevan nutrientes a los tejidos.
- También retira de nuestro cuerpo los residuos, regula la temperatura corporal a través de la transpiración en el caso de que la temperatura exterior fuese muy elevada (Economos C., W.D., 1999).

#### **2.4.2.2 COMPUESTOS ANTIOXIDANTES**

Los antioxidantes son compuestos cuya función primordial en el organismo es protegernos del daño oxidativo que causan moléculas conocidas como radicales libres, entre otras. Dicho daño oxidativo es el responsable de importantes enfermedades de carácter degenerativo del sistema circulatorio, enfermedades cardiovasculares, cataratas, envejecimiento precoz y cáncer, todas las cuales hoy son la principal causal de muerte en nuestra sociedad (Garry G. *et al.*, 2002).

Los radicales libres alteran el buen funcionamiento de las células de nuestro organismo, atacando a componentes estructurales claves de las mismas, tales como lípidos y proteínas de la membrana celular, enzimas e incluso al ADN, responsable del funcionamiento y renovación celular (Joshua D. *et al.*, 2003).

#### **Estrés oxidativo**

El oxígeno está asociado a las condiciones de vida aerobia, representa la fuerza motriz para el mantenimiento del metabolismo y viabilidad celular, al mismo tiempo que involucra un peligro potencial debido a las características paramagnéticas de este gas, responsable de la formación de intermediarios parcialmente reducidos y dotados de una reactividad alta conocidas como especies reactivas de oxígeno (ROS, por sus siglas en inglés) (Martínez, 2007).

Las ROS son radicales libres (RL) o precursores de radicales. En los orbitales, los electrones giran en pares con un espín particular, esto se conoce como máxima estabilidad natural; por tanto, si hay electrones desapareados en un orbital, se generan especie moleculares altamente reactivas que tienden a robar un electrón de cualquier otro átomo para compensar su deficiencia electrónica. El oxígeno, es el principal radical libre, ya que él tiene dos electrones desapareados (Martínez, 2007).

### **Radicales libres (RL)**

Son moléculas "desequilibradas", con átomos que tienen un electrón en capacidad de aparearse, por lo que son muy reactivos. Estos radicales recorren nuestro organismo intentando captar un electrón de las moléculas estables, con el fin de lograr su estabilidad electroquímica y con potenciales reacciones en cadenas destructoras de nuestras células.

El RL es un átomo de  $O_2$  (oxígeno) con 7 electrones (el átomo estable de oxígeno tiene 8 electrones y se torna inestable cuando pierde 1 electrón), al faltarle ese electrón, lo toma prestado de la membrana celular y produce así otro radical libre más, dando lugar a una reacción en cadena. Esta reacción en cadena se combate con la acción de los antioxidantes, los cuales neutralizan los átomos de oxígeno.

Los RL son producidos en la mayoría de las células corporales a través del propio metabolismo celular y también por la acción de agentes tóxicos.

Antioxidantes y radicales libres. Los antioxidantes retrasan el proceso de envejecimiento combatiendo la degeneración y muerte de las células que provocan los radicales libres. La incapacidad de nuestro cuerpo para

neutralizar los radicales libres a los que nos exponemos diariamente nos obliga a recurrir a alimentos con las propiedades antioxidantes con capacidad de neutralizarlos.

- **Antioxidantes y cáncer.** Muchas investigaciones ponen énfasis en llevar dietas adecuadas que sean aliados activos contra el cáncer. Estas dietas parten de enzimas y sustancias antioxidantes de determinados alimentos que son ricos en los componentes antioxidantes. Los mecanismos son diversos y van desde la inhibición hasta una reacción más activa del sistema inmunológico en general.

Los niveles bajos de antioxidantes o la inhibición de las enzimas antioxidantes causan estrés oxidativo y pueden dañar o matar las células.

El estrés oxidativo ha sido asociado a la patogénesis de muchas enfermedades humanas, es por ello que el uso de antioxidantes en farmacología es estudiado de forma intensiva, particularmente como tratamiento para accidentes cerebrovasculares y enfermedades neurodegenerativas. Sin embargo, se desconoce si el estrés oxidativo es la causa o la consecuencia de tales enfermedades. Los antioxidantes también son ampliamente utilizados como ingredientes en suplementos dietéticos con la esperanza de mantener la salud y de prevenir enfermedades tales como el cáncer y la cardiopatía isquémica. Aunque algunos estudios han sugerido que los suplementos antioxidantes tienen beneficios para la salud, otros grandes ensayos clínicos no detectaron ninguna ventaja para las formulaciones probadas y el exceso de la suplementación puede llegar a ser dañinos.

### **Compuestos fenólicos**

Dentro de este grupo de compuestos se destacan tres grandes familias:

- **Antocianos:** son los compuestos responsables de la coloración roja y violeta de muchas flores, pero también del color de las uvas, manzanas,

ciruelas y berries, tales como las frutillas, moras, arándanos, frambuesas y maqui, entre otras muchas frutas.

- **Flavonoles:** en este grupo destacan compuestos responsables de la coloración amarilla de flores y algunos frutos, siendo abundantes en las pieles de uvas blancas y rojas, de manzanas, peras, duraznos y en la pulpa de la mayoría de los berries (Girgin, F. and Yildirim, E. 2004).
- **Flavanoles:** este grupo al que pertenecen los taninos condensados, son responsables de la defensa contra diversas enfermedades en las plantas y son abundantes en las semillas de diversas especies como la vid y en hojas como las del té (Soobrattee, M. A. *et al.*, 2005).

Todos estos compuestos actúan como antioxidantes a través de un mecanismo que involucra su habilidad para reaccionar ciertos metales de transición como el cobre y el hierro, tal reacción evita la formación de radicales libres (Halliwell, B. *et al.*, 2005).

### **Color polimérico**

Los polímeros se producen por la unión de cientos de miles de moléculas pequeñas denominadas monómeros que forman enormes cadenas de las formas más diversas. Algunas parecen fideos, otras tienen ramificaciones. Son considerados importantes puesto que se deriva de los colores que se puede extraer, teóricamente se dice que los compuestos antioxidantes se dan donde existe una amplia gama de colores. Existen polímeros naturales de gran significación comercial como el algodón, formado por fibras de celulosas (Vaya, J. and Aviram M, 2001).

### **Taninos**

Los taninos son compuestos polifenólicos y de gusto amargo. Se dividen en hidrolizables y condensados; se considera como antioxidantes por su

capacidad para eliminar los radicales libres, previniendo la aparición de numerosas enfermedades de tipo degenerativo, entre las plantas con propiedades antioxidantes muy ricas en taninos tenemos: té verde, el orégano (Zorica J, 2005).

### **Ácido ascórbico**

El ácido ascórbico o Vitamina C es un antioxidante monosacárido encontrado en animales y plantas. Como no puede ser sintetizado por los seres humanos debe ser obtenido de la dieta alimenticia. La mayoría de los otros animales pueden producir este compuesto en sus cuerpos y no lo requieren en sus dietas (Meister A 1994). En células, es mantenido en su forma reducida por la reacción con el glutatión, que se puede catalizar por la proteína disulfuro isomerasa y las glutarredoxinas. El ácido ascórbico es un agente reductor y puede reducir, y de tal modo neutralizar especies reactivas del oxígeno tal como el peróxido de hidrógeno (Wells W, Xu D, Yang Y, Rocque P., 1990). Además de sus efectos antioxidantes directos, el ácido ascórbico es también un sustrato para la enzima antioxidante ascorbato peroxidasa, una función que es particularmente importante en resistencia al estrés en plantas (Padayatty S, *et al.*, 2003).

### **Vitamina E**

La vitamina E es el nombre colectivo para un sistema de ocho tocoferoles y tocotrienoles relacionados, que son vitaminas antioxidantes liposolubles (Brigelius-Flohé R, Traber M, 1999). La forma del  $\alpha$ -tocoferol es la más importante de los antioxidantes liposolubles y protege las membranas de la célula contra la oxidación reaccionando con los radicales del lípido producidos en la reacción en cadena de peroxidación de lípidos (Herrera E, Barbas C., 2001). Esto quita las formas intermedias de radicales libres y evita que la propagación de la reacción en cadena continúe. Los radicales

oxidados del  $\alpha$ -tocoferoxil producidos en este proceso se pueden reciclar de nuevo a la forma reducida activa a través de la reducción por el ascorbato, el retinol o el ubiquinol (Wang X, Quinn P, 1999).

### **Zinc**

El zinc es comúnmente mencionado como nutriente antioxidante, pero este elemento químico no tienen ninguna acción antioxidante por ellos mismos sino que se requieren para la actividad de algunas enzimas antioxidantes. Es un mineral antioxidante que interviene en el metabolismo de la SOD y de la Vitamina E, entre otras funciones (Vaya, J. and Aviram, M. 2001).

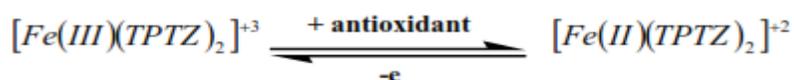
### **Carotenoides**

Los carotenoides están entre los pigmentos naturales más comunes y han sido caracterizados hasta ahora más de 600 compuestos diferentes. Los carotenoides son responsables por muchos de los colores rojos, amarillos y naranja de las hojas, frutas y flores de los vegetales, así como también por el color de algunos insectos, aves, peces y crustáceos. Solamente pueden ser sintetizados por plantas, hongos, bacterias y algas, sin embargo muchos animales los incorporan a través de la dieta (Stahl, W. And Sies, H., 2003). Dos carotenoides dietarios importantes son el licopeno y el  $\beta$ -caroteno. Estos están involucrados en la eliminación (scavenging) de dos de las especies reactivas del oxígeno, el oxígeno singlete y el radical peroxilo. Además son efectivos desactivando moléculas excitadas electrónicamente, las cuales están involucradas en la generación tanto de radicales como del propio oxígeno singlete. Los carotenoides, barren eficientemente los radicales peroxilos, especialmente cuando la tensión de oxígeno es baja. (Cantrell *et al.*, 2003)

### 2.4.2.3 PROPIEDADES ANTIOXIDANTES

#### ✚ Capacidad reductora

El FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) es un método que cuantifica la capacidad reductora de un antioxidante basándose en su capacidad para reducir iones férricos. Se trata de una reacción donde se produce la transferencia de un electrón, provocando la reducción del complejo de la tripiridiltriazina férrica al complejo ferroso en medio ácido. (Benzie, I. *et al.*, 1996).



La presencia de agentes reductores como los antioxidantes, causa la conversión del  $Fe^{+3}$  del complejo ferricianuro usado en este método, a la forma ferrosa. Así, por la medición del azul de prusia a 700 nm, se puede monitorear la concentración de  $Fe^{+2}$ . Altos valores de absorbancia a 700 nm indican un poder reductor alto (Barros *et al.*, 2006).

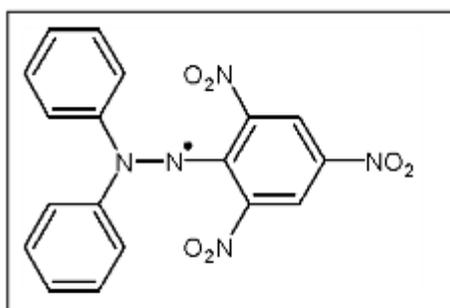
El valor del poder de reducción está ligado a la cantidad de radicales libres que un agente antioxidante está en capacidad de captar para anular su alta reactividad y esta capacidad a su vez tiene relación directa con la concentración del agente antioxidante, al aumentar la concentración aumenta el poder de reducción.

#### ✚ Capacidad antirradicalaria

La capacidad de un compuesto para atrapar radicales libres se puede evaluar a través del DPPH, (Bloqueo del radical libre 1,1 difenil -2- picrihidrazil radical) radical altamente estable y que posee una importante absorbancia a 520 nm, en presencia de un antioxidante.

$$(AE = 1/(EC_{50} \times t_{EC50})),$$

Los resultados se expresan a través de los parámetros cinéticos  $EC_{50}$ , del DPPH. Este método se basa en la neutralización del radical, cantidad de antioxidante necesaria para reducir en un 50% la cantidad de radical, el  $t_{50}$ , que es el tiempo necesario que necesita esa concentración de antioxidante para reducir en un 50% la cantidad de radical, y la eficiencia radicalaria que tiene en cuenta los dos factores. (Brand-W, *et al.*, 1995)



**Radical 2,2 difenil-1-picrilhidrazil (DPPH)**

El DPPH, a la cual se atribuye la deslocalización del electrón desapareado, misma que está en deslocalización también le otorga una coloración violeta caracterizada por una banda de absorción, en solución etanólica. Cuando una disolución de DPPH entra en contacto con una sustancia que puede donar un átomo de hidrógeno o con otra especie radical (R) se produce la forma reducida DPPH-H ó DPPH-R, con la consecuente pérdida del color y por lo tanto la pérdida de la absorbancia. Extracto rico en compuestos fenólicos antioxidantes por suministro de átomos de hidrógeno o por donación de electrones. (Brand,W *et al.*, (1995).

#### **✚ Capacidad quelatante**

La capacidad quelatante de un antioxidante es la habilidad de éste para complejar cationes metálicos y así evitar la descomposición de los hidroperóxidos lipídicos y producción de ROS. El procedimiento está basado

en la capacidad de un antioxidante para quelatar hierro ferroso. El hierro ferroso libre puede formar un complejo con la ferrocina, que presenta un máximo de absorbancia a 560 nm. Si el antioxidante presenta capacidad quelatante se reduce la cantidad de  $\text{Fe}^{2+}$  libre, y por tanto la concentración del complejo ferrocina- $\text{Fe}^{2+}$ , con el correspondiente descenso en la absorbancia a 562 nm. La capacidad quelatante se expresa como proporción de hierro ferroso ligado al compuesto complejante (Sevgi, K, *et al.*, 2004).

La adición de compuestos orgánicos sintéticos o naturales puede inhibir la oxidación del ion ferroso ya sea por quelación de los iones, impidiendo la reacción con el oxígeno o por neutralización directa de moléculas activas de oxígeno, a través de la formación de radicales libres orgánicos altamente estables (Kita *et al.*, 1992). La estabilidad que adquieren los radicales libres orgánicos por la deslocalización electrónica, llamada energía de resonancia, explica las propiedades antioxidantes de muchas moléculas de origen natural como los gingeroles y el ácido carnósico, entre otros (Kakatani, *et al.*, 1987).

Muestran una actividad mayor para atrapar al radical libre DPPH. Dicha actividad, va disminuyendo de acuerdo a la polaridad. En esta prueba se toma en cuenta el  $\text{IC}_{50}$ , es decir, el índice de concentración necesario para decolorar en un 50% la concentración inicial de DPPH. Con el fin de tener un parámetro de referencia entre los extractos.

## **2.5 HIPÓTESIS**

¿El efecto del procesamiento influye en los compuestos y propiedades antioxidantes del maíz negro, frejol negro, sangorache, y variedades de papas nativas?

## **2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES**

### **2.6.1 Variable independiente:**

Procesamiento inadecuado de las especies vegetales.

### **2.6.2 Variable dependiente:**

Alteración en la concentración, estabilidad de compuestos y propiedades antioxidantes.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 ENFOQUE**

La orientación de la metodología utilizada en el desarrollo del presente trabajo de investigación se encuentra basada en la presentación de datos cualitativos y cuantitativos utilizando variables continuas, para lo cual es necesario la medición de parámetros que permitirán establecer el contenido de compuestos y propiedades antioxidantes en frejol negro, maíz negro, sangorache y papas nativas.

#### **3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN**

En el presente estudio se emplearon las siguientes modalidades de investigación:

##### Investigación bibliográfica – documental

Tiene el propósito de conocer, comparar, ampliar, profundizar y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre una cuestión determinada, basándose en documentos (fuentes primarias), o en libros, revistas, periódicos y otras publicaciones (fuentes secundarias). La información bibliográfica para desarrollar la presente investigación se tomó de libros, proyectos, tesis e internet.

## Investigación experimental o de laboratorio

Es el estudio en que se manipula ciertas variables independientes para observar los efectos en las respectivas variables dependientes, con el propósito de precisar la relación causa – efecto. Realiza un control riguroso de las variables sometidas a experimentación por medio de procedimientos estadísticos.

En el presente trabajo investigativo se propone un diseño experimental que relaciona las variables dependiente e independiente, mismo que se llevará a cabo en los Laboratorios de Nutrición y Calidad del INIAP; y a través de técnicas e instrumentos estadísticos se procedió al procesamiento de los datos para llegar a obtener resultados para ser interpretados.

### **3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación es mixta, evaluativa y experimental, ya que se desarrolló a nivel de laboratorio mediante el análisis, midiendo las diferentes propiedades que posee cada variable planteada, validando así dichos análisis mediante métodos estadísticos, los cuales a su vez evalúan el grado de relación y variabilidad existentes entre las variables de estudio (Abril, 2009).

Investigación Descriptiva o llamadas también investigaciones diagnósticas, buena parte de lo que se escribe y estudia sobre lo social no va mucho más allá de este nivel. Consiste, fundamentalmente, en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores Cervo y Bervian (1989).

Investigación Exploratoria es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una

visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimiento. Este tipo de investigación, de acuerdo con Sellriz (1980).

Investigación Correlacional en este tipo de investigación se persigue fundamentalmente determinar el grado en el cual las variaciones en uno o varios factores son concomitantes con la variación en otro u otros factores Hernández (2004).

### **3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.4.1. Población:**

La presente investigación tuvo como población a las líneas y variedades de cereales y tubérculos, proporcionadas por el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos y en el Programa Nacional de Raíces y Tubérculos, Rubro Papa, teniendo como tipo de muestreo el completamente al azar.

#### **3.4.2. Muestra:**

De la población de granos existentes en el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos y por el Programa Nacional de Raíces y Tubérculos, se seleccionaron 16 especies vegetales, entre líneas, razas y variedades; las cuales se detallan en la Tabla 20.

**Tabla 20. ESPECIES Y FRACCIONES VEGETALES A ESTUDIARSE**

<b>Nº</b>	<b>Especie/fracción de la planta</b>	<b>Color predominante</b>
1	Grano de sangorache, línea 17728	Negro
2	Hojas de sangorache, línea 17728	Púrpura
3	Panojas de sangorache línea 17728	Púrpura
4	Grano de maíz, raza racimo de uva (INIAP)	Negro
5	Grano de maíz, variedad sangre de cristo	Negro
6	Tusa de maíz, raza racimo de uva (INIAP)	Negro
7	Tusa de maíz, variedad sangre de cristo	Negro
8	Grano de fréjol, genotipo L. G21212	Negro
9	Grano de fréjol, variedad INIAP 482 (Afroandino)	Negro
10	Genotipo de fréjol, Cóndor	Negro
11	Grano de fréjol, genotipo L. L8863	Negro
12	Papa, variedad INIAP Yana Shungo	Negro
13	Papa, variedad INIAP Puca Shungo	Púrpura
14	Papa, variedad nativa Roja	Piel roja
15	Papa, variedad nativa Amarilla	Piel y pulpa amarilla
16	Papa, Variedad nativa Tushpa	Negra

**Elaborado por:** Irma Tanquina, 2012

### 3.5. Operacionalización de variables

#### 3.5.1 Cuadro 1. Operacionalización de la variable independiente: Procesamiento inadecuado del maíz, frejol negro, sangorache y papas nativas.

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍTEMS BÁSICOS	TECNICAS E INSTRUMENTOS
En el Ecuador existe una gran diversidad de especies vegetales y por medio de este estudio pretende identificar el procesamiento inadecuado del maíz, frejol negro, sangorache y papas nativas en base a sus colores llamativos para orientarlo al desarrollo de nuevas investigaciones y fomentando el consumo de los granos y tubérculos. .	Crudo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extractos liofilizados en términos de frescura.</li> </ul>	¿Cómo?	Diseño factorial A*B
	Procesado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extractos</li> <li>• Cocción normal</li> <li>• Vapor</li> <li>• Pelado</li> <li>• Perlado</li> <li>• Remojo</li> </ul>	¿De que manera?	

Elaborado por: Irma Tanquina, 2012

**3.5.2 Cuadro 2. Operacionalización de la variable dependiente: Alteración en la concentración, estabilidad de compuestos y propiedades antioxidantes**

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍTEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
En los componentes de las especies vegetales y en la estructura misma que posee cada una de ellas, se podrá estudiar la alteración en la concentración, estabilidad de compuestos y propiedades antioxidantes misma que se considera unas de las opciones a futuro para evitar las enfermedades de carácter degenerativo.	Compuestos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fenoles</li> <li>• Flavonoides</li> <li>• Antocianinas</li> <li>• Color polimérico</li> <li>• Taninos</li> <li>• Ácido ascórbico</li> <li>• Vitamina E</li> <li>• Zinc</li> <li>• Carotenos totales</li> </ul>	Se lograra determinar la Concentración de los compuestos y propiedades antioxidantes en las especies vegetales	<p>Técnicas para la determinación de compuestos y propiedades antioxidantes:</p> <p><b>Fenoles Totales:</b> Método de Taga, Miller &amp; Pratt; citado por Christelle M. J. Agric. Food Chem. (2007)</p> <p><b>Flavonoides:</b> Método de Quettier - Deleuet <i>al.</i>, (2000)</p> <p><b>Antocianinas totales:</b> Método de Giusti y Wrolstad (2001)</p> <p><b>Antocianinas monoméricas:</b> Método de Giusti&amp;Wrolstad (2001)</p> <p><b>Color polimérico:</b> Método de Giusti&amp;Wrolstad (2001)</p> <p><b>Taninos:</b> Método de la A.O.A.C.(1964)</p> <p><b>Ácido ascórbico:</b> Método descrito por Klein &amp; Perry (1982)</p> <p><b>Vitamina E:</b> Método de Hakansson, (1987), citado por Vaca, (2008)</p> <p><b>Zinc:</b> Método de la A.O.A. (1980)</p> <p><b>Carotenos totales:</b> Método adaptado por Rodríguez – Amaya y Kimura, (2004)</p> <p><b>Determinación del poder reductor:</b> Método descrito por Oyaizy, (1986)</p> <p><b>Efecto de bloqueo sobre el radical 1,1,-difenil-2-picrylhidracil:</b> Método de Shimada, Fujikawa, Yahara&amp;Nakamura, (1992)</p> <p><b>Efecto quelante sobre el ion ferroso:</b> Método de Dinis, Madeira &amp; Almerida, (1994)</p>
	Propiedades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendimiento en la obtención de extractos</li> <li>• Determinación del poder reductor</li> <li>• Efecto de bloqueo sobre el radical 1,1,-difenil-2-picrylhidracil</li> <li>• Efecto quelante sobre el ion ferroso</li> </ul>		

Elaborado por: Irma Tanquina, 2012

### 3.6. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

#### 3.6.1. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS ANTIOXIDANTES EN LAS ESPECIES EN ESTADO CRUDO.

##### 3.6.1.1. Especie vegetal: Sangorache

- **Tratamientos:** En la tabla 21 se presentan los tratamientos para la determinación del contenido de compuestos antioxidantes en las tres partes más importantes del sangorache.

**Tabla 21. TRATAMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE COMPUESTOS ANTIOXIDANTES EN EL GRANO, INFLORESCENCIAS Y HOJAS DEL SANGORACHE**

Tratamientos	Descripción
T1	Grano
T2	Hojas
T3	Inflorescencias (Panojas)

- **Unidad experimental:** Está constituida por 1 kg de cada parte de la planta a estudiarse.
- **Tipo de diseño:** Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con tres observaciones.
- **Análisis estadístico:** En la tabla 22 se presenta el esquema del análisis de varianza.

**Tabla 22. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	8
Tratamientos	2
Error	9

- **Manejo específico del experimento:** Las hojas e inflorescencias fueron cosechadas a los 5 meses de la siembra, mientras que el grano se recolectó a los 7 meses de cultivo, cuando la concentración de pigmentos de color púrpura es máxima. Posteriormente se liofilizó los materiales y se guardaron en recipientes herméticos y de color oscuro. Las muestras se prepararon de acuerdo a los requerimientos específicos de cada análisis.

### 3.6.1.2. Especie vegetal: Maíz

- **Factor en estudio:** Componentes del maíz negro (grano y tuza).
- **Tratamientos:** En la tabla 23 se presentan los tratamientos para la determinación del contenido de compuestos antioxidantes en las dos partes importantes del maíz negro.

**Tabla 23. TRATAMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE COMPUESTOS ANTIOXIDANTES DEL MAÍZ Y TUZA**

Tratamientos	Descripción
T1	Grano Maíz Racimo de Uva
T2	Grano Maíz Sangre de Cristo
T3	Corontas Maíz Racimo de Uva
T4	Corontas Maíz Sangre de Cristo

- **Unidad experimental:** Está constituida por 1 kg de grano y tuza
- **Tipo de diseño:** Se aplicó un DCA, con tres observaciones
- **Análisis estadístico:** En la tabla 24 se presenta el esquema del análisis de varianza.

**Tabla 24. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Total	11
Tratamientos	3
Error	8

- **Manejo específico del experimento:** El grano de la raza Racimo de uva fue proporcionado por el Programa de Maíz, una vez que ha alcanzado la madurez de cosecha (180 días de cultivo); mientras que la variedad Sangre de Cristo fue adquirida en el Cantón Saquisilí. El grano fue separado de las tuzas, las dos fracciones fueron liofilizadas separadamente y preparadas de acuerdo a los requerimientos específicos de cada análisis.

#### **3.6.1.3. Especie vegetal: Fréjol**

- **Factor en estudio:** Genotipo de grano.
- **Tratamientos:** En la tabla 25 se presentan los tratamientos para la determinación del contenido de compuestos antioxidantes en genotipos del fréjol negro.

**Tabla 25. TRATAMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE COMPUESTOS ANTIOXIDANTES DEL FREJOL NEGRO**

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>
T1	Grano de fréjol, genotipo G21212
T2	Grano de fréjol, variedad INIAP 482
T3	Genotipo de fréjol, genotipo Cóndor
T4	Grano de fréjol, genotipo L8863

- **Unidad experimental:** Está constituida por 1 kg de grano de cada variedad o genotipo a estudiarse.
- **Tipo de diseño:** Se aplicó un DCA, con tres observaciones.

- **Análisis estadístico:** En la tabla 26 se presenta el esquema del análisis de varianza.

**Tabla 26. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	11
Tratamientos	3
Error	8

- **Manejo específico del experimento:** Los materiales a estudiarse fueron proporcionados por el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. El grano fue liofilizado y preparado de acuerdo a los requerimientos específicos de cada análisis.

#### 3.6.1.4. Especie vegetal: Papa

- **Factor en estudio:** Variedades de papas.
- **Tratamientos:** En la tabla 27 se presentan los tratamientos para la determinación del contenido de compuestos antioxidantes en variedades de papas nativas.

**Tabla 27. TRATAMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE COMPUESTOS ANTIOXIDANTES EN ALGUNAS VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS**

Tratamientos	Descripción
T1	Papa, variedad INIAP Yana Shungo
T2	Papa, variedad INIAP Puca Shungo
T3	Papa, variedad nativa Roja
T4	Papa, variedad nativa Amarilla
T5	Papa, Variedad nativa Tushpa

- **Unidad experimental:** Está constituida por 1 kg de cada variedad a estudiarse.
- **Tipo de diseño:** Se aplicó DCA, con tres observaciones.

- **Análisis estadístico:** En la tabla 28 se presenta el esquema del análisis de varianza.

**Tabla 28. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Total	14
Tratamientos	4
Error	10

- **Manejo específico del experimento:** Los materiales a estudiarse fueron proporcionados por el Programa Nacional de Raíces y Tubérculos, rubro papa. Los tubérculos cosechados fueron transportados al laboratorio, lavados con agua destilada, rebanados y liofilizados. Posteriormente, las muestras fueron preparadas de acuerdo a los requerimientos específicos de cada análisis.

### **Análisis de resultados**

La significancia estadística en los tratamientos, orientó la aplicación de la prueba de Tukey al 5% para identificar las especies y componentes de la planta con un mayor contenido de compuestos antioxidantes.

### **Variables y Métodos de evaluación**

- **Fenoles Totales:** Método de Taga, Miller & Pratt; citado por Christelle M. J. Agric. Food Chem. (2007). Los extractos metanólicos se mezclaron con el reactivo Folin Ciocalteau's y carbonato de sodio saturado. Luego de 30 minutos de reacción, la absorbancia será leída a 765 nm.
- **Flavonoides:** Método de Quettier - Deleuet al. (2000). Los extractos metanólicos se mezclaron con la mezcla cloruro de aluminio-metanol. Después de 10 min de reacción, se leyó la absorbancia a 430 nm.

- **Antocianinas totales:** Método de Giusti y Wrolstad (2001). 0,5 g de la muestra fue tratada con metanol acidificado. Después de la centrifugación, el residuo fue nuevamente extraído con metanol acidificado. Se combinaron los sobrenadantes y se leerá la absorbancia a 530 nm.
- **Antocianinas monoméricas:** Método de Guisti & Wrolstad (2001). Se aplicó el método del pH diferencial, empleando sistemas Tampón, un agente blanqueador, bisulfito y mediciones por espectroscopia de UV-visible.
- **Color polimérico:** Método de Guisti & Wrolstad (2001). Mediante un barrido en el espectrofotómetro de UV/VIS de 420 a 700 nm contra un blanco de agua destilada.
- **Taninos:** Método de la A.O.A.C. (1964). La determinación se realizó a partir de un extracto acuoso, el cual reacciona con el reactivo Folin-Denis en medio alcalino. Se utilizó ácido tánico como estándar y se realizaron las lecturas en un espectrofotómetro UV- VIS a 680 nm.
- **Ácido ascórbico:** Se determinó por volumetría, según el método descrito por Klein& Perry (1982). La muestra se mezcla con ácido metafosfórico, y posteriormente se añadió 2,6 dicloroindofenol y se lee la absorbancia a 515 nm. El resultado se expresa como mg de ácido ascórbico por 100 g de materia seca.
- **Vitamina E:** Método de Hakansson. (1987), citado por Vaca, (2008). El procedimiento incluye la extracción en Soxhlet por 4 horas con hexano en presencia de BHT. Los componentes de la vitamina E fueron separados en una columna Lichrosob Si -60-5 con hexano y disopropiléter como fase móvil, utilizando un detector de fluorescencia,

fijado a 290 nm de excitación y 330 nm de emisión (mejores tratamientos en las especies en estado crudo).

- **Zinc:** Método de la A.O.A.C. (1980). Las muestras fueron incineradas y luego sometidas a digestión ácida, se aforó a un volumen determinado y se realizó el análisis de zinc.
- **Carotenos totales:** Método adaptado por Rodríguez – Amaya y Kimura, (2004). Los carotenos totales se determinó espectrofotométricamente a 450 nm, basados en el coeficiente de extinción ( $E_{1\%}$ ) de estos compuestos en éter de petróleo.

### 3.6.2. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DE LAS ESPECIES EN ESTADO CRUDO

#### 3.6.2.1. Especie vegetal: Sangorache

- **Factor en estudio:** Partes de la planta de sangorache.
- **Tratamientos:** En la tabla 29 se presentan los tratamientos para la determinación del contenido de propiedades antioxidantes en el sangorache.

**Tabla 29. TRATAMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ANTIOXIDANTES EN LAS TRES PARTES MÁS IMPORTANTES DEL SANGORACHE**

Tratamientos	Descripción
T1	Grano
T2	Inflorescencias (Panojas)
T3	Hojas

- **Unidad experimental:** Está constituida por 1 kg de cada componente a estudiarse.

- **Tipo de diseño:** Se aplicó un DCA, con tres observaciones.
- **Análisis estadístico:** En la tabla 30 se presenta el esquema del análisis de varianza.

**Tabla 30. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Total	8
Tratamientos	2
Error	6

- **Manejo específico del experimento:** Las hojas, panojas y granos liofilizados fueron molidos separadamente a un tamaño de partícula 20 mesh. Con cada fracción de la planta se procedió a la preparación de extractos, mediante suspensión de la muestra en metanol al 80%, agitación por 10 minutos, seguido de centrifugación por 15 minutos. El residuo se sometió a una segunda extracción con metanol. Se combinarán los sobrenadantes, se filtró y diluyo a 25 ml, procediéndose a determinar las propiedades antioxidantes.

### 3.6.2.2. Especie vegetal: Maíz

- **Factor en estudio:** Componentes del maíz negro.
- **Tratamientos:** En la tabla 31 se presentan los tratamientos para la determinación del contenido de propiedades antioxidantes en el maíz negro.

**Tabla 31. TRATAMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DEL MAÍZ NEGRO**

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>
T1	Grano Maíz Racimo de Uva
T2	Grano Maíz Sangre de Cristo
T3	Corontas Maíz Racimo de Uva
T2	Corontas Maíz Sangre de Cristo

- **Unidad experimental:** Está constituida por 1 kg de grano y corontas
- **Tipo de diseño:** Se aplicó un DCA, con tres observaciones.
- **Análisis estadístico:** En la tabla 32 se presenta el esquema del análisis de varianza.

**Tabla 32. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Total	11
Tratamientos	3
Error	8

- **Manejo específico del experimento:** El grano y las tusas liofilizadas fueron molidas separadamente a un tamaño de partícula 20 mesh. Con cada fracción se procedió a la preparación de extractos, mediante suspensión de la muestra en metanol al 80%, agitación por 10 minutos, seguido de centrifugación por 15 minutos. El residuo se sometió a una segunda extracción con metanol. Se combinaron los sobrenadantes, se filtró y diluyeron a 25 ml, procediéndose a determinar las propiedades antioxidantes.

### **3.6.2.3. Especie vegetal: Fréjol**

- **Factor en estudio:** Genotipos de frejol.

- **Tratamientos:** En la tabla 33 se presentan los tratamientos para la determinación del contenido de propiedades antioxidantes del frejol negro.

**Tabla 33. TRATAMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DEL FREJOL NEGRO**

Tratamientos	Descripción
T1	Grano de fréjol, genotipo G21212
T2	Grano de fréjol, variedad INIAP 482
T3	Genotipo de fréjol, genotipo Cóndor
T4	Grano de fréjol, genotipo L8863

- **Unidad experimental:** Está constituida por 1 kg de grano de cada variedad o genotipo a estudiarse.
- **Tipo de diseño:** Se aplicó un DCA, con tres observaciones.
- **Análisis estadístico:** En la tabla 34 se presenta el esquema del análisis de varianza.

**Tabla 34. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	11
Tratamientos	3
Error	12

- **Manejo específico del experimento:** Cada genotipo de grano fue molido separadamente a un tamaño de partícula 20 mesh, se procedió a la preparación de extractos, mediante suspensión de la muestra en metanol al 80 %, agitación por 10 minutos, seguido de centrifugación por 15 minutos. El residuo se sometió a una segunda extracción con metanol. Se combinó los sobrenadantes, se filtrarán y diluirán a 25 ml, procediéndose a determinar las propiedades antioxidantes.

### 3.6.2.4. Especie vegetal: Papa

- **Factor en estudio:** Variedades de papas
- **Tratamientos:** En la tabla 35 se presentan los tratamientos para la determinación del contenido de propiedades antioxidantes en papas nativas

**Tabla 35. TRATAMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DE ALGUNAS VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS**

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>
T1	Papa, variedad INIAP Yana Shungo
T2	Papa, variedad INIAP Puca Shungo
T3	Papa, variedad nativa Roja
T4	Papa, variedad nativa Amarilla
T5	Papa, Variedad nativa Tushpa

- **Unidad experimental:** Está constituida por 1 kg de cada variedad a estudiarse.
- **Tipo de diseño:** Se aplicó un DCA, con tres observaciones.
- **Análisis estadístico:** En la tabla 36 se presenta el esquema del análisis de varianza.

**Tabla 36. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Total	14
Tratamientos	4
Error	10

- **Manejo específico del experimento:** Las variedades de papa liofilizadas, fueron molidas separadamente a un tamaño de partícula 20 mesh, con la harina se procedió a la preparación de extractos, mediante

suspensión de la muestra en metanol al 80%, agitación por 10 minutos, seguido de centrifugación por 15 minutos. El residuo se sometió a una segunda extracción con metanol. Se combinó los sobrenadantes, se filtró y diluyó a 25 ml, procediéndose a determinar las propiedades antioxidantes.

### **Análisis de resultados**

La significancia estadística en los tratamientos, orientó la aplicación de la prueba de Tukey al 5 % para identificar las especies y componentes de la planta con mejores propiedades antioxidantes.

### **Variables y Métodos de evaluación**

- **Rendimiento en la obtención de extractos:** Los extractos metanólicos fueron liofilizados y pesados. La relación entre el peso del producto obtenido y la muestra original permitió obtener el rendimiento en porcentaje.
- **Determinación del poder reductor:** Método descrito por Oyaizy (1986). Los extractos de cada especie o fracción de la planta, fueron mezclados con un buffer de fosfato de sodio y ferricianuro de potasio, la mezcla fue incubada a 50°C por 20 minutos. Se añadió ácido tricloroacético, la mezcla fue centrifugada, a la capa sobrenadante se añadió agua desionizada y cloruro férrico, se determinó la absorbancia a 700 nm.
- **Efecto de bloqueo sobre el radical 1,1,-difeníl-2-picrylhidracil:** Método de Shimada, Fujikawa, Yahara & Nakamura (1992). Los extractos metanólicos fueron mezclados con una solución conteniendo 80 ppm de 1,1-difeníl-2-picrylhidrazil (DPPH). La mezcla fue agitada, posteriormente se dejó en reposo por 30 minutos en la oscuridad. Se midió la absorbancia a 517 nm.

- **Efecto quelante sobre el ion ferroso:** Método de Dinis, Madeira & Almerida (1994). Cada extracto fue mezclado con cloruro ferroso y una solución de ferrocina. Después de 10 minutos de reacción, se leyó la absorbancia a 562 nm.

### 3.6.3 DETERMINACIÓN DEL EFECTO DEL PROCESAMIENTO SOBRE EL CONTENIDO Y LAS PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DE VARIAS ESPECIES VEGETALES

#### 3.6.3.1. Especie vegetal: Sangorache

- **Factores en estudio**
- **Factor A:** Partes de la planta del sangorache (Tabla 37)

**Tabla 37. COMPONENTES DEL SANGORACHE**

<b>Código</b>	<b>Genotipo de grano</b>
a1	Grano
a2	Hojas
a3	Inflorescencias ( Panoja)

- **Factor B:** Tipo de proceso (Tabla 38)

**Tabla 38. PROCESOS A APLICARSE A LOS COMPONENTES DEL SANGORACHE**

<b>Código</b>	<b>Tipo de Proceso</b>
b1	Remojo
b2	Cocción a presión normal
b3	Cocción con vapor

- **Tratamientos:** En la tabla 39 se presentan los tratamientos para la determinación del efecto del contenido de compuestos y propiedades antioxidantes en el sangorache.

**Tabla 39. TRATAMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE VARIOS PROCESOS SOBRE EL CONTENIDO DE COMPUESTOS Y PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DEL SANGORACHE**

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>
a1 b1	Grano sometido al proceso de remojo
a1 b2	Grano sometido al proceso de cocción a presión normal
a1 b3	Grano sometido a cocción con vapor
a2 b1	Hojas sometida al proceso de remojo
a2 b2	Hojas sometida al proceso de cocción a presión normal
a2b3	Hojas sometida a cocción con vapor
a3 b1	Panojas sometidas al proceso de remojo
a3 b2	Panojas sometidas al proceso de cocción a presión normal
a3 b3	Panojas sometidas al cocción con vapor

- **Unidad experimental:** Está constituida por 1 kg de cada componente de la planta a estudiarse.
- **Tipo de diseño:** Se aplicó un DCA en arreglo factorial 3x3, con tres repeticiones.
- **Análisis estadístico:** En la tabla 40 se presenta el esquema del análisis de varianza.

**Tabla 40. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Total	26
Factor A	2
Factor B	2
A x B	4
Error	18

- **Manejo específico del experimento:** Mediante pruebas preliminares se determinaron los parámetros tecnológicos que se aplicarán para el procesamiento del grano y otras fracciones de la planta (Tabla 39). Para los procesos de remojo, cocción a presión normal y con vapor, se

empleó agua potable, manteniendo una relación agua/grano igual a 3:1 en el proceso de remojo y 10:1 en los procesos de cocción. Este último se realizó con el grano previamente remojado por 16 horas (Tabla 41).

**Tabla 41. PARÁMETROS TECNOLÓGICOS PARA EL PROCESAMIENTO DEL GRANO, HOJAS Y PANOJAS DEL SANGORACHE**

<b>Grano</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Tiempo</b>	<b>T (°C)</b>
Remojo	16 horas	17
Cocción a presión normal	60 minutos	91
Cocción con vapor	15 minutos	130
<b>Hojas y panojas</b>		
Remojo	4 horas	17
Cocción a presión normal	15 minutos	91
Cocción con vapor	15 minutos	110

### 3.6.3.2. Especie Vegetal: Maíz

- **Factores en estudio**
- **Factor A:** Grano de maíz negro (Tabla 42)

**Tabla 42. GENOTIPOS DE MAÍZ**

<b>Código</b>	<b>Genotipo de grano</b>
a1	Grano de la raza racimo de uva (INIAP)
a2	Grano variedad sangre de cristo

- **Factor B:** Tipo de proceso (Tabla 43)

**Tabla 43. PROCESOS A APLICARSE AL GRANO DE MAÍZ NEGRO**

<b>Código</b>	<b>Tipo de Proceso</b>
b1	Remojo
b2	Cocción a presión normal
b3	Cocción con vapor
b4	Perlado del grano

- **Tratamientos:** En la tabla 44 se presentan los tratamientos para la determinación del efecto del contenido de compuestos y propiedades antioxidantes en el maíz negro.

**Tabla 44. TRATAMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE VARIOS PROCESOS SOBRE EL CONTENIDO DE COMPUESTOS Y PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DEL GRANO DE MAÍZ NEGRO**

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>
a1b1	Grano de la raza racimo de uva (INIAP), sometido al proceso de remojo
a1b2	Grano de la raza racimo de uva(INIAP), sometido al proceso de cocción a presión normal
a1b3	Grano de la raza racimo de uva (INIAP), sometido a cocción con vapor
a1b4	Grano de la raza racimo de uva(INIAP), sometido a perlado
a2 b1	Grano variedad sangre de cristo, sometido al proceso de remojo
a2 b2	Grano variedad sangre de cristo, sometido al proceso de cocción a presión normal
a2 b3	Grano variedad sangre de cristo, sometido a cocción con vapor
a2 b4	Grano variedad sangre de cristo, sometido a perlado

- **Unidad experimental:** Está constituida por 1 kg de cada genotipo de grano.
- **Tipo de diseño:** Se aplicó un DCA en arreglo factorial 2x4, con tres repeticiones.
- **Análisis estadístico:** En la tabla 45 se presenta el esquema del análisis de varianza.

**Tabla 45. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	23
Factor A	1
Factor B	3
A x B	3
Error	16

- **Manejo específico del experimento:** Mediante pruebas preliminares se determinó los parámetros tecnológicos que se aplicaron para el procesamiento del grano (Tabla 44). Para los procesos de remojo, cocción a presión normal y con vapor, se empleó agua potable, manteniendo una relación agua:grano igual a 3:1 en el proceso de remojo y 10:1 en los procesos de cocción. El grano fue sometido a perlado durante 1 minuto, con el fin de eliminar el pericarpio o cáscara (Tabla 46).

**Tabla 46. PARÁMETROS TECNOLÓGICOS PARA EL PROCESAMIENTO DEL GRANO DE MAÍZ Y TUZA**

Grano		
Parámetros	Tiempo	T (°C)
Remojo	10 h.	17
Cocción a presión normal	40 min.	91
Cocción con vapor	6 min.	120
Perlado	1 min.	
Tusa (corontas)		
Remojo	10 h.	17
Cocción a presión normal	20 min.	91

- **Factores en estudio**
- **Factor A:** Tusa del maíz (Tabla 47).

**Tabla 47. PROCEDENCIA DE LAS TUSA DEL MAÍZ**

Código	Genotipo de grano
a1	Tuza de la raza racimo de uva (INIAP)
a2	Tuza variedad sangre de Cristo

- **Factor B:** Tipo de proceso (Tabla 48).

**Tabla 48. PROCESOS A APLICARSE A LAS TUZA DEL MAÍZ**

<b>Código</b>	<b>Tipo de Proceso</b>
b1	Remojo en agua
b2	Remojo en la mezcla agua (50%)-etanol (50%)
b3	Remojo en la mezcla agua (70%)- etanol (30%)
b4	Cocción a presión normal

- **Tratamientos:** En la tabla 49 se presentan los tratamientos para la determinación del efecto del contenido de compuestos y propiedades antioxidantes en las corontas del maíz negro.

**Tabla 49. TRATAMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL EFECTO DEL PROCESO SOBRE EL CONTENIDO Y PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DE LAS CORONTAS DEL MAÍZ**

<b>Tratamientos</b>	<b>Tipo de Proceso</b>
a1b1	Tuza de la raza racimo de uva (INIAP), sometido a remojo en agua
a1b2	Tuza de la raza racimo de uva (INIAP), sometido a remojo en la mezcla agua (50%)-etanol (50%)
a1b3	Tuza de la raza racimo de uva (INIAP), sometido a remojo en la mezcla agua (70%)-etanol (30%)
a1b4	Tuza de la raza racimo de uva (INIAP), sometido a cocción a presión normal
a2 b1	Tuza variedad sangre de cristo, sometido a remojo en agua
a2 b2	Tuza variedad sangre de cristo, sometido a remojo en la mezcla agua (50%)-etanol (50%)
a2 b3	Tuza variedad sangre de cristo, sometido a remojo en la mezcla agua (70%)-etanol (30%)
a2 b4	Tuza variedad sangre de cristo, sometido a cocción a presión normal

- **Unidad experimental:** Estará constituida por 1 kg de tuza.
- **Tipo de diseño:** Se aplicó un DCA en arreglo factorial 2x4, con tres repeticiones.

- **Análisis estadístico:** En la tabla 50 se presenta el esquema del análisis de varianza.

**Tabla 50. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	23
Factor A	1
Factor B	3
A x B	3
Error	16

- **Manejo específico del experimento:** Mediante pruebas preliminares se determinaron los parámetros tecnológicos que se aplicó para el procesamiento de la tusa (Tabla 51). Para los procesos de remojo se mantuvo una relación líquido/corontas igual a 3:1.

**Tabla 51. TRATAMIENTOS TECNOLÓGICOS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA TUZA DEL MAÍZ**

Tusa (Corontas)		
Parámetros	Tiempo	T (°C)
Remojo	10 horas	17
Remojo en la mezcla agua (50%)- etanol (50%)	10 horas	17
Remojo en la mezcla agua (70%)- etanol (30%)	10 horas	17
Cocción a presión normal	20 minutos	91

### 3.6.3.3. Especie vegetal: Fréjol

- **Factores en estudio**
- **Factor A:** Genotipos de fréjol (Tabla 52).

**Tabla 52. GENOTIPOS DE FRÉJOL**

Código	Genotipo de grano
a1	Grano de fréjol, genotipo G21212
a2	Grano de fréjol, variedad INIAP 482
a3	Genotipo de fréjol, genotipo Cóndor
a4	Grano de fréjol, genotipo L8863

- **Factor B:** Tipo de proceso (Tabla 53).

**Tabla 53. PROCESOS A APLICARSE AL GRANO DE FRÉJOL**

Código	Tipo de Proceso
b1	Remojo
b2	Cocción a presión normal
b3	Cocción con vapor
b4	Perlado del grano

- **Tratamientos:** En la tabla 54 se presentan los tratamientos para la determinación del efecto del contenido de compuestos y propiedades antioxidantes en el frejol negro.

**Tabla 54. TRATAMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE VARIOS PROCESOS SOBRE EL CONTENIDO DE COMPUESTOS Y PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DEL FREJOL NEGRO**

Tratamientos	Descripción
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Genotipo L. G21212, sometido al proceso de remojo
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	Genotipo L. G21212, cocción a presión normal
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	Genotipo L. G21212, cocción con vapor
a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	Genotipo L. G21212, sometido a perlado
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	variedad INIAP 482, remojo
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	variedad INIAP 482, cocción a presión normal
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	variedad INIAP 482, cocción con vapor
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	Variedad INIAP 482, sometido a perlado
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	Genotipo Cóndor, remojo
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	Genotipo Cóndor, cocción a presión normal
a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	Genotipo Cóndor, cocción con vapor
a <sub>3</sub> b <sub>4</sub>	Genotipo Cóndor, sometido a perlado
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	Genotipo L. L8863, remojo
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	Genotipo L. L8863, cocción a presión normal
a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	Genotipo L. L8863, cocción con vapor
a <sub>4</sub> b <sub>4</sub>	Genotipo L. L8863, sometido a perlado

- **Unidad experimental:** Está constituida por 1 kg de cada genotipo de grano.
- **Tipo de diseño:** Se aplicó un DCA en arreglo factorial 3x4, con tres repeticiones.
- **Análisis estadístico:** En la tabla 55 se presenta el esquema del análisis de varianza.

**Tabla 55. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	47
Factor A	3
Factor B	3
A x B	9
Error	32

- **Manejo específico del experimento:** Mediante pruebas preliminares se determinaron los parámetros tecnológicos que se aplicó para el procesamiento del grano (Tabla 56). Para los procesos de remojo, cocción a presión normal y con vapor, se empleará agua potable, manteniendo una relación agua/grano igual a 3:1 en el proceso de remojo y 10:1 en los procesos de cocción. El grano fue sometido a perlado durante un minuto, con el fin de eliminar la cubierta o testa.

**Tabla 56. PARÁMETROS TECNOLÓGICOS PARA EL PROCESAMIENTO DE VARIOS GENOTIPOS DE FRÉJOL**

Grano		
Parámetros	Tiempo	T (°C)
Remojo	12 h	17
Cocción a presión normal (728.1 mb ó 546 mmHg)	40 min	91
Cocción con vapor (103 kPa)	6 min	

### 3.6.3.4. Especie vegetal: Papas nativas

- **Factores en estudio**
- **Factor A:** Variedades de papas (Tablas 57).

**Tabla 57. VARIEDADES DE PAPAS**

<b>Código</b>	<b>Genotipo de grano</b>
a1	Papa, variedad INIAP Yana Shungo
a2	Papa, variedad INIAP Puca Shungo
a3	Papa, variedad nativa Roja
a4	Papa, variedad nativa Amarilla
a5	Papa, Variedad nativa Tushpa

- **Factor B:** Tipo de proceso (Tabla 58)

**Tabla 58. PROCESOS A APLICARSE A LA PAPA NATIVA**

<b>Código</b>	<b>Tipo de Proceso</b>
b1	Pelado
b2	Cocción a presión normal
b3	Cocción con vapor
b4	Horneo

- **Tratamientos:** En la Tabla 59 se presentan los tratamientos para la determinación del efecto del contenido de compuestos y propiedades antioxidantes de papas nativas.
- **Unidad experimental:** Está constituida por 1 kg de cada variedad de papa.
- **Tipo de diseño:** Se aplicó un DCA en arreglo factorial 5x4, con tres repeticiones.
- **Análisis estadístico:** En la tabla 60 se presenta el esquema del análisis de varianza.

**Tabla 59. TRATAMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE VARIOS PROCESOS SOBRE EL CONTENIDO DE COMPUESTOS Y PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DE LA PAPA**

Tratamientos	Descripción
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Yana Shungo, sometida al proceso de pelado (cocida)
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	Yana Shungo, cocción a presión normal (cascara)
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	Yana Shungo, cocción con vapor
a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	Yana Shungo, horneó
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	Puca Shungo, sometida al proceso de pelado (cocida)
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	Puca Shungo, cocción a presión normal (cascara)
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	Puca Shungo, cocción con vapor
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	Puca Shungo, horneó
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	Variedad Roja, sometida al proceso de pelado (cocida)
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	Variedad Roja, cocción a presión normal (cascara)
a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	Variedad Roja, cocción con vapor
a <sub>3</sub> b <sub>4</sub>	Variedad Roja, horneó
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	Variedad Amarilla, sometida al proceso de pelado (cocida)
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	Variedad Amarilla, cocción a presión normal (cascara)
a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	Variedad Amarilla, cocción con vapor
a <sub>4</sub> b <sub>4</sub>	Variedad Amarilla, horneó
a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	Tushpa, sometida al proceso de pelado (cocida)
a <sub>5</sub> b <sub>2</sub>	Tushpa, cocción a presión normal (cascara)
a <sub>5</sub> b <sub>3</sub>	Tushpa, cocción con vapor
a <sub>5</sub> b <sub>4</sub>	Tushpa, horneó

**Tabla 60. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	59
Factor A	4
Factor B	3
A x B	12
Error	40

- **Manejo específico del experimento:** Mediante pruebas preliminares se determinaron los parámetros tecnológicos que se aplicaron para el procesamiento del tubérculo (Tabla 61). El pelado se realizó mediante un sistema abrasivo hasta completa eliminación de la cáscara. Para el horneó, los tubérculos enteros (con cáscara) de tamaño medio (41-60 g), fueron envueltos en papel aluminio y sometidos al proceso a 250°C

durante 40 minutos. Para los procesos de cocción a presión normal y con vapor, se empleó agua potable, manteniendo una relación agua/tubérculo igual a 10:1.

**Tabla 61. PARÁMETROS TECNOLÓGICOS PARA EL PROCESAMIENTO DE ALGUNAS VARIETADES DE PAPA**

<b>Tubérculo</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Tiempo</b>	<b>T (°C)</b>
Pelado	Sistema abrasivo	
Cocción a presión normal (728.1 mb ó 546 mmHg)	25 min	91
Cocción con vapor (103 kPa)	8 min	110
Horneo	40 min	250

• **Variables y métodos de evaluación**

Variables que se evaluaron: Fenoles totales, Flavonoides, Antocianinas totales y Monoméricas, Carotenoides totales, Vitamina C, Vitamina E (mejores tratamientos), Zinc, Poder reductor, Efecto de bloqueo sobre el radical DPPH, Efecto quelante sobre el ion ferroso. Los fundamentos de los métodos de ensayo se describen en 3.6.1 y 3.6.2.

**3.6.4. EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LOS EXTRACTOS A DIFERENTES CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO.**

- **Factores en estudio:** Tipo de extracto y efecto de exposición a la luz (Tabla 62)

**Tabla 62. FACTORES EN ESTUDIO PARA EVALUAR EL EFECTO DE EXPOSICIÓN A LA LUZ, SOBRE LA ESTABILIDAD DE LOS EXTRACTOS DE SANGORACHE, MAÍZ NEGRO, FREJOL NEGRO Y PAPAS NATIVAS**

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>	<b>Niveles del factor</b>	<b>Descripción del nivel</b>
A	Tipo de extracto	a1	Extracto acuoso
		a2	Extracto metanólico
B	Efecto de la luz	b1	Expuesto a la luz solar
		b2	Almacenado en la oscuridad
		b3	Exposición a la luz UV (256 nm)

- **Tratamientos:** (Tabla 63).

**Tabla 63. TRATAMIENTOS PARA EVALUAR EL EFECTO DE LA LUZ SOBRE LA ESTABILIDAD DE LOS EXTRACTOS DE SANGORACHE, MAÍZ NEGRO, FREJOL NEGRO Y PAPAS NATIVAS**

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Extracto acuoso, expuesto a la luz solar
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	Extracto acuoso, almacenado en la oscuridad
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	Extracto acuoso, expuesto a la luz UV
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	Extracto metanólico, expuesto a la luz solar
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	Extracto metanólico, almacenado en la oscuridad
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	Extracto metanólico, expuesto a la luz UV

- **Factores en estudio:** Tipo de extracto, efecto de la temperatura de almacenamiento (Tabla 64).

**Tabla 64. FACTORES EN ESTUDIO PARA EVALUAR EL EFECTO DE LA TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO SOBRE LA ESTABILIDAD DE LOS EXTRACTOS DE SANGORACHE, MAÍZ NEGRO, FREJOL NEGRO Y PAPAS NATIVAS**

Factor	Descripción	Niveles del factor	Descripción del nivel
A	Tipo de extracto	a <sub>1</sub>	Extracto acuoso
		a <sub>2</sub>	Extracto metanólico
B	Efecto de la luz	b <sub>1</sub>	Almacenamiento a 5°C
		b <sub>2</sub>	Almacenamiento a 20°C
		b <sub>3</sub>	Almacenamiento a 60°C

- **Tratamientos:** (Tabla 65).

**Tabla 65. TRATAMIENTOS PARA EVALUAR EL EFECTO DE LA TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO SOBRE LA ESTABILIDAD DE LOS EXTRACTOS DE SANGORACHE, MAÍZ NEGRO, FREJOL NEGRO Y PAPAS NATIVAS (MEJORES TRATAMIENTOS)**

Tratamientos	Descripción
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Extracto acuoso, almacenado a 5°C
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	Extracto acuoso, almacenado a 20°C
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	Extracto acuoso, almacenado a 60°C
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	Extracto métanolico, almacenado a 5°C
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	Extracto métanolico, almacenado a 20°C
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	Extracto métanolico, almacenado a 60°C

- **Unidad experimental:** Está constituida por 1 kg de muestra (panojas o glomérulos).
- **Tipo de diseño:** Para los tratamientos descritos en las Tablas 62 y 64, se aplicó un DCA en arreglo factorial 2x3, con tres repeticiones.
- **Análisis estadístico:** En la tabla 66 se presenta el esquema del análisis de varianza.

**Tabla 66. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DETERMINAR EL EFECTO DE LA EXPOSICIÓN A LA LUZ SOBRE LOS EXTRACTOS DE SANGORACHE, MAÍZ NEGRO, FREJOL NEGRO Y PAPAS NATIVAS (MEJORES TRATAMIENTOS)**

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	17
Factor A	1
Factor B	2
A x B	2
Error	12

- **Esquema de análisis de varianza:** (Tabla 67).

**Tabla 67. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DETERMINAR EL EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LOS EXTRACTOS DE SANGORACHE, MAÍZ NEGRO, FREJOL NEGRO, PAPAS NATIVAS (Mejores tratamientos)**

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	17
Factor A	1
Factor B	2
A x B	2
Error	12

- **Manejo específico del experimento:** Los resultados obtenidos en 3.6.1 y 3.6.2, orientarán a identificar el componente de la planta, la variedad o genotipo con mayor contenido de compuestos y propiedades antioxidantes. A partir de los cuales, se procedió a la preparación de extractos, utilizando como solventes agua o etanol (se realizó el seguimiento en los mejores tratamientos en relación al crudo y se justificó el diseño experimental en el que mayor estabilidad ha obtenido a los 21 días).

#### **Variables y métodos de evaluación**

Se monitoreó la estabilidad de los extractos cada tres días durante 21 días, se registró el espectro de absorción UV-VIS (300-700 nm) de cada extracto,

anotando la longitud de onda de máxima absorción en cada punto de muestreo y la absorción a 400 nm, longitud de onda de máxima absorción de los extractos frescos. De igual forma se evaluó la estabilidad de los extractos de maíz negro, frejol y papa nativa.

### **3.7. Plan de procesamiento de la información**

#### **Procesamiento y análisis**

- Revisión crítica de la información recogida durante la determinación de la concentración de compuestos y propiedades antioxidantes.
- Selección de la información más importante y puntual que se obtuvo durante la determinación de compuestos y propiedades antioxidantes.
- Tabulación de la información según las variables de las hipótesis.
- Estudio de la información según las variables de las hipótesis.
- Estudio estadístico de datos para presentación de resultados (STATGRAPHICS Centurión 15.2.14)

El análisis e interpretación de resultados abarcó:

- Análisis de los resultados estadísticos, destacando tendencias o relaciones fundamentales de acuerdo con los objetivos e hipótesis.
- Interpretación de los resultados con apoyo del marco teórico, en el aspecto pertinente.
- Comprobación de hipótesis.
- Establecimiento de conclusiones y recomendaciones.

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

#### 4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS ESPECIES EN ESTADO CRUDO

##### 4.1.1. COMPUESTOS ANTIOXIDANTES

En la Tabla 68 se muestran los resultados del contenido de compuestos antioxidantes en 16 especies vegetales (antocianinas totales, monoméricas, color polimérico, carotenoides totales, fenoles totales, flavonoides, vitamina Ca, taninos y zinc) en estado crudo con su desviación estándar.

##### 4.1.1.1. Antocianinas totales

El análisis de varianza mostró diferencia significativa en el contenido de antocianinas totales de los materiales analizados, por lo que se aplicó la prueba de Tukey a un nivel de significancia al 5% para la categorización de los contenidos. Las diferentes fracciones de la planta presentaron diversas concentraciones de antocianinas, con un mayor valor (352,90 mg/100 g) en las panojas, seguido de las hojas (75,34 mg/100 g) y el grano (1,29 mg/100 g). Posiblemente, en esta especie las antocianinas se sintetizan en las panojas, para luego distribuirse en las hojas y finalmente en la testa del grano, fracción que representa el 13,9 % del grano (Tabla 69).

**Tabla 69. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS TOTALES EN LOS COMPONENTES DEL SANGORACHE LÍNEA 17728**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Grano Sangorache	1,29	c
Hojas Sangorache	75,34	b
Panojas Sangorache	352,90	a

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

**Tabla 68. CONTENIDO DE COMPUESTOS ANTIOXIDANTES EN 16 ESPECIES VEGETALES EN ESTADO CRUDO\* (B.S)**

RESUMEN DEL CONTENIDO DE COMPUESTOS ANTIOXIDANTES											
°N	Muestras	Fenoles Totales (mg/100g)	Flavonoides (mg/100g)	Antocianinas		Color polimérico (%)		Taninos (mg/100g)	Acido ascórbico (mg/100g)	Zinc (mg/100g)	Carotenoides totales (ug/100g)
				Totales (mg/100g)	Monoméricas (mg/100g)	Solución Acuosa	En Bisulfito de sodio				
1	Grano Sangorache Línea 17758	276,48 $\pm$ 0,9 <sup>c</sup>	9,40 $\pm$ 0,07 <sup>c</sup>	1,29 $\pm$ 0,05 <sup>c</sup>	4,64 <sup>c</sup> $\pm$ 0,3 <sup>c</sup>	7,01 $\pm$ 0,9 <sup>d</sup>	8,94 $\pm$ 0,9 <sup>a</sup>	2,55 $\pm$ 0,2 <sup>c</sup>	56,92 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>	3,83 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	201,30 $\pm$ 6,7 <sup>c</sup>
2	Hojas Sangorache Línea 17758	384,91 $\pm$ 1,8 <sup>a</sup>	101,10 $\pm$ 0,3 <sup>a</sup>	75,34 $\pm$ 3,9 <sup>b</sup>	10,84 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	7,86 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup>	10,20 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	125,32 $\pm$ 0,4 <sup>a</sup>	555,17 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	4,59 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	80338,4 $\pm$ 128,8 <sup>a</sup>
3	Panojas Sangorache Línea 17758	299,33 $\pm$ 1,7 <sup>b</sup>	56,73 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>	152,90 $\pm$ 0,7 <sup>a</sup>	10,41 $\pm$ 1,4 <sup>b</sup>	26,59 $\pm$ 0,4 <sup>a</sup>	10,25 $\pm$ 0,4 <sup>a</sup>	91,94 $\pm$ 0,4 <sup>b</sup>	587,35 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	4,32 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	5462,53 $\pm$ 62,4
4	Grano Maíz Racimo de Uva	276,24 $\pm$ 1,8 <sup>a</sup>	200,91 $\pm$ 1,4 <sup>b</sup>	426,72 $\pm$ 12,9 <sup>b</sup>	22,05 $\pm$ 2,05 <sup>a</sup>	10,96 $\pm$ 2,7 <sup>b</sup>	8,47 $\pm$ 2,7 <sup>b</sup>	69,90 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	117,58 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>	3,72 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	281,42 $\pm$ 6,6 <sup>a</sup>
5	Grano Maíz, Variedad Sangre de Cristo	245,83 $\pm$ 0,9 <sup>d</sup>	10,13 $\pm$ 0,07 <sup>d</sup>	32,38 $\pm$ 0,1 <sup>d</sup>	20,27 $\pm$ 0,2 <sup>d</sup>	19,08 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	9,66 $\pm$ 0,19 <sup>b</sup>	7,64 $\pm$ 0,2 <sup>d</sup>	104,01 $\pm$ 0,1 <sup>d</sup>	2,72 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	85,45 $\pm$ 6,6 <sup>b</sup>
6	Corontas Maíz, Raza Racimo de Uva	270,82 $\pm$ 1,8 <sup>b</sup>	210,73 $\pm$ 1,4 <sup>a</sup>	1052,60 $\pm$ 11,6 <sup>a</sup>	11,26 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	19,01 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	14,15 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	100,54 $\pm$ 0,4 <sup>a</sup>	503,87 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	2,98 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	55,03 $\pm$ 6,6 <sup>c</sup>
7	Corontas Maíz, Variedad Sangre de Cristo	260,86 $\pm$ 1,8 <sup>c</sup>	77,73 $\pm$ 0,4 <sup>c</sup>	65,04 $\pm$ 1,20 <sup>c</sup>	8,05 $\pm$ 0,09 <sup>c</sup>	11,46 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>	4,21 $\pm$ 0,03 <sup>c</sup>	33,14 $\pm$ 0,2 <sup>c</sup>	260,61 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	2,80 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	63,32 $\pm$ 6,5 <sup>c</sup>
8	Frejol, Genotipo G21212	168,60 $\pm$ 0,9 <sup>c</sup>	45,97 $\pm$ 0,4 <sup>d</sup>	389,22 $\pm$ 625,4 <sup>a</sup>	4,64 $\pm$ 0,5 <sup>d</sup>	12,82 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	4,87 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>	36,29 $\pm$ 0,2 <sup>d</sup>	115,48 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	3,43 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	307,97 $\pm$ 6,8 <sup>a</sup>
9	Frejol, Variedad INIAP 482	208,37 $\pm$ 0,9 <sup>a</sup>	50,66 $\pm$ 0,4 <sup>c</sup>	228,18 $\pm$ 38,6 <sup>b</sup>	4,97 $\pm$ 0,4 <sup>c</sup>	16,85 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	1,99 $\pm$ 0,04 <sup>d</sup>	52,39 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	123,51 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	3,65 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	50,68 $\pm$ 6,6 <sup>c</sup>
10	Frejol Cóndor	196,66 $\pm$ 0,9 <sup>b</sup>	92,39 $\pm$ 0,7 <sup>a</sup>	156,53 $\pm$ 25,9 <sup>b</sup>	5,38 $\pm$ 0,4 <sup>b</sup>	13,37 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	11,21 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	51,33 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>	109,57 $\pm$ 0,1 <sup>d</sup>	4,19 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	78,70 $\pm$ 3,4 <sup>b</sup>
11	Frejol Genotipo L8863	161,50 $\pm$ 0,9 <sup>d</sup>	73,53 $\pm$ 0,7 <sup>b</sup>	71,88 $\pm$ 13,0 <sup>b</sup>	5,95 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>	11,38 $\pm$ 0,4 <sup>c</sup>	15,97 $\pm$ 0,4 <sup>a</sup>	47,32 $\pm$ 0,2 <sup>c</sup>	110,83 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>	3,35 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	66,10 $\pm$ 6,8 <sup>b,c</sup>
12	Papa Nativa, Variedad Yana Shungo	523,85 $\pm$ 1,8 <sup>a</sup>	38,82 $\pm$ 0,4 <sup>b</sup>	168,13 $\pm$ 2,2 <sup>b</sup>	23,67 $\pm$ 0,3 <sup>a</sup>	19,57 $\pm$ 0,4 <sup>a</sup>	14,92 $\pm$ 0,4 <sup>c</sup>	23,37 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	224,07 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	2,37 $\pm$ 0,2 <sup>a,b</sup>	125,37 $\pm$ 6,7 <sup>b</sup>
13	Papa Nativa, Variedad Puca Shungo	388,44 $\pm$ 0,9 <sup>b</sup>	13,31 $\pm$ 0,07 <sup>c</sup>	44,96 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>	15,95 $\pm$ 0,04 <sup>c</sup>	11,80 $\pm$ 5,6 <sup>b</sup>	35,40 $\pm$ 5,8 <sup>a</sup>	16,48 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	198,31 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>	1,65 $\pm$ 0,2 <sup>c</sup>	51,10 $\pm$ 3,4 <sup>d</sup>
14	Papa Nativa, Variedad Roja	321,42 $\pm$ 0,9 <sup>b</sup>	10,43 $\pm$ 0,07 <sup>d</sup>	9,81 $\pm$ 0,09 <sup>d</sup>	7,11 $\pm$ 0,3 <sup>e</sup>	4,17 $\pm$ 0,09 <sup>d</sup>	6,74 $\pm$ 0,09 <sup>d</sup>	7,37 $\pm$ 0,3 <sup>d</sup>	114,36 $\pm$ 0,1 <sup>d</sup>	2,43 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	168,56 $\pm$ 3,4 <sup>a</sup>
15	Papa Nativa, Variedad Amarilla	276,89 $\pm$ 0,9 <sup>c</sup>	10,83 $\pm$ 0,07 <sup>d</sup>	4,32 $\pm$ 0,2 <sup>e</sup>	7,66 $\pm$ 0,5 <sup>d</sup>	8,35 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup>	9,80 $\pm$ 0,02 <sup>c,d</sup>	11,87 $\pm$ 0,2 <sup>c</sup>	95,92 $\pm$ 0,1 <sup>e</sup>	1,94 $\pm$ 0,2 <sup>b,c</sup>	165,88 $\pm$ 3,4 <sup>a</sup>
16	Papa Nativa, Variedad Tushpa	245,25 $\pm$ 0,9 <sup>d</sup>	43,19 $\pm$ 0,4 <sup>a</sup>	188,60 $\pm$ 0,5 <sup>a</sup>	20,18 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	19,70 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	28,10 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup>	23,53 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	233,50 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	2,78 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	87,17 $\pm$ 3,4 <sup>c</sup>

\*Valores promedios  $\pm$  desviación estándar

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

El análisis de varianza (Tabla 70) muestra que existe diferencia significativa en el contenido de antocianinas totales de los materiales evaluados, por lo que se aplicó la prueba de Tukey a un nivel de significancia al 5%. Las corontas Racimo de Uva presentaron el mayor valor con 1052,60 mg/100 g, seguido del grano de maíz Racimo de Uva con 426,72mg/100 g, ubicándose en el tercer rango estadístico las corontas del maíz Sangre de Cristo con 65,04 mg/100 g, mientras que el grano de maíz Sangre de Cristo con el menor valor (32,38 mg/100 g) se ubicó en el cuarto rango estadístico.

**Tabla 70. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS TOTALES EN LOS COMPONENTES DEL MAÍZ NEGRO (GRANO Y TUSA)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Grano Maíz Sangre de Cristo	32,38	d
Corontas Maíz Sangre de Cristo	65,04	c
Grano Maíz Racimo de Uva	426,72	b
Corontas Maíz Racimo de Uva	1052,60	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Al analizar estadísticamente los resultados de antocianinas totales, se determinó que existe una diferencia significativa en los materiales evaluados y al aplicar la prueba de Tukey con un nivel de significancia al 5%, se determinó que la variedad de frejol Negro G21212 presentó el mayor valor con 389,22 mg/100 g, ubicándose en el primer rango estadístico. No se encontró diferencia significativa en los contenidos de antocianinas totales de las restantes variedades analizadas. Como puede observarse dentro de la misma especie se encuentran diferencias en la concentración de antocianinas, debido probablemente al tipo de sustituyentes químicos y la posición de los mismos en el grupo flavilio. Únicamente el contenido de antocianinas totales registrado en el genotipo L8863, concuerda con el rango reportado por Aguilera, (s.f.) (42.7-105.7 mg delfinidina 3-glucósido 100g<sup>-1</sup>) para genotipos de fréjol negro (Tabla 71).

**Tabla 71. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS TOTALES EN LOS GENOTIPOS DE GRANO DEL FREJOL NEGRO**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Frejol L8863	71,88	b
Frejol Cóndor	156,53	b
Frejol INIAP 482	228,18	b
Frejol G21212	389,22	a

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Debido a que se determinó significancia estadística entre las variedades analizadas, se aplicó la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%, registrándose un mayor contenido (188,60 mg/100 g) para la variedad Tushpa, seguido por la variedad Yana Shungo con 168,13 mg/100 g, mientras que las variedades, Puca Shungo, Roja y Amarilla presentaron menores contenidos. En esta especie, el contenido de antocianinas totales se correlacionó con el color de la pulpa y la piel, ya que los mayores contenidos de compuesto se detectó en las variedades de color morado (Tushpa y Yana shungo) (Tabla 72)

**Tabla 72. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS TOTALES EN VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Papa Amarilla	4,32	e
Papa Roja	9,81	d
Papa Puca Shungo	44,96	c
Papa Yana Shungo	168,13	b
Papa Tushpa	188,60	a

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En general, de los materiales analizados se determinó que el mayor contenido de antocianinas totales se concentra en las corontas de maíz, especialmente en la raza Racimo de Uva con 1052,60 mg/100 g, el cual se correlacionó con el color morado intenso de esta fracción de la planta. Al respecto Badui (2006) señala que la intensidad del color depende de varios factores intrínsecos, como son los sustituyentes químicos y la posición de los mismos en el grupo flavilio. Si aumentan los hidroxilos del anillo fenólico se intensifica el color azul, mientras que la introducción de metoxilos provoca la formación del color rojo, lo que influye en la concentración de antocianinas y la actividad antioxidante de una determinada especie.

#### 4.1.1.2. Antocianinas monoméricas

Según Wrolstad (2000) y Delgado – Vargas y Paredes – Lopez (2003), las antocianinas en general, son compuestos lábiles y su estabilidad es muy variable en función de su estructura, la composición de la matriz en la que se encuentra, etc. Específicamente la estabilidad de las antocianinas monoméricas ve afectada por el pH, temperaturas de almacenamiento, presencia de enzimas, luz, oxígeno, estructura, concentración y la presencia de otros compuestos tales como flavonoides, proteínas y minerales, por lo que según García (2005), la capacidad antioxidante disminuye con la presencia de estos compuestos, siendo deseable una menor concentración en las especies en estudio.

El análisis de varianza mostró diferencia significativa (Tabla 73) en el contenido de antocianinas monoméricas de los materiales analizados, por lo que se aplicó la prueba de Tukey a un nivel de significancia al 5%. Las diferentes fracciones de la planta presentaron diversas concentraciones de antocianinas monoméricas, con un menor valor (4,64 mg/100 g) en el grano de Sangorache (rango a), mientras que las panojas y hojas presentaron contenidos 10,41 y 10,84 mg/100 g, respectivamente.

**Tabla 73. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS MONOMÉRICAS EN LOS COMPONENTES DEL SANGORACHE LÍNEA 17728**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Grano Sangorache	4,64	a
Panojas Sangorache	10,41	b
Hojas Sangorache	10,84	c

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

El análisis de varianza presentó diferencia significativa en el contenido de antocianinas monoméricas de los materiales evaluados y según la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%, las corontas de la variedad Sangre de Cristo presentaron el menor contenido con 8,05 mg/100 g B.S, seguido por las corontas de Racimo de Uva, mientras que para los granos de las dos variedades, se registró contenidos de 20,27 y 22,05 g/100 g, respectivamente,

de lo que se puede inferir que las corontas de maíz, presentaron una mayor capacidad antioxidante que los granos (Tabla 74).

**Tabla 74. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS MONOMÉRICAS EN LOS COMPONENTES DEL MAÍZ NEGRO (GRANO Y TUSA)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Corontas Maíz Sangre de Cristo	8,05	a
Corontas Maíz Racimo de Uva	11,26	b
Grano Maíz Sangre de Cristo	20,27	c
Grano Maíz Racimo de Uva	22,05	d

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Al analizar estadísticamente las antocianinas monoméricas se encontró diferencia significativa en las especies evaluadas y al aplicar la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5% (Tabla 75), el contenido del genotipo de frejol G21212 con 4,64 mg/100 g, se ubicó en el primer rango estadístico, seguido de la variedad INIAP 482. Mientras que en el genotipo Cóndor y L8863 registraron menores contenidos.

**Tabla 75. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS MONOMÉRICAS EN LOS GENOTIPOS DE GRANO DEL FREJOL NEGRO**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Frejol G21212	4,64	a
Frejol INIAP 482	4,97	b
Frejol Cóndor	5,38	c
Frejol L8863	5,95	d

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Debido a la significancia estadística entre las muestras, se aplicó la prueba de Tukey (Tabla 76), a un nivel de significancia del 5%, estableciéndose para la variedad Roja una menor concentración de antocianinas monoméricas con 7,11 mg/100 g, el segundo nivel estadístico correspondió a la variedad Amarilla con un valor de 7,66 mg/100 g, seguido de la variedad Puca Shungo (15,95 mg/100 g). Mayores contenidos se registraron para las variedades Tushpa y Yana Shungo.

**Tabla 76. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS MONOMÉRICAS EN VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Papa Roja	7,11	a
Papa Amarilla	7,66	b
Papa Puca Shungo	15,95	c
Papa Tushpa	20,18	d
Papa Yana Shungo	23,67	e

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En general, de las especies analizadas se identificó que el menor contenido de antocianinas monoméricas correspondió al grano de Sangorache y el genotipo de Fréjol G21212 con 4,64 mg/100 g.

#### 4.1.1.3. Color polimérico

El color polimérico se destaca por ser un indicativo visual de la reactividad de las moléculas y cuanto más alto y coloreado se presente, mayor poder antioxidante exhibirá un compuesto. Este atributo es atribuible al contenido de antocianinas copolimerizadas y reacciones de oscurecimiento.

Se encontró diferencia significativa en el color polimérico de los componentes del Sangorache en solución acuosa, correspondiendo el mayor valor a las panojas con 26,59%. El color polimérico del grano y las hojas resultó estadísticamente similar, al igual que el atributo en bisulfito de sodio (Tablas 77 y 78).

**Tabla 77. PRUEBA DE TUKEY PARA EL COLOR POLIMÉRICO DEL SANGORACHE LÍNEA 17728 (SOLUCIÓN ACUOSA)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (%)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Grano Sangorache	7,017	b
Hojas Sangorache	7,86	b
Panojas Sangorache	26,59	a

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

**Tabla 78. PRUEBA DE TUKEY PARA EL COLOR POLIMÉRICO DEL SANGORACHE LÍNEA 17728 (SOLUCIÓN DE BISULFITO DE SODIO)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (%)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Grano Sangorache	8,94	a
Hojas Sangorache	10,20	a
Panojas Sangorache	10,25	a

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Una mayor concentración de color polimérico se obtuvo en las corontas del maíz Racimo de Uva, tanto en medio acuoso como en bisulfito de sodio, con 19,10 y 14,10%, respectivamente, obteniéndose un menor contenido en las corontas de la variedad Sangre de Cristo en los dos medios analizados (Tablas 79 y 80).

**Tabla 79. PRUEBA DE TUKEY PARA EL COLOR POLIMÉRICO DEL MAÍZ NEGRO (SOLUCIÓN ACUOSA)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (%)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Grano Maíz Racimo de Uva	10,96	b
Corontas Maíz Sangre de Cristo	11,46	b
Grano Maíz Sangre de Cristo	19,08	a
Corontas Maíz Racimo de Uva	19,10	a

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

**Tabla 80. PRUEBA DE TUKEY PARA EL COLOR POLIMÉRICO DEL MAÍZ NEGRO (SOLUCIÓN DE BISULFITO DE SODIO)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (%)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Corontas Maíz Sangre de Cristo	4,21	c
Grano Maíz Racimo de Uva	8,47	b
Grano Maíz Sangre de Cristo	9,66	b
Corontas Maíz Racimo de Uva	14,15	a

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Las Tablas 81 y 82 muestran en el caso del Frejol negro que, la concentración de color varió en función de las soluciones de extracción. En solución acuosa la variedad INIAP 482 presentó una mayor concentración (16,85 %), mientras que en presencia de bisulfito de sodio lo hizo el genotipo L8863 con 15,97%. Los genotipos Cóndor y G21212 mostraron un comportamiento similar en los dos medios de extracción y presentaron menores concentraciones de color polimérico. Al respecto Bailón *et al.* (2004), señalan que en las especies vegetales existe disminución de la copigmentación dependiendo del medio en el que se extraen los pigmentos.

**Tabla 81. PRUEBA DE TUKEY PARA EL COLOR POLIMÉRICO DEL FREJOL NEGRO (SOLUCIÓN ACUOSA)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (%)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Frejol L8863	11,38	c
Frejol G21212	12,82	b
Frejol Cóndor	13,37	b
Frejol INIAP 482	16,85	a

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

**Tabla 82. PRUEBA DE TUKEY PARA EL COLOR POLIMÉRICO DEL FREJOL NEGRO (SOLUCIÓN DE BISULFITO DE SODIO)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (%)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Frejol INIAP 482	1,99	d
Frejol G21212	4,87	c
Frejol Cóndor	11,21	b
Frejol L8863	15,97	a

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Las Tablas 83 y 84 muestran que la variedad Puca Shungo en solución de bisulfito de sodio presentó un mayor concentración de color polimérico (35,40%), seguido por la variedad Tushpa, genotipo que presentó la mayor concentración en solución acuosa (19,70 %). En el primer caso, parece que el bisulfito de sodio, debido a su capacidad antioxidante ayudó a preservar de mejor manera el color de las variedades de piel y pulpa morado. Los valores menores se registraron para la variedad de color rojo, tanto en solución de bisulfito de sodio como en medio acuoso.

**Tabla 83. PRUEBA DE TUKEY PARA EL COLOR POLIMÉRICO DE PAPAS NATIVAS (SOLUCIÓN ACUOSA)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (%)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Papa Roja	4,17	d
Papa Amarilla	8,35	c
Papa Puca Shungo	11,80	b
Papa Yana Shungo	19,57	a
Papa Tushpa	19,70	a

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

**Tabla 84. PRUEBA DE TUKEY PARA EL COLOR POLIMÉRICO DE PAPAS NATIVAS (SOLUCIÓN DE BISULFITO DE SODIO)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (%)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Papa Roja	6,74	d
Papa Amarilla	9,80	dc
Papa Yana Shungo	14,92	c
Papa Tushpa	28,10	b
Papa Puca Shungo	35,40	a

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En general, de las especies analizadas, la mayor concentración del color polimérico se registró para la variedad de papa Puca Shungo con 35,40% en solución de bisulfito de sodio, seguido por las panojas del Sangorache en medio acuoso con 26,59%. Mientras que en los granos de maíz y fréjol se registraron valores menores, debido a que los pigmentos responsables del color característico se concentran solo en la cáscara, componente que en el fréjol representa el 13,53% del grano.

Siendo el color un factor muy importante en la aceptación de los productos alimenticios, su determinación reviste importancia como un método rápido para estimar la degradación de los compuestos responsables del color (antocianinas), (Giusti and Wrolstad, 2001).

#### 4.1.1.4. Carotenoides totales

El análisis de varianza mostró diferencia significativa en el contenido de carotenoides totales de los materiales analizados, por lo que se aplicó la prueba de Tukey a un nivel de significancia al 5% para la categorización de los contenidos. En los componentes del Sangorache se registraron diversas concentraciones de carotenoides totales, con un mayor valor (80338,40 ug/100 g) en las hojas, seguido de las panojas (5462,53 ug/100 g) y el grano (201,30 ug/100 g). Parece que en esta especie los carotenoides se sintetizan en los tejidos de las hojas, a partir de la cual se distribuyen a la panojas y posteriormente al grano, donde se registró el menor contenido (Tabla 85).

**Tabla 85. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE CAROTENOIDES TOTALES EN LOS COMPONENTES DEL SANGORACHE LÍNEA 17728**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (ug/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Grano Sangorache	201,30	c
Panojas Sangorache	5462,53	b
Hojas Sangorache	80338,40	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

El análisis de varianza muestra que existe diferencia significativa en el contenido de carotenoides totales de los materiales evaluados, por lo que se aplicó la prueba de Tukey (Tabla 86), a un nivel de significancia al 5%. Se

determinó que en el grano de maíz raza Racimo de Uva se concentra una mayor cantidad de carotenoides totales (281,42 ug/100 g), seguido del grano de maíz Sangre de Cristo con 85,45 ug/100 g. Las corontas de las dos variedades presentaron similares contenidos de este nutriente.

**Tabla 86. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE CAROTENOIDES TOTALES EN LOS COMPONENTES DEL MAÍZ NEGRO (GRANO Y TUSA)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (ug/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Corontas Maíz Racimo de Uva	55,03	c
Corontas Maíz Sangre de Cristo	63,32	c
Grano Maíz Sangre de Cristo	85,45	b
Grano Maíz Racimo de Uva	281,42	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

El análisis estadístico mostró que existe diferencia significativa en los materiales evaluados y al aplicar la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%, el genotipo G21212 presentó un mayor valor (307,97 ug/100 g), seguido por el genotipo Cóndor con 78 ug/100g y con menor concentración la variedad INIAP 482 con 50,68 ug/100 g. Los valores encontrados son mayores a los reportados por Kaya *et al.* (2001) para frijoles mexicanos, con un rango entre 20-40 g  $\beta$ -carotenos 100 g<sup>-1</sup> (Tabla 87)

**Tabla 87. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE CAROTENOIDES TOTALES EN LOS GENOTIPOS DE GRANO DEL FREJOL NEGRO**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (ug/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Frejol INIAP 482	50,68	c
Frejol L8863	66,10	cb
Frejol Cóndor	78,70	b
Frejol G21212	307,97	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Debido a que se determinó significancia estadística entre variedades, se aplicó la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%, ubicándose las variedades de papa Roja y Amarilla en el primer rango estadístico con 168,56 y 165,88 ug/100 g, respectivamente, valores que se corresponden con el color amarillo predominante en la pulpa de las variedades citadas. Mientras que las

variedades de piel oscura como Yana Shungo, Puca Shungo así como Tushpa presentaron menores contenidos (Tabla 88).

**Tabla 88. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE CAROTENOIDES TOTALES EN VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (ug/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Papa Puca Shungo	51,10	d
Papa Tushpa	87,17	c
Papa Yana Shungo	125,37	b
Papa Amarilla	165,88	a
Papa Roja	168,56	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En general, de las especies evaluadas se determinó que el mayor contenido de carotenoides totales correspondió a las hojas del Sangorache con 80338,4 ug/100 g, sin embargo la detección de este nutriente en esta fracción de la planta resultó laboriosa debido a la interferencia con la clorofila, por lo que fue necesario primero la separación de este compuesto para la medición posterior de los carotenoides totales.

#### **4.1.1.5. Fenoles Totales**

El análisis de varianza mostró diferencia significativa en el contenido de fenoles totales de los materiales analizados, por lo que se aplicó la prueba de Tukey (Tabla 89), a un nivel de significancia del 5% para la categorización de los contenidos. Las diferentes fracciones de la planta presentaron diversas concentraciones de fenoles, con un mayor valor (384,91 mg/100 g) en las hojas, seguido de las panojas (299,33 mg/100 g) y el grano (276,48 mg/100 g).

**Tabla 89. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE FENOLES TOTALES EN LOS COMPONENTES DEL SANGORACHE LÍNEA 17728**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Grano Sangorache	276,48	c
Panojas Sangorache	299,33	b
Hojas Sangorache	384,91	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

El análisis de varianza muestra que existe diferencia significativa en el contenido de fenoles totales de los materiales evaluados, por lo que se aplicó la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%. El grano de la variedad Racimo de Uva presentó la mayor concentración con 276,24 mg/100 g, seguido de las corontas con 270,82 mg/100g. Los componentes de la variedad Sangre de Cristo presentaron menores contenidos (Tabla 90).

**Tabla 90. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE FENOLES TOTALES EN LOS COMPONENTES DEL MAÍZ NEGRO (GRANO Y TUSA)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Grano Maíz Sangre de Cristo	245,83	d
Corontas Maíz Sangre de Cristo	260,86	c
Corontas Maíz Racimo de Uva	270,82	b
Grano Maíz Racimo de Uva	276,24	a

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

El análisis estadístico de los fenoles totales demuestra que existe diferencia significativa en los materiales evaluados y al aplicar la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%, se determinó que el mayor contenido correspondió a la variedad INIAP 482 con 208,37 mg/100 g, seguido de los genotipos Cóndor con 196,66 mg/100g, G21212 con 168,60 mg/100 g y L8863 con 161,50 mg/100 g que se ubicaron en otros rangos estadísticos (Tabla 91).

**Tabla 91. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE FENOLES TOTALES EN LOS GENOTIPOS DE GRANO DEL FREJOL NEGRO**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Frejol L8863	161,50	d
Frejol G21212	168,60	c
Frejol Cóndor	196,66	b
Frejol INIAP 482	208,37	a

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

La significancia estadística entre las muestras orientó la aplicación de la prueba de Tukey (Tabla 92), a un nivel de significancia del 5%. Se determinó un mayor valor (523,85 mg/100 g) para la variedad Yana Shungo, seguido de Puca Shungo con 388,44 mg/100 g, la variedad Roja con una concentración de 321,42 mg/100g y la variedad Amarilla con 276,89 mg/100g. La menor concentración correspondió a la variedad Tushpa con 245,25mg/100g.

**Tabla 92. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE FENOLES TOTALES EN VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Papa Tushpa	245,25	e
Papa Amarilla	276,89	d
Papa Roja	321,42	c
Papa Puca Shungo	388,44	b
Papa Yana Shungo	523,85	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En general, de los materiales analizados se determinó que el mayor contenido de fenoles totales se concentra en la papa, especialmente en la variedad Yana shungo con 523,85 mg/100 g. Este parámetro se correlacionó inversamente con el color polimérico, lo cual concuerda con la afirmación de Netzel *et al.* (2007) quien menciona que a un menor contenido de color polimérico corresponde un mayor contenido de fenoles, lo que a su vez incidirá en la actividad antioxidante de los extractos.

#### **4.1.1.6. Flavonoides**

El análisis de varianza mostró diferencia significativa en el contenido de flavonoides de los materiales analizados, por lo que se aplicó la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5% para la categorización de los contenidos. Una mayor concentración de flavonoides se determinó en las hojas del sangorache con 101,10 mg/100 g, seguido de las panojas (56,73 mg/100 g) y el grano (9,40 mg/100 g). Al respecto Balz Frei. (2007) menciona que los flavonoides se encuentran presentes en partes de la planta como las hojas e inflorescencias destacándose el *kaempferol*, isoflavonoide que se encuentra en abundancia en las hojas (Tabla 93).

**Tabla 93. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE FLAVONOIDES EN LOS COMPONENTES DEL SANGORACHE LÍNEA 17728**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Grano Sangorache	9,40	c
Panojas Sangorache	56,73	b
Hojas Sangorache	101,10	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

El análisis de varianza muestra que existe diferencia significativa en el contenido de flavonoides de los materiales evaluados, por lo que se aplicó la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%. Las corontas de maíz raza Racimo de Uva con un mayor valor (210,73 mg/100 g), se ubicó en el primer rango estadístico, seguido del grano con 200,91 mg/100g, las corontas de la variedad Sangre de Cristo (77,73 mg/100 g) y con el menor valor (10,13 mg/100g) el grano de la variedad mencionada (Tabla 94).

**Tabla 94. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE FLAVONOIDES EN LOS COMPONENTES DEL MAÍZ NEGRO (GRANO Y TUSA)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Grano Maíz Sangre de Cristo	10,13	d
Corontas Maíz Sangre de Cristo	77,73	c
Grano Maíz Racimo de Uva	200,91	b
Corontas Maíz Racimo de Uva	210,73	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Al analizar estadísticamente los flavonoides se encontró diferencia significativa en los materiales evaluados y al aplicar la prueba de Tukey (Tabla 95), con un nivel de significancia al 5%, se determinó que el genotipo Cóndor presentó un mayor valor (92,39 mg/100 g), mientras los restantes genotipos presentaron valores menores.

**Tabla 95. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE FLAVONOIDES EN LOS GENOTIPOS DE GRANO DEL FREJOL NEGRO**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Frejol G21212	45,97	d
Frejol INIAP 482	50,66	c
Frejol L8863	73,53	b
Frejol Cóndor	92,39	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

A través del análisis estadístico se determinó que la concentración de flavonoides varía entre las diferentes variedades de papa. El mayor valor correspondió a la variedad Tushpa con 43,19 mg/100 g, seguido por las variedades Puca Shungo y Yana Shungo, mientras que los valores determinados en las variedades Roja y Amarilla resultaron estadísticamente similares y se ubicaron en el mismo rango estadístico (d) (Tabla 96).

**Tabla 96. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE FLAVONOIDES EN VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Papa Roja	10,43	d
Papa Amarilla	10,83	d
Papa Puca Shungo	13,31	c
Papa Yana Shungo	38,82	b
Papa Tushpa	43,19	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En general, de las especies analizadas, el mayor contenido de flavonoides se registró en las corontas de maíz, raza Racimo de Uva, contenido que podría incidir en una mayor actividad antioxidante de esta fracción de la planta, debido a que los flavonoides presentan propiedades redox, importante en la captación de radicales libres, así mismo estos compuestos contienen en su estructura química un número variable de grupos hidroxilo fenólicos, los cuales presentan excelentes propiedades de quelación del hierro y otros metales de transición, lo que les confiere una gran capacidad antioxidante (Havsteen B, 1983)

#### **4.1.1.7. Vitamina C – (Ácido ascórbico)**

El análisis de varianza mostró diferencia significativa en el contenido de vitamina C de los materiales analizados, por lo que se aplicó la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5% Tabla 97. Los diferentes componentes de la planta de Sangorache variaron en su contenido de ácido ascórbico, con un mayor valor (587,35 mg/100 g) en las panojas, seguido de las hojas (555,17 mg/100 g) y el grano (56,92 mg/100 g).

**Tabla 97. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN LOS COMPONENTES DEL SANGORACHE LÍNEA 17728**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Grano Sangorache	56,92	c
Hojas Sangorache	555,17	b
Panojas Sangorache	587,35	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

El análisis de varianza muestra que existe diferencia significativa en el contenido de vitamina C de los materiales evaluados, por lo que se aplicó la

prueba de Tukey a un nivel de significancia al 5%. Las corontas del maíz raza Racimo de Uva mostraron un mayor valor (503,87 mg/100 g), seguido por las corontas de la variedad Sangre de Cristo (260,61mg/100 g), que se ubicaron en el primer y segundo rango estadístico. En los granos se registró un menor contenido de ácido ascórbico (Tabla 98).

**Tabla 98. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN LOS COMPONENTES DEL MAÍZ NEGRO (GRANO Y TUSA)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Grano Maíz Sangre de Cristo	104,01	d
Grano Maíz Racimo de Uva	117,58	c
Corontas Maíz Sangre de Cristo	260,61	b
Corontas Maíz Racimo de Uva	503,87	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Los contenidos de ácido ascórbico en los diferentes genotipos de fréjol variaron significativamente entre 109,57 a 123,51 mg/100 g, éste último se ubicó en el primer rango estadístico y correspondió a la variedad INIAP 482, mientras que la menor concentración se determinó en el genotipo Cóndor con 108,57 mg/100 g (Tabla 99).

**Tabla 99. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN LOS GENOTIPOS DE GRANO DEL FREJOL NEGRO**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Frejol Cóndor	109,57	d
Frejol L8863	110,83	c
Frejol G21212	115,48	b
Frejol INIAP 482	123,51	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

El contenido de ácido ascórbico varió entre las diferentes variedades de papa, entre 95,92 a 233.50 mg/100 g, este último valor se registró en la variedad Tushpa, mientras que la variedad Amarilla presentó la concentración más baja con 95,92 mg/100 g. En general los mayores contenidos de este nutriente se registraron en las variedades de corteza o pulpa color morado (Tabla 100).

**Tabla 100. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Papa Amarilla	95,92	e
Papa Roja	114,36	d
Papa Puca Shungo	198,31	c
Papa Yana Shungo	224,07	b
Papa Tushpa	233,50	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En general, de los materiales analizados, el mayor contenido de ácido ascórbico se determinó en las panojas del Sangorache con 587,35 mg/100 g, resultado que reviste importancia, debido a las propiedades antioxidantes de este nutriente. Ledezma –Gairaud (2010), señala que la acción antioxidante de este nutriente es atribuible al ácido L-ascórbico (AA).

#### **4.1.1.8. Taninos**

El análisis de varianza mostró diferencia significativa en el contenido de taninos de los materiales analizados, por lo que se aplicó la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5% (Tabla 101), para la categorización de los contenidos. El mayor valor, se determinó en las hojas (125,32 mg/100 g), seguido de las panojas con 91,94 mg/100 g y apenas 2,55 mg/100 g se encontró en el grano de Sangorache.

**Tabla 101. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE TANINOS EN LOS COMPONENTES DEL SANGORACHE LÍNEA 17728**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media(mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Grano Sangorache	2,55	c
Panojas Sangorache	91,94	b
Hojas Sangorache	125,32	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

El análisis de varianza mostró diferencia significativa en el contenido de taninos de los materiales evaluados. Las corontas de maíz, variedad Racimo de Uva presentaron el mayor contenido (100,54 mg/100 g), seguido por el grano de esta misma variedad, mientras que en las corontas y el grano de la variedad Sangre de Cristo, se determinó los menores contenidos con 33,14 y 7,64 mg/100 g, respectivamente. Los resultados muestran que las corontas del

maíz, podrían servir como materia prima para la obtención de taninos, compuestos útiles en la industria del vino para mejorar las características sensoriales como es el amargor, astringencia y la estabilidad en el color (Tabla 102).

**Tabla 102. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE TANINOS EN LOS COMPONENTES DEL MAÍZ NEGRO (GRANO Y TUSA)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Grano Maíz Sangre de Cristo	7,64	d
Corontas Maíz Sangre de Cristo	33,14	c
Grano Maíz Racimo de Uva	69,90	b
Corontas Maíz Racimo de Uva	100,54	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Al analizar estadísticamente los taninos, se demuestra que existe una diferencia significativa en los materiales evaluados y al aplicar la prueba de Tukey con un nivel de significancia al 5% (Tabla 103), corresponde al frejol INIAP 482 con una concentración alta de (52,39 mg/100 g), en orden de rango el frejol Cóndor con (51,33mg/100g), seguido del frejol L8863 con 47,32 mg/100 g y el frejol G21212 con el valor menor de 36,29 mg/100 g. El frejol se caracteriza por ser rico en su composición; sin embargo, el frejol también contiene diversos factores antinutricionales, entre los más importantes están las lecitinas y taninos (Derache 1990; Rodrigo Miguez, 2000; Martin-Cabrera et al., 2004).

**Tabla 103. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE TANINOS EN LOS GENOTIPOS DE GRANO DEL FREJOL NEGRO**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Frejol G21212	36,29	d
Frejol L8863	47,32	c
Frejol Cóndor	51,33	b
Frejol INIAP 482	52,39	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Los contenidos de taninos variaron significativamente entre las variedades evaluadas, con valores variables entre 7,37 a 23,53 mg/100 g, éste último fue el mayor valor registrado en la variedad Tushpa, el cual no varió con el contenido registrado para Yana Shungo. Para la variedad Roja, se determinó

el menor valor (7,37 mg/100 g) ubicándose en el menor rango estadístico (Tabla 104).

**Tabla 104. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE TANINOS EN VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Papa Roja	7,37	d
Papa Amarilla	11,87	c
Papa Puca Shungo	16,48	b
Papa Yana Shungo	23,37	a
Papa Tushpa	23,53	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En general, de las especies analizadas, las hojas de Sangorache presentaron el mayor contenido de taninos, metabolitos secundarios que interfieren en el metabolismo de las proteínas y reducen la asimilación de minerales. Los taninos o polifenoles poliméricos tienen mayor actividad antioxidante que los fenoles monoméricos simples (Hagerman *et ál.*, 1998).

#### 4.1.1.9. Zinc

El análisis de varianza mostró diferencia significativa en el contenido de antocianinas totales de los materiales analizados, por lo que se aplicó la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5% (Tabla 105), para la categorización de los contenidos. El mayor valor (4,59 ug/100 g) se encontró en las hojas de Sangorache, el cual no varió estadísticamente del encontrado en las panojas, mientras que el grano mostró el menor contenido con 3,83 ug/100 g, ubicándose en el segundo rango estadístico.

**Tabla 105. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE ZINC EN LOS COMPONENTES DEL SANGORACHE LÍNEA 17728**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (ug/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Grano Sangorache	3,83	b
Panojas Sangorache	4,32	a
Hojas Sangorache	4,59	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

El análisis de varianza, mostró diferencia significativa en el contenido de zinc de los materiales evaluados, por lo que se aplicó la prueba de Tukey (Tabla 106), a un nivel de significancia del 5%. Se determinó que el grano de la raza

Racimo de Uva presentó una mayor concentración (3,72 ug/100 g), mientras que los contenidos encontrados en las corontas y grano de la variedad Sangre de Cristo y corontas de Racimo de Uva resultaron estadísticamente similares y se ubicaron en el segundo rango estadístico (b).

**Tabla 106. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE ZINC EN LOS COMPONENTES DEL MAÍZ NEGRO (GRANO Y TUSA)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (ug/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Grano Maíz Sangre de Cristo	2,72	b
Corontas Maíz Racimo de Uva	2,98	b
Corontas Maíz Sangre de Cristo	2,80	b
Grano Maíz Racimo de Uva	3,72	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Únicamente el promedio determinado para el genotipo Cóndor (4,19 ug/100 g) resultó estadísticamente diferente del registrado para los demás materiales en estudio y se ubicó en el primer rango estadístico, los restantes promedios se ubicaron en el segundo rango (Tabla 107).

**Tabla 107. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE ZINC EN LOS GENOTIPOS DE GRANO DEL FREJOL NEGRO**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (ug/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Frejol L8863	3,35	b
Frejol G21212	3,43	b
Frejol INIAP 482	3,65	b
Frejol Cóndor	4,19	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Debido a que la significancia estadística entre las muestras fue alta, se aplicó la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5% (Tabla 108), determinándose la mayor concentración en la variedad Tushpa con 2,78 ug/100, valor que resultó estadísticamente similar al registrarlo en la variedad Yana Shungo con 2,37 ug/100g.

**Tabla 108. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE ZINC EN VARIETADES DE PAPAS NATIVAS**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (ug/100 g) B.S</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Papa Puca Shungo	1,65	c
Papa Amarilla	1,94	cb
Papa Roja	2,43	b
Papa Yana Shungo	2,37	ba
Papa Tushpa	2,78	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En general, de los materiales analizados, el mayor contenido de Zinc se encontró en las hojas del sangorache con un promedio de 4,59 ug/100g. Este elemento es considerado como un mineral saludable debido a sus actividades antioxidante y anti-inflamatoria.

#### **4.1.2. COMPARACIÓN DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS DE LOS COMPUESTOS ANTIOXIDANTES DE LAS ESPECIES VEGETALES EN ESTADO CRUDO**

Para la comparación de los mejores tratamientos de los compuestos antioxidantes de las 16 especies vegetales en estado crudo, se considera los resultados expresados en la Tabla 68

#### **✚ Fenoles totales**

Los fenoles son ingeridos en la dieta a través de alimentos como las frutas, verduras y bebidas como el vino, actúan como antioxidantes ejerciendo una acción protectora al efecto dañino de los radicales libres en el material genético y la expresión génica, probablemente por algún otro mecanismo, inhiben la iniciación, promoción y progresión de tumores (Gorriti Gutiérrez, *et al.* 2009)

La línea de Sangorache 17758 mostró una mayor concentración de fenoles totales en las hojas, con un valor de 384,91 expresada en mg de ácido gálico/100g B.S, estos compuestos son unidades individuales de fenol que se encuentran de forma abundante en las especies vegetales como el apio, perejil, orégano. Su coloración se debe al grupo de sustancias químicas que se encuentran en las plantas, caracterizadas por la presencia de un grupo

fenol. También se encontró un importante contenido en el grano de maíz de la raza Racimo de Uva con un valor de 276,24 mg de ácido gálico/100g B.S, lo cual parece correlacionarse con la coloración morado-oscuro, característica de esta raza; estos valores son mayores que los reportados por Mayorga (2010) para la misma raza de maíz, resultado que podría deberse a la diferente ubicación geográfica donde se cultivaron los materiales. En el frejol el mayor contenido de fenoles totales correspondió a la variedad INIAP 482 con 208,37 mg de ácido gálico/100 g B.S, la variación observada entre los diferentes genotipos no fue muy pronunciada, puesto que todos los materiales evaluados son de color morado oscuro.

Los valores encontrados para el fréjol son menores a los citados por Almanza & Aguilera (2001), para la variedad Tacana con 572.6 mg /100 g. En orden de concentración sigue la variedad de papa Yana Shungo con 523,85 mg de ácido gálico/100g B.S, infiriéndose que los tubérculos de papa son una buena fuente de compuestos fenólicos especialmente de ácido clorogénico, que se encuentra en mayor concentración en la papa (Friedman, 1997; Al-Saikhan *et al.*, 1995). El valor encontrado en la mencionada variedad es mayor (186 mg/100 g) que el reportado por Reyes *et al.* (2005) para una variedad comercial.

## Flavonoides

También conocidos como Bioflavonoides, son complejos multifenólicos por lo que se les denomina polifenoles. Los alimentos procesados y preparados pierden gran parte de estos elementos delicados y solubles en agua. Uno de los flavonoles abundante en el reino vegetal es la quercitina, un flavonoide no cítrico que frecuentemente es extraído para la elaboración de suplementos, debido a que ha demostrado tener una gran actividad biológica principalmente como antioxidante.

El mayor contenido de estos compuestos se determinó en las corontas del maíz raza Racimo de Uva con 210,73 mg quercitina/100 g B.S., seguido por las

hojas de sangorache línea 17758 con un valor de 101,10 mg quercitina/100g B.S, lo cual concuerda con lo expresado por Major Types (2000) quien señala que los flavonoides son incoloros o amarillos y se encuentran predominantemente en las hojas y en muchas flores. En los granos y tubérculos se encontró una menor concentración con un valor de 92,39 mg quercitina /100g B.S en el frejol Cóndor y 43,19 mg quercitina/100g B.S en la papa nativa, variedad Tushpa. El grupo de mayor atención entre los flavonoides es el de los Isoflavonoides debido a su efecto fitoestrogénico, siendo necesario tipificar estos compuestos en el sangorache, el maíz negro, el frejol negro, y papas de pulpa y piel morada, donde se encontraron los mayores contenidos de flavonoides.

#### **Antocianinas totales**

Las antocianinas son el miembro más reconocido del grupo de los flavonoides, varios frutos ricos en antocianinas evidencian una alta actividad antioxidante contra el peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) y contra los radicales peróxido ( $ROO\cdot$ ), superóxido ( $O_2$ ), hidroxilo ( $\cdot OH$ ) y oxígeno ( $O_2$ ) (Garzón, 2008). Las antocianinas son responsables del color rojo, morado y púrpura de algunas especies vegetales; por ejemplo en las panojas del Sangorache línea 17728, predominan las betalaínas (Pantelli, 2000), se caracterizan por ser solubles en agua contienen nitrógeno en su estructura y se acumulan en varios componentes de la planta transmitiendo un color púrpura muy llamativo a las panojas, en las que se determinó un contenido de antocianinas igual a 152,90 mg/100 g B.S. Sin embargo, las corontas del maíz negro raza Racimo de Uva mostraron la mayor concentración de antocianinas con 1052,6 mg/100g B.S, resultados que concuerdan con los reportados por Fossen *et al.* (2001), De Pascual-Teresa *et al.* (2002) y Schwarz *et al.* (2003), quienes reportaron promedios de 1779 mg/100g y además encontraron que la *cianidina-3-glucósido* es la antocianina mayoritaria en el maíz morado.

En los fréjoles, la mayor concentración correspondió al genotipo G21212 con 389,22 mg/100g B.S. que a su vez es el que presenta un color morado más

oscuro con respecto a los otros materiales. Este resultado es menor que el reportado por Villacís (2011) con valores superiores 534,34mg/100g. Yoshida *et al.* (1996) y Tsuda *et al.* (1994), señalan que la *delfinidina 3- glucósido* es la antocianina mayoritaria en el fréjol negro. En el grupo de las papas, la variedad nativa Tushpa presentó el mayor contenido (188,60 mg/100g B.S.), lo que guarda relación con el color morado predominante en la piel y pulpa de esta variedad. Según Sánchez *et al.* (2001) la expresión de color de las antocianinas depende del número y orientación de los grupos hidroxilo y metoxilo en la molécula. Incrementos en la hidroxilación producen desplazamientos hacia tonalidades azules, mientras que incrementos en las metoxilaciones producen coloraciones rojas. El pH es otro factor que influye en la expresión de color. Algunas de ellas, a pH ácido muestran una coloración roja, a pH básico color azul y a pH neutro se muestran incoloras (Botanical, 2007).

#### **Antocianinas monómericas**

Estos compuestos son menos activos como antioxidantes que las antocianinas poliméricas, por ello se privilegió su menor concentración en el grano de Sangorache con 4,64 mg/100g y los genotipos de fréjol G21212 e INIAP 482 con 4,64 y 4,87 mg/100g, respectivamente.

#### **Color polimérico**

Las antocianinas se condensan con otros compuestos fenólicos para formar pigmentos de color polimérico. Esta reacción puede ser acelerada con la presencia de acetaldehído. Los pigmentos de antocianinas poliméricas no muestran un cambio pronunciado reversible del color con los cambios de pH que es característico de las antocianinas monómericas (Wrolstad *et al.*, 2005), por esta razón se privilegió la elevada concentración de color polimérico en las panojas de Sangorache con 26,59%, seguido por los granos de maíz, variedad Sangre de Cristo (19,08%) y corontas de la raza racimo de uva con 19,01%.

El bisulfito de sodio es una sal ácida muy inestable que al reaccionar con el oxígeno se convierte en sulfato de sodio, en la industria de alimentos se utiliza como un estabilizador de color, para evitar el oscurecimiento y como agente

antipardeamiento en vegetales como la papa (Cubero et al., 2002). Su acción se reflejó claramente en las diferentes variedades de papa, cuyos extractos mostraron una mayor concentración de color polimérico, con respecto a los extractos acuosos. En los restantes materiales en estudio no se determinó un efecto estabilizador del color ya que sus extractos presentaron menor concentración de color polimérico que los extractos acuosos.

## **Taninos**

Los taninos son compuestos polifenólicos muy astringentes y de gusto amargo, su estructura química contribuye a la precipitación de las proteínas y tienen utilidad en curtiembre (Singleton y Kratzer, 1973). Los taninos son fáciles de identificar por la sensación de aspereza, sequedad y amargor que provoca tanto en la lengua como en las encías, Se perciben sobretodo en la fruta verde, ya que a medida que madura su concentración disminuye o se enmascara por el sabor dulce sobresaliente de las frutas.

Los taninos condensados son flavonoides poliméricos compuestos principalmente por unidades de leucoantocianidina, las cuales se unen mediante enlaces carbón-carbón de la posición 4 de una unidad a la posición 6 u 8 de la siguiente. No son degradados fácilmente bajo condiciones fisiológicas sino que se requiere tratarlos drásticamente, obteniéndose productos como las catequinas y antodanidinas (Singleton y Kratzer, 1973).

Los taninos sobresalieron en las hojas de Sangorache línea 17758 con 125,32 expresado como mg de ácido tánico /100g B.S. resultado que concuerda con la afirmación de Brunenton, (1991), quien enfatiza la riqueza de las hojas en estos compuestos. Igualmente se encontró un contenido llamativo (100,54 mg/100 g) en las corontas del maíz Negro, valor próximo al reportado por Alanis-Guzmán. (1990) para el maíz negro con 82,713 mg de ácido tánico /100g B.S. La especie que presentó el menor contenido de taninos fue el grano de Sangorache con 2,55 mg/100 g.

La variabilidad en el contenido de taninos guarda relación con la variación en el color del grano; por ejemplo, los frijoles blancos presentan un bajo porcentaje de taninos; sin embargo, los frijoles oscuros y coloreados (rojos y negros) presentan un mayor porcentaje de taninos y mayores variaciones de color (Cardenas, H. *et al.* 2000).

Aparte de antioxidantes, los taninos son considerados como antinutricionales, al respecto Alanis-Guzmán (1990) señala que estos compuestos son termorresistentes, pueden unirse a dos o más grupos peptídicos mediante enlaces cruzados precipitando proteínas e impidiendo su absorción y que enzimas tales como la tripsina, amilasa y lipasa son inhibidas, por lo cual el crecimiento de los animales disminuye. Rao y Prabhavati (1982) citados por Proulx *et al.*, (1993) señalan que los taninos interfieren en la absorción del hierro dado que actúa como un agente quelante natural. Chung y Wei (1997) mencionan que los taninos reducen también la biodisponibilidad de la vitamina B12.

#### **Ácido ascórbico**

En los alimentos, el ácido ascórbico actúa como nutriente esencial, además inhibe el pardeamiento enzimático, protege los compuestos oxidables mediante efectos reductores y secuestro de radicales libres y de oxígeno (Gregory, 1996).

Las panojas Sangorache Línea 17758 y las corontas del maíz raza Racimo de Uva, presentaron los mayores contenidos de ácido ascórbico con 587,35 y 503,87 mg/100g B.S, respectivamente. La selección y adecuada preparación de las muestras ayudó a evitar la oxidación del ácido ascórbico, disminuyendo su disponibilidad para la formación de otros complejos. El ácido ascórbico no es sintetizable por el organismo, por lo que se debe ingerir desde los alimentos que lo proporcionan: Vegetales verdes, frutas cítricas y papas Hosney C. (1991). La mejor fuente vegetal identificada en este estudio son las hojas y panojas del sangorache.

## **Zinc**

El Zinc es un mineral indispensable para los seres humanos, su deficiencia puede producir retardo en el crecimiento y aumento en la prevalencia de enfermedades infecciosas (Sizer F & Whitney E. 1994). La especie que presentó mayor contenido de este compuesto fue el Sangorache con un valor de 4,59 mg/100g en las hojas y 4,32 mg/100g en las panojas, seguido por el grano de frejol, genotipo Cóndor con 4,19 mg/100g. En varias colecciones de fréjol, Linder (1991) encontró un rango de variación entre 21 a 54 mg/l, con una media de 35 mg/l.

Los resultados obtenidos permiten inferir que el sangorache podría considerarse como una fuente de zinc en los casos de deficiencias ocasionadas por una ingesta inadecuada, una absorción pobre o una mayor excreción del mineral, lo cual puede ocurrir en los cuadros patológicos como la cirrosis hepática, la diabetes y la insuficiencia renal.

## **Carotenoides totales**

En general, los carotenoides juegan roles importantes en la planta, como son el de servir de protectores contra la foto oxidación de células y tejidos, como pigmentos accesorios y como determinantes estructurales de los complejos pigmento – proteína en los plastidios de las plantas (Bartley & Scolnik, 1994). Los carotenoides en particular, recogen la luz radiante en la región azul del espectro (400-600nm), una región que no es cubierta por las clorofilas.

Los resultados obtenidos revelan que la especie con mayor contenido de carotenoides es el Sangorache, con un valor de 80.338 ug/100g en las hojas y 5462 ug/100g en las panojas. El contenido de las hojas es mayor que el encontrado en el perejil con 42.320 ug/100g (Garcia y col., 2010). Contenido menores presentaron el grano de maíz raza Racimo de Uva con 281,42 ug/100g y el genotipo de frejol G21212 con 307,97 ug/100g.

En los seres humanos, los carotenoides como el  $\beta$ -caroteno, son convertidos en vitamina A (retinol) por la acción de la enzima intestinal mono-oxigenasa. La conversión del  $\beta$ -caroteno en la matriz intestinal depende del ambiente del carotenoide, y la tasa de conversión es 6:1 (6  $\mu\text{g}$  de  $\beta$ -caroteno es equivalente 1  $\mu\text{g}$  de retinol). (Taylor & Ramsay, 2005). El grano de sangorache y el frejol genotipo G21212, podrían constituirse en fuentes importantes de carotenoides para prevenir afecciones oculares como la xeroftalmia y enfermedades oculares relacionadas con la edad como las cataratas y la generación macular (Faser & Bramley, 2004).

#### 4.1.3. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

La Tabla 109 indica la actividad antioxidante en las 16 especies vegetales en estado crudo y su desviación estándar, determinados por tres métodos analíticos.

**Tabla 109. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EVALUADA A TRAVÉS DE TRES MÉTODOS DIFERENTES\*( $\text{mg ml}^{-1}$ )**

#	Muestras	Bloqueo del radical libre 1,1 difenil -2-picrihidrazil radical	Efecto quelante sobre el ion ferroso	Poder reductor
1	Grano Sangorache Línea 17758	19,46 +/-0,2 <sup>b</sup>	19,50 +/-0,2 <sup>a</sup>	7,09 +/-0,2 <sup>c</sup>
2	Hojas Sangorache Línea 17758	25,95 +/-0,2 <sup>a</sup>	8,35 +/-0,2 <sup>c</sup>	2,78 +/-0,2 <sup>a</sup>
3	Panojas Sangorache Línea 17758	8,28 +/-0,2 <sup>c</sup>	11,06 +/-0,2 <sup>b</sup>	2,89 +/-0,2 <sup>b</sup>
4	Grano Maíz Racimo de Uva	7,10 +/-0,2 <sup>c</sup>	25,79 +/-0,2 <sup>a</sup>	2,90 +/-0,12 <sup>b</sup>
5	Grano Maíz, Variedad Sangre de Cristo	7,88 +/-0,2 <sup>b</sup>	20,04 +/-0,2 <sup>b</sup>	6,92 +/-0,2 <sup>d</sup>
6	Corontas Maíz , Raza Racimo de Uva	6,41 +/-0,2 <sup>d</sup>	10,48 +/-0,2 <sup>c</sup>	1,92 +/-0,2 <sup>a</sup>
7	Corontas Maíz, Variedad Sangre de Cristo	8,81 +/-0,2 <sup>a</sup>	7,11 +/-0,2 <sup>d</sup>	6,59 +/-0,2 <sup>c</sup>
8	Frejol, Genotipo G21212	5,29 +/-0,2 <sup>d</sup>	4,20 +/-0,2 <sup>d</sup>	8,92 +/-0,2 <sup>a</sup>
9	Frejol, Variedad INIAP 482	17,86 +/-0,2 <sup>a</sup>	8,55 +/-0,2 <sup>a</sup>	11,02 +/-0,2 <sup>b</sup>
10	Frejol Cóndor	7,50 +/-0,2 <sup>c</sup>	4,48 +/-0,2 <sup>c</sup>	12,64 +/-0,2 <sup>d</sup>
11	Frejol Genotipo L8863	16,42 +/-0,2 <sup>b</sup>	6,92 +/-0,2 <sup>b</sup>	11,73 +/-0,2 <sup>c</sup>
12	Papa Nativa, Variedad Yana Shungo	11,93 +/-0,2 <sup>a</sup>	22,95 +/-0,2 <sup>a</sup>	7,13 +/-0,2 <sup>a</sup>
13	Papa Nativa, Variedad PucaShungo	10,04 +/-0,2 <sup>c</sup>	6,87 +/-0,2 <sup>d</sup>	8,26 +/-0,2 <sup>b</sup>
14	Papa Nativa, Variedad Roja	8,10 +/-0,2 <sup>d</sup>	4,61 +/-0,2 <sup>e</sup>	9,10 +/-0,2 <sup>d</sup>
15	Papa Nativa, Variedad Amarilla	10,97 +/-0,2 <sup>b</sup>	10,08 +/-0,2 <sup>b</sup>	10,43 +/-0,2 <sup>e</sup>
16	Papa Nativa, Variedad Tushpa	6,27 +/-0,2 <sup>e</sup>	7,21 +/-0,2 <sup>c</sup>	8,67 +/-0,2 <sup>c</sup>

\*Valores promedio +/- desviación estándar

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

#### 4.1.3.1. Rendimiento en la obtención de extractos

La capacidad antioxidante se evaluó en los extractos metanólicos de las diferentes especies, por lo que se determinó el rendimiento en la obtención de los mismos por gravimetría, obteniéndose los resultados que se presentan en la Tabla 110.

**Tabla 110. RENDIMIENTO DE EXTRACTOS EN LAS ESPECIES VEGETALES**

#	Muestras	Rendimiento (%)
1	Grano Sangorache Línea 17758	10,60
2	Hojas Sangorache Línea 17758	18,59
3	Panojas Sangorache Línea 17758	22,24
4	Grano Maíz Racimo de Uva	16,59
5	Grano Maíz, Variedad Sangre de Cristo	8,36
6	Corontas Maíz , Raza Racimo de Uva	27,58
7	Corontas Maíz, Variedad Sangre de Cristo	3,73
8	Frejol, Genotipo G21212	10,63
9	Frejol, Variedad INIAP 482	15,59
10	Frejol Cóndor	22,71
11	Frejol Genotipo L8863	20,37
12	Papa Nativa, Variedad YanaShungo	8,69
13	Papa Nativa, Variedad PucaShungo	6,33
14	Papa Nativa, Variedad Roja	11,05
15	Papa Nativa, Variedad Amarilla	8,08
16	Papa Nativa, Variedad Tushpa	4,76

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

El rendimiento más alto se obtuvo en el extracto de las corontas de maíz raza Racimo de Uva con un 27,58 % (Peso seco), en segundo orden el extracto de Frejol Cóndor con 22,71%, seguido por las panojas del Sangorache con 22,24% y las hojas de Sangorache con 18,6%. La papa y las corontas de maíz variedad Sangre de Cristo, presentaron los menores rendimientos en la obtención de extractos.

#### 4.1.3.2. Determinación de la capacidad antioxidante método DPPH (bloqueo del radical libre, 1, 1,-difeníl-2 picrylhidracil)

El DPPH absorbe a 515 nm y cuando sufre reducción por un antioxidante, esta absorción desaparece, En consecuencia, la desaparición del DPPH• proporciona un índice para estimar la capacidad del compuesto de prueba para atrapar radicales libres (Brand-Williams *et al.*, 1995).

Se determinó significancia estadística en la actividad antioxidante de las diferentes fracciones de la planta de sangorache. A un nivel de significancia del 5% (Tabla 111), se determinó que la mayor actividad antioxidante, correspondió a las hojas de Sangorache con un valor 25,95 mg/ml, seguido por el extracto del grano y las panojas con valores de 19,46 mg/ml y 8,28 mg/ml, respectivamente.

**Tabla 111. PRUEBA DE TUKEY PARA LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL SANGORACHE LÍNEA 17728 (MÉTODO DPPH•)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/ml)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Panojas Sangorache	8,28	c
Grano Sangorache	19,46	b
Hojas Sangorache	25,95	a

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

La significancia estadística en las variedades de maíz y sus fracciones, orientó la aplicación de la prueba de Tukey al 5%. Determinando que las corontas de maíz de la variedad Sangre de Cristo presentó una mayor actividad antioxidante con 8,81 mg/ml, por lo que se ubicó en el primer rango estadístico, seguido por el grano del maíz, variedad Sangre de Cristo con un valor de 7,88 mg/ml, mientras que el grano de maíz raza Racimo de Uva, presentó 7,10 mg/ml (Tabla 112) .

**Tabla 112. PRUEBA DE TUKEY PARA LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL MAÍZ NEGRO, (MÉTODO DDPH•)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/ml)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Corontas Maíz Racimo de Uva	6,41	d
Grano Maíz Racimo de Uva	7,10	c
Grano Maíz Sangre de Cristo	7,88	b
Corontas Maíz Sangre de Cristo	8,81	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

El análisis estadístico mostró que la actividad antioxidante varía entre los diferentes genotipos de frejol, con la Prueba de Tukey al 5 % (Tabla 113), se determinó que el frejol INIAP 482 alcanzó el mayor valor con 17,86mg/ml, ubicándose en el primer rango estadístico (a), seguido del frejol L8863 con 16,42 mg/ml, los genotipos Cóndor y G21212 presentaron valores de 7,50 y 5,29 mg/ml, respectivamente.

**Tabla 113. PRUEBA DE TUKEY PARA LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL FRÉJOL NEGRO (MÉTODO DPPH•)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/ml)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Frejol G21212	5,29	d
Frejol Cóndor	7,50	c
Frejol L8863	16,42	b
Frejol INIAP 482	17,86	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Con el análisis estadístico se determinó que existe diferencias significativa en las variedades de papa, aplicando la prueba de Tukey al 5 % se determinó que la variedad Yana Shungo con 11,93 mg/ml se ubicó en el primer rango estadístico (a), seguido de la papa Amarilla con 10,97 mg/ml, Puca Shungo con 10,04 mg/ml y papa Roja con 8,10 mg/ml y la variedad Tushpa con 6,27 mg/ml (Tabla 114).

**Tabla 114. PRUEBA DE TUKEY PARA LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE PAPAS NATIVAS (MÉTODO DPPH•)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/ml)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Papa Tushpa	6,27	e
Papa Roja	8,10	d
Papa Puca Shungo	10,04	c
Papa Amarilla	10,97	b
Papa Yana Shungo	11,93	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En general, de las especies analizadas se identificó que la mayor actividad antioxidante determinada por el método DPPH• correspondió a las hojas de Sangorache con 25,95 mg/ml, lo cual se correlacionó con el mayor contenido de fenoles (384,91 mg/100 g), flavonoides (101,10 mg/100 g), color polimérico (10,20 %), taninos (125 mg/100 g), ácido ascórbico (555,7 mg/100 g), zinc (4,59 mg/100 g) y carotenoides totales (80,33 ug/100 g).

#### 4.1.3.3. Determinación de la actividad antioxidante (capacidad quelante del extracto)

En base a la quelación del ion ferroso por el extracto, se determina la capacidad del extracto para quelar cationes metálicos evitando la descomposición de los hidroperóxidos lipídicos. El hierro ferroso libre puede formar un complejo con la ferrocina, que presenta un máximo de absorbancia a 560 nm.

Luego de analizar estadísticamente los resultados, se determinó variación significativa en la actividad antioxidante de las diferentes fracciones de la planta. El mayor efecto quelante se registró en el extracto del grano de Sangorache con 19,50 mg/ml, seguido por el extracto de panojas 11,06 mg/ml y las hojas con 8,35 mg/ml (Tabla 115).

**Tabla 115. PRUEBA DE TUKEY PARA LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL SANGORACHE, LÍNEA 17728 (CAPACIDAD QUELANTE)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/ml)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Hojas Sangorache	8,35	c
Panojas Sangorache	11,06	b
Grano Sangorache	19,50	a

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Con la prueba de Tukey al 5% (Tabla 116), se determinó que el extracto del grano de maíz, raza Racimo de Uva presentó el mayor efecto quelante con 25,79 mg/ml, por lo que se ubicó en el primer rango estadístico (a), este valor resultó estadísticamente diferente del extracto del grano de maíz, variedad Sangre de Cristo con 20,04 mg/ml, mientras que las corontas de las dos variedades presentaron menor capacidad para quelar el ion ferroso.

**Tabla 116. PRUEBA DE TUKEY PARA LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL MAÍZ NEGRO (CAPACIDAD QUELANTE)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/ml)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Corontas Maíz Sangre de Cristo	7,11	d
Corontas Maíz Racimo de Uva	10,48	c
Grano Maíz Sangre de Cristo	20,04	b
Grano Maíz Racimo de Uva	25,79	a

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

La capacidad de los extractos de fréjol para quelar el ión ferroso varió estadísticamente entre los diferentes genotipos de grano. La mayor actividad quelante presentó la variedad INIAP 482, con 8,55 mg/ml, seguido por el genotipo L8863 con 6,92 mg/ml (Tabla 117).

**Tabla 117. PRUEBA DE TUKEY PARA LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL FRÉJOL NEGRO (CAPACIDAD QUELANTE)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/ml)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Frejol G21212	4,20	d
Frejol Cóndor	4,48	c
Frejol L8863	6,92	b
Frejol INIAP 482	8,55	a

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

La capacidad de los extractos de papa para quelar el ion ferroso varió estadísticamente entre las diferentes variedades. Con una mayor actividad (22,95 mg/ml) para los extractos de la variedad Yana Shungo, mientras que el extracto de la papa Roja presentó una menor actividad con 4,61 mg/ml (Tabla 118).

**Tabla 118. PRUEBA DE TUKEY PARA LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE PAPAS NATIVAS, (CAPACIDAD QUELANTE)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/ml)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Papa Roja	4,61	e
Papa Puca Shungo	6,87	d
Papa Tushpa	7,21	c
Papa Amarilla	10,08	b
Papa Yana Shungo	22,95	a

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

De las especies analizadas, el grano de maíz raza Racimo de Uva presentó una mayor capacidad para quelar el ion ferroso con 25,79 mg/ml, efecto al que

podría contribuir el contenido de zinc (3,72 mg/100 g) y fenoles totales (276,24mg/100 g) presentes en esta variedad.

#### 4.1.3.4. Determinación de la actividad antioxidante (FRAP)

Este método se basa en la capacidad de los polifenoles para reducir el  $Fe^{3+}$  a  $Fe^{2+}$  formando un complejo azul. En este método el valor  $EC_{50}$  (mg extracto/ml) es la concentración efectiva a la cual la absorbancia es la mitad del poder reductor, por lo que valores inferiores a 10 mg/ml se traducen en una mejor capacidad antioxidante.

Luego de analizar estadísticamente los resultados, se determinó que el poder antioxidante reductor férrico varió en las diferentes fracciones de la planta, con un mayor poder reductor férrico (2,78 mg/ml) para el extracto de hojas, seguido por las panojas con 2,89 mg/ml (Tabla 119).

**Tabla 119. PRUEBA DE TUKEY PARA LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL SANGORACHE LÍNEA 17728 (FRAP)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/ml)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Hojas Sangorache	2,78	a
Panojas Sangorache	2,89	b
Grano Sangorache	7,09	c

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

El análisis de varianza reveló diferencias significativas en el poder antioxidante reductor férrico de las variedades de maíz. Ubicándose en el primer rango estadístico el extracto de las corontas con un mayor poder antioxidante reductor férrico (1.92 mg/ml), este valor es estadísticamente diferente al extracto del grano del maíz, Raza racimo de Uva con un 2,90 mg/ml de poder reductor, mientras que los extractos de las corontas del maíz, Sangre de Cristo con 6,59 mg/ml y el grano de maíz de la misma variedad con 6,92 mg/ml se ubicaron en rangos estadísticos menores (Tabla 120).

**Tabla 120. PRUEBA DE TUKEY PARA LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL MAÍZ NEGRO (FRAP)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/ml)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Corontas Maíz Racimo de Uva	1,92	a
Grano Maíz Racimo de Uva	2,90	b
Corontas Maíz Sangre de Cristo	6,59	b
Grano Maíz Sangre de Cristo	6,92	c

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

El análisis de varianza mostró diferencias significativas en el poder reductor (FRAP) de los cuatro genotipos de fréjol, con una significancia del 5% (Tabla 121). Se determinó un mayor poder reductor (8,92 mg/ml), en el extracto del grano de fréjol, genotipo G21212, ubicándose en el primer rango estadístico (a), seguido de la variedad INIAP 482 con un valor de (11,02 mg/ml), en orden de concentración siguió el fréjol, genotipo L. L8863 con 11,73 mg/ml, valor que difirió significativamente de la variedad Cóndor con 12,64 mg/ml.

**Tabla 121. PRUEBA DE TUKEY PARA LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL FRÉJOL NEGRO (FRAP)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/ml)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Frejol G21212	8,92	a
Frejol INIAP 482	11,02	b
Frejol L8863	11,73	c
Frejol Cóndor	12,64	d

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Con la prueba de Tukey al 5% (Tabla 122), se determinó que el extracto de la variedad Yana Shungo mostró un mayor poder reductor (FRAP), con un valor de 7,13 mg/, ubicándose en el primer rango estadístico (a), seguido de la Puca Shungo con un FRAP de 8,26 mg/ml, mientras que la variedad Tushpa con 8,67 mg/ml, la papa Roja con 9,10 mg/ml, y la papa Amarilla con 10,43 mg/ml presentaron un menor poder reductor.

**Tabla 122. PRUEBA DE TUKEY PARA LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE PAPAS NATIVAS (FRAP)**

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (mg/ml)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Papa Yana Shungo	7,13	a
Papa Puca Shungo	8,26	b
Papa Tushpa	8,67	c
Papa Roja	9,10	d
Papa Amarilla	10,43	e

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En general de las especies analizadas se identificó que la mayor actividad antioxidante, determinada como poder reductor férrico, correspondió a las corontas de maíz Racimo de Uva con 1,92 mg/ml.

#### **4.1.4. COMPARACIÓN DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN LAS ESPECIES VEGETALES EN ESTADO CRUDO**

Para la comparación de los mejores tratamientos de la capacidad antioxidante en las especies vegetales en estado crudo, se consideran los resultados expresados en la Tabla 109.

##### **DDPH**

Los extractos de hojas de sangorache, corontas de maíz variedad Sangre de Cristo, variedad de fréjol INIAP 482 y la variedad de papa Yana shungo presentaron una mayor actividad antioxidante, medida a través del bloqueo del radical libre DDPH, para lo cual se calculó el IC<sub>50</sub>, es decir, el índice de concentración necesario para decolorar en un 50% la concentración inicial del radical libre DPPH (Tabla 109).

La mayor capacidad antioxidante de los extractos de hojas de Sangorache y corontas del maíz raza Racimo de Uva se correlacionó con el mayor contenido de compuestos antioxidantes, aunque varios autores (Kukoski *et al.*, 2005; Imeh y Khokhar, 2002; Pinelo *et al.*, 2004), reportaron una baja correlación entre el contenido de polifenoles totales y la actividad antioxidante. Hassimoto *et al.* (2005) no encontraron relación alguna entre el contenido total de polifenoles y contenido de ácido ascórbico con la capacidad antioxidante.

Zheng y Wang (2001) demostraron que los flavonoides, que contienen múltiples grupos hidroxilo, tienen mayor actividad antioxidante contra los peróxidos, que los ácidos fenólicos. También establecieron una correlación lineal positiva entre el contenido fenólico y la capacidad antioxidante de distintas hierbas culinarias y medicinales.

Alma *et al.* (2003), trabajando sobre aceites esenciales de *Origanum syriacum*, determinaron que el poder reductor del aceite esencial de hojas de orégano aumentó en función de un incremento en la concentración de aceite. El poder reductor y la capacidad de capturar radicales libres varió con la concentración del aceite esencial y el contenido de compuestos fenólicos presentes en el mismo. Estos autores concluyeron que el poder reductor y la capacidad de una sustancia para capturar radicales libres son indicativos de la actividad antioxidante.

#### **Efecto quelante sobre el ion ferroso**

En este método, los extractos del grano de Sangorache, Línea 17758, grano maíz, Racimo de Uva, variedad de Fréjol INIAP 482 y papa nativa Yana Shungo presentaron un mayor efecto quelante sobre el ion ferroso. Este resultado no se relacionó con el mayor efecto de bloqueo de radicales libres, en los extractos de las dos primeras especies, variaciones que podrían ser parcialmente sustentables en los diversos mecanismos de acción de los antioxidantes, los cuales dependen de factores intrínsecos como la estructura química, características de solubilidad, número y posición de los sustituyentes, entre otros (Mathew y Abraham, 2006). Específicamente los flavonoides ejercen su acción antioxidante mediante diferentes mecanismos: suprimiendo la formación de especies reactivas de oxígeno por inhibición de enzimas, quelando elementos trazas involucrados en la producción de radicales libres, capturando especies reactivas del oxígeno o bien protegiendo las defensas antioxidantes (Halliwell y Gutteridge, 1992).

#### **Poder reductor**

Alma *et al.* (2003), concluyeron que el poder reductor férrico y la capacidad de capturar radicales libres de una sustancia, pueden ser indicadores de su actividad antioxidante. La Tabla 109, muestra el mayor poder reductor de los extractos de hojas de Sangorache con un valor de 2,78 mg/ml, corontas de maíz, raza Racimo de Uva con 1,92 mg/ml, frejol genotipo G21212 con 8,92 mg/ml y la variedad de papa Yana Shungo con 7,13 mg/ml, resultados que se

correlacionan con el mayor contenido de fenoles totales en las muestras analizadas. El poder de reducción está ligado a la cantidad de radicales libres que un agente antioxidante está en capacidad de captar para anular su alta reactividad y esta capacidad a su vez tiene relación directa con la concentración del agente antioxidante, al aumentar la concentración aumenta el poder de reducción (Barros *et al.*, 2006).

Meir *et al.* (1995) trabajando con hojas de berro de agua (*Rorippa nasturtium-aquaticum*) y salvia (*Salvia officinalis* L.), mencionan la existencia de una correlación positiva entre poder reductor total medido a través de la reducción de hierro III a hierro II y la capacidad antioxidante, medida como el tiempo de inducción requerido para la oxidación del  $\beta$ -caroteno, en un sistema de peroxidación de lípidos. Por lo tanto, la capacidad reductora de un compuesto puede servir como un indicador de su potencial actividad antioxidante.

Yen *et al.* (2000) citan la asociación existente entre poder reductor y actividad antioxidante. Estos autores comprobaron que el poder reductor del anthrone y la alizarina (son polifenoles del tipo de las antraquinonas) aumentó con la concentración. Determinaron que el gran poder reductor del anthrone y la alizarina se correlaciona con su marcada acción antioxidante, concluyendo que su poder reductor contribuye a su actividad antioxidante.

Yen y Chen (1995) trabajaron en distintos tipos de té: verde (no fermentado), semifermentado y fermentado (negro) y determinaron que sus extractos presentaron fuerte actividad antimutagénica, actividad antioxidante, poder reductor y capacidad de capturar radicales libres y oxígeno. En el té semifermentado (Oolong) se presentó la mayor actividad antimutagénica, actividad antioxidante, poder reductor y capacidad de capturar radicales libres y oxígeno, respecto del té verde y el fermentado.

## Relación entre compuestos y actividad antioxidante

La Tabla 109, muestran que el extracto de la variedad de papa Yana Shungo presenta una mayor actividad antioxidante con relación a las demás variedades evaluadas, con los tres métodos utilizados, mientras que el extracto de las hojas del Sangorache presentó mayor actividad antioxidante con dos (efecto quelante sobre el ión ferroso y el poder reductor férrico) de los tres métodos empleados; igualmente el extracto de fréjol, variedad INIAP 482 reveló una mayor capacidad antioxidante aplicando el método DDPH y el efecto quelante sobre el ion ferroso. En las especies y fracciones mencionadas se encontró una correlación positiva entre el contenido de compuestos y actividad antioxidante. Al respecto, Rice *et al.* (1996) indican que la naturaleza química de los flavonoides es predictiva de su actividad estabilizante de radicales libres, debido a que los potenciales reductores de sus radicales son más bajos que aquellos de los radicales peróxilos y superóxido, lo que significa que estos metabolitos secundarios pueden inactivar dichas especies prooxidantes y prevenir así sus efectos dañinos. Algunos investigadores han realizado estudios que muestran la participación de los flavonoides en la actividad antioxidante de vegetales (Giraldo *et al.*, 2003; Murillo *et al.*, 2006; Kumarany Karunakaran, 2007).

Sin embargo, el mayor contenido de compuestos antioxidantes encontrados en la variedad de papa Tushpa y en las panojas de Sangorache no se tradujo en una mayor actividad antioxidante, lo que podría atribuirse a diferentes factores y mecanismos de acción de los compuestos antioxidantes. En forma similar Kähkönen *et al.* (1999) no encontraron correlaciones significativas entre el contenido de fenoles totales y la actividad antioxidante de diferentes extractos de plantas, empleando el método de oxidación del metilinooleato.

## **4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS ESPECIES PROCESADAS**

### **4.2.1. Efecto de la especie procesada en el contenido de compuestos antioxidantes (Factor A)**

La Tabla 123 se muestran los resultados de la determinación de los compuestos antioxidantes de los materiales de evaluación, que comprendieron cinco especies: sangorache, maíz negro, corontas del maíz, frejol negro y papas nativas. En la Tabla se resaltan las concentraciones de antioxidantes predominantes dentro de cada especie procesada. Por ejemplo, en el Sangorache línea 17758, la mayor concentración de fenoles se encontró en las hojas con un valor de 248,18 mg/100g, flavonoides con 2,22 mg/100g, taninos con 41,54 mg/100g y carotenoides totales 42.698,8 ug/100g.

En el maíz se determinó que la variedad que presenta mayor contenido de compuestos antioxidantes es el grano de Racimo de Uva con 128,55 mg/100g para los fenoles totales, flavonoides con 0,54 mg/100g, antocianinas totales con 205,61 y monómericas con un valor de 11,42mg/100g, igual sucede con el color polimérico tanto en agua 7,56 como en bisulfito de sodio con 6,34%, taninos 11,33 mg/100g, zinc con 2,94 mg/100g y carotenoides totales con 52,64 mg/100g, aunque el mayor contenido de ácido ascórbico correspondió al grano variedad Sangre de Cristo con 150,18 mg/100g.

Entre las corontas del maíz, prevaleció la Raza racimo de Uva con su mayor contenido de fenoles totales (116,81 mg/100 g), flavonoides (0,21 mg/100 g), antocianinas totales con 128,72, color polimérico en agua y bisulfito de sodio con 3,72 y 3,95%, taninos 19,53 mg/100 g, ácido gálico con 95,62 mg/100gr. En el contenido de zinc los dos tipos de corontas presentaron valores similares con 2,65 Racimo de Uva y 2,43 mg/100g la variedad Sangre de Cristo, en esta última además se encontró un alto contenido de carotenoides totales (45,59 mg/100g).

De las cuatro especies de frejol, sobresale la variedad INIAP 482 en algunos compuestos antioxidantes como fenoles totales con 114,11 mg/100g, antocianinas totales y monómericas con 95,01 y 4,40 mg/100g, respectivamente; en el color polimérico se determinó una diferencia entre variedades, en el extracto acuoso sobresalió la variedad INIAP 482 con 6,87% mientras que en bisulfito de sodio la variedad de frejol Cóndor presentó la mayor concentración de color polimérico con 4,86%. En cuanto a los taninos la variedad INIAP 482 se destacó con un valor de 10,69 mg/100g, sucede lo mismo en el contenido de ácido ascórbico con 24,31 mg/100g, zinc con 3,37 mg/100g. En cuanto a los flavonoides no se determinó diferencia estadística entre variedades, obteniéndose valores entre 0,11 a 0,46 mg/100g.

El mayor contenido de compuestos antioxidantes en las papas nativas se determinó en la variedad Yana Shungo, sobresalió el contenido de antocianinas totales con 105,97 mg/100g, color polimérico tanto para el agua y el bisulfito de sodio 7,81 y 6,95%, taninos con 12,56 mg/100g, ácido ascórbico con 182,12 mg/100g y contenido de zinc con 2,04 mg/100 g. En cuanto a los fenoles totales se destacó la variedad Puca shungo con un valor de 248,72 mg/100g, los carotenoides alcanzaron un valor de 40,77 mg/100g, en los flavonoides no se encontró diferencia significativa, todas las variedades evaluadas presentaron un valor promedio de 0,20 mg/100g. En general, los materiales evaluados presentaron una menor cantidad de compuestos antioxidantes en relación a las especies en estado crudo, debido a los diferentes procesos aplicados.

**Tabla 123. EFECTO DE LA ESPECIE PROCESADA EN EL CONTENIDO DE COMPUESTOS ANTIOXIDANTES \*(FACTOR A)**

FACTOR A											
°N	Muestras	Fenoles Totales (mg/100g)	Flavonoides (mg/100g)	Antocianinas		Color polimérico (%)		Taninos (mg/100g)	Ácido ascórbico (mg/100g)	Zinc (mg/100g)	Carotenos totales (ug/100g)
				Totales (mg/100g)	Monoméricas (mg/100g)	Solución Acuosa	En Bisulfito de sodio				
1	Grano Sangorache Línea 17758	9,91 <sup>c</sup>	0,20 <sup>c</sup>	0,80 <sup>c</sup>	1,78 <sup>b</sup>	1,49 <sup>c</sup>	1,89 <sup>c</sup>	1,71 <sup>c</sup>	14,78 <sup>c</sup>	3,40 <sup>b</sup>	43,60 <sup>c</sup>
2	Hojas Sangorache Línea 17758	248,18 <sup>a</sup>	2,22 <sup>a</sup>	84,39 <sup>b</sup>	1,09 <sup>c</sup>	7,62 <sup>b</sup>	8,45 <sup>b</sup>	41,54 <sup>a</sup>	142,45 <sup>b</sup>	3,73 <sup>a</sup>	42698,8 <sup>a</sup>
3	Panojas Sangorache Línea 17758	175,92 <sup>b</sup>	1,20 <sup>b</sup>	151,18 <sup>a</sup>	4,87 <sup>a</sup>	9,43 <sup>a</sup>	9,13 <sup>a</sup>	34,54 <sup>b</sup>	150,18 <sup>a</sup>	3,91 <sup>a</sup>	5003,97 <sup>b</sup>
4	Grano Maíz Racimo de Uva	128,55 <sup>a</sup>	0,54 <sup>a</sup>	205,61 <sup>a</sup>	11,42 <sup>a</sup>	7,56 <sup>a</sup>	6,34 <sup>a</sup>	11,33 <sup>a</sup>	34,47 <sup>b</sup>	2,94 <sup>a</sup>	52,64 <sup>a</sup>
5	Grano Maíz, Variedad Sangre de Cristo	68,85 <sup>b</sup>	0,20 <sup>b</sup>	18,35 <sup>b</sup>	8,48 <sup>b</sup>	6,73 <sup>b</sup>	6,06 <sup>b</sup>	3,10 <sup>b</sup>	47,58 <sup>a</sup>	2,44 <sup>b</sup>	27,90 <sup>b</sup>
6	Corontas Maíz, Raza Racimo de Uva	116,81 <sup>a</sup>	0,21 <sup>a</sup>	128,72 <sup>a</sup>	4,44 <sup>a</sup>	3,57 <sup>b</sup>	3,72 <sup>a</sup>	19,53 <sup>a</sup>	95,62 <sup>a</sup>	2,65 <sup>a</sup>	40,60 <sup>b</sup>
7	Corontas Maíz, Variedad Sangre de Cristo	77,98 <sup>b</sup>	0,41 <sup>a</sup>	14,94 <sup>b</sup>	2,45 <sup>b</sup>	4,56 <sup>a</sup>	3,95 <sup>a</sup>	11,11 <sup>b</sup>	80,09 <sup>b</sup>	2,43 <sup>a</sup>	45,59 <sup>a</sup>
8	Frejol, Genotipo G21212	79,30 <sup>d</sup>	0,46 <sup>a</sup>	85,79 <sup>b</sup>	2,19 <sup>d</sup>	6,93 <sup>a</sup>	3,80 <sup>b</sup>	4,14 <sup>d</sup>	20,75 <sup>c</sup>	2,50 <sup>c</sup>	37,88 <sup>a</sup>
9	Frejol, Variedad INIAP 482	114,11 <sup>a</sup>	0,26 <sup>a</sup>	95,01 <sup>a</sup>	4,40 <sup>a</sup>	6,87 <sup>a</sup>	1,66 <sup>c</sup>	10,69 <sup>a</sup>	24,31 <sup>a</sup>	3,37 <sup>a</sup>	23,08 <sup>d</sup>
10	Frejol Cóndor	99,97 <sup>b</sup>	0,31 <sup>a</sup>	52,44 <sup>c</sup>	2,88 <sup>c</sup>	4,92 <sup>b</sup>	4,86 <sup>a</sup>	6,39 <sup>c</sup>	19,48 <sup>d</sup>	3,62 <sup>a</sup>	28,06 <sup>c</sup>
11	Frejol Genotipo L8863	85,50 <sup>c</sup>	0,11 <sup>a</sup>	37,46 <sup>d</sup>	3,74 <sup>b</sup>	4,52 <sup>c</sup>	4,06 <sup>b</sup>	8,41 <sup>b</sup>	21,08 <sup>b</sup>	3,07 <sup>b</sup>	28,70 <sup>b</sup>
12	Papa Nativa, Variedad Yana Shungo	200,43 <sup>b</sup>	0,20 <sup>a</sup>	105,97 <sup>a</sup>	15,18 <sup>a</sup>	7,81 <sup>a</sup>	6,95 <sup>a</sup>	12,56 <sup>a</sup>	182,12 <sup>a</sup>	2,04 <sup>a</sup>	37,91 <sup>b</sup>
13	Papa Nativa, Variedad Puca Shungo	248,72 <sup>a</sup>	0,20 <sup>a</sup>	39,02 <sup>c</sup>	11,51 <sup>b</sup>	6,60 <sup>b</sup>	6,12 <sup>b</sup>	11,65 <sup>b</sup>	133,11 <sup>c</sup>	1,37 <sup>b</sup>	28,92 <sup>c</sup>
14	Papa Nativa, Variedad Roja	150,07 <sup>c</sup>	0,20 <sup>a</sup>	4,73 <sup>d</sup>	5,45 <sup>c</sup>	2,93 <sup>c</sup>	2,74 <sup>d</sup>	6,21 <sup>e</sup>	109,63 <sup>d</sup>	2,32 <sup>a</sup>	21,16 <sup>d</sup>
15	Papa Nativa, Variedad Amarilla	147,24 <sup>d</sup>	0,20 <sup>a</sup>	0,83 <sup>e</sup>	4,55 <sup>d</sup>	1,54 <sup>d</sup>	1,52 <sup>e</sup>	6,85 <sup>d</sup>	78,30 <sup>e</sup>	1,67 <sup>b</sup>	40,77 <sup>a</sup>
16	Papa Nativa, Variedad Tushpa	125,86 <sup>e</sup>	0,20 <sup>a</sup>	98,00 <sup>b</sup>	11,60 <sup>b</sup>	3,17 <sup>c</sup>	3,21 <sup>c</sup>	9,70 <sup>c</sup>	177,21 <sup>b</sup>	2,32 <sup>a</sup>	29,16 <sup>c</sup>

\*Los resultados que poseen letras iguales no son significativamente diferentes  
Valores promedios (3 réplicas) de la Prueba de Tukey al 5%

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

#### **4.2.2. Efecto del proceso sobre el contenido de compuestos antioxidantes en la especie procesada \*(Factor B)**

En la tabla 124 se indica el contenido de compuestos antioxidantes de las distintas especies vegetales que fueron sometidas a los diferentes procesos tecnológicos (remojo, cocción a presión normal, vapor, etc.). En el Sangorache Línea 17758 el proceso de remojo preservó un mayor contenido de fenoles totales con 211,81 mg/100g, lo mismo sucedió con el ácido ascórbico con 125,36 mg/100g, zinc con 4,01 mg/100g, y carotenoides totales con 24153,6 mg/100g. Igualmente se determinó que el proceso de cocción con vapor no causó una pérdida significativa de algunos compuestos antioxidantes como es en el caso de los flavonoides (2,02 mg/100g), antocianinas totales con 98,22 mg/100 g, color polimérico tanto en agua como en bisulfito de sodio con 7,67 y 7,40%, respectivamente y taninos con 36,19 mg/100g.

En el maíz Negro, el proceso que preservó mejor los compuestos antioxidantes fueron el remojo, con el que se obtuvo 161,34 mg/100g de fenoles totales, flavonoides 0,43 mg/100g, antocianinas totales con 20,77 mg/100g, color polimérico en bisulfito de sodio 8,22%, ácido ascórbico 69,34 mg/100 g, zinc 3,02 mg/100g, carotenos totales 69,00 mg/100g. El proceso de cocción con vapor preservó las antocianinas totales, registrándose 214,99 mg/100g, color polimérico en agua 9,77%, taninos 11,41 mg/100g, en los flavonoides no se determinó diferencia significativa entre los diferentes procesos aplicados, los valores fluctuaron entre 0,20 a 0,57 mg/100g.

Las corontas de maíz fueron sometidas a tres tipos de remojo y un proceso de cocción, determinando que el remojo en agua permite conservar los compuestos antioxidantes, expresados en fenoles totales con 205,89 mg/100g, en los flavonoides no se determinó diferencia significativa, ubicándose todos en el rango (a) con valores entre 0,29 a 0,34 mg/100g, antocianinas totales 108,55 mg/100g. En el color polimérico no se determinó pérdida significativa por efecto de la cocción a presión normal, obteniéndose un valor de 5,69%, cuando los extractos se prepararon en bisulfito de sodio no se determinó diferencias significativas en el remojo en agua y cocción con vapor obteniéndose valores

de 4,20 y 4,38% respectivamente. Las corontas remojadas en agua presentaron 20,52 mg/100g de taninos, 116, 80 mg/100g de ácido ascórbico, 3,05 mg/100g de zinc y 57,32 mg/100g de carotenoides totales.

Los datos obtenidos para el frejol negro muestran que la menor pérdida de compuestos evaluados se da en el proceso de remojo, obteniéndose 140,94 mg/100g de antocianinas totales, color polimérico en agua 8,30% y en bisulfito de sodio 4,86%. En el proceso de cocción con vapor se determinó 4,89 mg/100g de taninos, vitamina C (30,09 mg/100g), zinc (3,44 mg/100g), carotenoides totales (62,67 mg/100g). Los fenoles totales registraron una menor pérdida en el proceso de cocción con vapor, obteniéndose una concentración promedio de 115,19 mg/100g, lo mismo ocurrió con los taninos (9,81 mg/100g), los flavonoides se ubicaron en el rango (a) con un 0,26 a 0,32 mg/100g.

Referente a las papas nativas, el proceso de pelado causó la menor afectación, obteniéndose: fenoles totales 192,02 mg/100g, antocianinas totales 62,41 mg/100g, color polimérico en agua y bisulfito de sodio 5,88 y 5,53% respectivamente, taninos 9,86 mg/100g, vitamina C 148,61mg/100g, mientras que el zinc se preservó en mayor concentración mediante el proceso de cocción con vapor, obteniéndose 2,06 mg/100g, los carotenoides totales se presentaron en mayor cantidad (39,85 mg/100g) en las papas horneadas, los diferentes procesos aplicados no influyeron significativamente en el contenido de flavonoides , obteniéndose un promedio de 0,20 mg/100g.

En general, los procesos en los que se registraron mayor pérdida de compuestos antioxidantes fueron la cocción presión a normal para todas las especies procesadas, y el perlado en el caso de los granos, debido a la eliminación de la cáscara en la que se concentran gran parte de los compuestos antioxidantes.

Tabla 124. EFECTO DEL PROCESO SOBRE EL CONTENIDO DE COMPUESTOS ANTIOXIDANTES \*(FACTOR B)

FACTOR B											
°N	Muestras	Fenoles Totales (mg/100g)	Flavonoides (mg/100g)	Antocianinas		Color polimérico (%)		Taninos (mg/100g)	Ácido ascórbico (mg/100g)	Zinc (mg/100g)	Carotenos totales (ug/100g)
				Totales (mg/100g)	Monoméricas (mg/100g)	Solución Acuosa	En Bisulfito de sodio				
<i>Sangorache</i>	1 Remojo	211,81 <sup>a</sup>	0,35 <sup>c</sup>	96,83 <sup>b</sup>	3,03 <sup>b</sup>	6,07 <sup>b</sup>	6,48 <sup>b</sup>	28,72 <sup>b</sup>	125,36 <sup>a</sup>	4,01 <sup>a</sup>	24153,6 <sup>a</sup>
	2 Cocción Presión Normal	92,37 <sup>c</sup>	1,24 <sup>b</sup>	41,33 <sup>c</sup>	1,08 <sup>c</sup>	4,80 <sup>c</sup>	5,59 <sup>c</sup>	12,89 <sup>c</sup>	93,00 <sup>b</sup>	3,35 <sup>c</sup>	10356,3 <sup>c</sup>
	3 Cocción a Vapor	129,83 <sup>b</sup>	2,02 <sup>a</sup>	98,22 <sup>a</sup>	3,63 <sup>a</sup>	7,67 <sup>a</sup>	7,40 <sup>a</sup>	36,19 <sup>a</sup>	88,85 <sup>c</sup>	3,68 <sup>b</sup>	13236,4 <sup>b</sup>
<i>Maíz Negro</i>	4 Remojo	161,31 <sup>a</sup>	0,43 <sup>a</sup>	179,93 <sup>b</sup>	20,77 <sup>a</sup>	8,66 <sup>b</sup>	8,22 <sup>a</sup>	9,50 <sup>b</sup>	69,34 <sup>a</sup>	3,02 <sup>a</sup>	69,00 <sup>a</sup>
	5 Cocción Presión Normal	84,61 <sup>c</sup>	0,29 <sup>a</sup>	50,38 <sup>c</sup>	1,45 <sup>d</sup>	6,97 <sup>c</sup>	5,36 <sup>b</sup>	6,40 <sup>c</sup>	31,99 <sup>c</sup>	2,51 <sup>b</sup>	23,33 <sup>d</sup>
	6 Cocción a Vapor	111,12 <sup>b</sup>	0,57 <sup>a</sup>	214,99 <sup>a</sup>	14,27 <sup>b</sup>	9,77 <sup>a</sup>	8,63 <sup>a</sup>	11,41 <sup>a</sup>	34,33 <sup>b</sup>	2,56 <sup>b</sup>	41,66 <sup>b</sup>
<i>Corontas de Maíz</i>	7 Perlado	37,77 <sup>d</sup>	0,20 <sup>a</sup>	2,62 <sup>d</sup>	3,30 <sup>c</sup>	2,96 <sup>d</sup>	2,58 <sup>c</sup>	1,56 <sup>d</sup>	28,45 <sup>d</sup>	2,65 <sup>a/b</sup>	27,09 <sup>c</sup>
	8 Remojo en Agua	205,89 <sup>a</sup>	0,31 <sup>a</sup>	108,55 <sup>a</sup>	3,79 <sup>a</sup>	3,98 <sup>b</sup>	4,20 <sup>a</sup>	20,97 <sup>a</sup>	116,80 <sup>a</sup>	3,05 <sup>a</sup>	57,32 <sup>a</sup>
	9 Remojo en la mezcla agua (50 %)-etanol (50 %)	50,08 <sup>d</sup>	0,29 <sup>a</sup>	52,46 <sup>c</sup>	4,12 <sup>a</sup>	2,74 <sup>c</sup>	3,19 <sup>b</sup>	10,57 <sup>c</sup>	85,84 <sup>c</sup>	2,33 <sup>b</sup>	48,27 <sup>b</sup>
	10 Remojo en la mezcla agua (70 %)- etanol (30 %)	58,57 <sup>c</sup>	0,30 <sup>a</sup>	40,81 <sup>d</sup>	3,91 <sup>a</sup>	3,85 <sup>b</sup>	3,57 <sup>b</sup>	14,67 <sup>b</sup>	108,59 <sup>b</sup>	2,49 <sup>b</sup>	42,42 <sup>c</sup>
<i>Frejol Negro</i>	11 Cocción a Presión Normal	75,05 <sup>b</sup>	0,34 <sup>a</sup>	85,51 <sup>b</sup>	1,97 <sup>b</sup>	5,69 <sup>a</sup>	4,38 <sup>a</sup>	15,07 <sup>b</sup>	40,19 <sup>d</sup>	2,25 <sup>b</sup>	24,39 <sup>d</sup>
	12 Remojo	98,09 <sup>b</sup>	0,28 <sup>a</sup>	140,94 <sup>a</sup>	4,38 <sup>a</sup>	8,30 <sup>a</sup>	4,86 <sup>a</sup>	8,57 <sup>b</sup>	30,09 <sup>a</sup>	3,44 <sup>a</sup>	62,67 <sup>a</sup>
	13 Cocción Presión Normal	78,39 <sup>d</sup>	0,26 <sup>a</sup>	12,75 <sup>d</sup>	3,34 <sup>b</sup>	3,23 <sup>d</sup>	2,23 <sup>b</sup>	4,61 <sup>d</sup>	18,70 <sup>c</sup>	3,23 <sup>a</sup>	18,13 <sup>c</sup>
	14 Cocción a Vapor	115,19 <sup>a</sup>	0,28 <sup>a</sup>	82,37 <sup>b</sup>	4,39 <sup>a</sup>	7,82 <sup>b</sup>	4,89 <sup>a</sup>	9,81 <sup>a</sup>	19,26 <sup>b</sup>	3,27 <sup>a</sup>	24,23 <sup>b</sup>
<i>Papas Nativas</i>	15 Perlado	87,24 <sup>c</sup>	0,32 <sup>a</sup>	34,60 <sup>c</sup>	1,09 <sup>c</sup>	3,89 <sup>c</sup>	2,41 <sup>b</sup>	6,64 <sup>c</sup>	17,58 <sup>d</sup>	2,62 <sup>b</sup>	12,69 <sup>d</sup>
	16 Pelada	192,02 <sup>a</sup>	0,20 <sup>a</sup>	62,41 <sup>a</sup>	11,16 <sup>a</sup>	5,88 <sup>a</sup>	5,53 <sup>a</sup>	9,86 <sup>a</sup>	148,61 <sup>a</sup>	1,95 <sup>b/c</sup>	19,99 <sup>d</sup>
	17 Cocción Presión Normal	157,04 <sup>d</sup>	0,20 <sup>a</sup>	54,45 <sup>b</sup>	7,59 <sup>d</sup>	2,76 <sup>d</sup>	2,35 <sup>d</sup>	8,76 <sup>c</sup>	127,74 <sup>d</sup>	1,76 <sup>c</sup>	29,24 <sup>c</sup>
	18 Cocción a Vapor	190,40 <sup>b</sup>	0,20 <sup>a</sup>	36,44 <sup>d</sup>	10,81 <sup>b</sup>	4,78 <sup>b</sup>	4,73 <sup>b</sup>	9,82 <sup>a</sup>	134,48 <sup>b</sup>	2,06 <sup>a</sup>	37,26 <sup>b</sup>
	19 Homeada	158,42 <sup>c</sup>	0,20 <sup>a</sup>	45,52 <sup>c</sup>	9,07 <sup>c</sup>	4,24 <sup>c</sup>	3,83 <sup>c</sup>	9,13 <sup>b</sup>	133,46 <sup>c</sup>	2,02 <sup>b</sup>	39,85 <sup>a</sup>

\*Los resultados que poseen letras iguales no son significativamente diferentes

Valores promedios (3 réplicas) Prueba de Tukey al 5%

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

#### **4.2.3. Efecto de la interacción Variedad y Proceso en el contenido de compuestos antioxidantes**

La Tabla 125 presenta la concentración de compuestos antioxidantes, categorizada por especie mediante la aplicación de la prueba de Tukey al 5%. En el Sangorache, los fenoles se preservaron en mayor concentración en las hojas sometidas a remojo, registrándose 369,12 mg/100g; una mayor concentración de flavonoides (57,32 mg/100g) se determinó en el tratamiento de las hojas sometidas al proceso de cocción vapor; las antocianinas totales, color polimérico en agua y en bisulfito de sodio sobresalió en las panojas de Sangorache sometidas al proceso de cocción con vapor, registrándose valores de 145,00 mg/100g, 12,18%, 9,83%, respectivamente. Igualmente los taninos aparecieron en mayor concentración (59,23 mg/100g) en las hojas de Sangorache cocidas con vapor, el ácido ascórbico sobresalió (190,05 mg/100g) en las panojas de Sangorache sometidas a remojo, lo mismo sucedió con el zinc, registrándose 4,20 mg/100g, mientras que los carotenoides totales sobresalieron en las hojas sometidas al proceso de remojo con 67019, 3 mg/100g.

En el caso del maíz Negro, la mayor retención de fenoles totales se determinó en el grano y las corontas de la raza Racimo de Uva, sometida al proceso de remojo con 253,55 y 245,29 mg/100 g, respectivamente. La mayor retención de flavonoides se obtuvo en el maíz Racimo de Uva cocido con vapor con un valor de 0,95 mg/100g, mientras que las antocianinas totales, experimentaron menor pérdida en el grano de maíz Racimo de Uva cocido con vapor obteniéndose (400,98 mg/100g). Las antocianinas monoméricas se registraron en menor concentración (0,63 mg/100 g) en el grano, variedad Sangre de Cristo, cocido a presión normal. La mayor concentración de color polimérico se obtuvo en el grano de maíz, variedad Sangre de Cristo, cocido con vapor, obteniéndose valores de 10,18% en agua y 9,22% en bisulfito de sodio. Este mismo ecotipo retuvo la mayor concentración de ácido ascórbido (18,86 mg/100 g), después del proceso de remojo. Entre tanto que el zinc y los carotenoides totales se retuvieron en mayor proporción (3,55 mg/100g) y (77,30

mg/100 g) en el grano de la variedad Racimo de Uva después del proceso de remojo.

Para las corontas de la raza Racimo de Uva sometidas al proceso de remojo en agua, se registraron las menores pérdidas de compuestos antioxidantes. Para los fenoles totales se determinó un valor de 245,29 mg/100g, las antocianinas totales presentaron un valor de 199,37 mg/100g, taninos 27,02 mg/100g. Las antocianinas monoméricas aparecieron en menor concentración (1,27 mg/100 g) en las corontas de la variedad Sangre de Cristo, cocidas a presión normal. El color polimérico se preservó en mayor proporción en las corontas de maíz raza Racimo de Uva sometido a cocción a presión normal, obteniéndose 5,88% y 5,11%. La vitamina C apareció en mayor concentración (152,90 mg/100 g) en las corontas de maíz raza racimo de uva sometida a remojo en la mezcla de agua 70% y etanol 30%. En las corontas de la variedad sangre de Cristo sometidas a remojo con agua, sobresalieron el zinc con 2,70 mg/100g y carotenoides totales con 60,86 mg/100g.

Por otra parte, en el frejol Negro variedad INIAP 482, cocido con vapor, no se determinó una pérdida notable de los fenoles totales (137,78 mg/100g) en relación con el grano en estado crudo, igual sucedió con los taninos, determinándose un valor de 12,70 mg/100g. En cuanto al contenido de antocianinas totales se destacó el frejol genotipo G21212 sometido al proceso de remojo, obteniéndose un valor de 218,13 mg/100g, igual sucedió con el contenido de carotenos totales con 98,93 mg/100 g. En este mismo genotipo se obtuvo un menor valor (0,31 mg/100 g) de antocianinas monomérica y un mayor valor de ácido ascórbico cuando el grano fue perlado.

En las papas nativas como en el resto de especies vegetales analizadas los procesos aplicados influyeron en la concentración de compuestos antioxidantes. Los fenoles totales se retuvieron en mayor concentración en la variedad Puca Shungo cocida al vapor (279,42) y en el material pelado (279,38 mg/100 g), no se encontró diferencias significativas en el contenido de flavonoides y todas las variedades analizadas mostraron un similar contenido de flavonoides (0,20 mg/100 g). El proceso de menor afectación en las

antocianinas totales fue el pelado, determinándose la mayor concentración en la variedad Tushpa sometida a este proceso con 151,66 mg/100, seguida de la variedad Yana Shungo cocida a presión normal en la que se obtuvo 144,69 mg/100 de antocianinas. En cuanto a las antocianinas monoméricas un menor contenido (mayor capacidad antioxidante) se detectó en las variedades Amarilla y Roja, cocidas a presión normal con 1,98 y 2,24 mg/100 g, respectivamente. En el color polimérico en agua, las variedades Puca y Yana shungo peladas presentaron una mayor concentración con 9,41 y 9,23%, respectivamente; mientras que en solución de bisulfito de sodio Yana shungo pelada retuvo en mayor proporción (19,68%) el color polimérico. En lo que se refiere a los taninos, las variedades Yana Shungo horneada y Tushpa cocida al vapor retuvieron en mayor concentración estos compuestos con 224 y 173,04 mg/100g respectivamente. El ácido ascórbico se preservó en mayor proporción en la variedad Yana shungo horneada con 224 mg/100 g. El zinc se presentó en mayor concentración (2,55 mg/100 g) en la variedad Tushpa cocida con vapor. Los carotenoides totales se presentaron en mayor concentración en la variedad Amarilla cocida con vapor y horneada con 61,76 y 62,27 mg/100g respectivamente.

**Tabla 125. EFECTO DE LA INTERACCIÓN VARIEDAD Y PROCESO EN EL CONTENIDO DE COMPUESTOS ANTIOXIDANTES (Pg. 163, 164 y 165)**

Factor A*B													
Muestras	°N	Descripción	Trata Mientos	Fenoles Totales (mg/100g)	Flavonoides (mg/100g)	antocianinas		Color polimérico		Taninos (mg/100g)	Acido ascórbico (mg/100g)	Zinc (mg/100g)	Carotenoides totales (ug/100g)
						Totales (mg/100g)	Monoméricas (mg/100g)	Sol. Acuosa	En Bisulfito de sodio				
<i>Sangorache</i>	1	Grano sometido al proceso de remojo	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	10,15 <sup>h</sup>	0,20 <sup>d</sup>	1,26 <sup>g</sup>	2,97 <sup>c</sup>	1,01 <sup>l</sup>	1,37 <sup>l</sup>	2,22 <sup>l</sup>	16,58 <sup>g</sup>	3,77 <sup>abc</sup>	58,13 <sup>g</sup>
	2	Grano sometido al proceso de cocción a presión normal	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	7,60 <sup>i</sup>	0,20 <sup>d</sup>	0,57 <sup>g</sup>	0,80 <sup>f/g</sup>	0,36 <sup>f</sup>	1,82 <sup>ef</sup>	1,39 <sup>g</sup>	12,05 <sup>i</sup>	3,02 <sup>c</sup>	24,06 <sup>i</sup>
	3	Grano sometido a cocción con vapor	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	11,99 <sup>g</sup>	0,20 <sup>d</sup>	0,58 <sup>g</sup>	1,59 <sup>d/e</sup>	3,12 <sup>e</sup>	2,48 <sup>e</sup>	1,53 <sup>f/g</sup>	15,71 <sup>h</sup>	3,39 <sup>b/c</sup>	48,59 <sup>h</sup>
	4	Hojas sometida al proceso de remojo	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	369,12 <sup>a</sup>	0,40 <sup>c/d</sup>	70,08 <sup>d</sup>	1,95 <sup>d</sup>	7,75 <sup>c</sup>	8,63 <sup>c</sup>	47,64 <sup>b</sup>	170,04 <sup>b</sup>	4,06 <sup>ab</sup>	67019,3 <sup>a</sup>
	5	Hojas sometida al proceso de cocción a presión normal	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	177,30 <sup>e</sup>	2,41 <sup>b</sup>	45,98 <sup>f</sup>	0,23 <sup>g</sup>	7,38 <sup>c/d</sup>	8,33 <sup>c</sup>	17,76 <sup>e</sup>	127,08 <sup>e</sup>	3,57 <sup>ab/c</sup>	26671,7 <sup>c</sup>
	6	Hojas sometida a cocción con vapor	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	198,10 <sup>c</sup>	3,85 <sup>a</sup>	54,08 <sup>e</sup>	1,10 <sup>ef</sup>	7,72 <sup>c</sup>	8,39 <sup>c</sup>	59,23 <sup>a</sup>	130,22 <sup>d</sup>	3,56 <sup>ab/c</sup>	34405,3 <sup>b</sup>
	7	Panojas sometidas al proceso de remojo	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	256,16 <sup>b</sup>	0,45 <sup>c/d</sup>	136,13 <sup>b</sup>	4,18 <sup>b</sup>	9,46 <sup>b</sup>	9,43 <sup>b</sup>	36,28 <sup>c</sup>	190,05 <sup>a</sup>	4,20 <sup>a</sup>	5383,4 <sup>d</sup>
	8	Panojas sometidas al proceso de cocción a presión normal	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	92,22 <sup>f</sup>	1,12 <sup>c</sup>	77,42 <sup>c</sup>	2,21 <sup>d</sup>	6,65 <sup>d</sup>	6,64 <sup>d</sup>	19,52 <sup>d</sup>	139,87 <sup>c</sup>	3,45 <sup>ab/c</sup>	4373,23 <sup>f</sup>
	9	Panojas sometidas al cocción con vapor	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	179,39 <sup>d</sup>	2,02 <sup>b</sup>	145,00 <sup>a</sup>	8,22 <sup>a</sup>	12,18 <sup>a</sup>	9,83 <sup>a</sup>	47,81 <sup>b</sup>	120,63 <sup>f</sup>	4,10 <sup>ab</sup>	5255,27 <sup>e</sup>
<i>Maíz Negro</i>	10	Grano de la raza racimo de uva (INIAP), sometido al proceso de remojo	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	253,55 <sup>a</sup>	0,66 <sup>ab</sup>	329,67 <sup>b</sup>	21,76 <sup>a</sup>	9,24 <sup>b</sup>	8,42 <sup>b</sup>	15,32 <sup>b</sup>	44,01 <sup>b</sup>	3,55 <sup>a</sup>	77,30 <sup>a</sup>
	11	Grano de la raza racimo de uva (INIAP), sometido al proceso de cocción a presión normal	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	101,70 <sup>d</sup>	0,37 <sup>ab</sup>	88,09 <sup>c</sup>	2,27 <sup>f</sup>	7,86 <sup>c</sup>	6,55 <sup>c</sup>	9,66 <sup>c</sup>	32,42 <sup>d</sup>	2,61 <sup>b</sup>	26,44 <sup>e</sup>
	12	Grano de la raza racimo de uva (INIAP), sometido a cocción con vapor	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	119,72 <sup>b</sup>	0,95 <sup>a</sup>	400,98 <sup>a</sup>	20,64 <sup>b</sup>	9,77 <sup>ab</sup>	8,05 <sup>b</sup>	18,86 <sup>a</sup>	35,83 <sup>c</sup>	2,59 <sup>b</sup>	66,46 <sup>b</sup>
	13	Grano de la raza racimo de uva (INIAP), sometido a perlado	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	39,25 <sup>g</sup>	0,20 <sup>b</sup>	3,70 <sup>g</sup>	1,00 <sup>g</sup>	3,35 <sup>e</sup>	2,35 <sup>e</sup>	1,48 <sup>f</sup>	25,61 <sup>f</sup>	2,99 <sup>ab</sup>	40,37 <sup>d</sup>
	14	Grano variedad sangre de cristo, sometido al proceso de remojo	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	69,07 <sup>e</sup>	0,20 <sup>b</sup>	30,19 <sup>d</sup>	19,78 <sup>c</sup>	8,08 <sup>c</sup>	8,02 <sup>b</sup>	3,67 <sup>d/e</sup>	94,67 <sup>a</sup>	2,49 <sup>b</sup>	60,69 <sup>c</sup>
	15	Grano variedad sangre de cristo, sometido al proceso de cocción a presión normal	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	67,53 <sup>f</sup>	0,20 <sup>ab</sup>	12,67 <sup>f</sup>	0,63 <sup>g</sup>	6,083 <sup>d</sup>	4,17 <sup>d</sup>	3,14 <sup>e</sup>	31,55 <sup>e</sup>	2,42 <sup>b</sup>	20,22 <sup>f</sup>
	16	Grano variedad sangre de cristo, sometido a cocción con vapor	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	102,51 <sup>c</sup>	0,20 <sup>ab</sup>	29,00 <sup>e</sup>	7,90 <sup>d</sup>	10,18 <sup>a</sup>	9,22 <sup>a</sup>	3,97 <sup>d</sup>	32,82 <sup>d</sup>	2,52 <sup>b</sup>	16,86 <sup>g</sup>
<i>Corontas de</i>	17	Grano variedad sangre de cristo, sometido a perlado	a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	36,29 <sup>h</sup>	0,20 <sup>b</sup>	1,54 <sup>h</sup>	5,61 <sup>e</sup>	2,57 <sup>f</sup>	2,81 <sup>e</sup>	1,63 <sup>f</sup>	31,28 <sup>e</sup>	2,31 <sup>b</sup>	13,81 <sup>h</sup>
	18	Tusa de la raza racimo de uva (INIAP), sometido a remojo en agua	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	245,29 <sup>a</sup>	0,42 <sup>a</sup>	199,37 <sup>a</sup>	4,21 <sup>b</sup>	3,54 <sup>d</sup>	4,41 <sup>ab</sup>	27,02 <sup>a</sup>	87,14 <sup>d</sup>	2,90 <sup>ab</sup>	53,78 <sup>b</sup>
	19	Tusa de la raza racimo de uva (INIAP), sometido a remojo en la mezcla agua (50 %)-etanol (50 %)	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	57,85 <sup>f</sup>	0,37 <sup>a</sup>	86,82 <sup>c</sup>	5,80 <sup>a</sup>	1,81 <sup>e</sup>	2,44 <sup>e</sup>	10,55 <sup>e</sup>	89,40 <sup>c</sup>	2,36 <sup>b/c</sup>	45,15 <sup>d</sup>

<b>Maíz</b>	20	Tusa de la raza racimo de uva (INIAP), sometido a remojo en la mezcla agua (70 %)-etanol (30 %)	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	73,78 <sup>d</sup>	0,35 <sup>a</sup>	72,94 <sup>d</sup>	5,09 <sup>a</sup>	3,05 <sup>d</sup>	2,93 <sup>d/e</sup>	19,20 <sup>c</sup>	152,90 <sup>a</sup>	2,79 <sup>a/b</sup>	40,51 <sup>f</sup>
	21	Tusa de la raza racimo de uva (INIAP), sometido a cocción a presión normal	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	90,33 <sup>c</sup>	0,49 <sup>a</sup>	155,76 <sup>b</sup>	2,66 <sup>c/d</sup>	5,88 <sup>a</sup>	5,11 <sup>a</sup>	21,35 <sup>b</sup>	53,06 <sup>g</sup>	2,47 <sup>a/b/c</sup>	22,97 <sup>h</sup>
	22	Tusa variedad sangre de cristo, sometido a remojo en agua	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	166,48 <sup>b</sup>	0,020 <sup>a</sup>	17,72 <sup>e</sup>	3,37 <sup>c</sup>	4,41 <sup>b/c</sup>	3,99 <sup>b/c</sup>	14,91 <sup>d</sup>	146,46 <sup>b</sup>	2,70 <sup>a</sup>	60,86 <sup>a</sup>
	23	Tusa variedad sangre de cristo, sometido a remojo en la mezcla agua (50 %)-etanol (50 %)	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	42,31 <sup>h</sup>	0,20 <sup>a</sup>	18,10 <sup>e</sup>	2,43 <sup>d</sup>	3,67 <sup>c/d</sup>	3,94 <sup>b/c</sup>	10,60 <sup>e</sup>	82,28 <sup>e</sup>	2,30 <sup>b/c</sup>	51,38 <sup>c</sup>
	24	Tusa variedad sangre de cristo, sometido a remojo en la mezcla agua (70 %)-etanol (30 %)	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	43,36 <sup>g</sup>	0,25 <sup>a</sup>	8,67 <sup>g</sup>	2,74 <sup>c/d</sup>	4,65 <sup>b</sup>	4,21 <sup>b/c</sup>	10,14 <sup>e</sup>	64,29 <sup>f</sup>	2,19 <sup>b/c</sup>	44,33 <sup>e</sup>
	25	Tusa variedad sangre de cristo, sometido a cocción a presión normal	a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	59,76 <sup>e</sup>	0,20 <sup>a</sup>	15,27 <sup>f</sup>	1,27 <sup>e</sup>	5,51 <sup>a</sup>	3,65 <sup>c/d</sup>	8,80 <sup>f</sup>	27,33 <sup>h</sup>	2,03 <sup>c</sup>	25,80 <sup>g</sup>
<b>Frejol Negro</b>	26	Genotipo L. G21212, sometido al proceso de remojo	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	71,52 <sup>l</sup>	0,47 <sup>a</sup>	218,13 <sup>a</sup>	2,58 <sup>e</sup>	10,08 <sup>a</sup>	4,64 <sup>c</sup>	4,50 <sup>g</sup>	32,80 <sup>a</sup>	2,72 <sup>d/e/f</sup>	98,93 <sup>a</sup>
	27	Genotipo L. G21212, cocción a presión normal	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	66,51 <sup>m</sup>	0,42 <sup>a</sup>	14,83 <sup>m</sup>	2,50 <sup>e</sup>	4,23 <sup>l/g</sup>	2,95 <sup>d</sup>	2,28 <sup>l</sup>	16,71 <sup>g</sup>	2,41 <sup>f</sup>	21,17 <sup>g</sup>
	28	Genotipo L. G21212, cocción con vapor	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	108,77 <sup>e</sup>	0,40 <sup>a</sup>	77,44 <sup>e</sup>	3,39 <sup>d</sup>	8,93 <sup>b</sup>	4,54 <sup>c</sup>	5,57 <sup>f</sup>	17,94 <sup>f</sup>	2,59 <sup>e/f</sup>	18,83 <sup>h</sup>
	29	Genotipo L. G21212, sometido a perlado	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	70,41 <sup>k</sup>	0,54 <sup>a</sup>	32,75 <sup>l</sup>	0,31 <sup>g</sup>	4,47 <sup>e/f</sup>	3,08 <sup>d</sup>	4,21 <sup>g/h</sup>	15,56 <sup>h</sup>	2,29 <sup>f</sup>	12,58 <sup>k</sup>
	30	variedad INIAP 482, remojo	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	111,73 <sup>d</sup>	0,25 <sup>a</sup>	200,95 <sup>b</sup>	4,95 <sup>a</sup>	10,43 <sup>a</sup>	1,84 <sup>e</sup>	9,74 <sup>c</sup>	19,45 <sup>b</sup>	3,63 <sup>a/b</sup>	49,23 <sup>d</sup>
	31	variedad INIAP 482, cocción a presión normal	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	111,71 <sup>d</sup>	0,25 <sup>a</sup>	15,27 <sup>m</sup>	4,63 <sup>b/c</sup>	3,64 <sup>g/h</sup>	1,37 <sup>e</sup>	8,99 <sup>c/d</sup>	25,03 <sup>d</sup>	3,56 <sup>a/b/c</sup>	14,51 <sup>l</sup>
	32	variedad INIAP 482, cocción con vapor	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	137,78 <sup>a</sup>	0,30 <sup>a</sup>	108,75 <sup>c</sup>	4,77 <sup>b</sup>	8,61 <sup>b</sup>	1,95 <sup>e</sup>	12,70 <sup>a</sup>	21,30 <sup>e</sup>	3,51 <sup>a/b/c/d</sup>	16,03 <sup>l</sup>
	33	Variedad INIAP 482, sometido a perlado	a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	95,38 <sup>g</sup>	0,25 <sup>a</sup>	55,06 <sup>h</sup>	2,57 <sup>e</sup>	4,81 <sup>e/f</sup>	1,50 <sup>e</sup>	11,35 <sup>b</sup>	21,48 <sup>e</sup>	2,79 <sup>c/d/e/f</sup>	12,57 <sup>k</sup>
	34	Genotipo Cóndor, remojo	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	117,05 <sup>b</sup>	0,32 <sup>a</sup>	106,78 <sup>d</sup>	4,27 <sup>b/c</sup>	5,12 <sup>e</sup>	5,16 <sup>b/c</sup>	8,44 <sup>d</sup>	29,82 <sup>b</sup>	4,13 <sup>a</sup>	52,29 <sup>b</sup>
	35	Genotipo Cóndor, cocción a presión normal	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	68,46 <sup>l</sup>	0,27 <sup>a</sup>	11,78 <sup>n</sup>	2,39 <sup>e</sup>	3,57 <sup>g/h</sup>	3,36 <sup>d</sup>	3,44 <sup>h</sup>	16,31 <sup>g/h</sup>	3,71 <sup>a/b</sup>	18,22 <sup>h</sup>
	36	Genotipo Cóndor, cocción con vapor	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	115,78 <sup>c</sup>	0,25 <sup>a</sup>	72,33 <sup>f</sup>	4,46 <sup>b/c</sup>	7,78 <sup>c</sup>	7,36 <sup>a</sup>	9,22 <sup>c/d</sup>	16,24 <sup>g/h</sup>	3,65 <sup>a/b</sup>	30,59 <sup>f</sup>
	37	Genotipo Cóndor, sometido a perlado	a <sub>3</sub> b <sub>4</sub>	98,56 <sup>f</sup>	0,39 <sup>a</sup>	18,88 <sup>l</sup>	0,38 <sup>f/g</sup>	3,22 <sup>h</sup>	3,56 <sup>d</sup>	4,45 <sup>g</sup>	15,56 <sup>h</sup>	3,01 <sup>b/c/d/e/f</sup>	11,13 <sup>l</sup>
	38	Genotipo L. L8863, remojo	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	92,08 <sup>h</sup>	0,10 <sup>a</sup>	37,90 <sup>l</sup>	5,05 <sup>a/b</sup>	7,58 <sup>c</sup>	7,80 <sup>a</sup>	11,61 <sup>b</sup>	28,27 <sup>c</sup>	3,29 <sup>b/c/d/e</sup>	50,22 <sup>c</sup>
	39	Genotipo L. L8863, cocción a presión normal	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	66,87 <sup>m</sup>	0,10 <sup>a</sup>	9,12 <sup>o</sup>	3,83 <sup>c/d</sup>	1,47 <sup>l</sup>	1,25 <sup>e</sup>	3,72 <sup>g/h</sup>	16,76 <sup>g</sup>	3,26 <sup>b/c/d/e</sup>	18,61 <sup>h</sup>
40	Genotipo L. L8863, cocción con vapor	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	98,43 <sup>f</sup>	0,15 <sup>a</sup>	70,97 <sup>g</sup>	4,97 <sup>a/b</sup>	5,94 <sup>d</sup>	5,71 <sup>b</sup>	11,74 <sup>b</sup>	21,56 <sup>e</sup>	3,33 <sup>a/b/c/d/e</sup>	31,48 <sup>e</sup>	
41	Genotipo L. L8863, sometido a perlado	a <sub>4</sub> b <sub>4</sub>	84,63 <sup>l</sup>	0,10 <sup>a</sup>	31,70 <sup>k</sup>	1,11 <sup>f</sup>	3,07 <sup>h</sup>	1,49 <sup>e</sup>	6,57 <sup>e</sup>	17,71 <sup>f</sup>	2,42 <sup>f</sup>	14,50 <sup>j</sup>	
<b>Papas Nativas</b>	42	Yana Shungo, sometida al proceso de pelado	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	158,06 <sup>i</sup>	0,20 <sup>a</sup>	118,19 <sup>c</sup>	18,97 <sup>a</sup>	9,23 <sup>a</sup>	8,65 <sup>a</sup>	19,68 <sup>a</sup>	162,94 <sup>g</sup>	1,92 <sup>a/b/c/d/e/f</sup>	44,59 <sup>c</sup>
	43	Yana Shungo, cocción a presión normal	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	191,09 <sup>g</sup>	0,20 <sup>a</sup>	144,69 <sup>b</sup>	13,33 <sup>c</sup>	4,67 <sup>c/d</sup>	2,48 <sup>e/f/g/h</sup>	9,43 <sup>e</sup>	149,81 <sup>h</sup>	1,56 <sup>d/e/f</sup>	41,58 <sup>d</sup>
	44	Yana Shungo, cocción con vapor	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	226,30 <sup>c</sup>	0,20 <sup>a</sup>	73,08 <sup>f</sup>	15,69 <sup>b</sup>	9,21 <sup>a</sup>	9,14 <sup>a</sup>	9,72 <sup>e</sup>	191,21 <sup>c</sup>	2,25 <sup>a/b/c/d/e</sup>	16,27 <sup>j</sup>
	45	Yana Shungo, homeo	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	226,28 <sup>c</sup>	0,20 <sup>a</sup>	87,92 <sup>e</sup>	12,73 <sup>c/d</sup>	8,15 <sup>b</sup>	7,55 <sup>b</sup>	11,38 <sup>d</sup>	224,00 <sup>a</sup>	2,36 <sup>a/b</sup>	49,19 <sup>b</sup>
	46	Puca Shungo, sometida al proceso de pelado	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	279,38 <sup>a</sup>	0,20 <sup>a</sup>	37,91 <sup>j</sup>	11,99 <sup>d/e/f</sup>	9,41 <sup>a</sup>	9,00 <sup>a</sup>	6,73 <sup>g/h/i</sup>	171,40 <sup>e</sup>	1,65 <sup>b/c/d/e/f</sup>	11,79 <sup>m</sup>
	47	Puca Shungo, cocción a presión normal	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	193,33 <sup>f</sup>	0,20 <sup>a</sup>	33,60 <sup>k</sup>	11,19 <sup>f</sup>	3,65 <sup>e/f</sup>	3,38 <sup>d</sup>	11,23 <sup>d</sup>	166,69 <sup>f</sup>	1,15 <sup>f</sup>	14,10 <sup>k/l</sup>
	48	Puca Shungo, cocción con vapor	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	279,43 <sup>a</sup>	0,20 <sup>a</sup>	40,51 <sup>i</sup>	14,98 <sup>b</sup>	8,21 <sup>b</sup>	7,69 <sup>b</sup>	15,85 <sup>b</sup>	110,47 <sup>l</sup>	1,48 <sup>e/f</sup>	48,56 <sup>b</sup>
	49	Puca Shungo, homeo	a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	242,74 <sup>b</sup>	0,20 <sup>a</sup>	44,06 <sup>h</sup>	7,88 <sup>h</sup>	5,14 <sup>c</sup>	4,43 <sup>c</sup>	12,77 <sup>c</sup>	83,90 <sup>m</sup>	1,21 <sup>f</sup>	41,25 <sup>d</sup>
	50	Variedad Roja, sometida al proceso de pelado	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	197,52 <sup>e</sup>	0,20 <sup>a</sup>	2,22 <sup>o</sup>	5,78 <sup>l/j</sup>	3,19 <sup>l/g</sup>	2,47 <sup>e/f/g/h</sup>	7,02 <sup>g/h</sup>	110,45 <sup>j</sup>	2,39 <sup>a/b/c</sup>	19,00 <sup>i</sup>

51	Variedad Roja, cocción a presión normal	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	190,58 <sup>g</sup>	0,20 <sup>a</sup>	4,54 <sup>n</sup>	2,24 <sup>k</sup>	1,46 <sup>ij</sup>	2,29 <sup>f/g/h</sup>	5,44 <sup>j</sup>	104,38 <sup>k</sup>	2,21 <sup>a/b/c/d/e</sup>	37,24 <sup>e</sup>
52	Variedad Roja, cocción con vapor	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	151,02 <sup>j</sup>	0,20 <sup>a</sup>	5,38 <sup>m</sup>	6,30 <sup>i</sup>	2,92 <sup>f/g/h</sup>	2,92 <sup>d/e/f/g</sup>	6,45 <sup>h/i</sup>	112,98 <sup>i</sup>	2,31 <sup>a/b/c/d</sup>	14,65 <sup>k</sup>
53	Variedad Roja, homeo	a <sub>3</sub> b <sub>4</sub>	61,15 <sup>q</sup>	0,20 <sup>a</sup>	6,75 <sup>l</sup>	7,48 <sup>h</sup>	4,17 <sup>d/e</sup>	3,29 <sup>d/e</sup>	5,93 <sup>ij</sup>	110,66 <sup>i</sup>	2,37 <sup>a/b/c/d</sup>	13,76 <sup>l</sup>
54	Variedad Amarilla, sometida al proceso de pelado	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	148,29 <sup>k</sup>	0,20 <sup>a</sup>	2,06 <sup>o</sup>	5,76 <sup>ij</sup>	2,54 <sup>g/h</sup>	2,54 <sup>e/f/g/h</sup>	6,65 <sup>h/i</sup>	92,91 <sup>j</sup>	1,59 <sup>c/d/e/f</sup>	14,02 <sup>k/l</sup>
55	Variedad Amarilla, cocción a presión normal	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	112,77 <sup>n</sup>	0,20 <sup>a</sup>	0,29 <sup>p</sup>	1,98 <sup>k</sup>	0,84 <sup>i</sup>	0,62 <sup>j</sup>	6,17 <sup>ij</sup>	54,19 <sup>o</sup>	1,65 <sup>b/c/d/e/f</sup>	25,04 <sup>h</sup>
56	Variedad Amarilla, cocción con vapor	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	201,23 <sup>d</sup>	0,20 <sup>a</sup>	0,39 <sup>p</sup>	5,38 <sup>j</sup>	1,29 <sup>j</sup>	1,74 <sup>h/i</sup>	7,47 <sup>g</sup>	84,71 <sup>m</sup>	1,72 <sup>b/c/d/e/f</sup>	61,76 <sup>a</sup>
57	Variedad Amarilla, homeo	a <sub>4</sub> b <sub>4</sub>	126,86 <sup>m</sup>	0,20 <sup>a</sup>	0,57 <sup>p</sup>	5,06 <sup>j</sup>	1,49 <sup>ij</sup>	1,19 <sup>ij</sup>	7,10 <sup>g/h</sup>	81,40 <sup>n</sup>	1,73 <sup>b/c/d/e/f</sup>	62,27 <sup>a</sup>
58	Tushpa, sometida al proceso de pelado	a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	176,86 <sup>h</sup>	0,20 <sup>a</sup>	151,66 <sup>a</sup>	13,28 <sup>c</sup>	5,04 <sup>c</sup>	4,98 <sup>c</sup>	9,21 <sup>e/f</sup>	205,34 <sup>b</sup>	2,21 <sup>a/b/c/d/e</sup>	10,55 <sup>n</sup>
59	Tushpa, cocción a presión normal	a <sub>5</sub> b <sub>2</sub>	97,42 <sup>o</sup>	0,20 <sup>a</sup>	89,14 <sup>d</sup>	9,22 <sup>g</sup>	3,16 <sup>f/g</sup>	2,98 <sup>d/e/f</sup>	11,52 <sup>d</sup>	163,63 <sup>g</sup>	2,21 <sup>a/b/c/d/e</sup>	28,24 <sup>g</sup>
60	Tushpa, cocción con vapor	a <sub>5</sub> b <sub>3</sub>	94,01 <sup>p</sup>	0,20 <sup>a</sup>	62,89 <sup>g</sup>	11,71 <sup>e/f</sup>	2,26 <sup>h/i</sup>	2,15 <sup>g/h</sup>	9,61 <sup>e</sup>	173,04 <sup>d</sup>	2,55 <sup>a</sup>	45,07 <sup>c</sup>
61	Tushpa, homeo	a <sub>5</sub> b <sub>4</sub>	135,07 <sup>l</sup>	0,20 <sup>a</sup>	88,29 <sup>e</sup>	12,18 <sup>d/e</sup>	2,23 <sup>h/i</sup>	2,72 <sup>d/e/f/g</sup>	8,47 <sup>i</sup>	166,83 <sup>f</sup>	2,32 <sup>a/b/c/d</sup>	32,77 <sup>l</sup>

Los resultados que poseen letras iguales no son significativamente diferentes

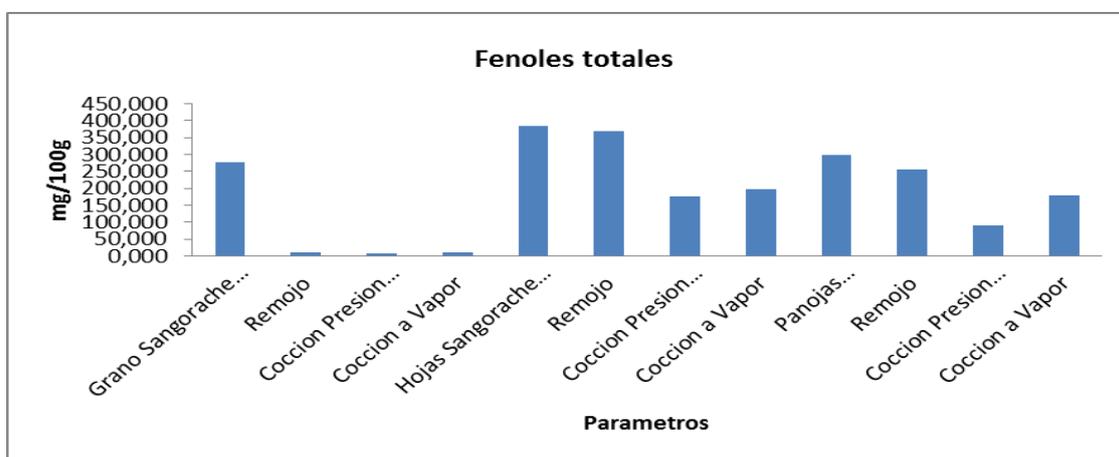
Valores promedios (3 réplicas) para la Prueba de Tukey al 5%

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

### 4.3 COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS COMPUESTOS ANTIOXIDANTES EN LAS ESPECIES CRUDAS Y PROCESADAS

En general se observa una pérdida de la concentración de los compuestos antioxidantes al comparar las especies crudas y procesadas la pérdida de la concentración (%) se determinó mediante la diferencia del valor inicial (crudo) y el valor obtenido luego de los procesos tecnológicos dividido para el valor inicial y por cien. A continuación se describe la pérdida de compuestos antioxidantes por especie.

#### 4.3.1. Sangorache Línea 17758

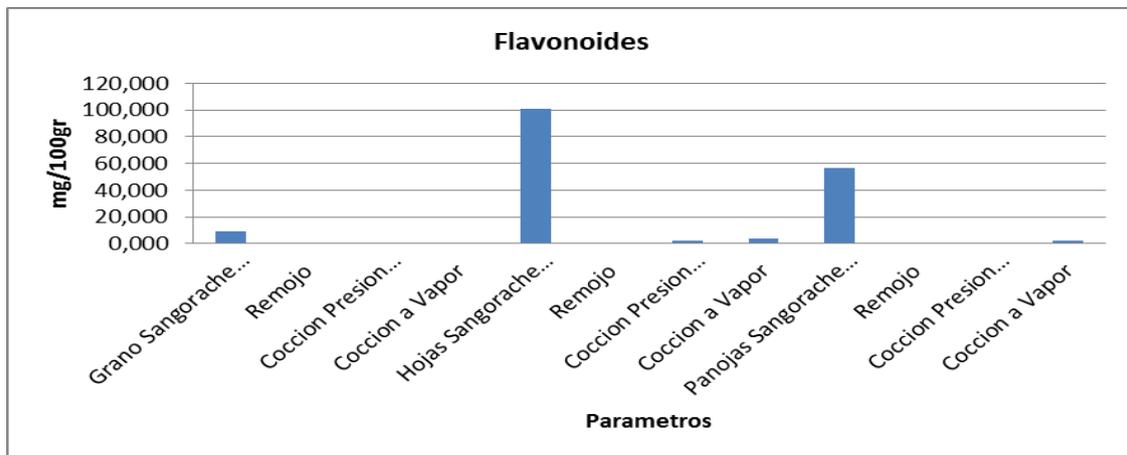


**Gráfico 9. PÉRDIDA DE FENOLES TOTALES DEL SANGORACHE SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el grano de Sangorache Línea 17758, las mayores pérdidas de fenoles (96%), con relación al grano crudo, se registraron en el grano sometido a remojo, cocido a presión normal (97%) y con vapor (96%). Todos los procesos aplicados resultaron deletéreos para los fenoles del grano. En las hojas de Sangorache la mayor pérdida se registró en la cocción a presión normal (54%), y cocción con vapor (49%). El remojo resultó el proceso de menor afectación, registrándose un valor de 369,8 mg/100 g. En las panojas de Sangorache, la cocción a presión a normal produjo una pérdida de fenoles en el orden del 69%, mientras que la cocción a vapor produjo una disminución del 40% en los fenoles totales. Igual que en las hojas, el remojo afectó en

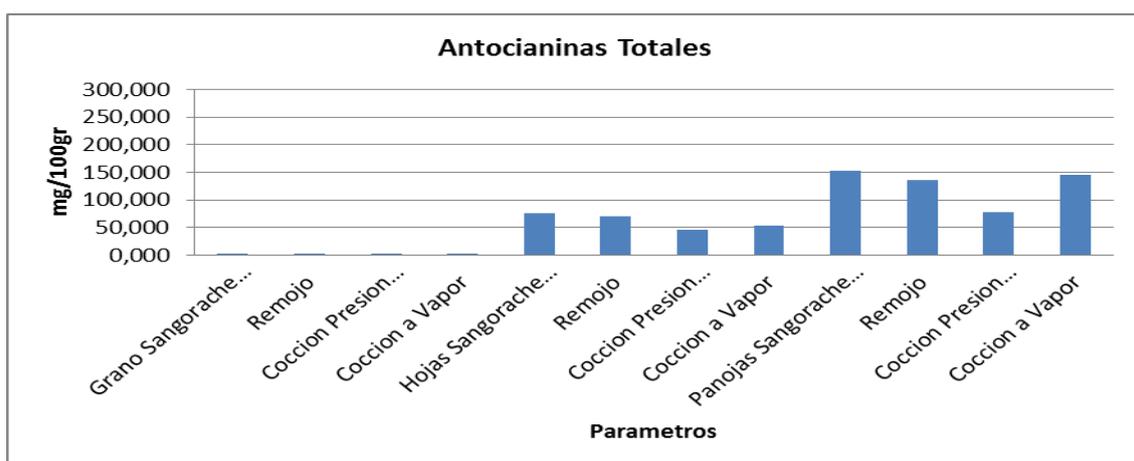
menor grado (14%) a los fenoles totales, registrándose 256,16 mg/100 g después de este proceso (Gráfico 9).



**Gráfico 10. PÉRDIDA DE FLAVONOIDES DEL SANGORACHE SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

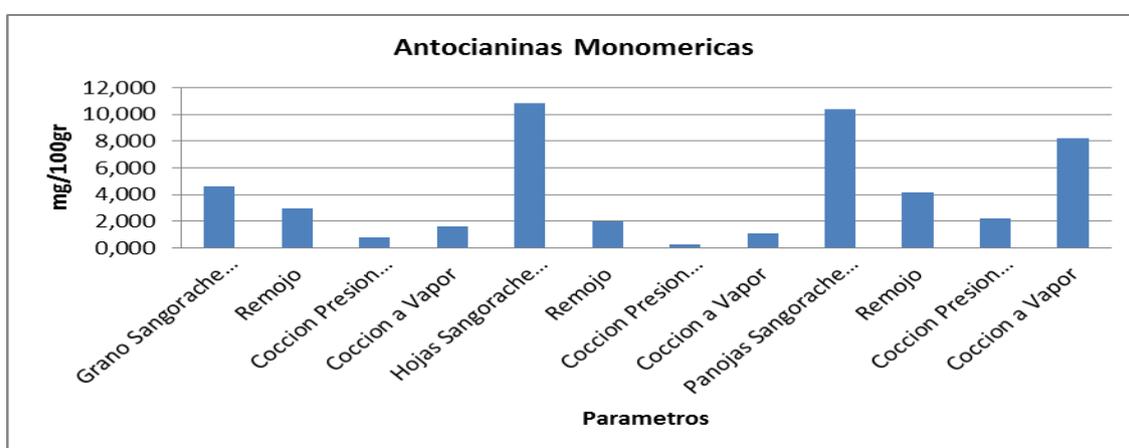
En el grano de Sangorache la pérdida de flavonoides en remojo alcanzó el 98%, la cocción a presión normal el 98% y la cocción con vapor el 98%. En las hojas de Sangorache, el remojo produjo una pérdida de flavonoides en el orden del 99,6%, la cocción a presión normal 98%, cocción con vapor 96%; en las panojas de sangorache se determinó una pérdida del 99% por efecto de la cocción a presión normal 98% y cocción con vapor 96 % (Gráfico 10).



**Gráfico 11. PÉRDIDA DE ANTOCIANINAS TOTALES EN EL SANGORACHE SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

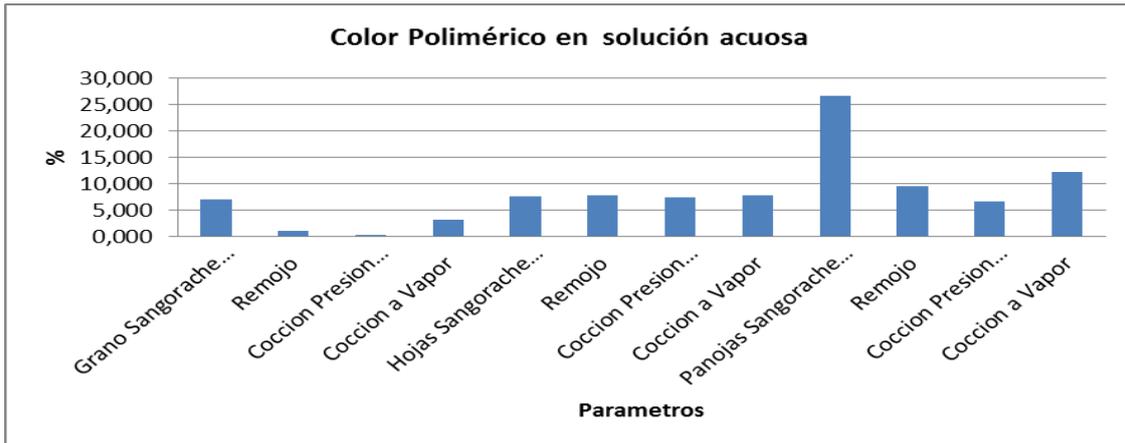
En el grano de Sangorache, la pérdida de antocianinas totales en remojo ascendió al 2%, cocción a presión normal 56% y cocción con vapor 55%. En las hojas de Sangorache, con el remojo se tuvo una pérdida del 7%, cocción a presión normal 39% y cocción a vapor 28%. En las panojas de Sangorache, por efecto del remojo se registró 11% de pérdida en las antocianinas totales con relación a los componentes en estado crudo, la cocción a presión normal produjo una pérdida del 49% y la cocción con vapor 5%. El proceso menos agresivo para las antocianinas totales de las hojas y panojas fue el remojo (Gráfico 11).



**Gráfico 12. PÉRDIDA DE ANTOCIANINAS MONÓMERICAS EN EL SANGORACHE SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

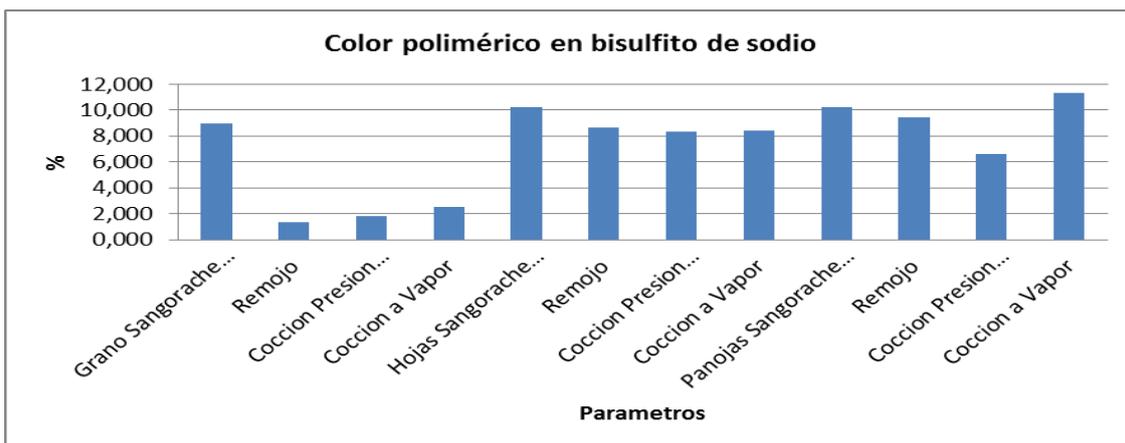
En el grano de Sangorache, se determinó una pérdida del 36% por efecto del remojo y 83% por acción de la cocción con vapor. En las hojas, la mayor pérdida (98%) se registró en la cocción de las hojas a presión atmosférica normal, seguida de la cocción vapor (90%) y el remojo. En las panojas de Sangorache, se registró una pérdida del 79% en las panojas cocidas a presión normal, 60% en las panojas remojadas y 21% en las panojas cocidas con vapor (Gráfico 12).



**Gráfico 13. PÉRDIDA DEL COLOR POLIMÉRICO EN SOLUCIÓN ACUOSA DEL SANGORACHE SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

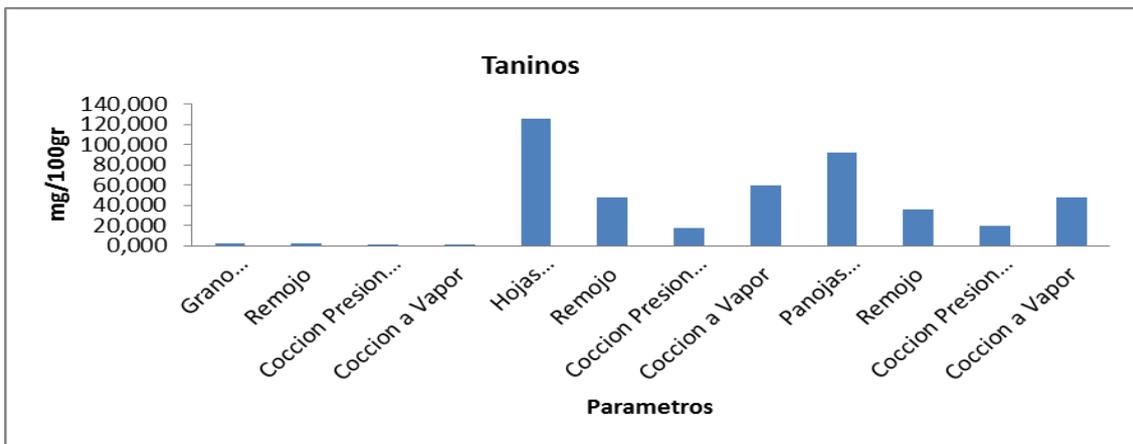
En el grano de Sangorache, se determinó una pérdida del 85,59%, por efecto del remojo; 94,86% por cocción a presión normal, 55% por cocción con vapor. El color polimérico en las hojas remojadas, experimentó una pérdida del 1,39%, en las hojas cocidas a presión normal 6,10% y cocidas con 1,78%. En las panojas se registró una pérdida significativa por efecto del procesamiento: 64% por efecto del remojo, 74% por cocción a presión normal y 54 % cocidas con vapor (Gráfico 13).



**Gráfico 14. PÉRDIDA DEL COLOR POLIMÉRICO EN BISULFITO DE SODIO DEL SANGORACHE, SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

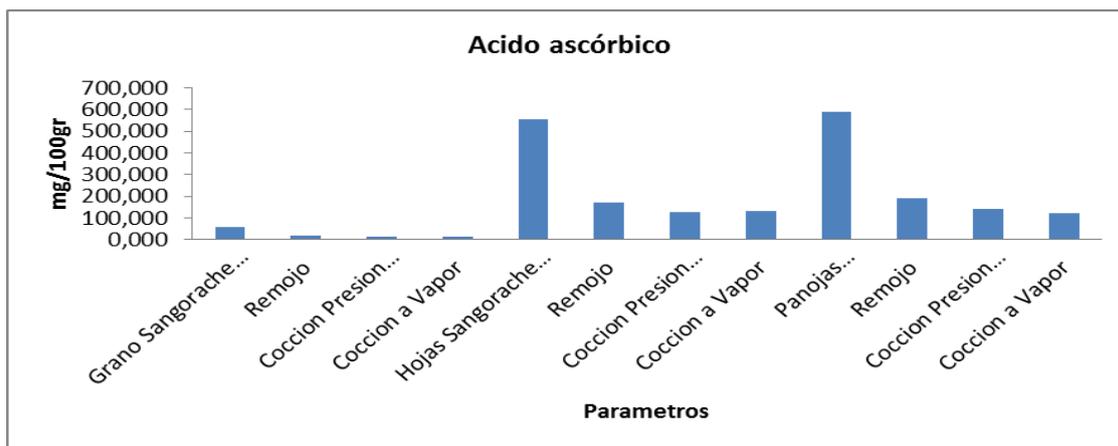
En el grano remojado, la pérdida del color polimérico ascendió a 84,67%, cocido a presión normal 79% y con vapor 72%. En las hojas de Sangorache, la pérdida del color polimérico en solución de bisulfito de sodio, ascendió a 15,39% por efecto del remojo, 18% por cocción a presión normal y 17% por cocción con vapor. En las panojas de sangorache, el color polimérico se preservó en mayor proporción, experimentando una pérdida del 8% por efecto del remojo, 35% por cocción a presión normal y 4% por cocción con vapor (Gráfico 14).



**Gráfico 15. PÉRDIDA DE TANINOS EN EL SANGORACHE SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

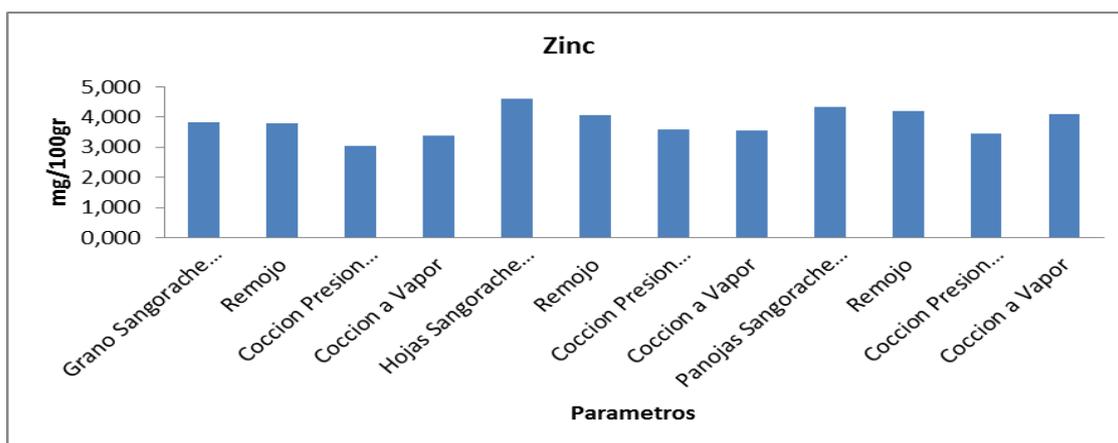
En el grano remojado los taninos se perdieron en el orden del 13%, en el grano cocido a presión normal la pérdida fue del 45% y 40% en el grano cocido con vapor. En las hojas de sangorache, se determinó una pérdida del 62% por efecto del remojo, 86% por cocción a presión normal y 53% por cocción con vapor. En las panojas de sangorache las pérdidas de taninos por efecto del remojo ascendieron a 61%, 79% por cocción a presión normal y 48% por cocción con vapor (Gráfico 15).



**Gráfico 16. PÉRDIDA DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN EL SANGORACHE SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

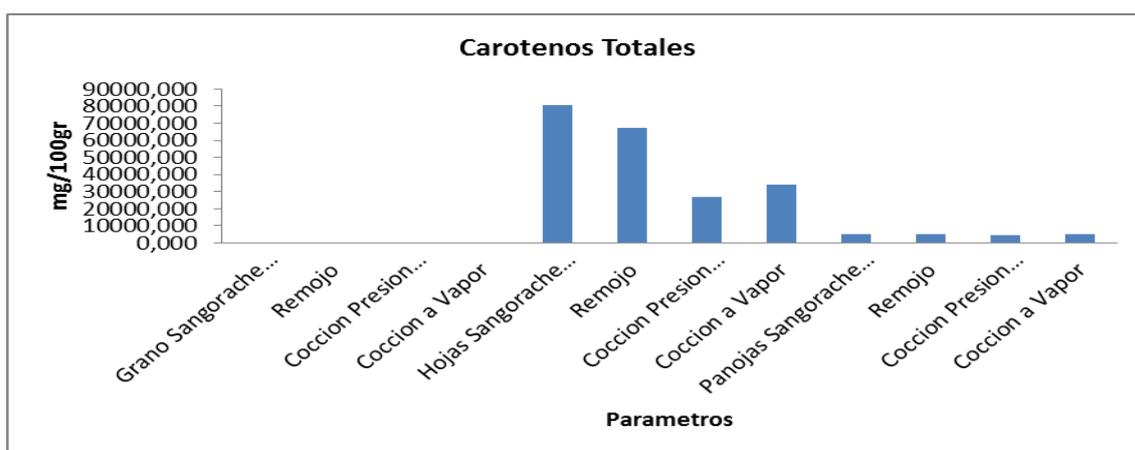
En el grano de Sangorache, la pérdida de ácido ascórbico ascendió al 72,19%, por efecto del remojo, 79% por cocción a presión normal y 72% por cocción con vapor. En las hojas de Sangorache, se determinó una pérdida del 69% de ácido ascórbico por efecto del remojo y 77% por cocción a presión normal y con vapor. En las panojas de Sangorache, la pérdida por efecto del remojo ascendió a 68%, 76% por cocción a presión a normal 79% por cocción con vapor (Gráfico 16).



**Gráfico 17. PÉRDIDA DE ZINC EN EL SANGORACHE SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Este fue uno de los componentes más estables en el Sangorache sometido a diferentes procesos, experimentando una pérdida del 2% en el grano remojado, 21% en el grano cocido a presión normal y 11% por cocción con vapor. En las hojas de sangorache, la pérdida por remojo ascendió al 12% y 22% en las hojas cocidas a presión normal y con vapor. En las panojas de sangorache, se registró una pérdida del 3% por efecto del remojo, 20% por cocción a presión normal y 5% por cocción con vapor (Gráfico 17).

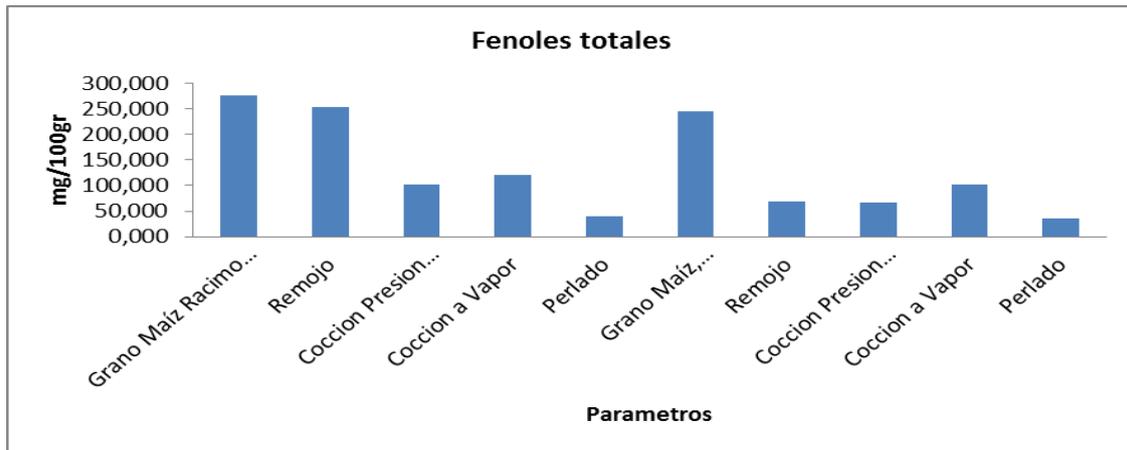


**Gráfico 18. PÉRDIDA DE CAROTENOIDES TOTALES EN EL SANGORACHE SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el grano de Sangorache, se determinó una pérdida del 71% por efecto del remojo, 88% por cocción a presión normal y 76% en el grano cocido con vapor. En las hojas, los procesos más agresivos fueron la cocción a presión normal y con vapor, registrándose pérdidas del 67 y 57%, respectivamente. En las panojas se registraron menores pérdidas, apenas 1% durante el remojo, 20% por efecto de la cocción a presión normal y 4% por cocción con vapor (Gráfico 18).

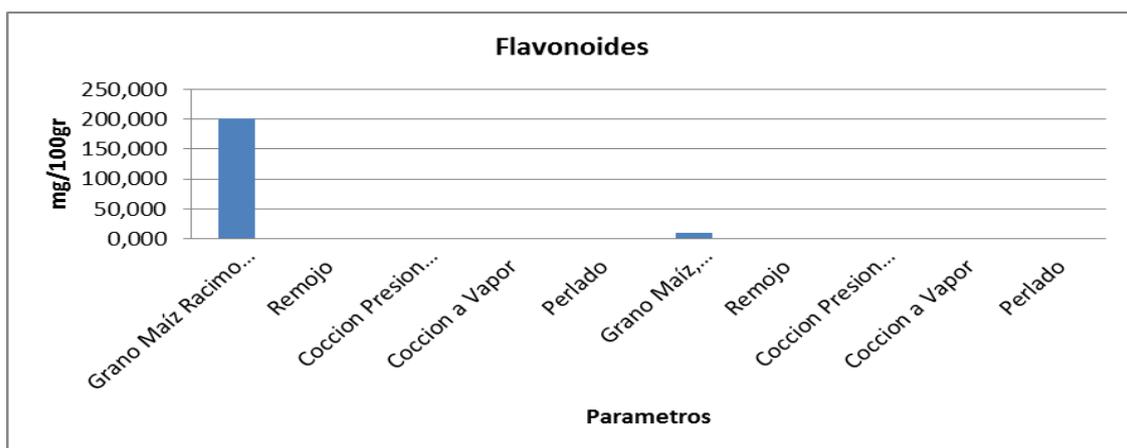
### 4.3.2. Maíz negro



**Gráfico 19. PÉRDIDA DE FENOLES TOTALES EN EL MAÍZ NEGRO SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

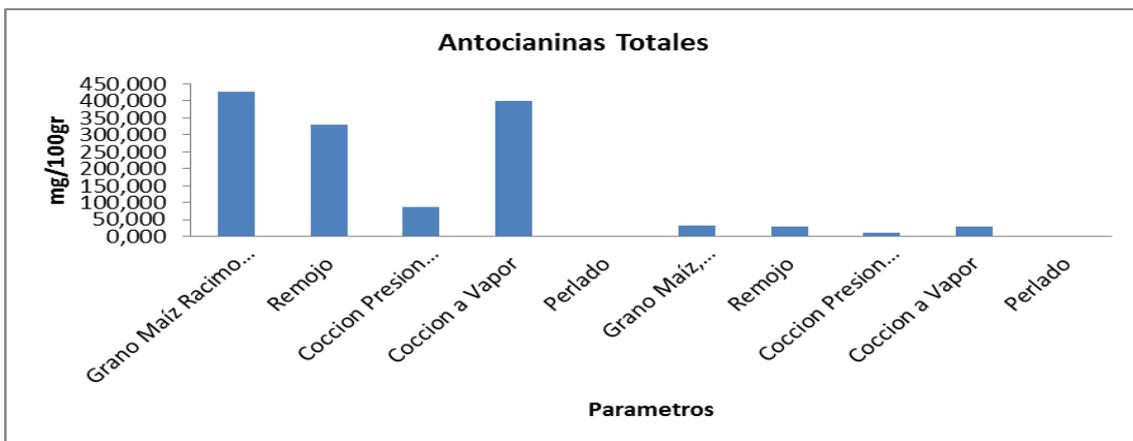
En las dos variedades de maíz, los fenoles totales se preservaron en mayor proporción en el grano. En la raza Racimo de Uva, la pérdida por efecto del remojo fue del 6%, cocción a presión normal 62%, cocido con vapor 56%, y perlado 86%. En la variedad Sangre de Cristo, las pérdidas registradas fueron: 72% por efecto del remojo, 73 % por cocción a presión normal, 73% por cocción con vapor y 58% por acción del perlado (Gráfico 19).



**Gráfico 20. PÉRDIDA DE FLAVONOIDES EN EL MAÍZ NEGRO SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

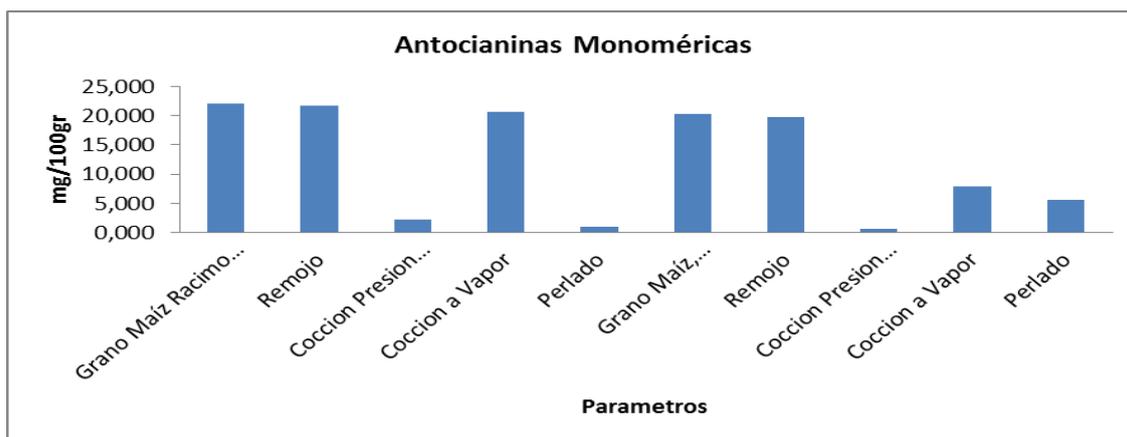
Estos compuestos experimentaron una gran pérdida en el grano, por efecto del procesamiento, alcanzando un nivel del 99,6% en el grano raza Racimo de Uva remojado, 99,8% en el grano cocido a presión normal, 99,5% en el cocido con vapor y 99,9% en el grano perlado. En la variedad Sangre de Cristo, las pérdidas alcanzaron el 98% por efecto de los diferentes tratamientos aplicados (Gráfico 20).



**Gráfico 21. PÉRDIDA DE LA CONCENTRACIÓN DE ANTOCIANINAS TOTALES EN EL MAÍZ NEGRO SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

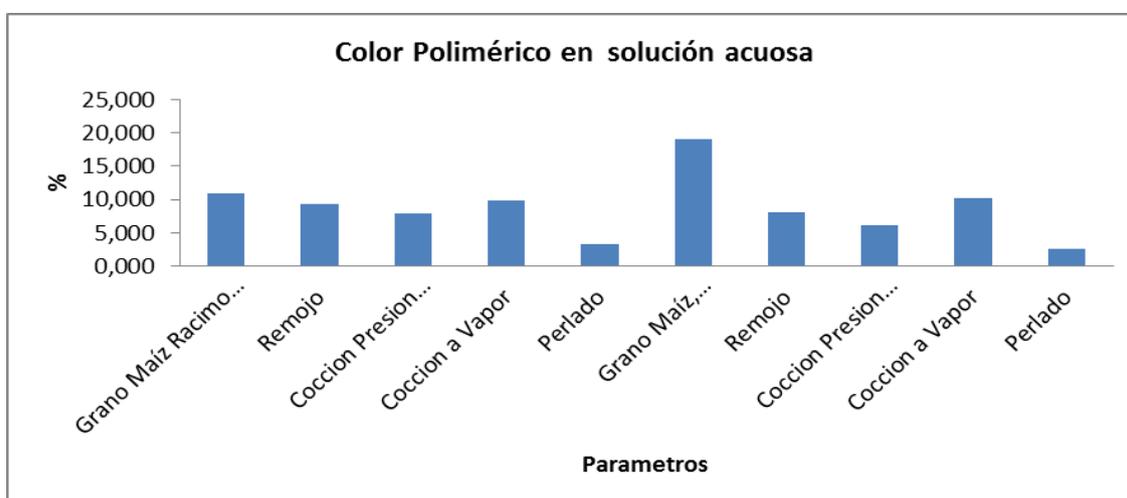
En el grano de la raza Racimo de Uva, las pérdidas se registraron en el siguiente orden: 23% en el remojo, 79% por cocción a presión normal, 6% por cocción con vapor y 99% por acción del perlado. En la variedad Sangre de Cristo se registró una pérdida del 7% por acción del remojo, 61% por cocción en olla abierta, 10% por cocción con vapor y 95% por acción del perlado (Gráfico 21).



**Gráfico 22. PÉRDIDA DE ANTOCIANINAS MONÓMICAS EN EL MAÍZ SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el maíz raza Racimo de Uva, se determinó una pérdida del 1% por efecto del remojo, 90% por cocción a presión normal, 6,39% por cocción con vapor y 95% por acción del perlado. En la variedad Sangre de Cristo las pérdidas registradas fueron: 2% por efecto del remojo, 97% por cocción a presión normal, 61% por cocción con vapor y 72% por perlado del grano (Gráfico 22).

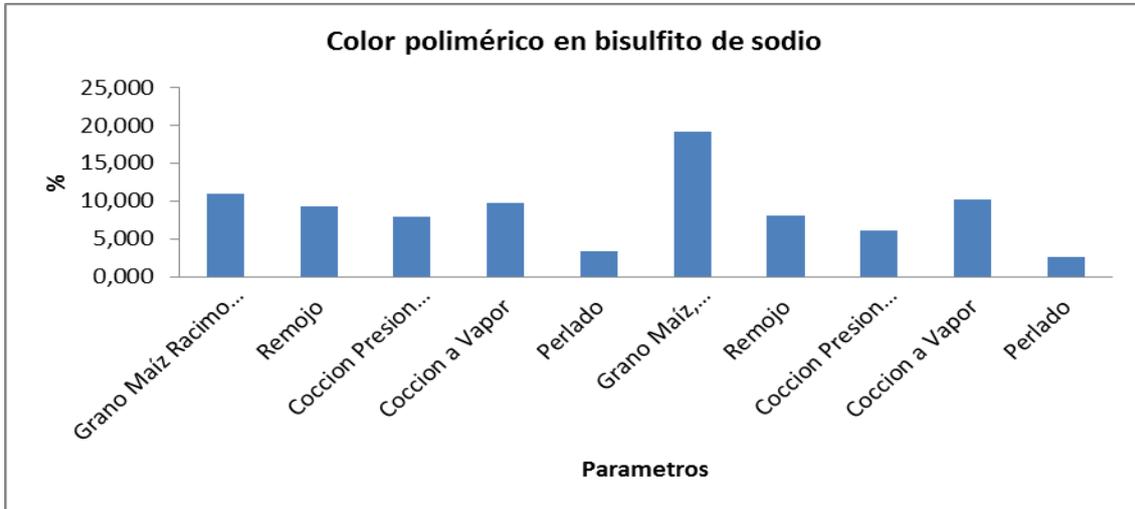


**Gráfico 23. PÉRDIDA DEL COLOR POLIMÉRICO EN AGUA EN EL GRANO DE MAÍZ SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el grano de maíz raza Racimo de Uva, la pérdida por remojo fue del 15%, por cocción a presión normal 28%, por cocción con vapor 10% y por perlado

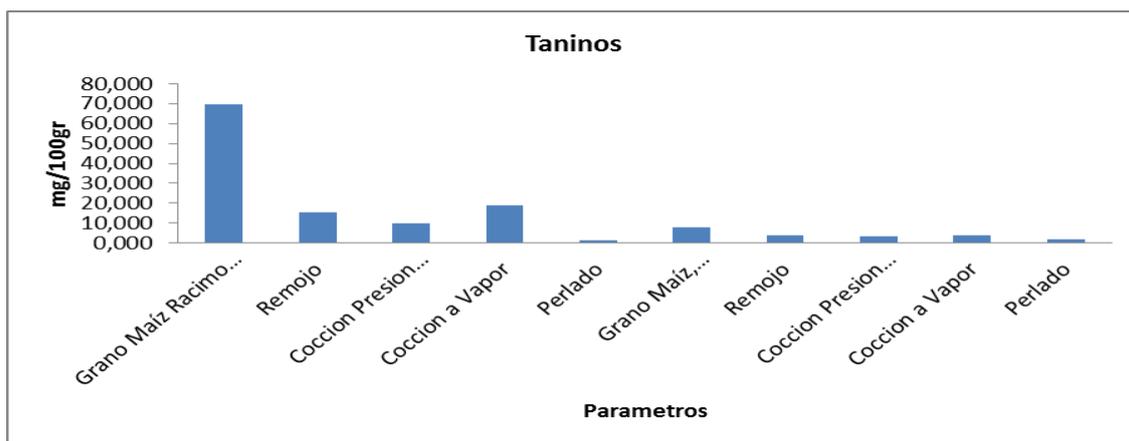
del grano 69%. En la variedad Sangre de Cristo se registraron las siguientes pérdidas: 57% por efecto del remojo, cocción a presión normal 68%, cocción con vapor 46% y perlado 86% (Gráfico 23).



**Gráfico 24. PÉRDIDA DEL COLOR POLIMÉRICO DEL GRANO DE MAÍZ EN BISULFITO DE SODIO SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

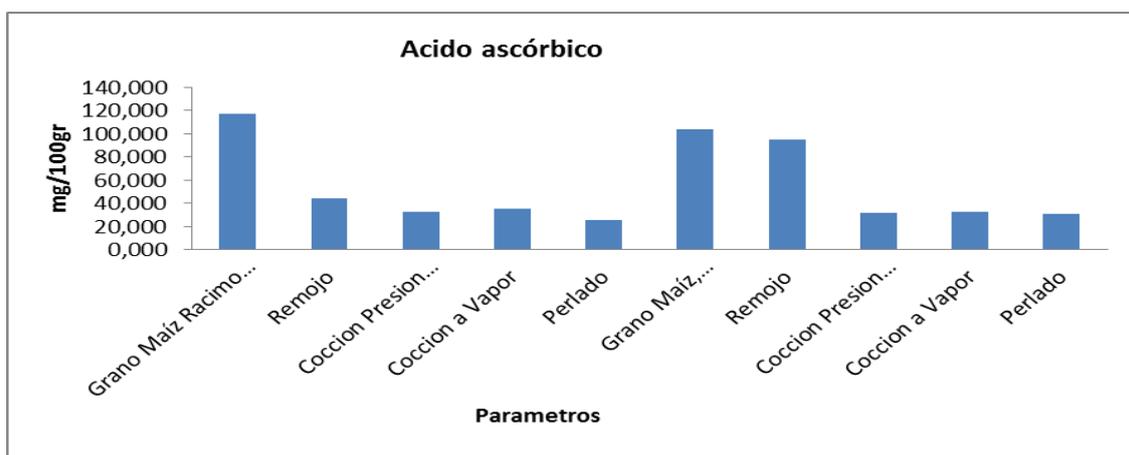
Debido a que el bisulfito de sodio es un estabilizante del color, con la aplicación de este tratamiento se registraron menores pérdidas de color polimérico en el grano. Así, en el grano de la variedad de la raza Racimo de uva, se registró una pérdida del 0,59% después del remojo del grano, 22% después de la cocción a presión normal, 4,95% después de la cocción con vapor y 72% después del perlado. En la variedad Sangre de Cristo, la pérdida por remojo del grano alcanzó el 7,39%, por cocción a presión normal 57,14%, por cocción con vapor 4,55% y por perlado 70% (Gráfico 24).



**Gráfico 25. PÉRDIDA DE TANINOS EN EL MAÍZ NEGRO SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

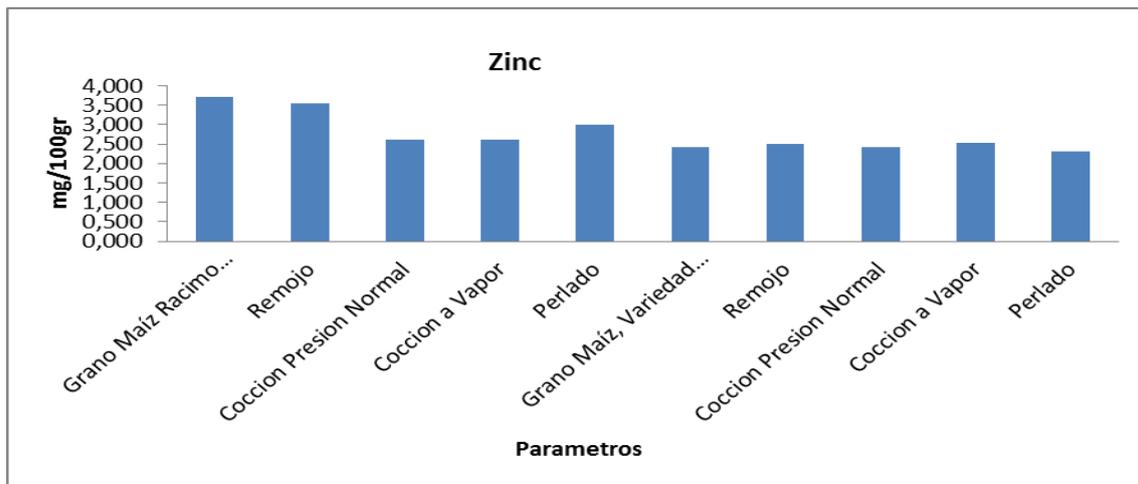
En el maíz raza Racimo de Uva, se registraron las siguientes pérdidas por efecto de los procesos aplicados al grano: 78% por efecto del remojo, 86% por cocción a presión normal, 73% por cocción con vapor y 98% por el perlado del grano. En la variedad Sangre de Cristo, las pérdidas en los diferentes procesos fueron: 52% por efecto del remojo, 59% por cocción a presión normal, 48% por cocción con vapor y 79% por efecto del perlado (Gráfico 25).



**Gráfico 26. PÉRDIDA DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN EL GRANO DE MAÍZ SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

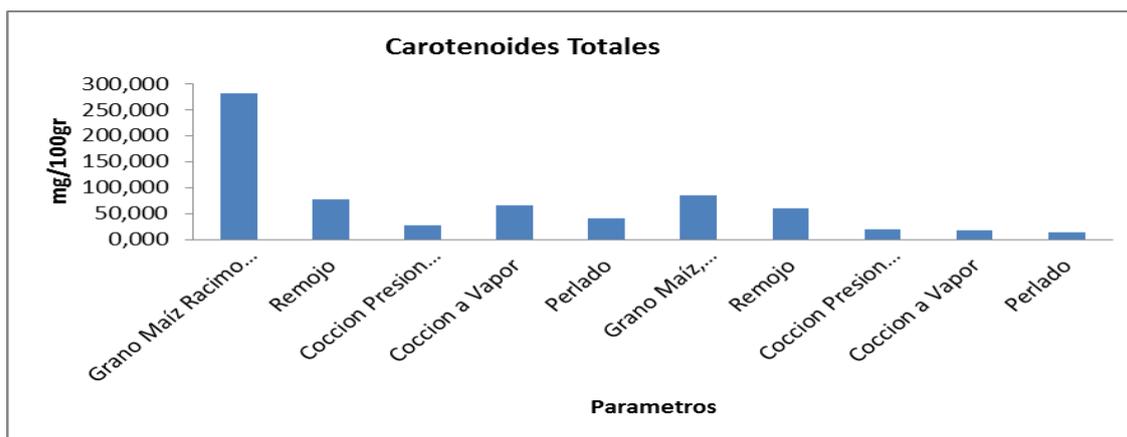
En el grano de la raza Racimo de Uva se determinó una pérdida del 63%, por efecto del remojo, 72% por cocción a presión normal, 70% por cocción con vapor y 78% por perlado del grano. En el grano de la variedad Sangre de Cristo se determinaron las siguientes pérdidas: 9% por acción del remojo, 70% por acción de la cocción a presión normal, 68% por cocción con vapor y 70% por perlado (Gráfico 26).



**Gráfico 27. PÉRDIDA DE ZINC EN EL GANO DE MAÍZ SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Al igual que en el sangorache, este fue uno de los compuestos más estables a la acción de los diferentes procesos aplicados, obteniéndose las siguientes pérdidas en el grano de la raza Racimo de Uva: 5% por efecto del remojo, 30% por cocción a presión normal y con vapor y 20% por acción del perlado. En la variedad Sangre de Cristo, la pérdida por remojo fue del 8,45%, por cocción a presión normal 11%, por cocción con vapor 7% y por perlado 15% (Gráfico 27).

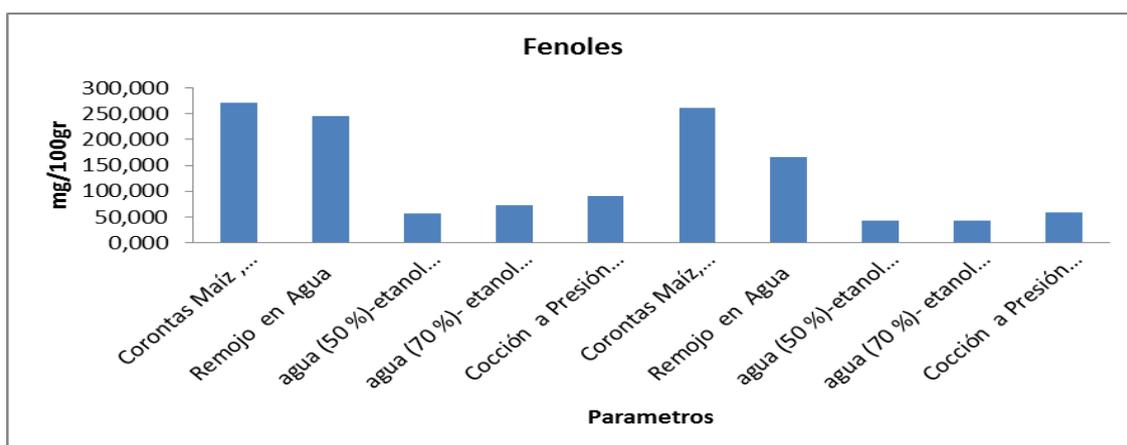


**Gráfico 28. PÉRDIDA DE CAROTENOIDES TOTALES EN EL MAÍZ SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Con relación al grano de maíz, se registraron las siguientes pérdidas en el grano de la raza Racimo de uva: Por acción del remojo 73%, por cocción a presión normal 91%, por cocción con vapor 76% y por perlado 86%. En la variedad Sangre de Cristo, las pérdidas alcanzaron el 29% por acción del remojo, 76% por cocción a presión normal, 80% por cocción con vapor y 84% por efecto del perlado (Gráfico 28).

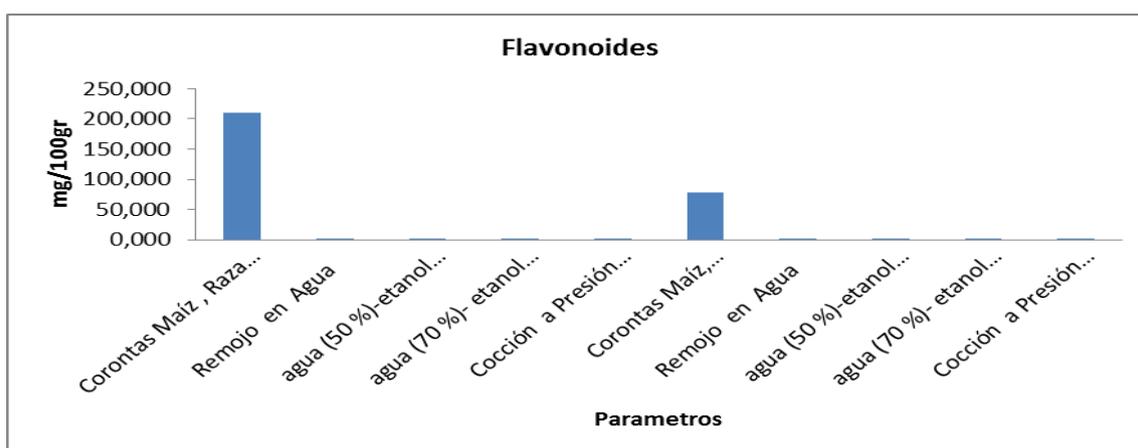
#### 4.3.3. Corontas del maíz negro



**Gráfico 29. PÉRDIDA DE FENOLES TOTALES EN LAS CORONTAS SOMETIDAS A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

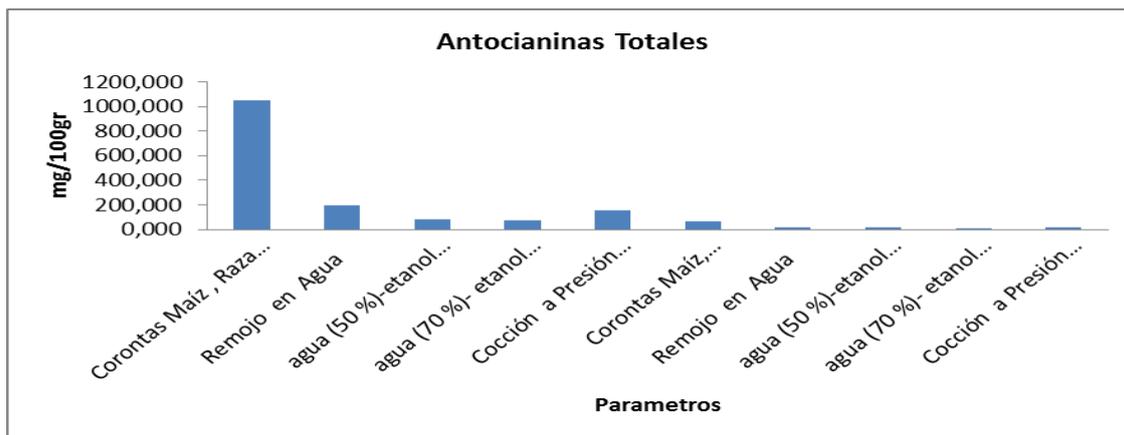
En general el proceso de remojo afectó en menor grado al contenido de fenoles de las corontas (tuzas) de las dos variedades de maíz, registrándose una pérdida del 9% para las panojas de la raza Racimo de uva y 36% para las panojas de la variedad Sangre de Cristo, cuando el remojo se realizó en la mezcla agua (50%) y etanol (50%) la pérdida ascendió a 79%, en la mezcla (70% agua - 30% etanol) la pérdida alcanzó el 73%, en las corontas cocidas a presión normal las pérdidas alcanzaron el 67%. En las corontas de la variedad Sangre de Cristo, la pérdida de fenoles totales fue del 36%, en las panojas remojadas en la mezcla (50% agua - 50% etanol) la pérdida alcanzó el 84%, en remojo en la mezcla (70% agua - 30% etanol) la pérdida fue del 83% mientras que en cocción a presión normal se determinó un 77% de pérdida (Gráfico 29).



**Gráfico 30. PÉRDIDA DE FLAVONOIDES EN LAS CORONTAS DEL MAÍZ NEGRO SOMETIDAS A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

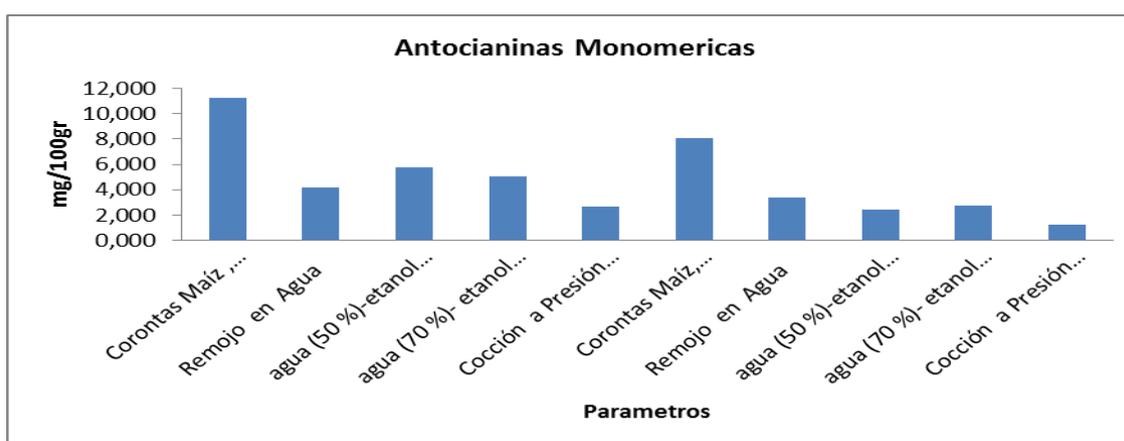
Estos compuestos fueron uno de los más afectados por efecto del procesamiento, registrándose una pérdida del 99,8% en las corontas de la raza Racimo de Uva sometidas a remojo en agua, en la mezcla (50% agua - 50% etanol), en el azeotropo (70% agua - 30% etanol) y cocidas en agua a presión normal. En las corontas de la variedad Sangre de Cristo, la pérdida fue similar, alcanzando valores de 99,9% por acción del remojo en agua, 99,7% por remojo en la mezcla (50% agua - 50% etanol), 99,6% por remojo en la mezcla (70% agua - 30% etanol) y 99,7% por cocción a presión normal (Gráfico 30).



**Gráfico 31. PÉRDIDA DE ANTOCIANINAS TOTALES EN LAS CORONTAS DEL MAÍZ SOMETIDAS A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

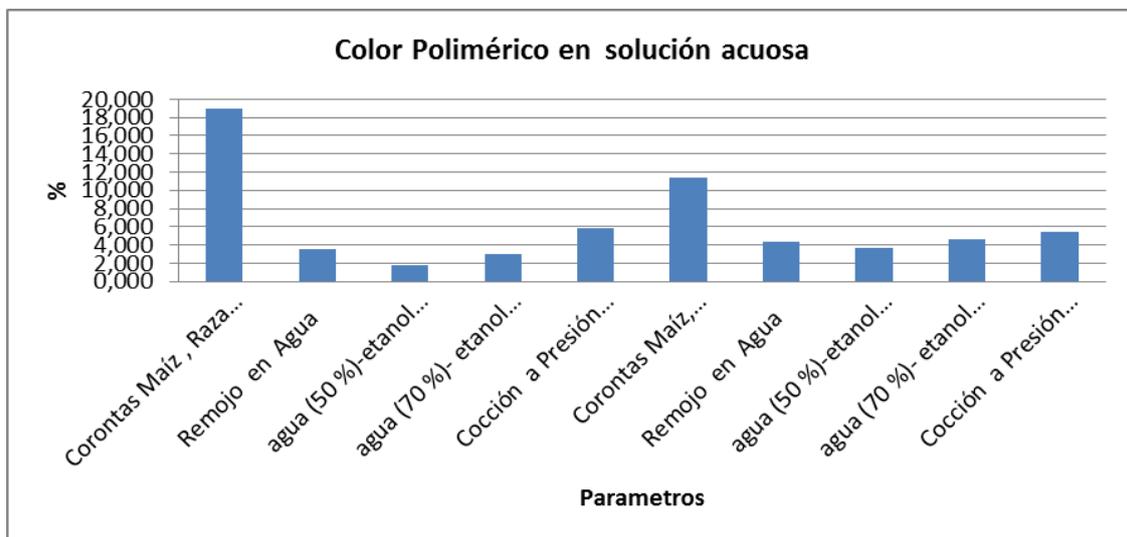
En las corontas de la raza Racimo de Uva sometidas a remojo en agua, se registró una pérdida del 81%, remojadas en la mezcla (50% agua - 50% etanol) la pérdida fue del 92%, remojadas en la mezcla (70% agua - 30% etanol) la pérdida alcanzó el 93%, mientras que por cocción a presión normal la pérdida fue del 85%. En las corontas del maíz negro variedad Sangre de Cristo la pérdida por remojo en agua fueron del 73%, por remojo en la mezcla (50% agua - 50% etanol) alcanzaron el 72%, por remojo en la mezcla (70% agua - 30% etanol) 87% y por cocción a presión normal la pérdida fue del 77% (Gráfico 31).



**Gráfico 32. PÉRDIDA DE ANTOCIANINAS MONÓMERICAS EN LAS PANOJAS DEL MAÍZ SOMETIDAS A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En las corontas de la raza de maíz Racimo de Uva, se registraron pérdidas del 63% cuando las panojas fueron remojadas en agua, 48% después del remojo en la mezcla (50% agua - 50% etanol), 55 % después del remojo en la mezcla (70% agua - 30% etanol) y 76% cuando las panojas fueron cocidas a presión normal. En las corontas del maíz negro variedad Sangre de Cristo la pérdida por remojo en agua fue del 58%, por remojo en la mezcla (50% agua - 50% etanol) alcanzó el 70%, por remojo en la mezcla (70% agua - 30% etanol) la pérdida fue del 66% y por cocción a presión normal se registró una pérdida del 84%. Resultados que orientan sobre el solvente y la condición apropiada, que en este caso resultó ser la cocción en olla abierta a presión normal, para la extracción y recuperación de estos compuestos (Gráfico 32).

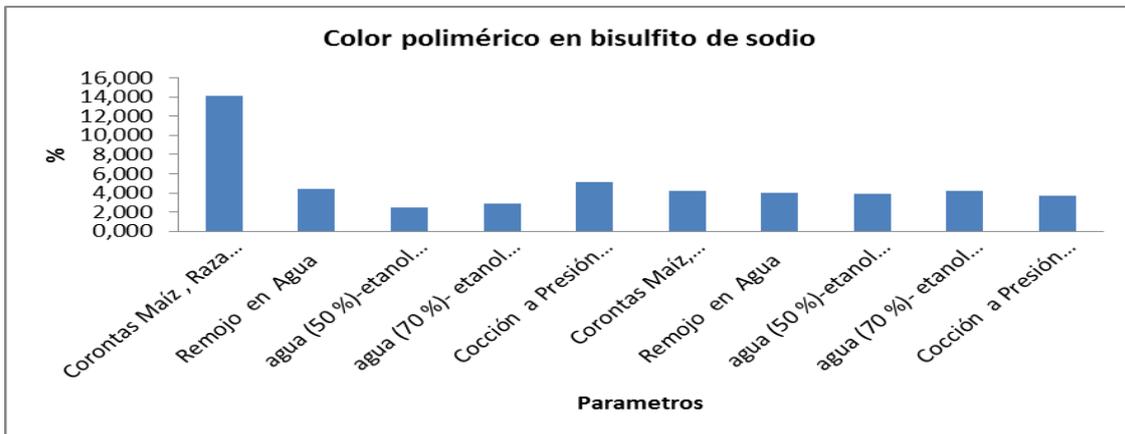


**Gráfico 33. PÉRDIDA DEL COLOR POLIMÉRICO EN AGUA, EN LAS CORONTAS DEL MAÍZ NEGRO SOMETIDAS A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En las corontas del grano de maíz raza Racimo de Uva, la pérdida por remojo en agua alcanzó el 81%, por remojo en la mezcla (50% agua - 50% etanol) la pérdida fue del 90%, por remojo en la mezcla (70% agua - 30% etanol) se registró una pérdida del 83 % y por cocción a presión normal la pérdida fue del 69%. En las corontas del maíz negro variedad Sangre de Cristo, la pérdida por remojo en agua fue del 61%, por remojo en la mezcla (50% agua - 50% etanol) la pérdida fue del 67%, por remojo en la mezcla (70% agua - 30%

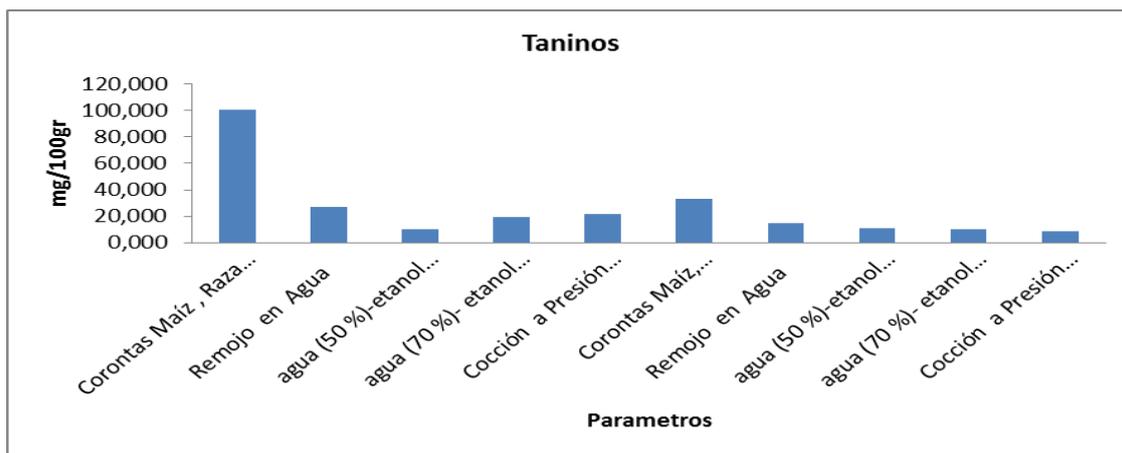
etanol) una pérdida del 59% y por cocción a presión normal una pérdida del 51%. De lo que se deduce que la mezcla apropiada para la extracción del color polimérico a partir de las corontas de la raza “Racimo de uva” fue la mezcla 50 % de agua-50 % etanol (Gráfico 33).



**Gráfico 34. PÉRDIDA DEL COLOR POLIMÉRICO EN BISULFITO DE SODIO, DE LAS CORONTAS DEL MAÍZ NEGRO SOMETIDAS A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

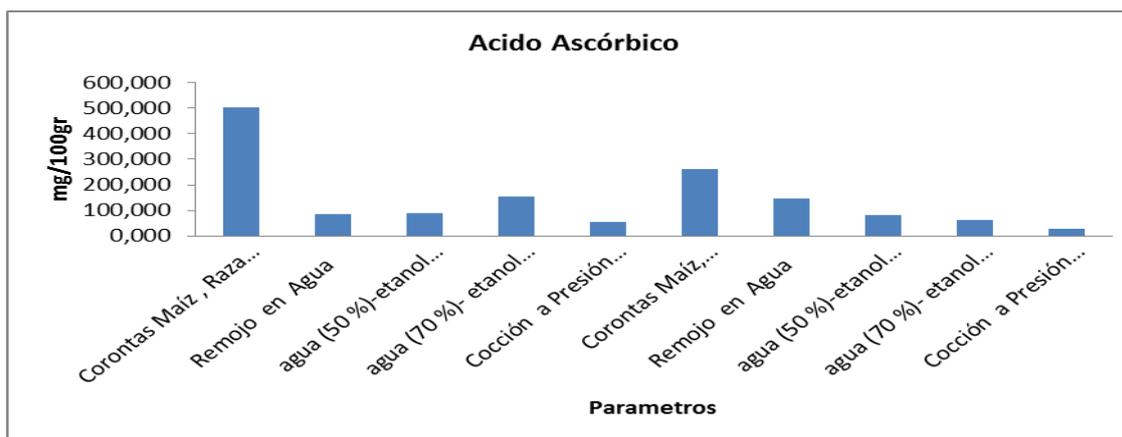
A pesar de la acción estabilizante del bisulfito de sodio se registraron pérdidas notables en el color polimérico. Así en las corontas de la raza Racimo de Uva la pérdida por remojo en agua fue del 68%, por remojo en la mezcla (50% agua - 50% etanol) fue del 82%, por remojo en la mezcla (70% agua - 30% etanol) la pérdida fue del 79% y por cocción a presión normal se tuvo una pérdida del 63%. En las corontas del maíz negro variedad Sangre de Cristo, la pérdida por remojo en agua fue del 5,22%, por remojo en la mezcla (50% agua - 50% etanol) una pérdida del 6%, por remojo en la mezcla (70% agua - 30% etanol) no se registraron pérdidas, mientras que por cocción a presión normal se determinó una pérdida del 13,30% (Gráfico 34).



**Gráfico 35. PÉRDIDA DE TANINOS EN LAS CORONTAS DEL MAÍZ NEGRO SOMETIDAS A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

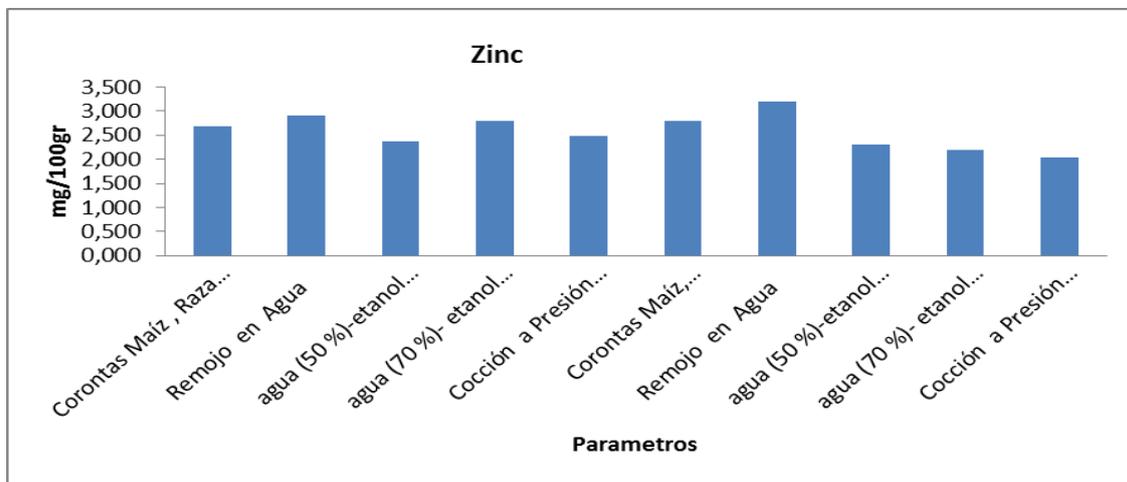
En las corontas del maíz Negro se determinó una pérdida del 73% por efecto del remojo en agua, por remojo en la mezcla (50% agua - 50% etanol) del 90%, por remojo en la mezcla (70% agua - 30% etanol) del 81% y por cocción a presión normal del 79%. En las corontas del maíz negro variedad Sangre de Cristo, la pérdida por remojo en agua alcanzó 55%, por remojo en la mezcla (50% agua - 50% etanol) alcanzó el 68%, por remojo en la mezcla (70% agua - 30% etanol) la pérdida fue del 69% y por cocción a presión normal una pérdida del 73% (Gráfico 35).



**Gráfico 36. PÉRDIDA DE ÁCIDO ASCÓRBICO, EN LAS CORONTAS DEL MAÍZ NEGRO SOMETIDAS A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

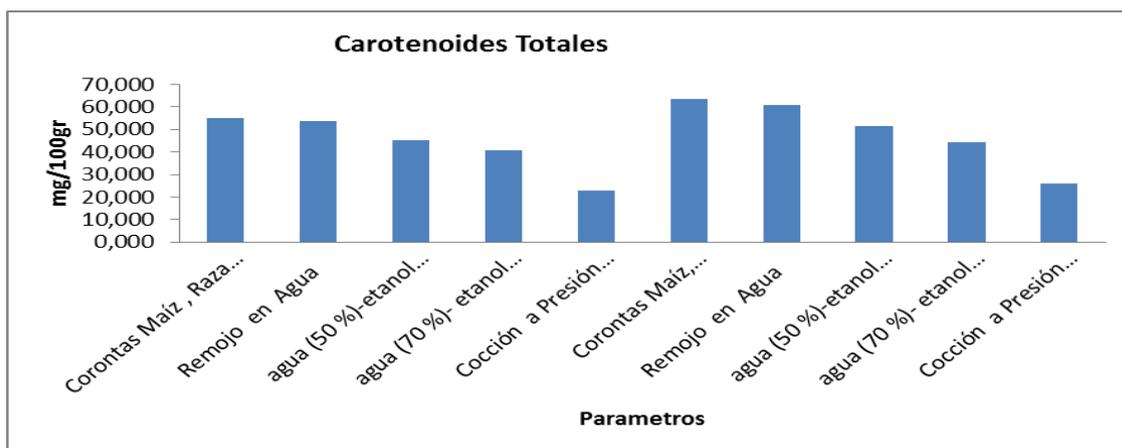
En las corontas del maíz raza Racimo de Uva, la pérdida por remojo en agua alcanzó el 83%, por remojo en la mezcla (50% agua - 50% etanol) una pérdida del 82%, por remojo en la mezcla (70% agua - 30% etanol) una pérdida del 70% y por cocción a presión normal 89%. En las corontas del maíz negro variedad Sangre de Cristo, la pérdida en remojo en agua fue del 44%, por remojo en la mezcla (50% agua - 50% etanol) 68%, por remojo en la mezcla (70% agua - 30% etanol) 75% y por cocción a presión normal 90% (Gráfico 36).



**Gráfico 37. PÉRDIDA DE ZINC EN LAS CORONTAS DEL MAÍZ NEGRO SOMETIDAS A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En las corontas de maíz de la raza Racimo de Uva, la pérdida por remojo en agua alcanzó el 3%, por remojo en la mezcla (50% agua - 50% etanol) 21%, por remojo en la mezcla (70% agua - 30% etanol) 6%, por cocción a presión normal 17%. En las corontas del maíz negro variedad Sangre de Cristo la pérdida por remojo en agua fue del 4%, por remojo en la mezcla (50% agua - 50% etanol) 18%, por remojo (70% agua - 30% etanol) 22% y por cocción a presión normal 28% (Gráfico 37).

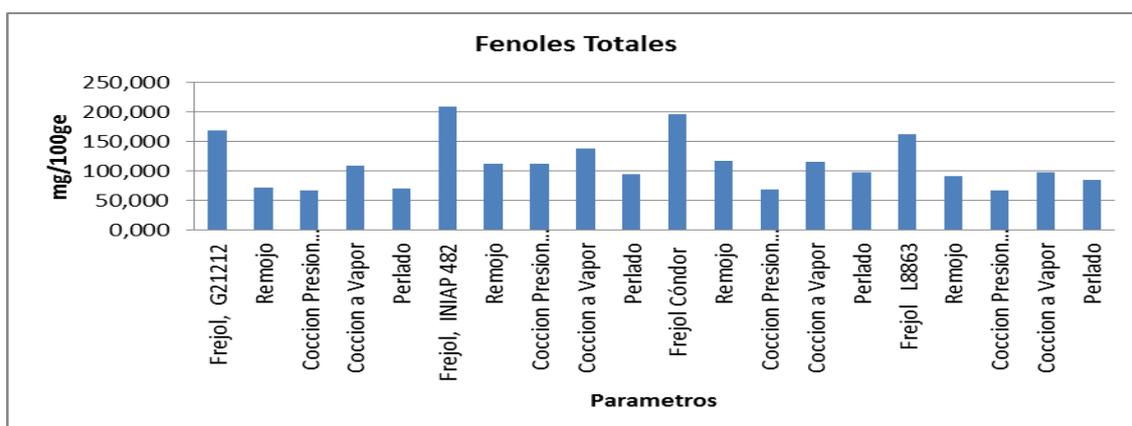


**Gráfico 38. PÉRDIDA DE CAROTENOIDES TOTALES, EN LAS PANOJAS DEL MAÍZ NEGRO SOMETIDAS A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En las corontas del grano de maíz raza Racimo de Uva, la pérdida por remojo en agua fue del 2%, por remojo en la mezcla (50% agua - 50% etanol) 18%, por remojo en la mezcla (70% agua - 30% etanol) 26%, y por cocción a presión normal 58%. En las corontas del maíz Negro variedad Sangre de Cristo, la pérdida por remojo en agua fue del 4%, por remojo en la mezcla (50% agua - 50% etanol) 19%, por remojo en la mezcla (70% agua - 30% etanol) 30% y por cocción a presión normal 59% (Gráfico 38).

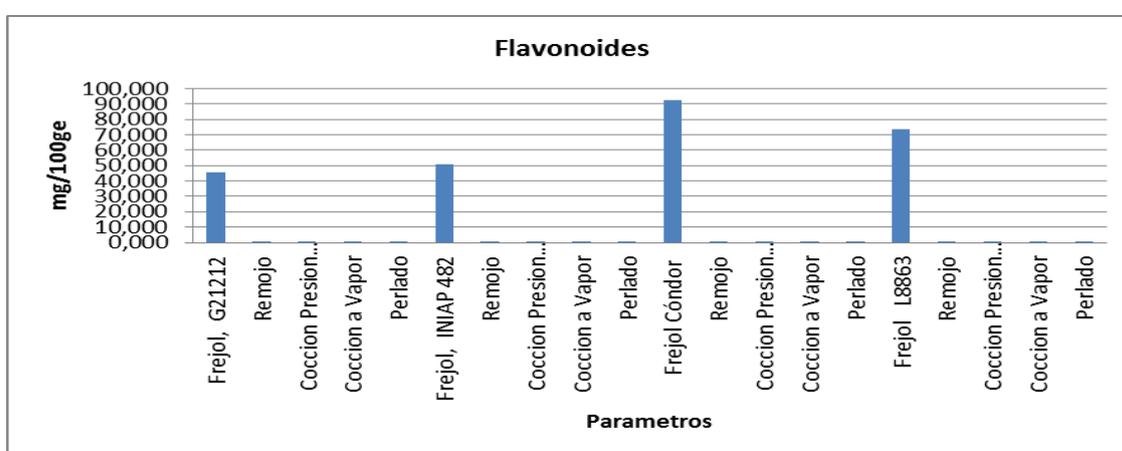
#### 4.3.4. Frejol Negro



**Gráfico 39. PÉRDIDA DE FENOLES TOTALES EN EL FREJOL NEGRO SOMETIDAS A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

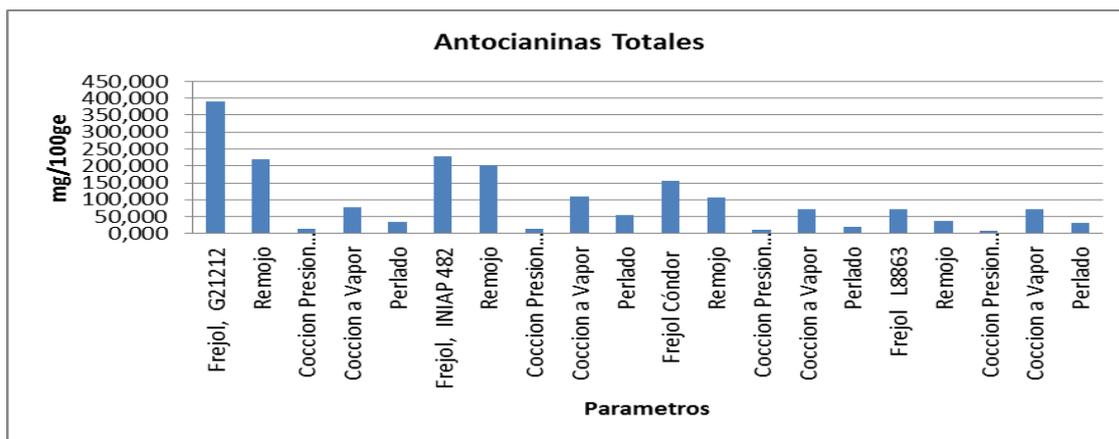
Los procesos de remojo no afectan significativamente en el contenido de fenoles en el frejol de las cuatro variedades registradas, dando como perdida en el remojo con 58% en el genotipo G21212, cocción a presión normal 61%, cocción a vapor 35%, perlado 58%. En el frejol variedad INIAP 482, las pérdidas encontradas fueron en remojo 46%, cocción a presión normal 46%, cocción a vapor 34% y perlado 54%; lo mismo sucede en el frejol Cóndor, remojo 40%, cocción a presión normal 65%, cocción a vapor 41% y perlado 50%; en el frejol genotipo L8863 por efecto del remojo 43%, por cocción a presión normal 59%, cocción a vapor 39% y perlado 48% (Gráfico 39).



**Gráfico 40. PÉRDIDA DE FLAVONOIDES EN EL FREJOL NEGRO SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

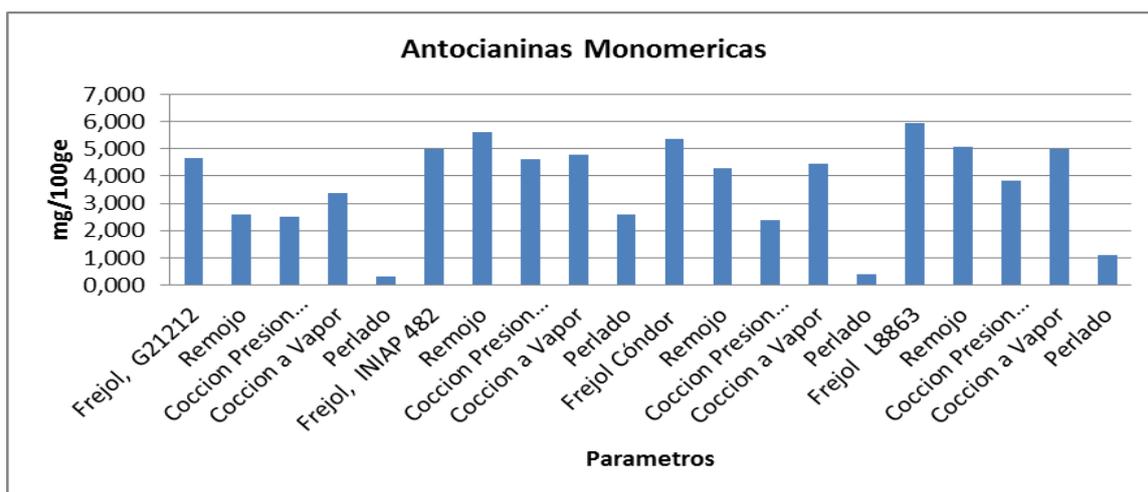
La concentración de flavonoides tiene pérdidas notables en los procesos que fueron sometidos los granos de frejol genotipo G21212, en remojo con 99%, existen grandes pérdidas por cocción a presión normal 99%, cocción a vapor 99%, perlado 99% y en el frejol variedad INIAP 482, remojo 99,5%, cocción a presión normal 99,5%, cocción a vapor 99% y perlado 99,5%; en el frejol Cóndor las pérdidas alcanzaron el 99,6% en el remojo, cocción a presión normal 99,7%, cocción a vapor 99,7%, perlado 99,5%; y en el frejol genotipo L8863 remojo 99,8%, cocción a presión normal 99,8%, cocción a vapor 99,7% y perlado 99,8% (Gráfico 40).



**Gráfico 41. PÉRDIDA DE LA CONCENTRACIÓN DE ANTOCIANINAS TOTALES EN EL FREJOL NEGRO SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

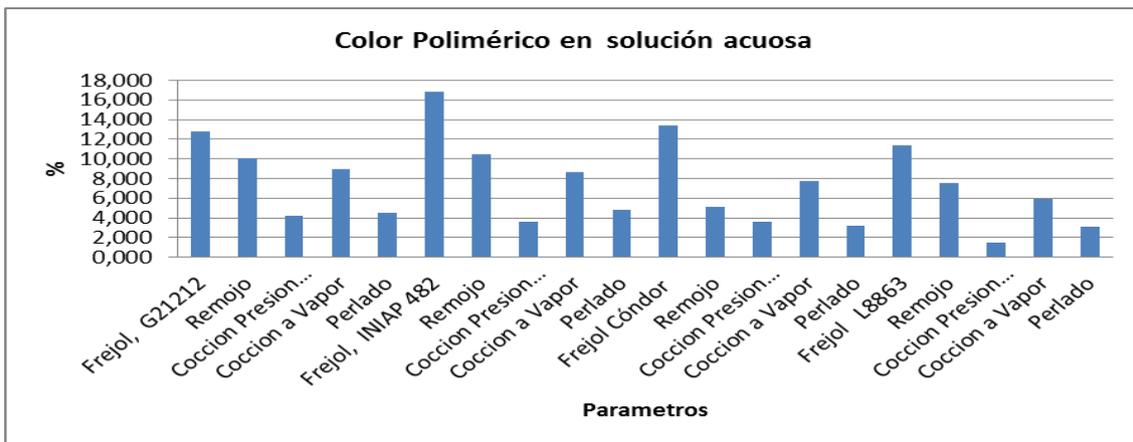
Mediante el siguiente orden de pérdida, se registraron los granos de frejol genotipo G21212 en remojo 44%, cocción a presión normal 96%, cocción a vapor 80% y perlado 92%; frejol variedad INIAP 482, remojo 12%, cocción a presión normal 93%, cocción a vapor 52% y perlado 76%; frejol Cóndor, remojo 32%, cocción a presión normal 92%, cocción a vapor 54% y perlado 88%; frejol genotipo L8863 remojo 47%, cocción a presión normal 87%, cocción a vapor 1% y perlado 56% (Gráfico 41).



**Gráfico 42. PÉRDIDA DE ANTOCIANINAS MONÓMERICAS EN EL FREJOL NEGRO SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

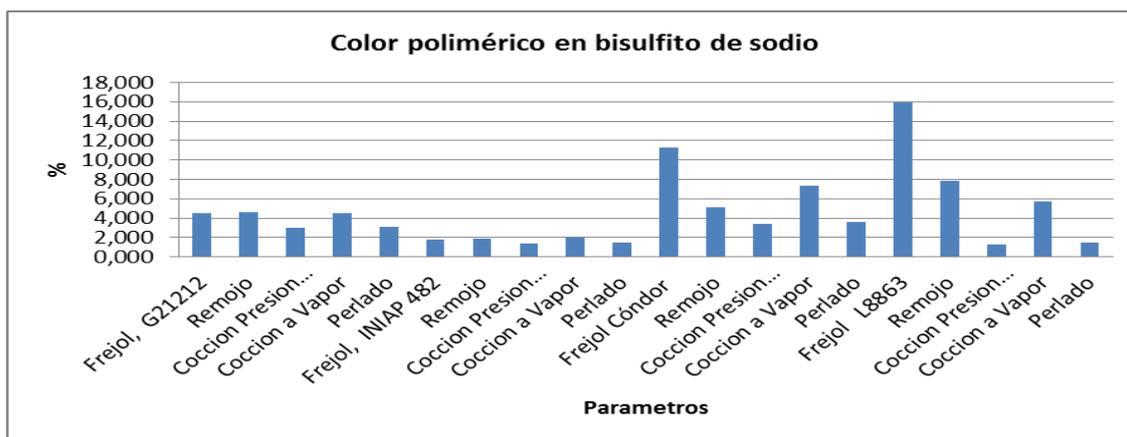
En el frejol genotipo G21212, la pérdida en remojo 44%, por efecto de la cocción a presión normal 46%, cocción a vapor 27%, perlado 93%; en el frejol variedad INIAP 482 en remojo 0,4%, cocción a presión normal 7%, cocción a vapor 4%, perlado 48%; frejol Cóndor remojo 21%, cocción a presión normal 56%, cocción a vapor 17% y perlado 93%; frejol genotipo L8863 remojo 15%, cocción a presión normal 36%, cocción a vapor 16% y perlado 81% (Gráfico 42).



**Gráfico 43. PÉRDIDA DEL COLOR POLIMÉRICO EN AGUA, EN EL GRANO DE FREJOL NEGRO SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

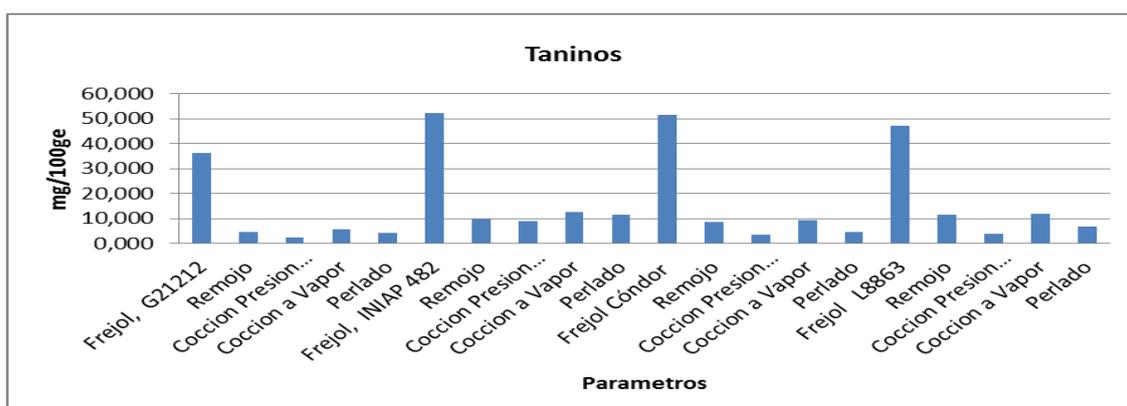
La pérdida de concentración en el color polimérico en solución acuosa incide en el frejol genotipo G21212, en remojo 0,21%, cocción a presión normal 0,67%, cocción a vapor 0,30%, perlado 0,65%; en el frejol variedad INIAP 482, por efecto del remojo 0,38%, cocción a presión normal 0,78%, cocción a vapor 0,48%, perlado 0,71%; frejol Cóndor, remojo 0,61%, cocción a presión normal 0,73%, cocción a vapor 0,41%, perlado 0,75%; frejol genotipo L8863 remojo 0,33%, cocción a presión normal 0,87%, cocción a vapor 0,47% y perlado 0,73% (Gráfico 43).



**Gráfico 44. PÉRDIDA DEL COLOR POLIMÉRICO DEL GRANO DE FREJOL NEGRO EN BISULFITO DE SODIO SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

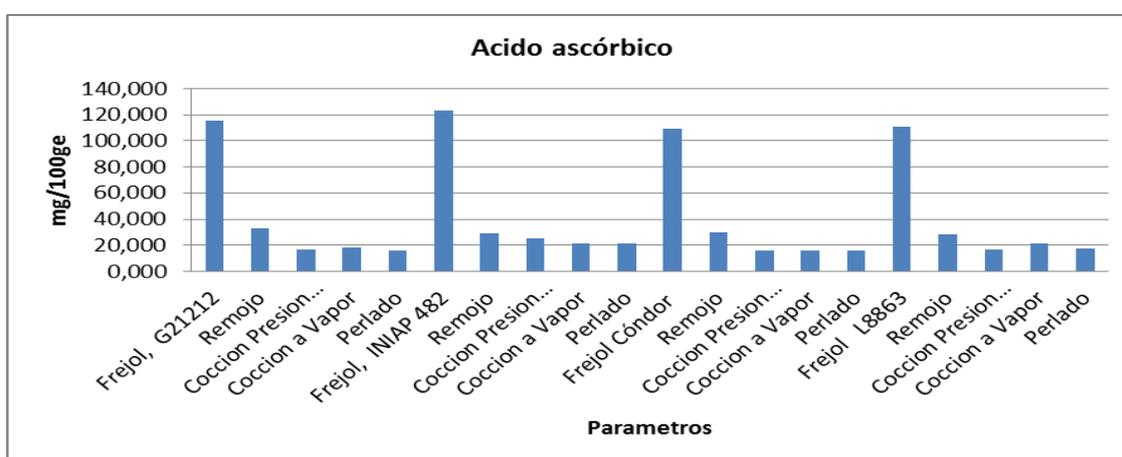
El bisulfito de sodio es un parámetro que establece el color, con la aplicación de este tratamiento se registraron menores pérdidas de color polimérico en el grano del frejol genotipo G21212, la pérdida en remojo 0,04%, cocción a presión normal 0,39%, cocción a vapor 0,06%, perlado 0,36%; frejol variedad INIAP 482, remojo 0,07%, cocción a presión normal 0,31%, cocción a vapor 0,02%, perlado 0,24%; en el frejol Cóndor, por efecto del remojo 0,53%, cocción a presión normal 0,70%, cocción a vapor 0,34%, perlado 0,68%; frejol genotipo L8863 remojo 0,51%, cocción a presión normal 0,92%, cocción a vapor 0,64% y perlado 0,90% (Gráfico 44).



**Gráfico 45. PÉRDIDA DE TANINOS EN EL FREJOL NEGRO SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

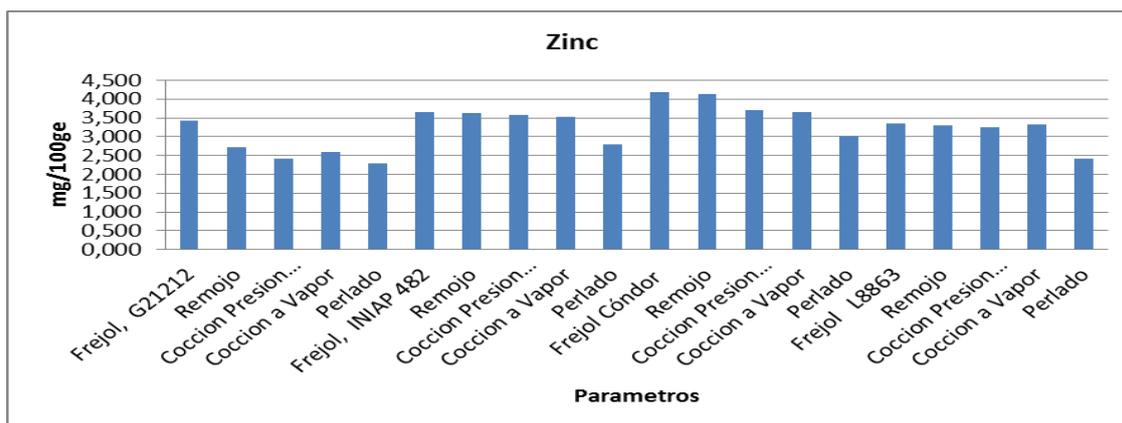
En los taninos las pérdidas son diferentes durante los procesos a los que fueron sometidos, en el frejol genotipo G21212 la pérdida en remojo es 88%, cocción a presión normal 94%, cocción a vapor 85%, perlado 88%; en el frejol variedad INIAP 482 se registraron las siguientes pérdidas, en remojo 81%, cocción a presión normal 83%, cocción a vapor 76%, perlado 78%, variedad que no tuvo mayores pérdidas; frejol Cóndor, remojo 84%, cocción a presión normal 93%, cocción a vapor 82%, perlado 91%; frejol genotipo L8863 remojo 75%, cocción a presión normal 92%, cocción a vapor 75% y perlado 86% (Gráfico 45).



**Gráfico 46. PÉRDIDA DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN EL GRANO DE FREJOL NEGRO SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

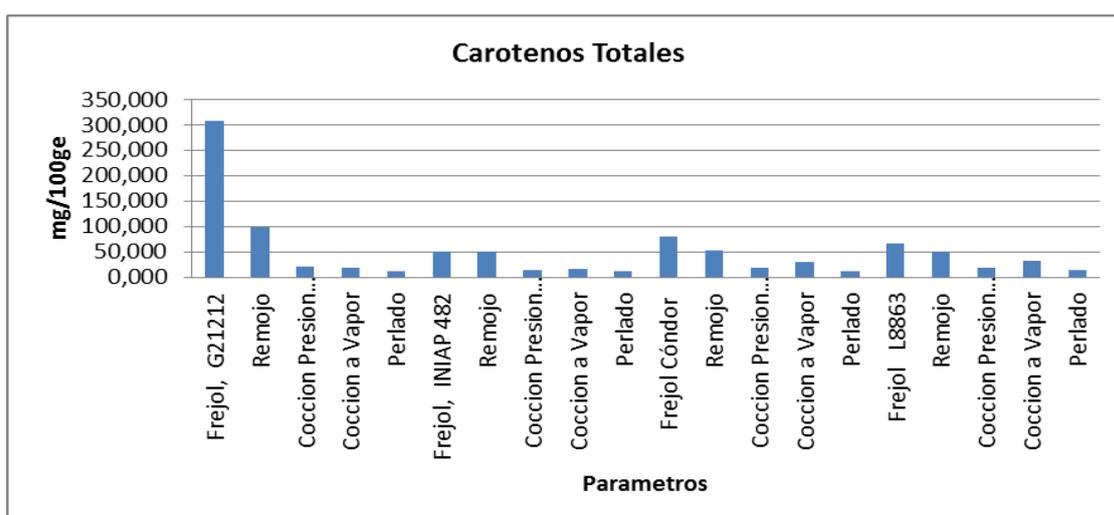
El frejol genotipo G21212 registra una pérdida en el proceso de remojo con 72%, cocción a presión normal 86%, cocción a vapor 84%, perlado 87%; en el frejol variedad INIAP 482 se determinó en el remojo 84%, cocción a presión normal 80%, cocción a vapor 83%, perlado 83%; frejol Cóndor, remojo 73%, cocción a presión normal 85%, cocción a vapor 85%, perlado 86%; en el frejol genotipo L8863 se registraron pérdidas alrededor de 74% en remojo, cocción a presión normal 85%, cocción a vapor 81% y perlado 84% (Gráfico 46).



**Gráfico 47. PÉRDIDA DE ZINC EN EL GANO DE FREJOL NEGRO SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

El zinc es un parámetro que no tuvo grandes pérdidas en los procesos, es el más estable obteniéndose valores en el siguiente orden: en el frejol genotipo G21212, la pérdida en remojo 21%, cocción a presión normal 30%, cocción a vapor 24%, perlado 33%; frejol variedad INIAP 482, remojo 1%, cocción a presión normal 2%, cocción a vapor 4%, perlado 24%; frejol Cóndor, remojo 1%, cocción a presión normal 11%, cocción a vapor 13% perlado 28%; frejol genotipo L8863 remojo 2%, cocción a presión normal 3%, cocción a vapor 1% y perlado 28% (Gráfico 47).

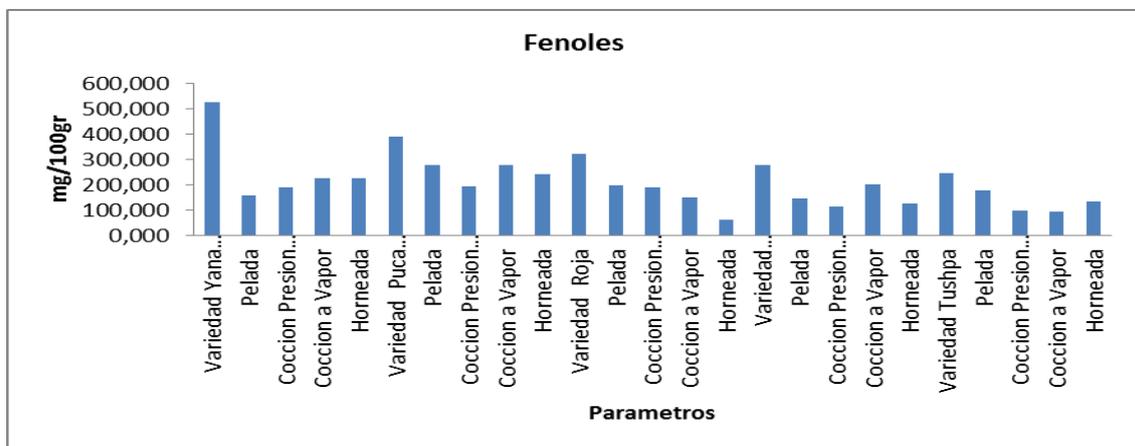


**Gráfico 48. PÉRDIDA DE CAROTENOIDES TOTALES EN EL FREJOL NEGRO SOMETIDO A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Con relación al frejol Negro en estado crudo se observa que existen pérdidas notables en los procesos presentando en el siguiente orden: frejol genotipo G21212 la pérdida en remojo 68%, cocción a presión normal 93%, cocción a vapor 94%, perlado 96%; frejol variedad INIAP 482, remojo 3%, cocción a presión normal 71%, cocción a vapor 68%, perlado 75%; frejol Cóndor, remojo 34%, cocción a presión normal 77%, cocción a vapor 61%, perlado 86%; frejol genotipo L8863 remojo 24%, cocción a presión normal 72%, cocción a vapor 52% y perlado 78% (Gráfico 48).

#### 4.3.5. Papa Nativas

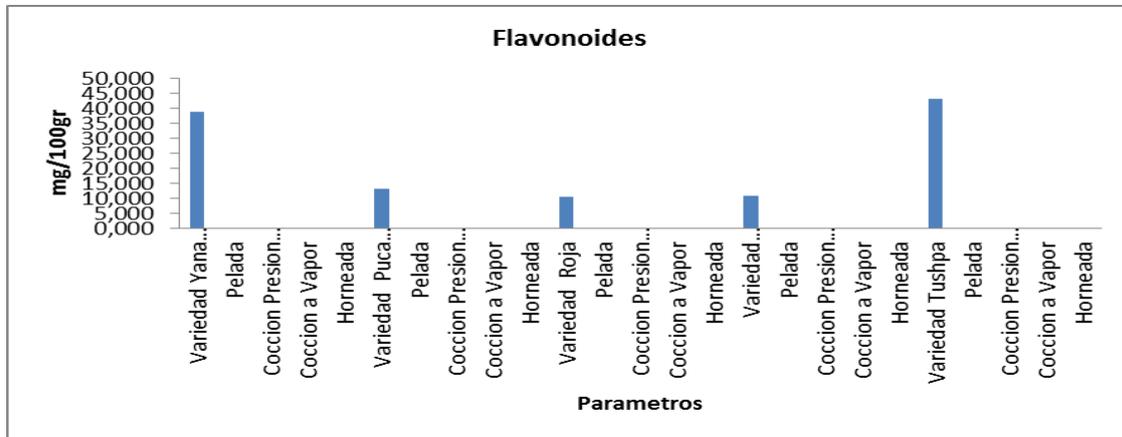


**Gráfico 49. PÉRDIDA DE FENOLES TOTALES EN PAPAS NATIVAS SOMETIDAS A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

La variedad Yana Shungo, la pérdida por pelado alcanzó el 70%, por cocción a presión normal 64%, por cocción con vapor 57% y por horneado 57%. La variedad Puca Shungo experimentó una pérdida del 28 % por efecto del pelado, 50,2% por cocción a presión normal, 28% por cocción con vapor y 60% por efecto del horneado. En la variedad Roja se registraron las siguientes pérdidas: 38,5% por pelado, 41% por cocción a presión normal, 53% por cocción con vapor, 81% por horneado. En la variedad amarilla, se registró una pérdida de 46% por pelado, 59% por cocción a presión normal 27% por cocción con vapor, 54% por horneado. En la variedad Tushpa se registraron las siguientes pérdidas: 28% por pelado, 60% por cocción a presión normal 62% por cocción con vapor y 45% por horneado. El proceso menos agresivo para los

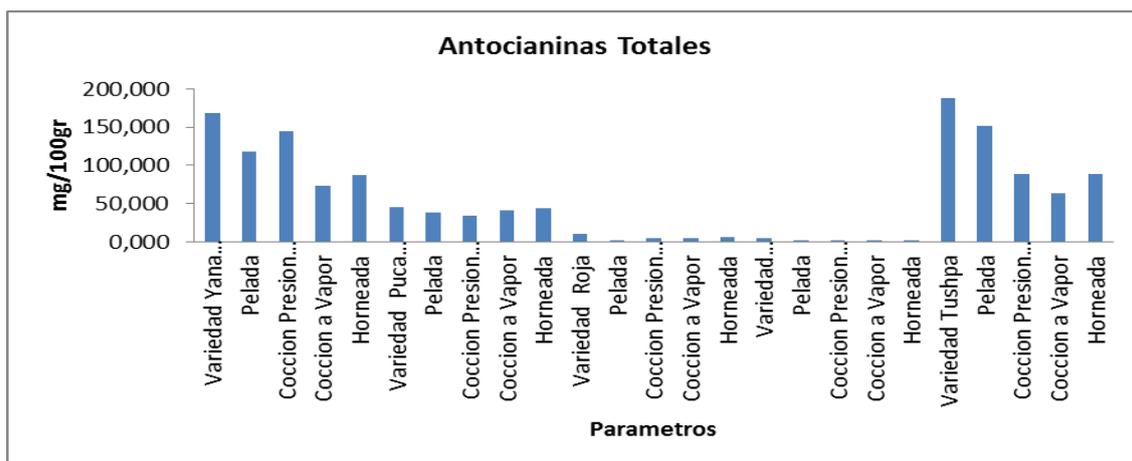
fenoles totales de las papas nativas resultó el pelado, de lo que se puede inferir que estos compuestos no están concentrados en su mayoría en la cáscara sino también en la pulpa del tubérculo (Gráfico 49).



**Gráfico 50. PÉRDIDA DE FLAVONOIDES EN LAS PAPAS NATIVAS SOMETIDAS A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

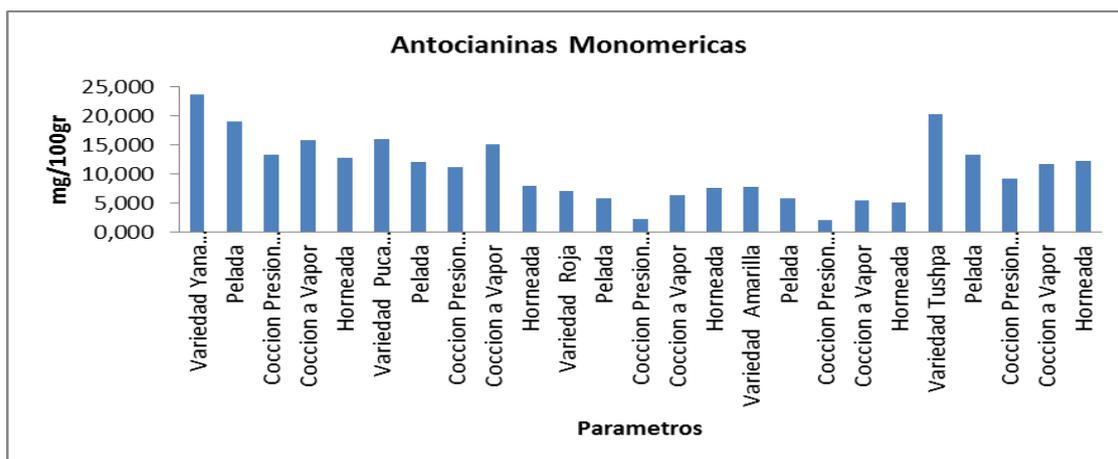
La papa nativa variedad Yana Shungo registró una pérdida por pelado en el orden del 99,4%, por cocción a presión normal 99,4%, por cocción con vapor 99,4% y por horneado 99,4%. En la variedad Puca Shungo se determinó una pérdida del 98,4% en todos los procesos aplicados. En la variedad Roja se registraron pérdidas del 98% por efecto de los diferentes tratamientos. En la variedad Amarilla se registraron pérdidas en el orden del 98% por efecto del pelado, cocción a presión normal y horneado. En la variedad Tushpa se registraron pérdidas por alrededor del 99,5% para los diferentes procesos aplicados (Gráfico 50).



**Gráfico 51. PÉRDIDA DE ANTOCIANINAS TOTALES EN LAS PAPAS NATIVAS SOMETIDAS A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

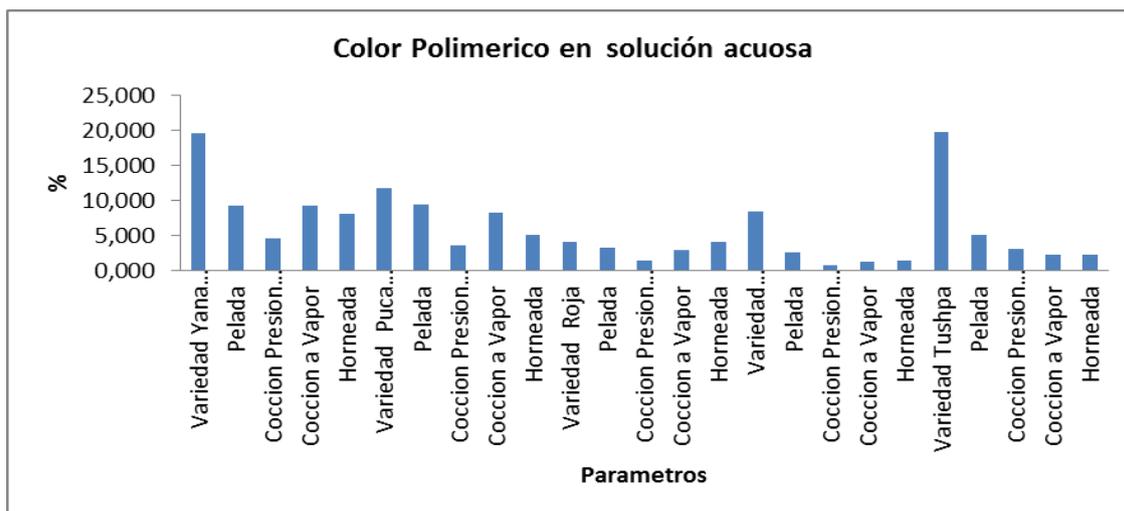
En las antocianinas totales se registraron las siguientes pérdidas, en la variedad Yana Shungo por efecto del procesamiento: 30% por pelado, 14% por cocción a presión normal, 57% por cocción con vapor, 91% por horneado. En la variedad Puca Shungo se registraron las siguientes pérdidas: 16% por pelado, 25% por cocción a presión normal, 11% por cocción con vapor y 2% por horneado. En la variedad Roja, la pérdida ascendió a 76% por acción del pelado, 54% por cocción a presión normal, 4% por cocción con vapor, 36% por horneado. En la variedad Amarilla, se determinó una pérdida del 52% por acción del pelado, 93% por cocción a presión normal, 91% por cocción con vapor y 87% por horneado. En la variedad Tushpa, el pelado causó una pérdida del 20% de antocianinas totales, la cocción a presión normal 53%, la cocción con vapor 67% y el horneado 53%. En general el pelado afectó en menor grado a estos componentes de la papa (Gráfico 51).



**Gráfico 52. PÉRDIDA DE ANTOCIANINAS MONÓMERICAS, EN LAS PAPAS NATIVAS SOMETIDAS A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

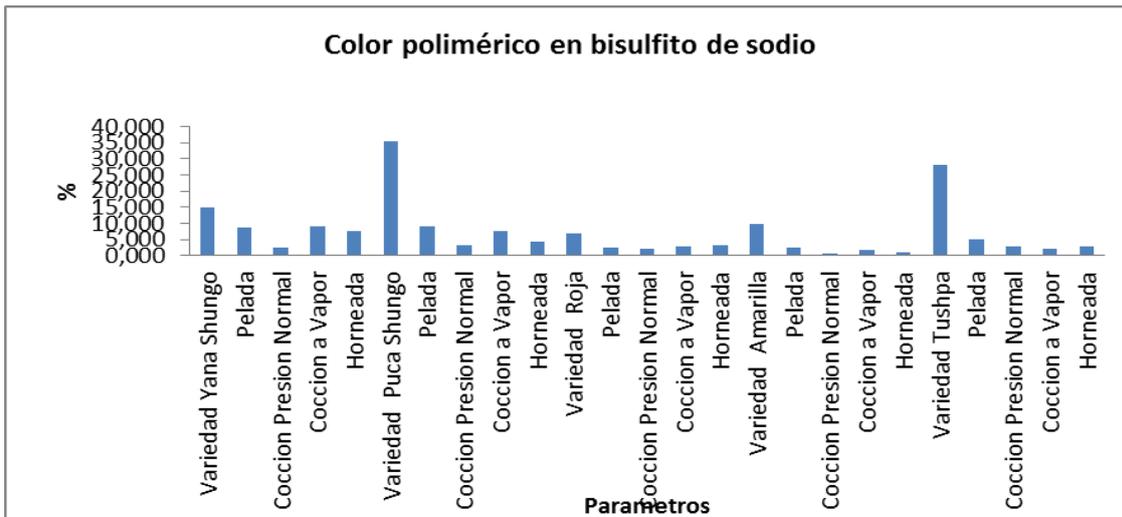
En las papa Yana Shungo se determinó una pérdida del 20% por acción del pelado, 44% por efecto de la cocción a presión normal, 34% por cocción con vapor y 87% por acción del horneado. En la variedad Puca shungo pelada se registró una pérdida del 25% en la papa cocida a presión normal, 30% en la papa cocida con vapor, 60% en la cocida con vapor y 51% en la papa horneada. En la variedad Roja se tuvo una pérdida del 19% por pelado, 68% por cocción a presión normal, 11% cuando la papa fue cocida con vapor y por horneado 4%. En la variedad Amarilla se registró una pérdida del 25% por acción del pelado, 74% por cocción a presión normal, 30% por cocción con vapor y 34% por horneado del tubérculo. En la variedad Tushpa se registró pérdidas del 34 % por pelado, 54% por cocción a presión normal, 72% por cocción con vapor y 66% cuando la papa fue horneada. La operación de pelado afectó en menor grado a las antocianinas monoméricas (Gráfico 52).



**Gráfico 53. PÉRDIDA DEL COLOR POLIMÉRICO EN AGUA EN LAS PAPAS NATIVAS A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

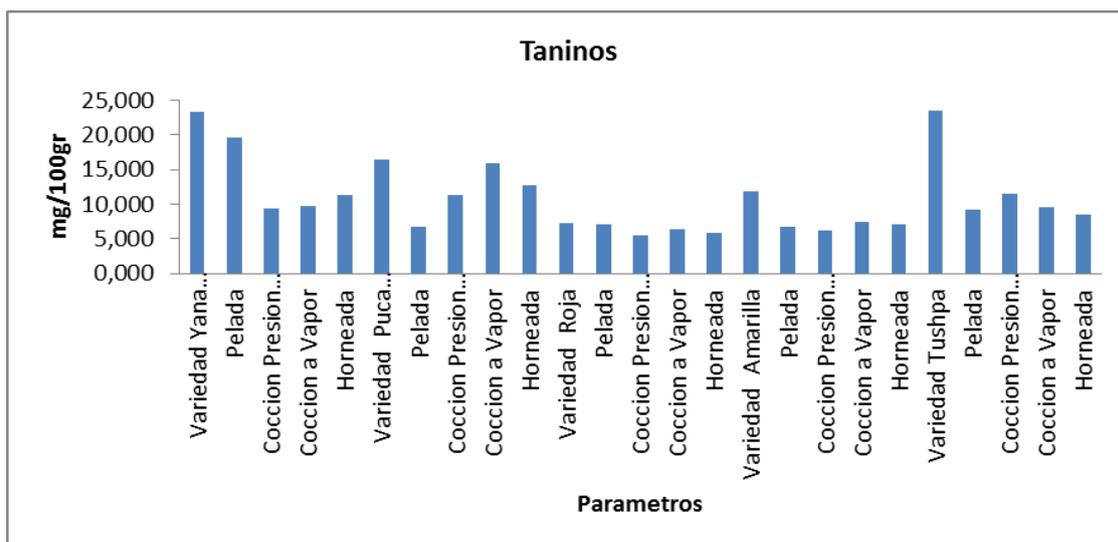
En la variedad Yana Shungo se determinó una pérdida del 52,83% por acción del pelado, 76% por cocción a presión normal, 52% por cocción con vapor y por horneado 58%. En la variedad Puca Shungo, las pérdidas ascendieron a 20 % por acción del pelado, 69% por cocción a presión normal, 30% por cocción con vapor y 56% por horneado del tubérculo. En la variedad Roja, el pelado produjo una pérdida de 23,50% en el color polimérico, la cocción a presión normal produjo una pérdida del 64%, la cocción con vapor 30%, mientras que en el horneado no se registró pérdida del color polimérico. En la variedad Amarilla, el color polimérico se afectó en un 70% por la aplicación del pelado, 90% por cocción a presión normal, cocción con vapor 84% y por el horneado el color polimérico disminuyó en 82%. El pelado afectó en 74% el color polimérico de la variedad Tushpa, la cocción a presión normal en 84%, la cocción con vapor y el horneado afectaron en 88% al color polimérico (Gráfico 53).



**Gráfico 54. PÉRDIDA DEL COLOR POLIMÉRICO EN BISULFITO DE SODIO, DE LAS PAPAS NATIVAS SOMETIDAS A DIFERENTE PROCESOS TECNOLÓGICOS**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

El color polimérico de las papas nativas se afectó en mayor o menor grado dependiendo de la variedad y los procesos aplicados. Así en la variedad Yana Shungo se determinó una pérdida del 42% por acción del pelado, 83% por efecto de la cocción a presión normal, 38% por acción de la cocción con vapor y 49% por efecto del horneo. En la variedad Puca shungo se determinaron las siguientes pérdidas de color polimérico en bisulfito de sodio: 74% por pelado del tubérculo, 90% por cocción a presión normal, 90% por cocción con vapor y 78% por efecto del horneo. En la variedad Roja, se registró 63% de pérdida por pelado, 66% por cocción a presión normal, 56% por cocción con vapor y 51% por horneo. En la variedad Amarilla, las pérdidas fueron del 74 % por pelado, 93% por cocción a presión normal, 93% por cocción con vapor y 87% por horneo. Para la variedad Tushpa se registraron pérdidas del 52% por pelado, 90% por cocción a presión normal, 92% por cocción con vapor y 90% por horneado de la papa (Gráfico 54).



**Gráfico 55. PÉRDIDA DE TANINOS EN LAS PAPAS NATIVAS SOMETIDAS A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

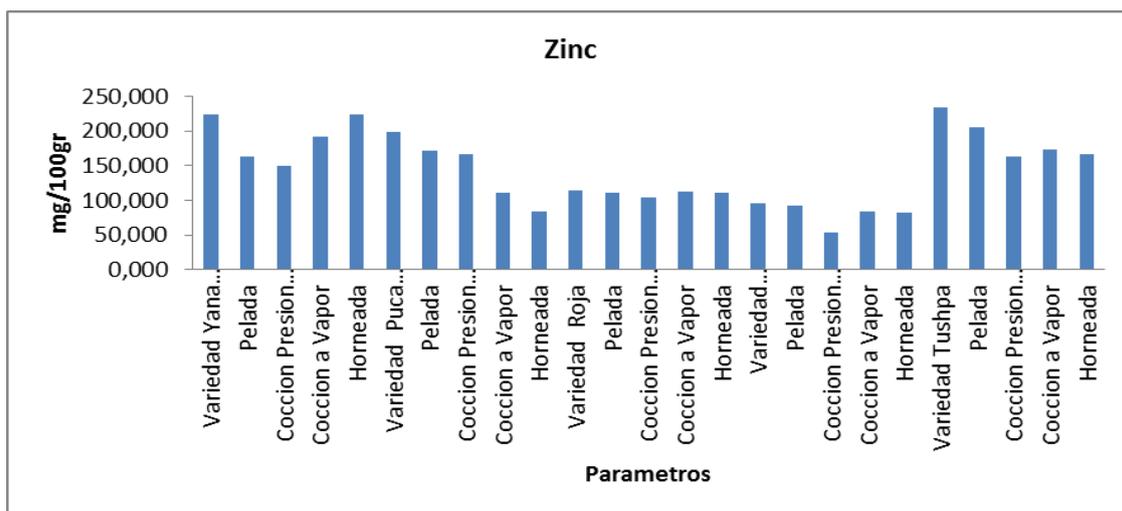
En la variedad Yana Shungo se registró la siguiente pérdida de taninos por efecto del procesamiento: 16% por acción del pelado, 60% por cocción a presión normal, 58% por cocción con vapor y 51% por horneado. En la variedad Puca shungo, el pelado afectó en un 59% el contenido de taninos, la cocción a presión normal en un 32%, la cocción con vapor afectó un 4% y el horneado afectó en un 23%. En la variedad Roja, se tuvo una pérdida del 5% por pelado, 26% por cocción a presión normal, 12% por cocción con vapor y 19% por horneado. En la variedad Amarilla se determinó una pérdida del 44% por acción del pelado, 48% por cocción a presión normal, 37% por cocción con vapor y 40% por efecto del horneado. Para la variedad Tushpa, se determinó una pérdida del 61% por pelado, 51% por cocción a presión normal, 59% por cocción con vapor y 64% por horneado (Gráfico 55).



**Gráfico 56. PÉRDIDA DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN LAS PAPAS NATIVAS SOMETIDAS A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

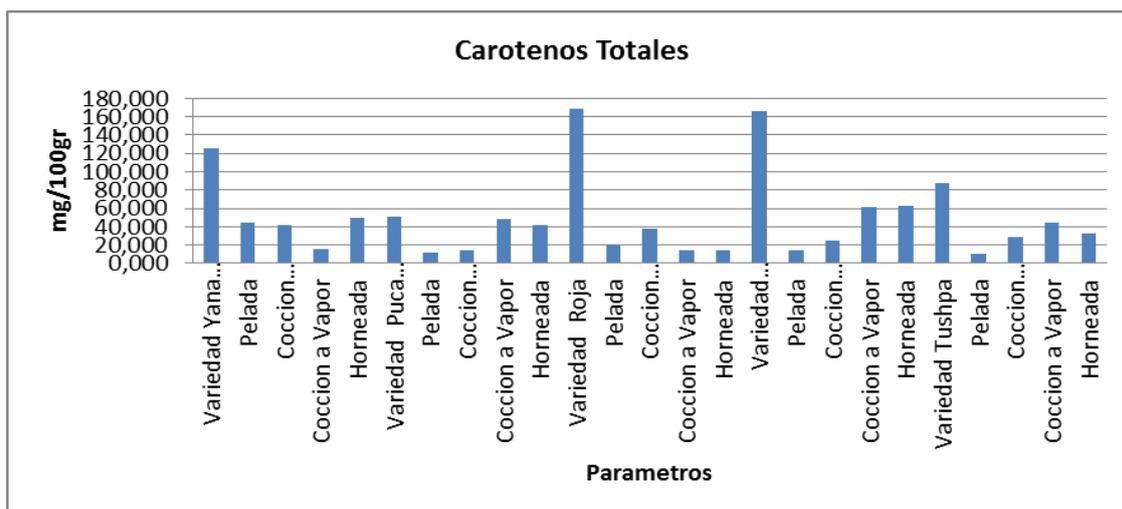
En la variedad Yana Shungo se determinó una pérdida del 27% por pelado, 33% por cocción a presión normal, 15% por cocción con vapor, mientras que en la papa horneada no se registraron pérdidas. Para la variedad Puca Shungo se determinó una pérdida del 14% por pelado, 16% por cocción a presión normal, 44% por cocción con vapor y 58% en la papa horneada. En la variedad Roja, el pelado produjo una pérdida del 3%, la cocción a presión normal 9%, la cocción con vapor 1% y el horneo el 3%. En la variedad Amarilla, el pelado causó una pérdida del 3% de esta vitamina, la cocción a presión normal el 44%, la cocción con vapor el 13% y el horneo el 18%. En la variedad Tushpa, se registró una pérdida por pelado en el orden del 12%, por cocción a presión normal 30%, por cocción con vapor 26% y por horneo 29% (Gráfico 56).



**Gráfico 57. PÉRDIDA DE ZINC EN LAS PAPAS NATIVAS, POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE VARIOS PROCESOS TECNOLÓGICOS**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En la variedad Yana Shungo pelada, el zinc se perdió en un 19%, en la papa cocida a presión normal la pérdida fue del 34%, en el tubérculo cocido con vapor 5% y en el horneado 0,42%. En la variedad Puca shungo no se registró pérdida en el zinc por efecto del pelado, por cocción a presión normal se registró una pérdida del 30%, por cocción con vapor 10% y por horneo la pérdida fue del 27%. En la variedad Roja, el pelado produjo una pérdida del 2% de zinc, la cocción a presión normal 9%, la cocción con vapor 4% y el horneo 2%. En la variedad Amarilla, se registraron las siguientes pérdidas: por pelado 18%, por cocción a presión normal 15%, por cocción con vapor 13% y por horneo 11%. En la variedad Tushpa, el pelado y la cocción a presión normal incidieron en una pérdida del 21% de zinc, la cocción con vapor determinó una pérdida del 9% y el horneo un 17% (Gráfico 57).



**Gráfico 58. PÉRDIDA DE LOS CAROTENOIDES TOTALES EN LAS PAPAS NATIVAS, A DIFERENTES PROCESOS TECNOLÓGICOS**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En la variedad Yana Shungo se registró una pérdida de carotenoides totales en el orden del 64% por acción del pelado, 67% en los tubérculos cocidos a presión normal, 87% en los cocidos con vapor y 61% en los horneados. En la variedad Puca Shungo, el pelado afectó en un 77% el contenido de ácido ascórbico de los tubérculos crudos, la cocción a presión normal un 72%, la cocción con vapor produjo un 5% de disminución y el horneo un 19% de pérdida de carotenoides totales. En la variedad Roja, se registraron las siguientes pérdidas: pelado 89%, cocción a presión normal 78%, cocción con vapor 91% y horneo 92%. En la variedad Amarilla, se registraron las siguientes pérdidas: por pelado 92%, cocción a presión normal 85%, cocción con vapor 63% y horneo 62%. En la variedad Tushpa la pérdida por pelado alcanzó el 88%, por cocción a presión normal el 67%, por cocción con vapor 48% y aplicando horneo se produjo un 62% de pérdida de carotenoides totales (Gráfico 58).

## **4.4 ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN LAS ESPECIES PROCESADAS**

### **4.4.1. Efecto de la especie en la Actividad antioxidante de los extractos (Factor A)**

En la Tabla 126 se muestra la actividad antioxidante, determinada a través de diferentes metodologías (FRAP, efecto quelante y DDPH), de las 5 especies. Aplicando el método del poder reductor férrico, se determinó que las hojas de Sangorache línea 17758, con un valor de 3,96 mg/ml, no presentaron diferencia significativa en relación a las hojas en estado crudo. Para el grano de maíz Negro raza Racimo de Uva se determinó un valor mayor a 10 (13,11mg/ml), determinándose una pérdida en relación al grano en estado crudo; en las corontas maíz, raza Racimo de Uva también se registró un valor mayor a 10 (17,22) mg/ml). Igual sucedió con el frejol, genotipo G21212 que mostró un poder reductor mayor a 10 (27,38 mg/ml), y con la papa nativa, variedad Tushpa con un valor mayor a 10 (11,99 mg/ml). Cabe mencionar que en este caso, la capacidad antioxidante aumenta cuando el poder reductor disminuye.

Los resultados experimentales obtenidos a través del método del efecto de quelante sobre el ion ferroso, el mayor valor correspondió al grano Sangorache línea 17758 con 9,29 mg/ml, que experimentó menor pérdida por efecto del procesamiento. Igual sucedió con el grano de maíz, variedad Sangre de Cristo con 9,59 mg/ml y en las corontas maíz, variedad "Sangre de Cristo" con 6,50 mg/ml. En el frejol Variedad INIAP 482 se registró la mayor actividad antioxidante con 4,8 mg/ml, y en la Papa Nativa, Variedad Yana Shungo con 7,86 mg/ml.

A través del método de bloqueo del radical libre 1,1 difenil -2- picrihidrazil radical sobresale el grano de Sangorache línea 17758 con 8,98 mg/ml, el grano de maíz, variedad Sangre de Cristo con 6,00 mg/ml. En las corontas de maíz, variedad Sangre de Cristo se registró 5,15 mg/ml. En el frejol, variedad

INIAP 482 se obtuvo 9,91 mg/ml, y en la papa nativa, variedad Yana Shungo 7,76mg/ml.

Con los métodos de efecto quelante sobre el ion ferroso y bloqueo del radical libre 1,1 difenil -2- picrihidrazil radical se registraron pérdidas semejantes por efecto del procesamiento.

**Tabla 126. EFECTO DE LA ESPECIE EN LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE \*(FACTOR A)**

FACTOR A				
ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EC50 (mg/ml) DE LOS EXTRACTOS				
°N	Muestras	Poder reductor	Efecto quelante sobre el ion ferroso	Bloqueo de radical 1,1 difenil -2- picrihidrazil radical
1	Grano Sangorache Línea 17758	29,57 <sup>c</sup>	9,29 <sup>a</sup>	8,98 <sup>a</sup>
2	Hojas Sangorache Línea 17758	3,96 <sup>a</sup>	5,63 <sup>c</sup>	2,89 <sup>c</sup>
3	Panojas Sangorache Línea 17758	5,82 <sup>b</sup>	5,73 <sup>b</sup>	3,03 <sup>b</sup>
4	Grano Maíz Racimo de Uva	13,11 <sup>a</sup>	6,88 <sup>b</sup>	3,35 <sup>b</sup>
5	Grano Maíz, Variedad Sangre de Cristo	22,32 <sup>b</sup>	9,59 <sup>a</sup>	6,00 <sup>a</sup>
6	Corontas Maíz, Raza Racimo de Uva	17,22 <sup>a</sup>	5,95 <sup>b</sup>	4,23 <sup>b</sup>
7	Corontas Maíz, Variedad Sangre de Cristo	25,65 <sup>b</sup>	6,50 <sup>a</sup>	5,15 <sup>a</sup>
8	Frejol, Genotipo G21212	27,38 <sup>a</sup>	3,44 <sup>c</sup>	4,64 <sup>d</sup>
9	Frejol, Variedad INIAP 482	27,76 <sup>b</sup>	4,87 <sup>a</sup>	9,91 <sup>a</sup>
10	Frejol Cóndor	32,64 <sup>d</sup>	3,22 <sup>d</sup>	4,78 <sup>c</sup>
11	Frejol Genotipo L8863	28,73 <sup>c</sup>	4,25 <sup>b</sup>	9,31 <sup>b</sup>
12	Papa Nativa, Variedad Yana Shungo	23,78 <sup>d</sup>	7,86 <sup>a</sup>	7,76 <sup>a</sup>
13	Papa Nativa, Variedad Puca Shungo	19,17 <sup>b</sup>	3,74 <sup>d</sup>	6,53 <sup>d</sup>
14	Papa Nativa, Variedad Roja	19,23 <sup>c</sup>	3,57 <sup>e</sup>	7,48 <sup>c</sup>
15	Papa Nativa, Variedad Amarilla	26,84 <sup>e</sup>	6,46 <sup>b</sup>	7,58 <sup>b</sup>
16	Papa Nativa, Variedad Tushpa	11,99 <sup>a</sup>	5,78 <sup>c</sup>	4,92 <sup>e</sup>

Los resultados que poseen letras iguales no son significativamente diferentes  
 EC<sub>50</sub> en bloqueo de radicales libres y efecto quelante, es deseable el mayor valor  
 \*No registra datos, ya que el EC<sub>50</sub> no representa una cantidad <10

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

#### 4.4.2. Efecto del procesamiento en la Actividad antioxidante de los extractos (Factor B)

De acuerdo a los resultados que se indica en la Tabla 127, en las actividades o propiedades antioxidantes, el proceso que menos pérdidas produjo fue el remojo del grano de Sangorache, según los 3 métodos utilizados. Igual sucedió con el grano de maíz Negro. En las corontas de maíz sometidas a

remojo, se determinó una mayor actividad antioxidante, igual sucedió con el frejol Negro con >10 (20,80 mg/ml), y en las papas nativas con un valor de 13,45 mg/ml. Según el método del efecto quelante sobre el ion ferroso, el grano de Sangorache presentó la mayor actividad con 9,13 mg/ml, igual sucedió con el maíz Negro con 12,84 mg/ml. En las corontas de maíz se registró la mayor actividad antioxidante con el proceso de remojo en agua, obteniéndose un valor de 8,00 mg/ml, en el frejol negro 4,47 mg/ml, y en las papas nativas 8,03 mg/ml; Con el método de bloqueo del radical libre 1,1 difenil -2- picrihidrazil radical, el mayor valor correspondió al sangorache con 6,04 mg/ml, igual sucedió con el grano de maíz con 5,80 mg/ml, las corontas de maíz en el proceso de remojo en agua con un valor de 5,34 mg/ml, el frejol negro con 9,91 mg/ml, y en las papas nativas con 8,84 mg/ml.

**Tabla 127. EFECTO DEL PROCESAMIENTO EN LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE \*(FACTOR B)**

FACTOR B					
ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EC <sub>50</sub> (mg/ml) DE LOS EXTRACTOS CRUDOS					
	°N	Muestras	Poder reductor	Efecto quelante sobre los ion ferroso	Bloqueo de radical 1,1 difenil -2- picrihidrazil radical
<b>Sangorache</b>	1	Grano Remojo	10,25 <sup>a</sup>	9,13 <sup>a</sup>	6,04 <sup>a</sup>
	2	Grano Cocción Presión Normal	16,01 <sup>c</sup>	3,62 <sup>c</sup>	4,22 <sup>c</sup>
	3	Grano Cocción a Vapor	13,09 <sup>b</sup>	7,90 <sup>b</sup>	4,65 <sup>b</sup>
<b>Maíz Negro</b>	4	Grano Remojo	12,33 <sup>a</sup>	12,84 <sup>a</sup>	5,80 <sup>a</sup>
	5	Grano Cocción Presión Normal	22,83 <sup>d</sup>	7,17 <sup>c</sup>	4,20 <sup>c</sup>
	6	Grano Cocción a Vapor	16,02 <sup>b</sup>	8,53 <sup>b</sup>	5,51 <sup>b</sup>
	7	Grano Perlado	19,66 <sup>c</sup>	4,40 <sup>d</sup>	3,19 <sup>d</sup>
<b>Corontas de Maíz</b>	8	Remojo en Agua	18,05 <sup>a</sup>	8,00 <sup>a</sup>	5,34 <sup>a</sup>
	9	Remojo en la mezcla agua (50 %)-etanol (50 %)	20,55 <sup>b</sup>	7,02 <sup>b</sup>	5,09 <sup>c</sup>
	10	Remojo en la mezcla agua (70 %)- etanol (30 %)	21,17 <sup>c</sup>	5,87 <sup>c</sup>	5,17 <sup>b</sup>
	11	Cocción a Presión Normal	25,96 <sup>d</sup>	4,01 <sup>d</sup>	3,17 <sup>d</sup>
<b>Frejol Negro</b>	12	Grano Remojo	20,80 <sup>a</sup>	4,47 <sup>a</sup>	9,91 <sup>a</sup>
	13	Grano Cocción Presión Normal	37,34 <sup>d</sup>	3,64 <sup>c</sup>	6,33 <sup>c</sup>
	14	Grano Cocción a Vapor	25,51 <sup>b</sup>	4,13 <sup>b</sup>	8,25 <sup>b</sup>
	15	Grano Perlado	32,85 <sup>c</sup>	3,53 <sup>d</sup>	4,16 <sup>d</sup>
<b>Papas Nativas</b>	16	Papa Pelada	13,45 <sup>a</sup>	8,03 <sup>a</sup>	8,84 <sup>a</sup>
	17	Papa Cocción Presión Normal	26,93 <sup>d</sup>	3,64 <sup>d</sup>	4,80 <sup>d</sup>
	18	Papa Cocción a Vapor	19,21 <sup>b</sup>	5,66 <sup>b</sup>	7,88 <sup>b</sup>
	19	Papa Horneada	21,21 <sup>c</sup>	4,60 <sup>c</sup>	5,89 <sup>c</sup>

Los resultados que poseen letras iguales no son significativamente diferentes EC<sub>50</sub> en bloqueo de radicales libres y efecto quelante, es deseable el mayor valor

\*No registra datos, ya que el EC<sub>50</sub> no representa una cantidad <10

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

#### **4.4.3. Efecto de la interacción fracción de la planta y proceso sobre la actividad antioxidante \*(Factor A\*B)**

En la Tabla 128 se muestran los tratamientos que sobresalieron por su mayor capacidad antioxidante. El grano de Sangorache remojado mostró una mayor actividad antioxidante, evaluada tanto por el efecto quelante sobre el ion ferroso y el bloqueo del radical libre DDPH con un valor de 12,09 mg/ml. Igualmente las panojas del sangorache remojadas, presentaron un mayor poder reductor sobre el ion ferroso con 2,99 mg/ml.

El maíz negro raza Racimo de Uva sometido al proceso de remojo, presentó un mayor poder reductor sobre el ión ferroso (6,37 mg/ml). En cambio por su acción quelante sobre el ión ferroso, sobresalió el grano de maíz variedad Sangre de Cristo en el proceso de remojo con 13,17 mg/ml, y según el método DDPH se obtuvo un valor 7,83 mg/ml.

Las corontas del maíz sometidas a remojo, mostraron una mayor actividad antioxidante, evaluada según el poder reductor con 13,40 mg/ml, el efecto de quelante sobre el ion ferroso con 8,89 mg/ml; en cambio según el método DDPH, las corontas de la variedad Sangre de Cristo, remojadas en agua, presentaron un mayor valor con 5,92 mg/ml. En el frejol Negro, sobresalió la variedad INIAP 482 sometido al proceso de remojo, que proporcionó la mayor actividad antioxidante, según el método del poder reductor con 18,52 mg/ml, el efecto quelante sobre el ion ferroso con 5,35 mg/ml y el bloqueo del radical libre 1,1 difenil-2- picrihidrazil radical con 15,86 mg/ml.

Se evidenció una disminución de la capacidad antioxidante en las papas nativas, variedad Yana Shungo, según el método de poder reductor (8,88 mg/ml), efecto quelante sobre el ión ferroso con 16,37 mg/ml y DDPH con 11,88 mg/ml.

**Tabla 128. EFECTO DE LA INTERACCIÓN FRACCIÓN DE LA PLANTA Y PROCESO SOBRE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE \*(FACTOR A\*B) (Pg 207 y 208)**

FACTOR A*B						
ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EC50 (mg/ml) DE LOS EXTRACTOS CRUDOS						
Muestras	°N	Descripción	Tratamientos	Poder reductor	Efecto quelante sobre el ion ferroso	Bloqueo del radical libre 1,1 difenil -2-picridhidrazil radical
Sangorache	1	Grano sometido al proceso de remojo	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	23,67 <sup>f</sup>	11,98 <sup>a</sup>	12,09 <sup>a</sup>
	2	Grano sometido al proceso de cocción a presión normal	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	33,50 <sup>h</sup>	5,15 <sup>g</sup>	6,92 <sup>c</sup>
	3	Grano sometido a cocción con vapor	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	31,56 <sup>g</sup>	10,74 <sup>b</sup>	7,95 <sup>b</sup>
	4	Panoja sometida al proceso de remojo	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	2,99 <sup>a</sup>	8,04 <sup>c</sup>	2,94 <sup>e</sup>
	5	Panoja sometida al proceso de cocción a presión normal	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	5,30 <sup>d</sup>	2,81 <sup>i</sup>	2,79 <sup>f</sup>
	6	Panoja sometida a cocción con vapor	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	3,59 <sup>b</sup>	6,06 <sup>f</sup>	2,93 <sup>e</sup>
	7	Hojas sometidas al proceso de remojo	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	4,10 <sup>c</sup>	7,39 <sup>d</sup>	3,09 <sup>d</sup>
	8	Hojas sometidas al proceso de cocción a presión normal	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	9,23 <sup>e</sup>	2,90 <sup>h</sup>	2,93 <sup>e</sup>
	9	Hojas sometidas al cocción con vapor	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	4,13 <sup>c</sup>	6,90 <sup>e</sup>	3,07 <sup>d</sup>
Maíz Negro	10	Grano de la raza racimo de uva (INIAP), sometido al proceso de remojo	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	6,37 <sup>a</sup>	12,52 <sup>b</sup>	3,78 <sup>d</sup>
	11	Grano de la raza racimo de uva (INIAP), sometido al proceso de cocción a presión normal	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	26,13 <sup>g</sup>	4,68 <sup>g</sup>	3,32 <sup>ef</sup>
	12	Grano de la raza racimo de uva (INIAP), sometido a cocción con vapor	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	8,63 <sup>b</sup>	5,21 <sup>e</sup>	3,29 <sup>f</sup>
	13	Grano de la raza racimo de uva (INIAP), sometido a perlado	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	11,30 <sup>c</sup>	5,13 <sup>f</sup>	3,03 <sup>g</sup>
	14	Grano variedad sangre de cristo, sometido al proceso de remojo	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	18,29 <sup>d</sup>	13,17 <sup>a</sup>	7,83 <sup>a</sup>
	15	Grano variedad sangre de cristo, sometido al proceso de cocción a presión normal	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	19,54 <sup>e</sup>	9,66 <sup>d</sup>	5,09 <sup>c</sup>
	16	Grano variedad sangre de cristo, sometido a cocción con vapor	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	23,42 <sup>f</sup>	11,85 <sup>c</sup>	7,74 <sup>b</sup>
	17	Grano variedad sangre de cristo, sometido a perlado	a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	28,02 <sup>h</sup>	3,68 <sup>h</sup>	3,35 <sup>e</sup>
Corontas de Maíz	18	Tusa de la raza racimo de uva (INIAP), sometido a remojo en agua	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	13,40 <sup>a</sup>	8,89 <sup>a</sup>	4,77 <sup>c</sup>
	19	Tusa de la raza racimo de uva (INIAP), sometido a remojo en la mezcla agua (50 %)-etanol (50 %)	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	16,61 <sup>b</sup>	7,17 <sup>b</sup>	4,74 <sup>c</sup>
	20	Tusa de la raza racimo de uva (INIAP), sometido a remojo en la mezcla agua (70 %)-etanol (30 %)	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	16,97 <sup>c</sup>	4,66 <sup>g</sup>	4,52 <sup>d</sup>
	21	Tusa de la raza racimo de uva (INIAP), sometido a cocción a presión normal	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	21,90 <sup>d</sup>	3,10 <sup>h</sup>	2,91 <sup>f</sup>
	22	Tusa variedad sangre de cristo, sometido a remojo en agua	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	22,70 <sup>e</sup>	7,11 <sup>c</sup>	5,92 <sup>a</sup>
	23	Tusa variedad sangre de cristo, sometido a remojo en la mezcla agua (50 %)-etanol (50 %)	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	24,50 <sup>f</sup>	6,88 <sup>e</sup>	5,45 <sup>b</sup>
	24	Tusa variedad sangre de cristo, sometido a remojo en la mezcla agua (70 %)-etanol (30 %)	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	25,37 <sup>g</sup>	7,07 <sup>d</sup>	5,82 <sup>b</sup>
	25	Tusa variedad sangre de cristo, sometido a cocción a presión normal	a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	30,02 <sup>h</sup>	4,92 <sup>f</sup>	3,44 <sup>e</sup>
	Frejol Negro	26	Genotipo L. G21212, sometido al proceso de remojo	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	18,91 <sup>b</sup>	4,12 <sup>f</sup>
27		Genotipo L. G21212, cocción a presión normal	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	37,03 <sup>ñ</sup>	3,16 <sup>l</sup>	4,81 <sup>k</sup>
28		Genotipo L. G21212, cocción con vapor	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	22,45 <sup>d</sup>	3,33 <sup>k</sup>	5,09 <sup>j</sup>
29		Genotipo L. G21212, sometido a perlado	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	31,13 <sup>h</sup>	3,14 <sup>l</sup>	3,53 <sup>n</sup>
30		variedad INIAP 482, remojo	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	18,52 <sup>a</sup>	5,35 <sup>a</sup>	15,86 <sup>a</sup>
31		variedad INIAP 482, cocción a presión normal	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	36,79 <sup>n</sup>	4,90 <sup>c</sup>	7,79 <sup>f</sup>
32		variedad INIAP 482, cocción con vapor	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	23,92 <sup>f</sup>	5,20 <sup>b</sup>	11,26 <sup>d</sup>
33		Variedad INIAP 482, sometido a perlado	a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	31,81 <sup>j</sup>	4,05 <sup>g</sup>	4,74 <sup>l</sup>
34		Genotipo Cóndor, remojo	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	22,35 <sup>c</sup>	3,76 <sup>l</sup>	7,11 <sup>g</sup>
35		Genotipo Cóndor, cocción a presión normal	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	43,61 <sup>o</sup>	2,97 <sup>m</sup>	3,61 <sup>m</sup>

36	Genotipo Cóndor, cocción con vapor	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	31,25 <sup>i</sup>	3,18 <sup>l</sup>	5,20 <sup>h</sup>	
37	Genotipo Cóndor, sometido a perlado	a <sub>3</sub> b <sub>4</sub>	33,35 <sup>l</sup>	2,96 <sup>m</sup>	3,19 <sup>n</sup>	
38	Genotipo L. L8863, remojo	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	23,44 <sup>e</sup>	4,66 <sup>e</sup>	11,53 <sup>b</sup>	
39	Genotipo L. L8863, cocción a presión normal	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	31,96 <sup>k</sup>	3,54 <sup>j</sup>	9,10 <sup>e</sup>	
40	Genotipo L. L8863, cocción con vapor	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	24,43 <sup>g</sup>	4,83 <sup>d</sup>	11,45 <sup>c</sup>	
41	Genotipo L. L8863, sometido a perlado	a <sub>4</sub> b <sub>4</sub>	35,12 <sup>m</sup>	3,96 <sup>h</sup>	5,18 <sup>h/i</sup>	
<b>Papas Nativas</b>	42	Yana Shungo, sometida al proceso de pelado	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	8,88 <sup>a</sup>	11,88 <sup>a</sup>	
	43	Yana Shungo, cocción a presión normal	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	38,26 <sup>s</sup>	3,74 <sup>n</sup>	
	44	Yana Shungo, cocción con vapor	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	23,14 <sup>m</sup>	8,23 <sup>c</sup>	11,36 <sup>b</sup>
	45	Yana Shungo, horneado	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	24,85 <sup>n</sup>	3,82 <sup>k</sup>	4,05 <sup>n</sup>
	46	Puca Shungo, sometida al proceso de pelado	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	13,48 <sup>f</sup>	3,92 <sup>j</sup>	9,97 <sup>c</sup>
	47	Puca Shungo, cocción a presión normal	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	23,70 <sup>n</sup>	3,60 <sup>m</sup>	4,00 <sup>n</sup>
	48	Puca Shungo, cocción con vapor	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	16,75 <sup>h</sup>	3,83 <sup>k</sup>	7,00 <sup>h</sup>
	49	Puca Shungo, horneado	a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	22,77 <sup>i</sup>	3,61 <sup>m</sup>	5,16 <sup>l</sup>
	50	Variedad Roja, sometida al proceso de pelado	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	13,00 <sup>e</sup>	3,75 <sup>l</sup>	8,00 <sup>f</sup>
	51	Variedad Roja, cocción a presión normal	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	25,20 <sup>o</sup>	3,59 <sup>m</sup>	6,01 <sup>k</sup>
	52	Variedad Roja, cocción con vapor	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	18,17 <sup>i</sup>	3,51 <sup>n</sup>	8,10 <sup>e</sup>
	53	Variedad Roja, horneado	a <sub>3</sub> b <sub>4</sub>	20,56 <sup>j</sup>	3,45 <sup>n</sup>	7,80 <sup>g</sup>
	54	Variedad Amarilla, sometida al proceso de pelado	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	21,82 <sup>k</sup>	9,51 <sup>b</sup>	8,18 <sup>d</sup>
	55	Variedad Amarilla, cocción a presión normal	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	32,76 <sup>r</sup>	3,39 <sup>n</sup>	6,53 <sup>i</sup>
	56	Variedad Amarilla, cocción con vapor	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	25,44 <sup>p</sup>	7,30 <sup>d</sup>	7,83 <sup>g</sup>
	57	Variedad Amarilla, horneado	a <sub>4</sub> b <sub>4</sub>	27,35 <sup>q</sup>	5,64 <sup>g</sup>	7,77 <sup>g</sup>
	58	Tushpa, sometida al proceso de pelado (cocida)	a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	10,07 <sup>b</sup>	6,59 <sup>e</sup>	6,18 <sup>j</sup>
	59	Tushpa, cocción a presión normal (cascara)	a <sub>5</sub> b <sub>2</sub>	14,76 <sup>g</sup>	4,61 <sup>i</sup>	3,72 <sup>n</sup>
	60	Tushpa, cocción con vapor	a <sub>5</sub> b <sub>3</sub>	12,56 <sup>d</sup>	5,43 <sup>h</sup>	5,10 <sup>l</sup>
	61	Tushpa, horneado	a <sub>5</sub> b <sub>4</sub>	10,56 <sup>c</sup>	6,49 <sup>f</sup>	4,69 <sup>m</sup>

Los resultados que poseen letras iguales no son significativamente diferentes

EC<sub>50</sub> en bloque de radicales libres y efecto quelante, es deseable el mayor valor

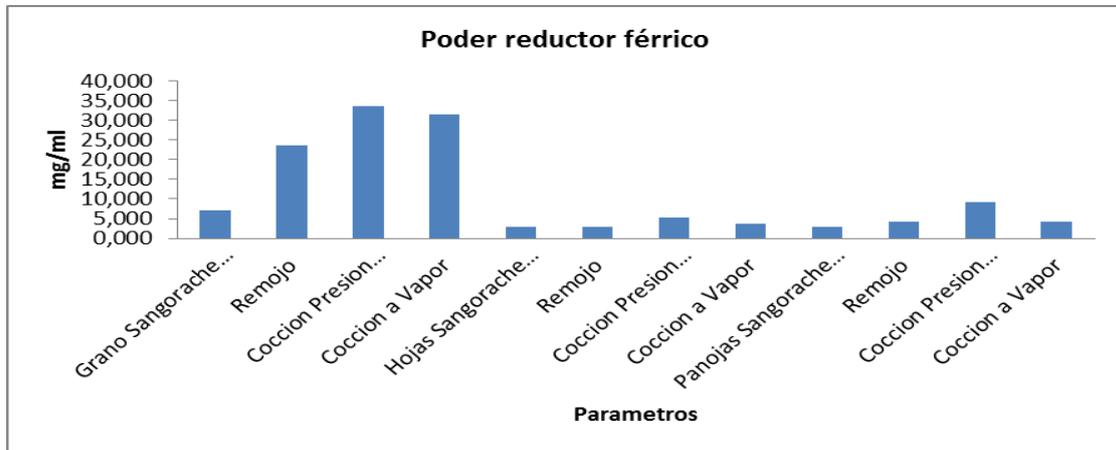
\*No registra datos, ya que el EC<sub>50</sub> no representa una cantidad <10

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

#### 4.5. COMPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN LAS ESPECIES VEGETALES CRUDAS Y PROCESADA

En general se observa una pérdida de la concentración de la actividad antioxidante al comparar las especies crudas y procesadas la pérdida de la concentración (%) se determinó mediante la diferencia del valor inicial (crudo) y el valor obtenido luego de los procesos tecnológicos dividido para el valor inicial y por cien. A continuación se describe la pérdida de compuestos antioxidantes por especie.

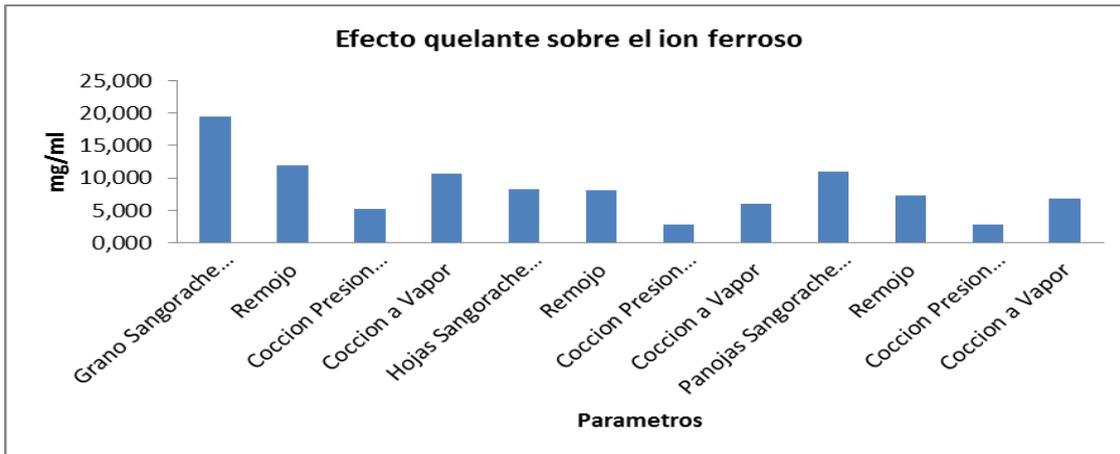
#### 4.5.1. Sangorache Línea 17758



**Gráfico 59. PÉRDIDA DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL SANGORACHE (SEGÚN EL PODER REDUCTOR) POR EFECTO DEL PROCESAMIENTO**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

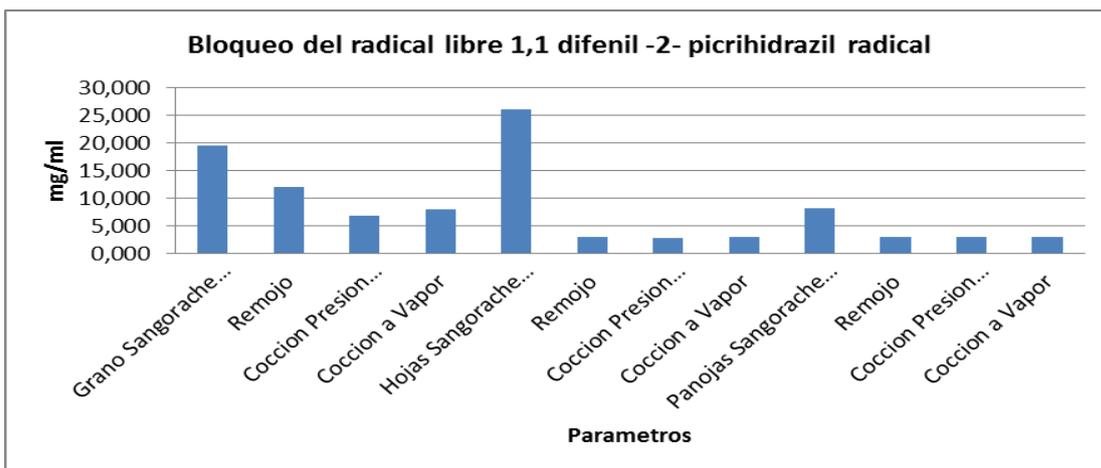
En el grano de Sangorache en estado crudo se determinó un valor de 7,09 mg/ml, mientras que por efecto del remojo este valor se elevó a 23,67mg/ml, lo cual significa una menor actividad antioxidante, igualmente por cocción del grano a presión normal se obtuvo 33,50 mg/ml, cocción con vapor 31,56 mg/ml. Para las hojas de Sangorache crudo se determinó 2,78 mg/ml después del remojo, este valor se elevó (menor actividad antioxidante) a 4,10 mg/ml, por cocción a presión normal (9,23mg/ml) y por cocción a vapor 4,13 mg/ml. En las panojas de sangorache crudo se determinó 2,89 mg/ml, por efecto del remojo 2,99 mg/ml, por cocción a presión a normal 5,30 mg/ml, y por cocción con vapor 3,59mg/ml (Gráfico 59).



**Gráfico 60. PÉRDIDA DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL SANGORACHE POR EFECTO DEL PROCESAMIENTO (MÉTODO DEL EFECTO QUELANTE SOBRE EL ION FERROSO)**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Con relación al grano en estado crudo, por efecto del remojo se determinó una pérdida del 39%, cocción a presión normal 74%, por cocción con vapor 45%. En las hojas de sangorache, por efecto del remojo se registró una pérdida de la actividad antioxidante en el orden del 11%, por cocción a presión normal 65%, por cocción con vapor 17%. En las panojas, se registró una pérdida del 27% por efecto del remojo, 75% por cocción a presión normal y 45% por cocción con vapor (Gráfico 60).

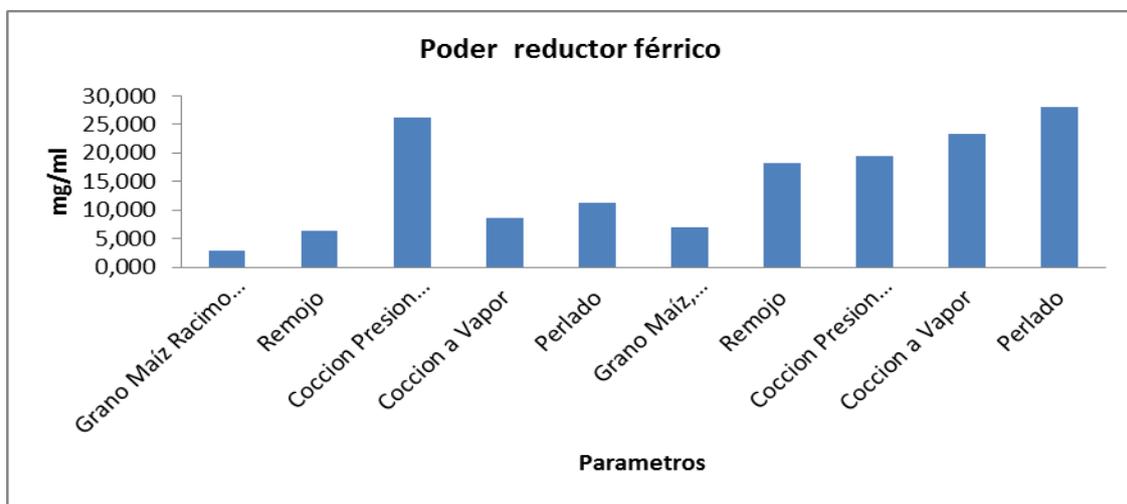


**Gráfico 61. PÉRDIDA DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL SANGORACHE POR EFECTO DEL PROCESAMIENTO (MÉTODO DDPH)**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Con relación al grano en estado crudo, por acción del remojo se determinó una pérdida del 38%, por cocción a presión normal 64%, por cocción con vapor 59%. En las hojas de Sangorache, la actividad antioxidante disminuyó en 88% por efecto del remojo, 89% por cocción a presión normal, 88% por cocción con vapor. En las panojas de Sangorache, el remojo produjo una pérdida del 64 %, la cocción a presión a normal 66% y la cocción con vapor 65% (Gráfico 61).

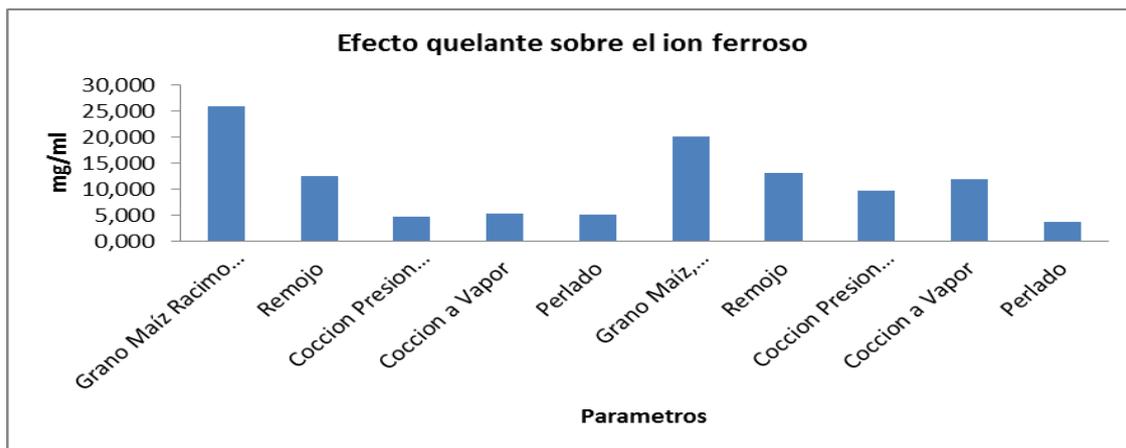
#### 4.5.2. Maíz Negro



**Gráfico 62. PÉRDIDA DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL MAÍZ NEGRO POR EFECTO DEL PROCESAMIENTO (MÉTODO DEL PODER REDUCTOR)**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

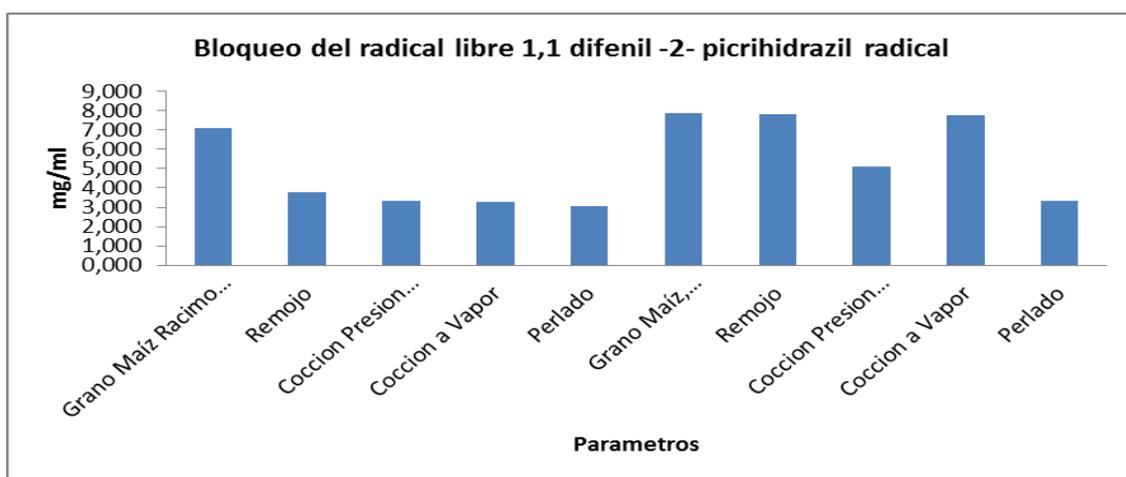
En el grano de la raza Racimo de Uva, en estado crudo se detectó 2,90 mg/ml, este valor por efecto del remojo ascendió a 6,37 mg/ml (menor actividad antioxidante), por cocción a presión normal se determinó 26,13 mg/ml, por cocción con vapor 8,63 mg/ml, por efecto del perlado 11,30 mg/ml. Igualmente en el grano crudo de la raza Sangre de Cristo se determinó un valor de 6,92mg/ml, el cual se elevó a 18,29 mg/ml por efecto del remojo, 19,54 mg/ml por cocción a presión normal, 23,42 mg/ml por cocción con vapor y 28,02 mg/ml por acción del perlado (Gráfico 62).



**Gráfico 63. PÉRDIDA DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL MAÍZ NEGRO POR EFECTO DEL PROCESAMIENTO (EFECTO QUELANTE SOBRE EL ION FERROSO)**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En relación al grano de maíz en estado crudo, por efecto del remojo, en el grano de la raza Racimo de Uva se determinó una pérdida del 51%, por cocción a presión normal 82%, por cocción con vapor 80%, por perlado 80%. En la variedad Sangre de Cristo la pérdida por remojo fue del 34%, por cocción a presión normal 52%, por cocción con vapor 41% y por perlado 82% (Gráfico 63).

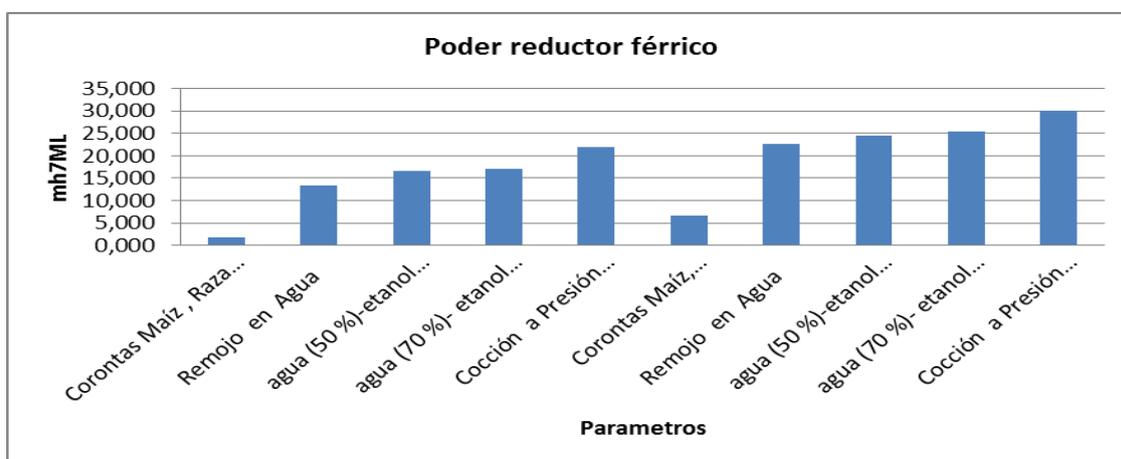


**Gráfico 64. PÉRDIDA DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL MAÍZ NEGRO POR EFECTO DEL PROCESAMIENTO (MÉTODO DDPH)**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

La pérdida de concentración con relación al grano crudo por efecto del remojo se determinó una pérdida de en el grano de maíz raza Racimo de Uva un 47%, cocción a presión normal 53%, cocción a vapor 54%, perlado 57%. En el maíz variedad Sangre de Cristo, la actividad antioxidante disminuyó en el remojo 1%, por cocción a presión normal 35%, cocción a vapor 2% perlado 57% (Gráfico 64).

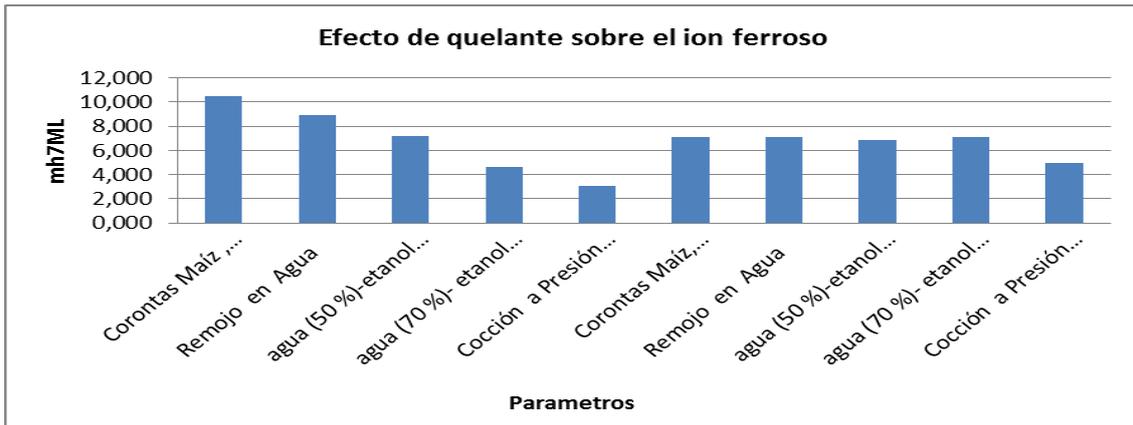
#### 4.5.3. Corontas del Maíz



**Gráfico 65. PÉRDIDA DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LAS CORONTAS (TUZA) DEL MAÍZ NEGRO (SEGÚN EL PODER REDUCTOR) POR EFECTO DEL PROCESAMIENTO**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

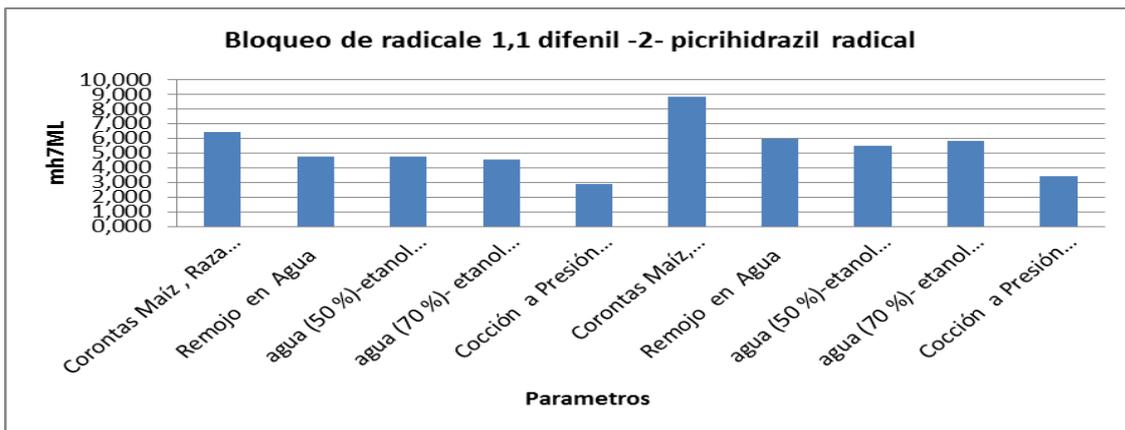
En las corontas del maíz Negro raza Racimo de Uva en estado crudo se estableció un valor de 1,92 mg/ml, por efecto de los procesos a los que fueron sometidos, se determinó un valor en remojo en agua 13,40 mg/ml, remojo (50% agua - 50% etanol) 16,61 mg/ml, remojo (70% agua - 30% etanol) 16,97 mg/ml, cocción a presión normal 21,90 mg/ml; en las corontas del maíz Negro variedad Sangre de Cristo crudo con un valor en crudo de 6,59 mg/m, por acción del remojo en agua hubo una pérdida de 22,70 mg/ml, remojo (50% agua - 50% etanol) 24,50 mg/ml, remojo (70% agua - 30% etanol) 25,37mg/ml, por cocción a presión normal 30,02 mg/ml, valores superiores significa una menor actividad antioxidante (Gráfico 65).



**Gráfico 66. PÉRDIDA DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LAS CORONTAS (TUZA) DEL MAÍZ NEGRO POR EFECTO DEL PROCESAMIENTO (MÉTODO DEL EFECTO QUELANTE SOBRE EL ION FERROSO)**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

La pérdida de concentración con relación al estado crudo, por efecto del remojo en las corontas del grano de maíz raza Racimo de Uva, en remojo en agua fue del 15%, remojo (50% agua - 50% etanol) 32%, remojo (70% agua - 30% etanol) 56%, cocción a presión normal 70%; en las corontas del maíz negro variedad Sangre de Cristo la pérdida se registró en remojo en agua 0%, remojo (50% agua - 50% etanol) 3%, remojo (70% agua - 30% etanol) 1% y por cocción a presión normal 31% (Gráfico 66).

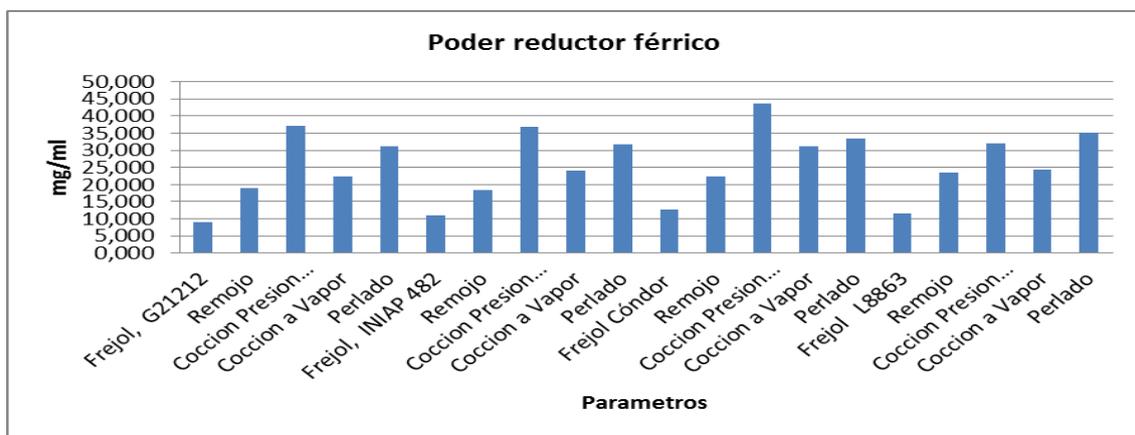


**Gráfico 67. PÉRDIDA DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LAS CORONTAS (TUZA) DEL MAÍZ NEGRO POR EFECTO DEL PROCESAMIENTO (MÉTODO DDPH)**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Con relación al estado crudo en las corontas del grano de maíz raza Racimo de Uva la pérdida en remojo en agua se determinó con el 26%, remojo (50% agua - 50% etanol) 26%, remojo (70% agua - 30% etanol) 29%, por cocción a presión normal 55%. En las corontas del maíz negro variedad Sangre de Cristo la actividad antioxidante disminuyó en el remojo en agua 33%, remojo (50% agua - 50% etanol) 38%, remojo (70% agua - 30% etanol) 34% y cocción a presión normal 61% (Gráfico 67).

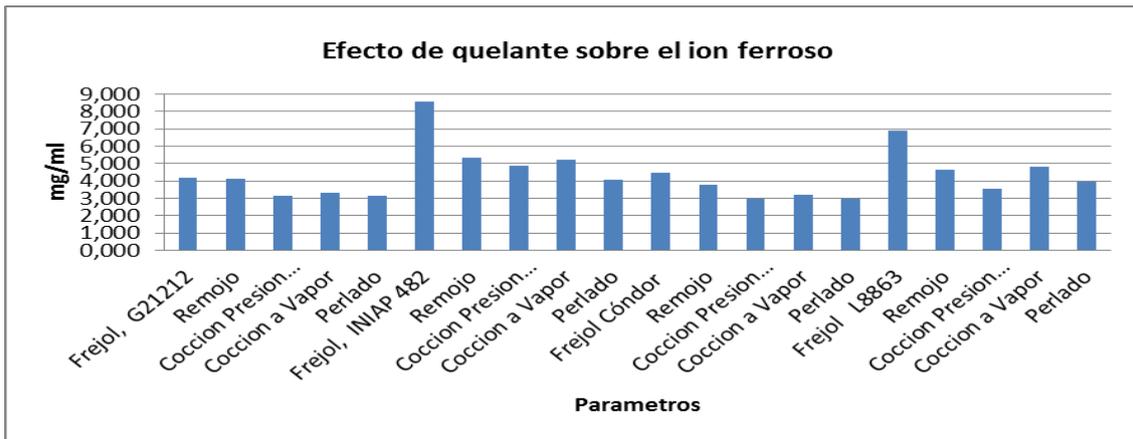
#### 4.5.4. Frejol Negro



**Gráfico 68. PÉRDIDA DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EL FREJOL NEGRO (SEGÚN EL PODER REDUCTOR) POR EFECTO DEL PROCESAMIENTO**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

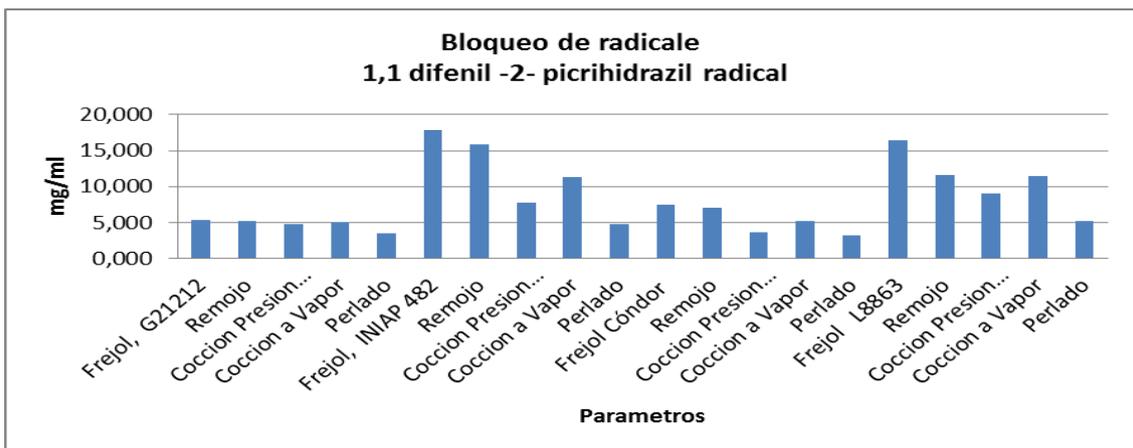
En los granos del frejol en estado crudo se determinó un valor en el genotipo G21212 con 8,92 mg/ml, valor que se elevó en remojo 18,91mg/ml, lo cual significa una menor actividad antioxidante, en cocción a presión normal 37,03 mg/ml, por cocción a vapor 22,45 mg/ml, perlado 31,13 mg/ml; en el frejol variedad INIAP 482 en crudo con 11,02 mg/ml, por efecto de remojo 18,52 mg/ml, cocción a presión normal 36,79 mg/ml, cocción a vapor 23,92 mg/ml, perlado 31,81 mg/ml; frejol cándor crudo 12,64 mg/ml, remojo 22,35 mg/ml (menor actividad antioxidante), cocción a presión normal 43,61 mg/ml%, cocción a vapor 31,25 mg/ml, perlado 33,35 mg/ml; frejol genotipo L8863 en crudo con 11,73 mg/m por acción del remojo con 23,44 mg/ml, por cocción a presión normal 31,96 mg/ml, cocción a vapor 24,43 mg/ml y perlado 35,12 mg/ml (Gráfico 68).



**Gráfico 69. PÉRDIDA DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EL FREJOL NEGRO POR EFECTO DEL PROCESAMIENTO (MÉTODO DEL EFECTO QUELANTE SOBRE EL ION FERROSO)**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

La pérdida de concentración en el frejol Negro con relación al estado crudo en el genotipo G21212 sometido a remojo fue un 2%, por cocción a presión normal 25%, cocción a vapor 21%, perlado 25%; frejol variedad INIAP 482, se determinó en el remojo con 37%, cocción a presión normal 43%, cocción a vapor 39%, perlado 53%; en el frejol cóndor se registró en remojo 16%, cocción a presión normal 34%, cocción a vapor 29%, perlado 34%; frejol genotipo L8863 por efecto del remojo con el 33%, por cocción a presión normal 49%, cocción a vapor 30% y perlado 43% (Gráfico 69).

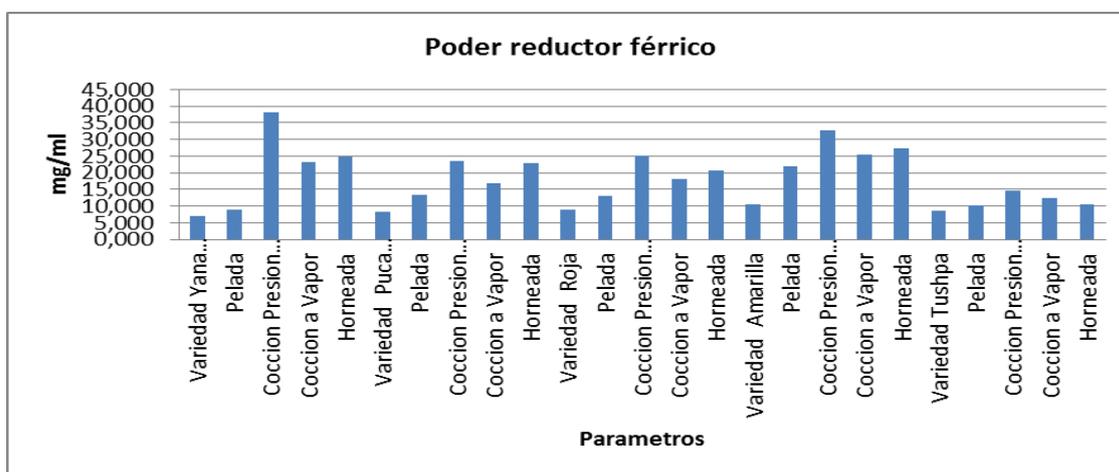


**Gráfico 70. PÉRDIDA DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EL FREJOL NEGRO POR EFECTO DEL PROCESAMIENTO (MÉTODO DDPH)**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Con relación al grano de frejol en estado crudo, por efecto del remojo se determinó una pérdida en el genotipo G21212 con el 3%, cocción a presión normal 9%, cocción a vapor 4%, perlado 33%; en el frejol variedad INIAP 482 la actividad antioxidante disminuyó en el remojo con 11%, cocción a presión normal 56%, cocción a vapor 37%, perlado 73%; en el frejol Cóndor por acción del remojo un 5%, cocción a presión normal 52%, cocción a vapor 31%, perlado 58%; frejol genotipo L8863 remojo 30%, cocción a presión normal 45%, cocción a vapor 30% y perlado 68% (Gráfico 70).

#### 4.5.5. Papas Nativas

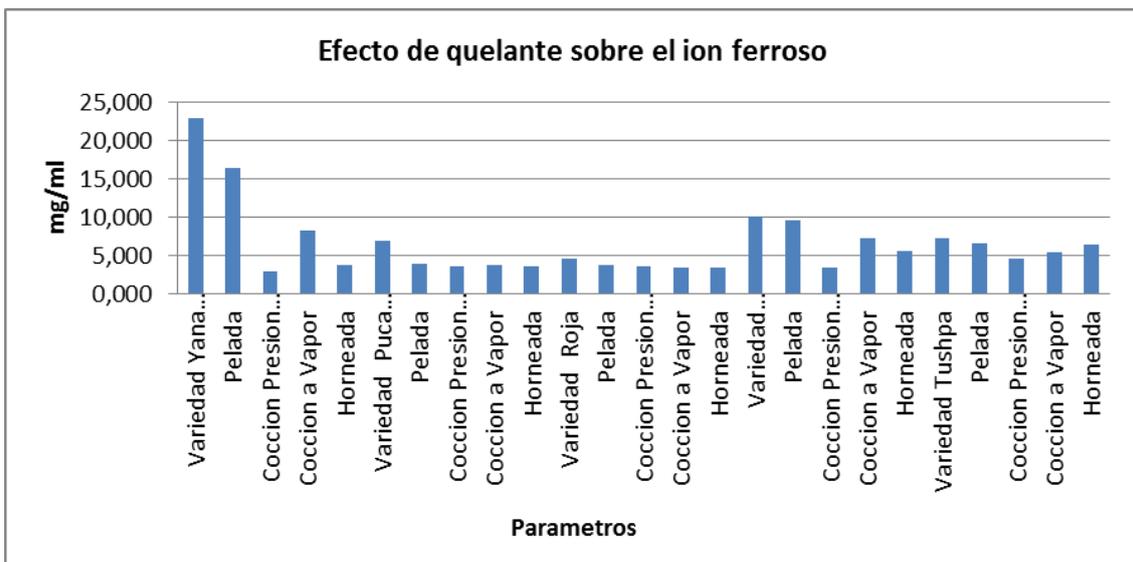


**Gráfico 71. PÉRDIDA DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN LAS PAPAS (SEGÚN EL PODER REDUCTOR) POR EFECTO DEL PROCESAMIENTO**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

La pérdida de concentración en las papas con relación al estado crudo se determinó en la variedad Yana Shungo con 7,13 mg/ml, en el siguiente orden en pelado 8,88 mg/ml (menor actividad antioxidante), cocción a presión normal 38,26 mg/ml, cocción a vapor 23,14 mg/ml, horneado 24,85 mg/ml; Puca Shungo, en crudo con 8,26 mg/ml, pelado 13,48 mg/ml, cocción a presión normal 27,70 mg/ml, cocción a vapor 16,75 mg/ml, horneado 22,77 mg/ml; en la variedad Roja en crudo con 9,10 mg/ml, por efecto del pelado 13,00 mg/ml, por cocción a presión normal 25,20 mg/ml, cocción a vapor 18,14 mg/ml,

horneado 20,56 mg/ml; la variedad Amarilla en crudo con 10,43 mg/ml, pelado 21,82 mg/ml lo cual significa una menor actividad antioxidante, cocción a presión normal 32,76 mg/ml, cocción a vapor 25,44 mg/ml, horneado 27,35 mg/ml; en la papa Tushpa, en crudo con 8,67 mg/ml, por acción del pelado 10,07 mg/ml, igualmente a cocción a presión normal 14,76 mg/ml, cocción a vapor 12,56 mg/ml y horneado 10,56 mg/ml (Gráfico 71).

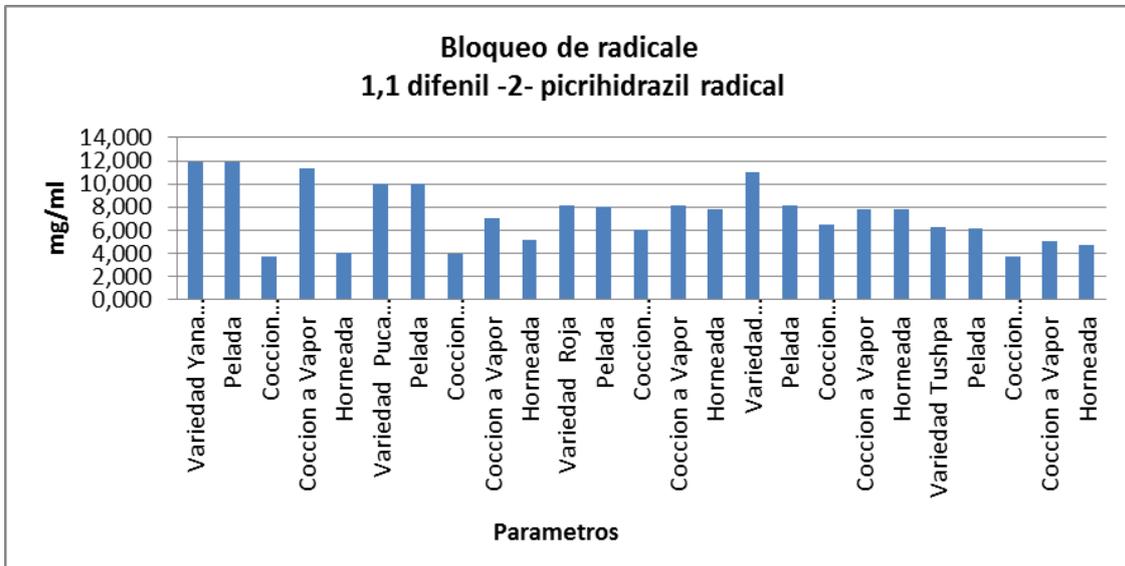


**Gráfico 72. PÉRDIDA DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN LAS PAPAS POR EFECTO DEL PROCESAMIENTO (MÉTODO DEL EFECTO QUELANTE SOBRE EL ION FERROSO)**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Con relación a las papas en estado crudo sometidos a los procesos tecnológicos se determinó que la variedad Yana Shungo tuvo una pérdida en el pelado con el 29%, cocción a presión normal 87%, cocción a vapor 64%, horneado 83%; en la papa Puca Shungo, en pelado 43%, cocción a presión normal 48%, cocción a vapor 44%, horneado 47%; en la variedad Roja se registró valores en el pelado de 19%, a cocción a presión normal 22%, cocción a vapor 24%, horneado 25%; en la variedad Amarilla se determinó en pelado 6%, cocción a presión normal 66%, cocción a vapor 26%, horneado

44%; Tushpa sometida al proceso de pelado con un 9%, cocción a presión normal 36%, cocción a vapor 25% y horneado 10% (Gráfico 72).



**Gráfico 73. PÉRDIDA DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN LAS PAPAS POR EFECTO DEL PROCESAMIENTO (MÉTODO DDPH)**

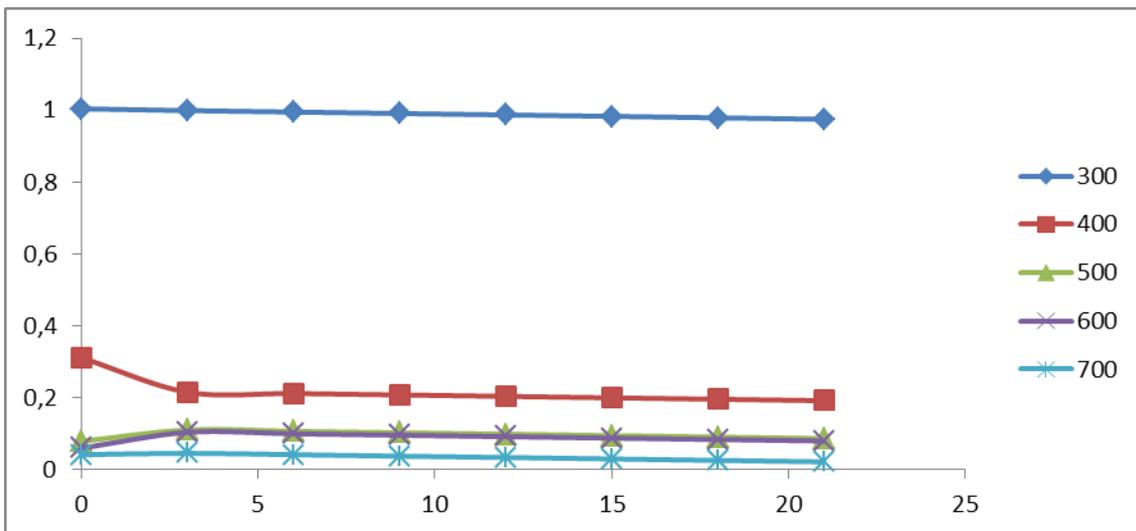
Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En las papas nativas con relación al estado crudo, en la variedad Yana Shungo con una pérdida en el pelado de 0,41%, cocción a presión normal 69%, cocción a vapor 5%, horneado 66%; en la papa Puca Shungo, por acción del pelado el 1%, por cocción a presión normal 60%, cocción a vapor 30%, horneado 49%; en la variedad Roja, en el pelado 1%, cocción a presión normal 26%, cocción a vapor 0%, horneado 4%; variedad Amarilla, pelado 25%, cocción a presión normal 40%, cocción a vapor 29%, horneado 29%; seguido de la papa Tushpa en el pelado el 1%, cocción a presión normal 41% y cocción a vapor 19%, horneado 25% (Gráfico 73).

#### 4.6 ESTABILIDAD DE LOS EXTRACTOS ACUOSO Y METANÓLICO DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS A DIFERENTES CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO (LUZ, OSCURIDAD Y U.V.)

Los gráficos que se presenta a continuación se detallan el tiempo (días) y su respectiva absorbancia.

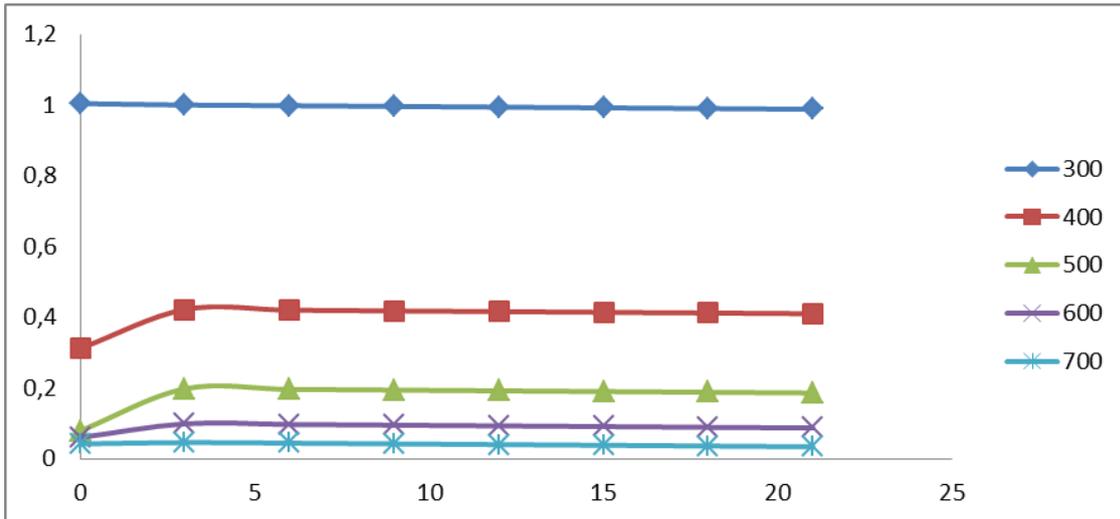
##### 4.6.1. Extracto acuoso de las hojas del sangorache expuesto a la luz



**Gráfico 74. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO DE LAS HOJAS DEL SANGORACHE EXPUESTO A LA LUZ SOLAR**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

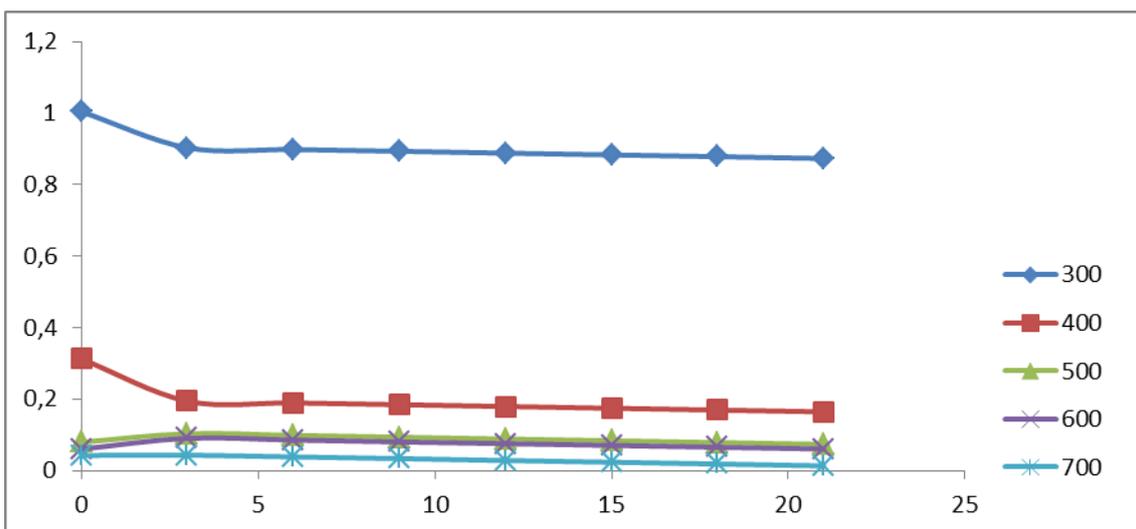
El gráfico 74, muestra que el extracto acuoso de las hojas de Sangorache presenta compuestos que se absorben a longitudes de onda entre 300 a 700 nm, con una disminución del 33 % a los 3 días de almacenamiento, a la longitud de onda de 400 nm. Mientras que a 600 y 700 nm, en este mismo periodo de tiempo se detectó un incremento de la absorbancia a 0,1. En los días subsiguientes la absorbancia de los extractos no varió con el tiempo de almacenamiento, lo que demuestra que la luz solar no degradó en forma notable los extractos de las hojas del sangorache



**Gráfico 75. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO DE LAS HOJAS DEL SANGORACHE EXPUESTO A LA OSCURIDAD**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 75 similar que en el extracto expuesto a la luz, muestra que el extracto de las hojas presenta compuestos que se absorben entre 300 y 700 nm, con un aumento de la absorbancia a 0,4 y 0,2 en las longitudes de onda de 400 y 300 nm, en los 3 primeros días de almacenamiento en la oscuridad, sin cambios notables a partir de este tiempo hasta los 21 días de almacenamiento en la oscuridad.

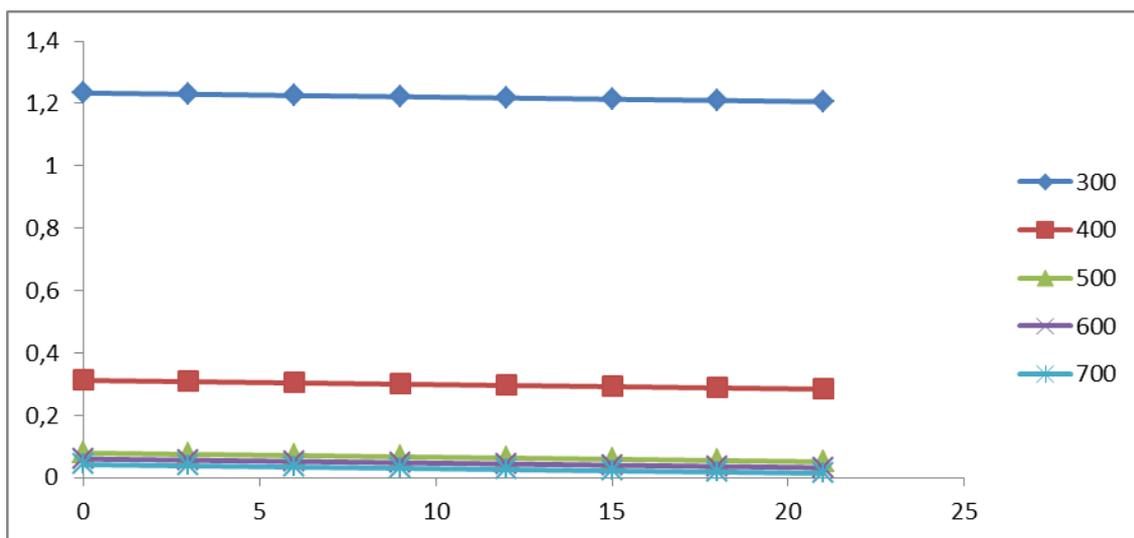


**Gráfico 76. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO DE LAS HOJAS DEL SANGORACHE EXPUESTO A LA LUZ U.V**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 76, por efecto de la exposición a la luz U.V, la absorbancia del extracto acuoso de las hojas disminuyó a las longitudes de onda 300 y 400 nm, durante los 3 primeros días de almacenamiento, sin cambios notables en los posteriores días de almacenamiento.

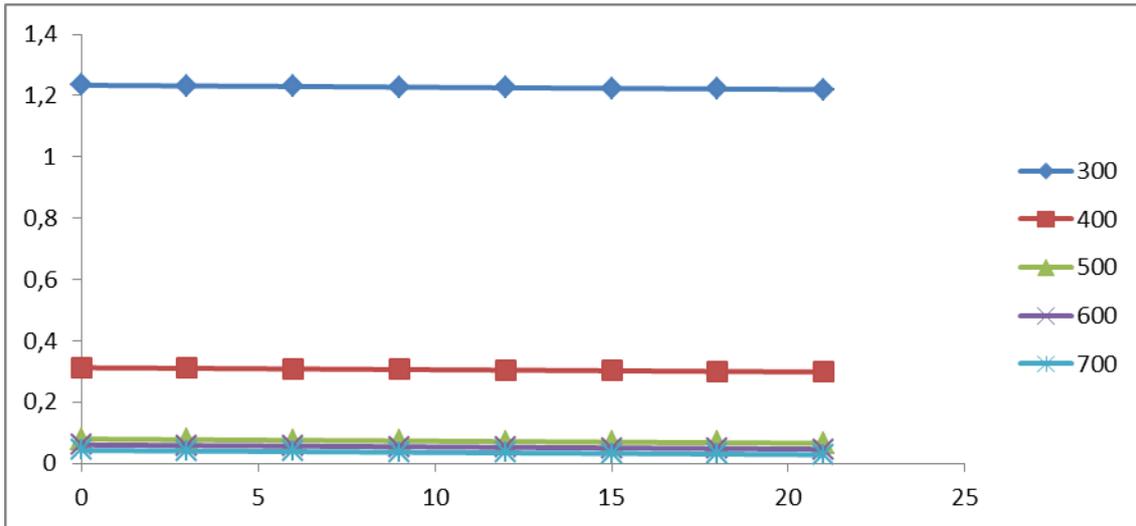
#### 4.6.2. Extracto metanólico de las hojas del sangorache expuesto a la luz



**Gráfico 77. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO METANÓLICO DE LAS HOJAS DEL SANGORACHE EXPUESTO LA LUZ SOLAR**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

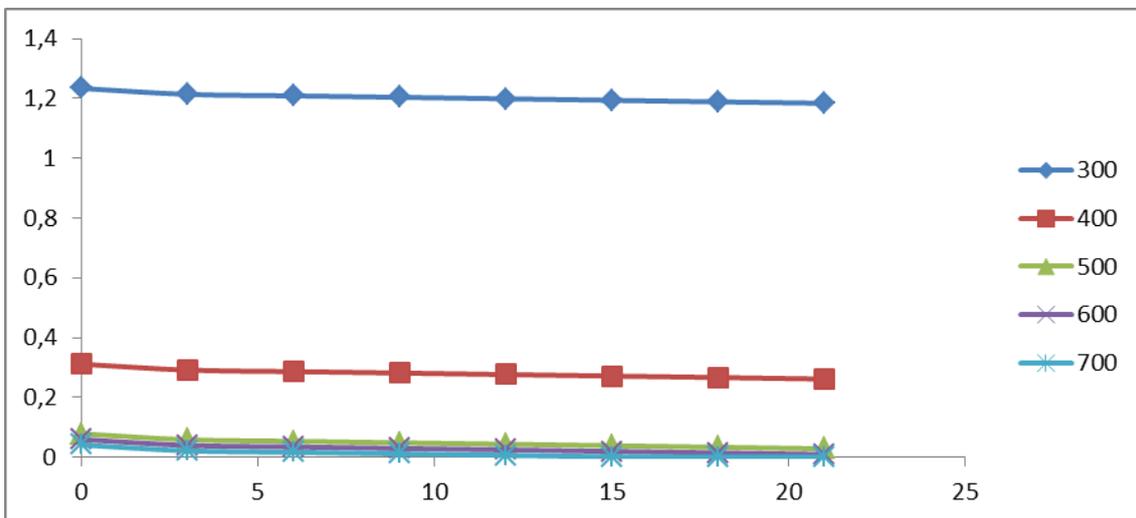
En el gráfico 77, a diferencia de los extractos acuosos, se observa que en los extractos metanólicos no se registraron cambios notables en la absorbancia durante el periodo de monitoreo (21 días), posiblemente por la acción preservante del metanol.



**Gráfico 78. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO METANÓLICO DE LAS HOJAS DEL SANGORACHE EXPUESTO LA OSCURIDAD**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 78 en la oscuridad, el extracto mostró una mayor estabilidad (ningún cambio en la absorbancia) a longitudes de onda entre 300 a 700 nm, durante el tiempo de monitoreo.

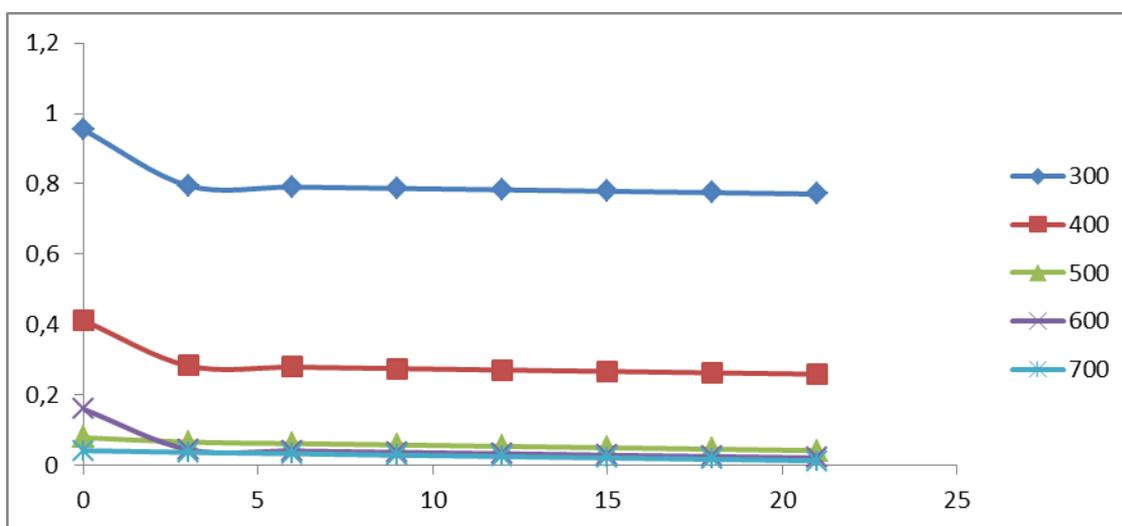


**Gráfico 79. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO METANÓLICO DE LAS HOJAS DEL SANGORACHE EXPUESTO LA LUZ U. V.**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 79, por acción de la luz U.V., se registró una ligera disminución en la absorbancia, especialmente a longitudes de onda 300 y 400 nm., lo que hace suponer que los extractos presentan compuestos que se absorben mayormente a las mencionadas longitudes de onda.

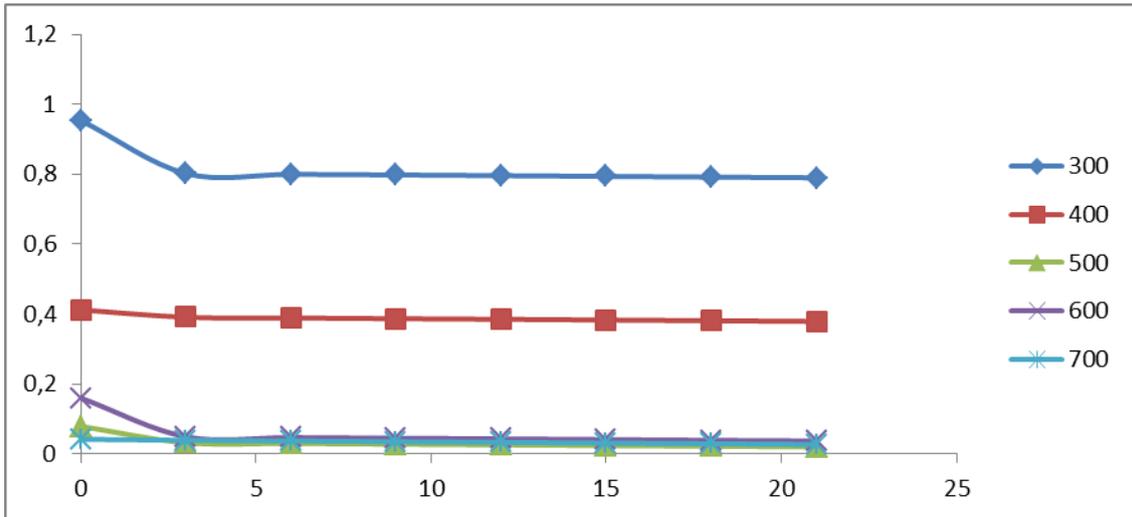
#### 4.6.3. Extracto acuoso de las Corontas Maíz, Raza Racimo de Uva expuesto a la luz



**Gráfico 80. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO DE LAS CORONTAS DEL MAÍZ RAZA, RACIMO DE UVA EXPUESTO LA LUZ SOLAR**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

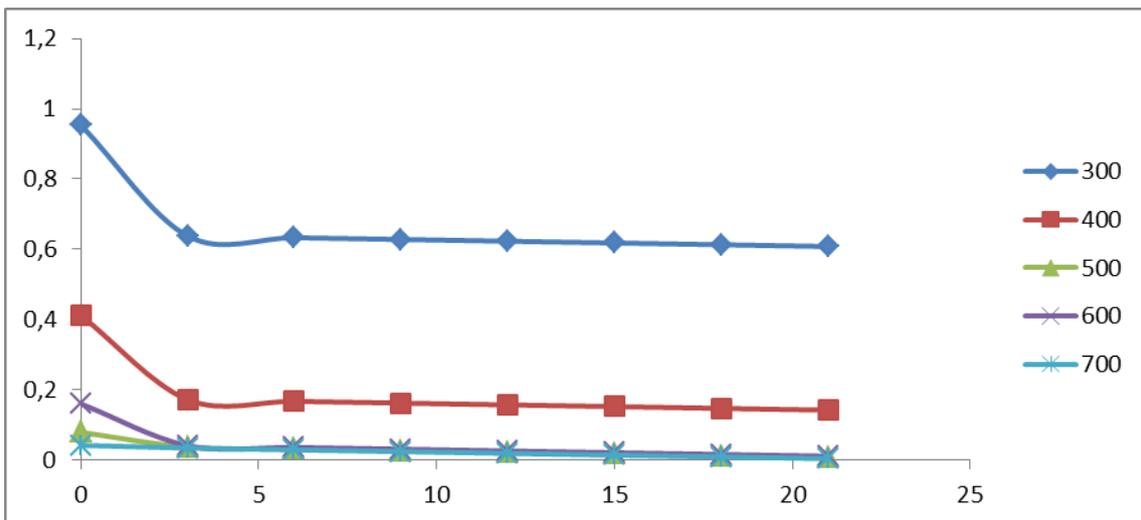
El gráfico 80, muestra que el extracto acuoso de las corontas de maíz presenta compuestos que se absorben a longitudes de onda entre 300 a 700 nm, se aprecia que existe una disminución notable al primer rango de medición (3 días) con el 20% durante el almacenamiento, lo mismo sucede a la longitud de onda de 400 nm con el 25%. En las siguientes longitudes no se detectó ningún cambio en el transcurso de los días. Se observa que no se registra cambios significativos a la luz solar.



**Gráfico 81. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO DE LAS CORONTAS DEL MAÍZ RAZA, RACIMO DE UVA EXPUESTO A LA OSCURIDAD**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Según el gráfico 81, El extracto de las corontas del maíz presenta que se absorben los compuestos a una longitud de onda entre 300 y 700 nm., con una disminución de la absorbancia de 20% a los 3 días en la longitud de onda de 300 nm; como se aprecia no existe cambios en el transcurso de los días de monitoreo, del almacenamiento en la oscuridad.

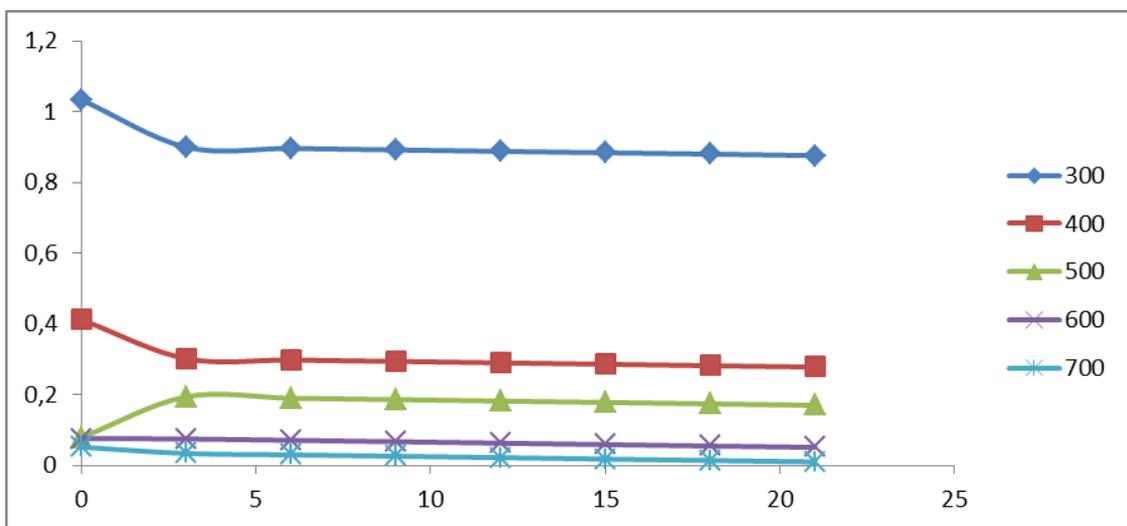


**Gráfico 82. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO DE LAS CORONTAS DEL MAÍZ RAZA, RACIMO DE UVA EXPUESTO LA LUZ U. V.**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 82 es notable la variación a los 3 días de almacenamiento a longitudes de onda de 300 y 400 con un 33 y 50%, respectivamente; sin observar cambios notables en los siguientes días de almacenamiento a ninguna longitud de onda es decir la luz U.V. no degrada de manera notoria el extracto.

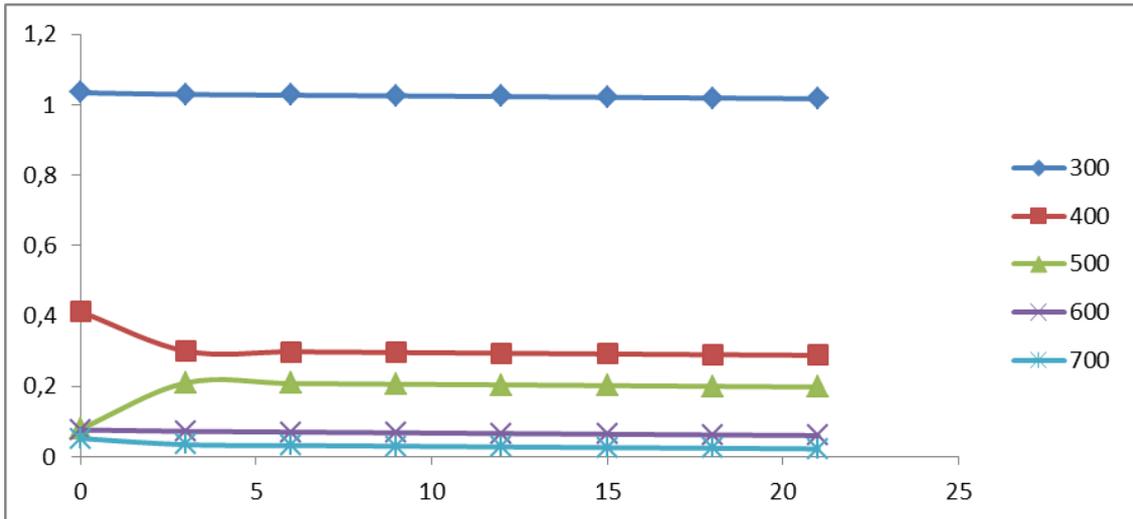
#### 4.6.4. Extracto metanólico de las Corontas Maíz, Raza Racimo de Uva expuesto a la luz



**Gráfico 83. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO METANÓLICO DE LAS CORONTAS DEL MAÍZ RAZA, RACIMO DE UVA EXPUESTO LA LUZ SOLAR**

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

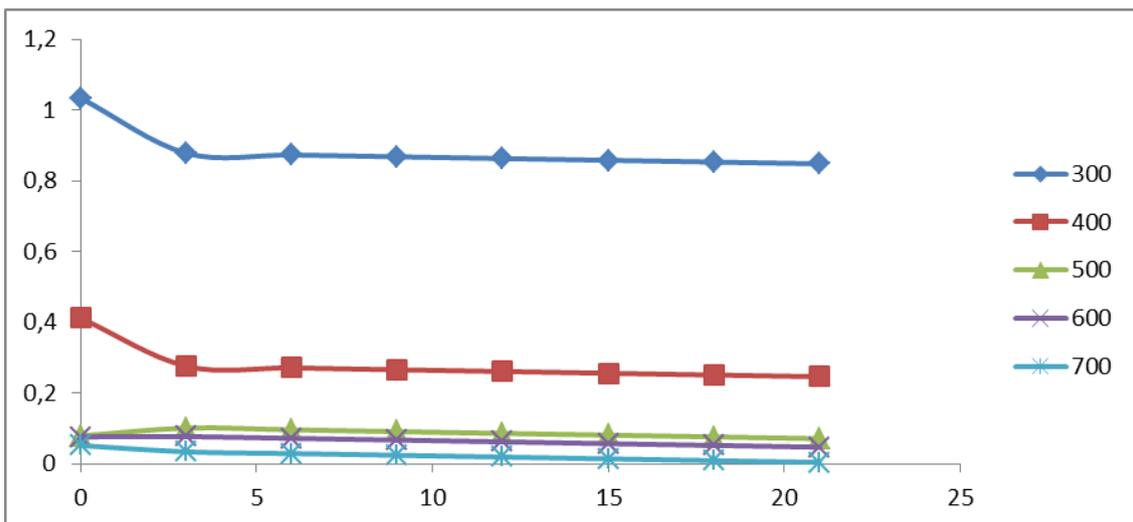
La estabilidad del extracto metanólico es mejor a la del extracto acuoso debido a su acción de conservación de los compuestos antioxidantes. En el gráfico 80 se observa que en las longitudes de onda de 300 y 400 existe cambios a los 3 días de almacenamiento con un 10% en las dos longitudes, pero a partir del tercer día no ha sufrido ningún tipo de degradación durante el periodo de monitoreo (21 días) (Gráfico 83)



**Gráfico 84. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO METANÓLICO DE LAS CORONTAS DEL MAÍZ RAZA, RACIMO DE UVA EXPUESTO A LA OBSCURIDAD**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 84, a condiciones de almacenamiento expuesto a la obscuridad, el extracto metanólico presentó una mejor estabilidad que en las otras condiciones; es decir no hubo ningún cambio en la absorbancia a longitud de onda de 300, 500, 600 y 700 durante el tiempo de monitoreo, pero si hubo un cambio del 10% a una longitud de onda de 400 mn en el periodo de los 3 días.

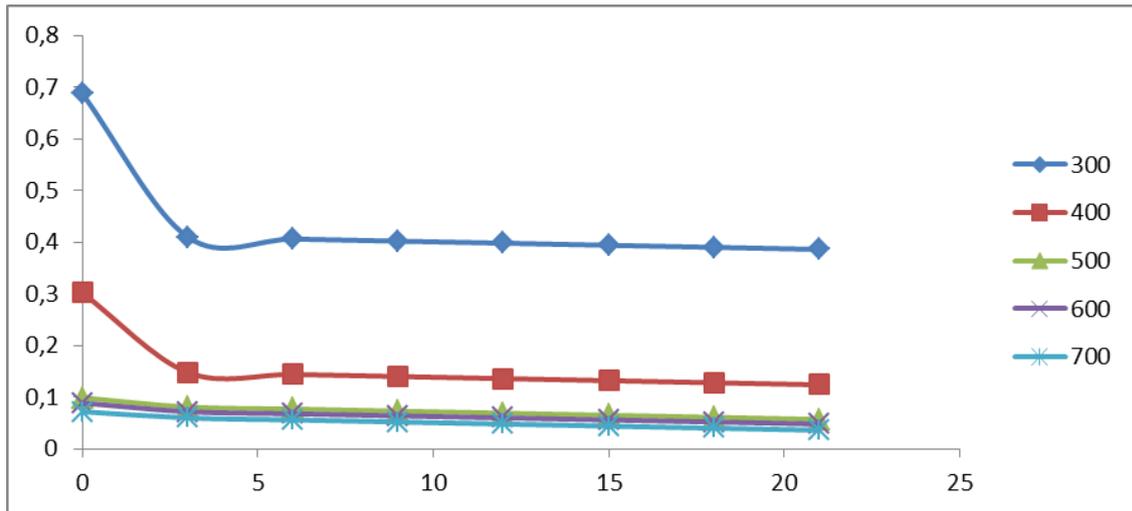


**Gráfico 85. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO METANÓLICO DE LAS CORONTAS DEL MAÍZ RAZA, RACIMO DE UVA EXPUESTO LA LUZ U. V.**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 85, por efecto de la luz U.V, se registró una notable variación a los 3 días de almacenamiento de un 10% en las longitudes de onda de 300 y 400 nm, una leve disminución en la absorbancia.

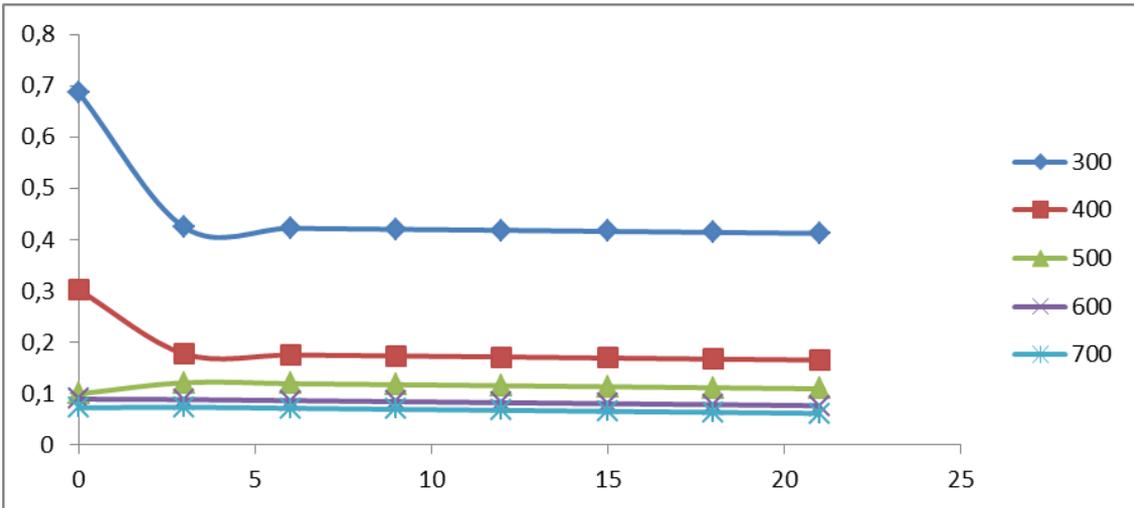
#### 4.6.5. Extracto acuoso en el Frejol, Variedad INIAP 482 expuesto a la luz



**Gráfico 86. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO DEL FREJOL INIAP 482 EXPUESTO LA LUZ SOLAR**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

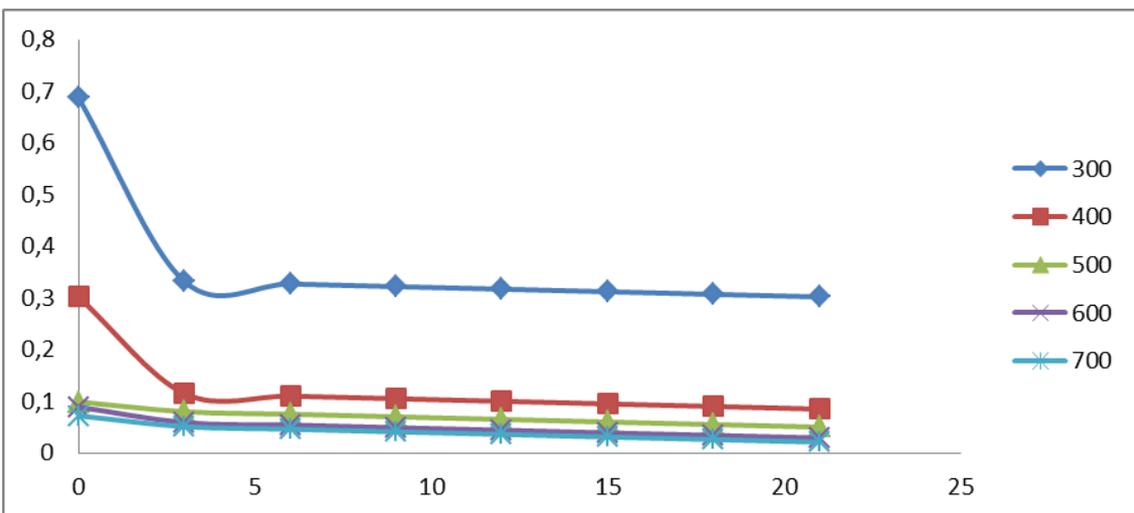
El gráfico 86, muestra que el extracto acuoso presenta compuestos que se absorben a longitudes de onda entre 300 a 700 nm en el frejol, con una disminución del 43% a 300 nm, y con el 20% a 400 nm, a los 3 días de almacenamiento y no sucede lo mismo en 500, 600 y 700 nm. En los días subsiguientes, la absorbancia de los extractos no varió demostrando que la luz solar no le degradó en forma notable al extracto.



**Gráfico 87. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO DEL FREJOL INIAP 482 EXPUESTO A LA OSCURIDAD**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

El gráfico 87 muestra al igual que el extracto expuesto a luz solar en el frejol, un cambio en la longitud de onda entre 300 y 400 nm con 43 y 33%, en los 3 primeros días de almacenamiento en la oscuridad; se aprecia que no existen cambios notables en las longitudes de onda de 500, 600 y 700 nm notables a partir de este tiempo hasta los 21 días de almacenamiento.

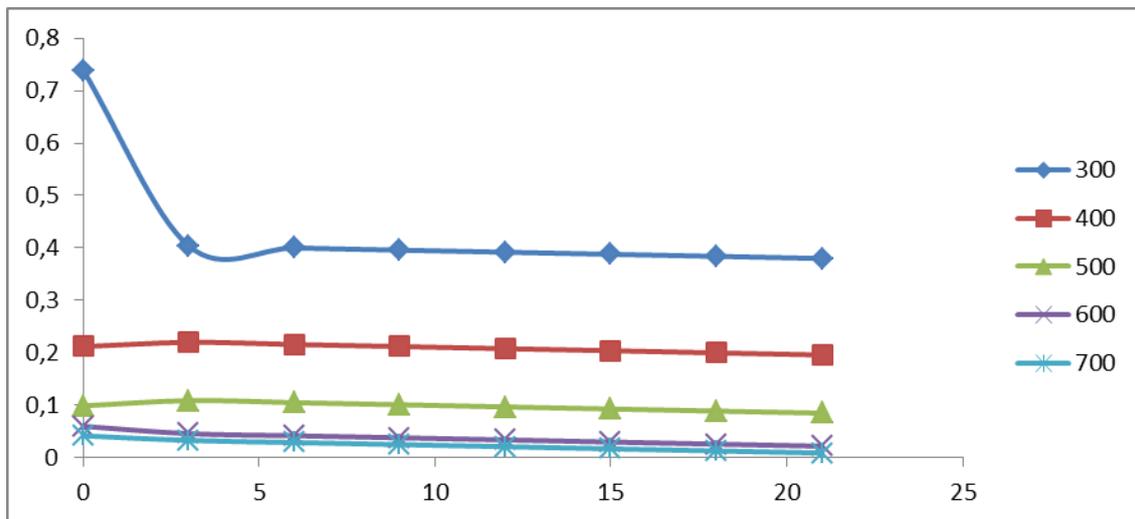


**Gráfico 88. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO DEL FREJOL INIAP 482 EXPUESTO A LA LUZ U. V.**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 88, por efecto de la exposición a la luz U.V, la absorbancia del extracto acuoso del frejol disminuyó a las longitudes de onda de 300 y 400 nm, durante los 3 primeros días de almacenamiento con 57 y 66% respectivamente, no existen cambios notables en los siguientes días de almacenamiento ni en las distintas longitudes de onda.

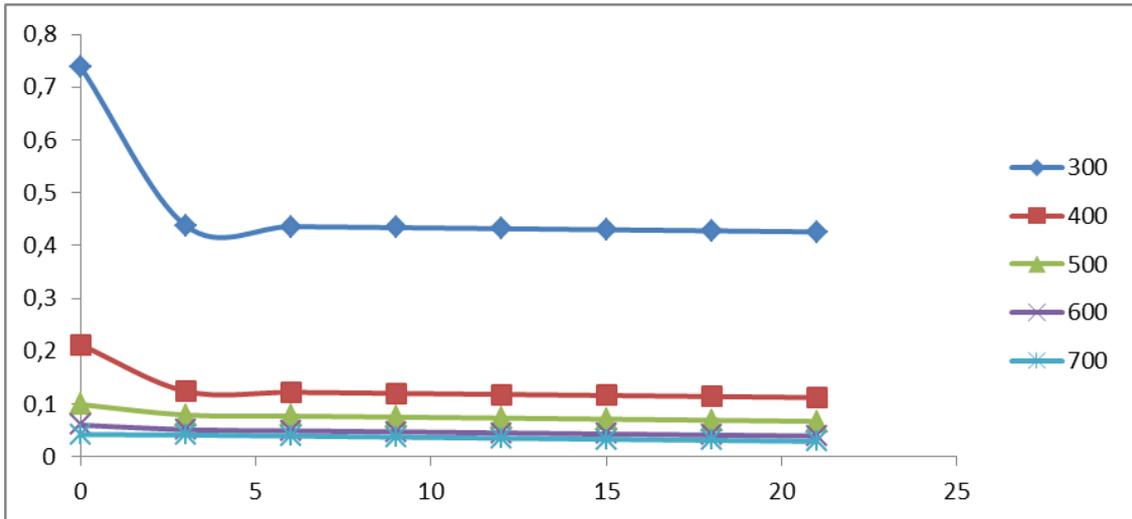
#### 4.6.6. Extracto metanólico del Frejol, Variedad INIAP 482 expuesto a la luz



**Gráfico 89. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO METANÓLICO DEL FREJOL INIAP 482 EXPUESTO LA LUZ SOLAR**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

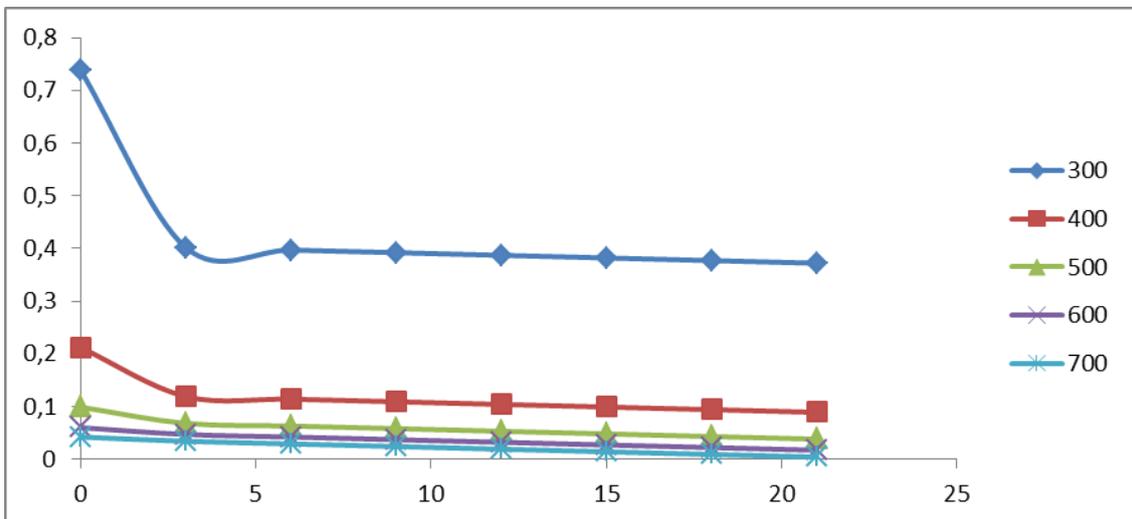
En el gráfico 89, por acción de la luz solar se indica que existe una disminución de un 46% en una longitud de onda de 300 nm a los 3 días de almacenamiento, en los extractos metanólicos a las otras longitudes de onda no pasa lo mismo. No se registraron cambios notables en la absorbancia luego de los 3 días, durante el periodo de monitoreo (21 días).



**Gráfico 90. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO METANÓLICO DEL FREJOL INIAP 482 EXPUESTO A LA OSCURIDAD**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 90, el extracto metanólico mostró una disminución notable en las absorbancias de 300 y 400 nm en un 43 y 50% respectivamente; tiene una mayor estabilidad (ningún cambio en la absorbancia) a longitudes de onda entre 500 y 700 nm, durante el tiempo de monitoreo.

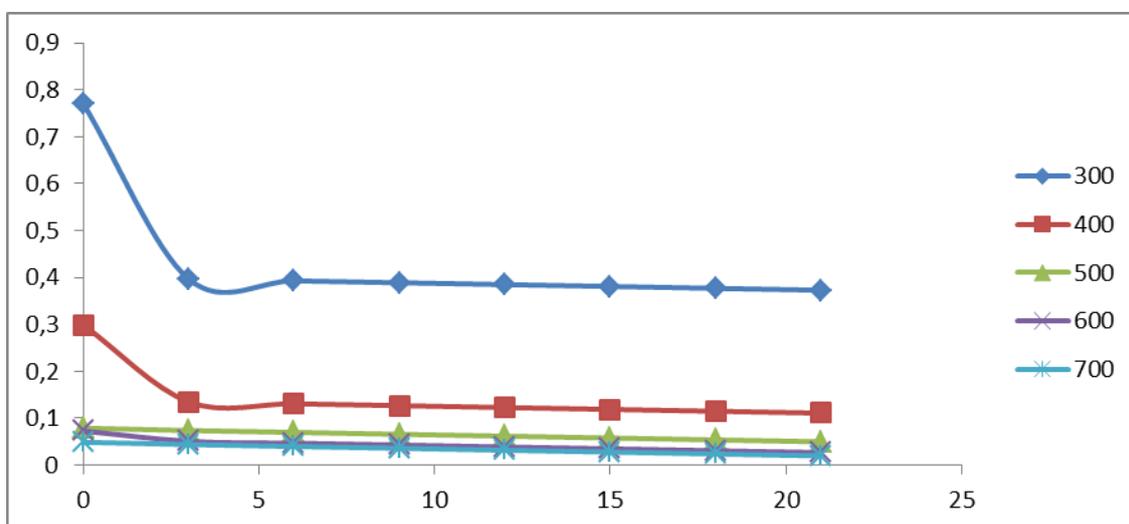


**Gráfico 91. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO METANÓLICO DEL FREJOL INIAP 482 EXPUESTO LA LUZ U. V.**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 91, por acción de la luz U.V., se registró una disminución en la absorbancia, especialmente a longitudes de onda de 300 y 400 nm de 43 y 50% respectivamente; valores iguales a los extractos sometidos a la obscuridad, lo que hace suponer que la luz U.V. no interfiere de ninguna forma en los compuestos.

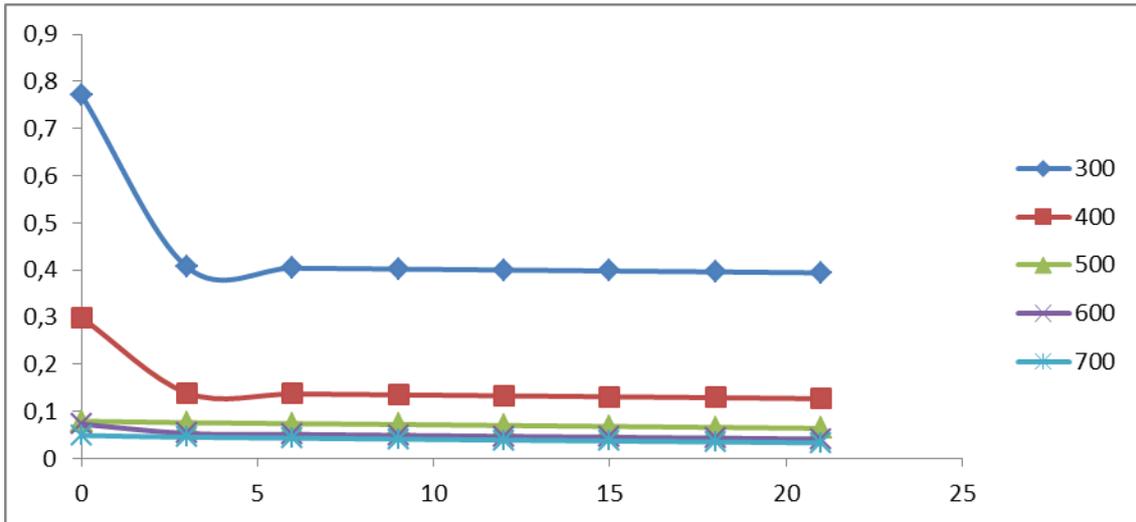
#### 4.6.7. Extracto acuoso de la Papa Nativa, Variedad Tushpa expuesto a la luz



**Gráfico 92. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO EN LA PAPA TUSHPA EXPUESTO A LA LUZ SOLAR**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

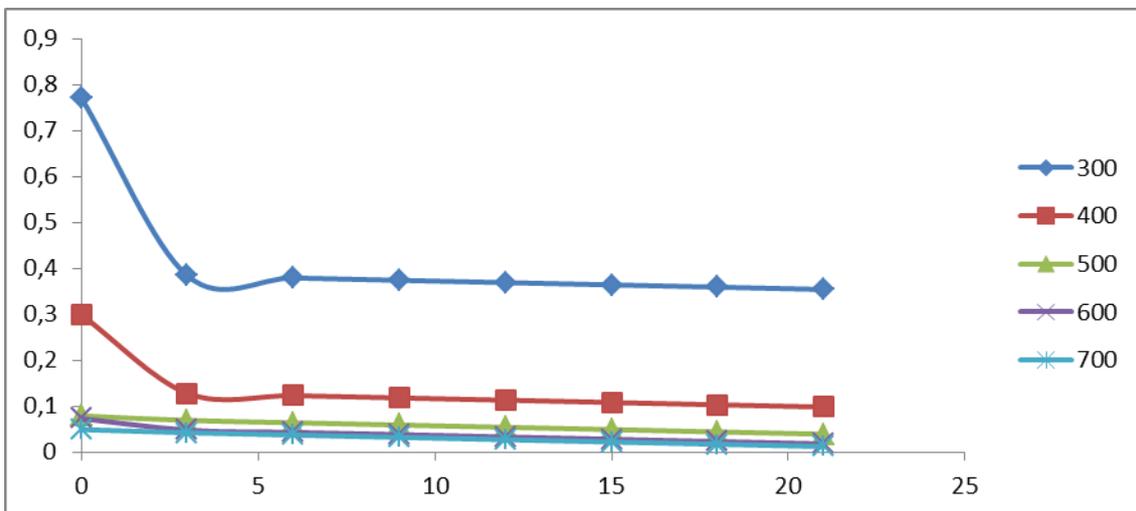
El gráfico 92, en el extracto acuoso en la papa Tushpa, presenta compuestos que se absorben a longitudes de onda entre 300 a 700 nm, con una disminución del 50% a los 3 días de almacenamiento, a la longitud de onda de 300 nm. Mientras que a 400 nm un 66%, en el mismo periodo de tiempo de 3 días de almacenamiento. En los días subsiguientes la absorbancia de los extractos no varió con el tiempo de almacenamiento, lo que demuestra que la luz solar no degrada los extractos.



**Gráfico 93. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO EN LA PAPA TUSHPA EXPUESTO A LA OSCURIDAD**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

El gráfico 93, muestra que el extracto de las papas presenta compuestos que se absorben entre 300 y 700 nm; existen cambios notables hasta de los 3 días de almacenamiento en las absorbancias de 300 y 400 nm, seguido este tiempo no se observa ningún cambio hasta los 21 días de monitoreo.

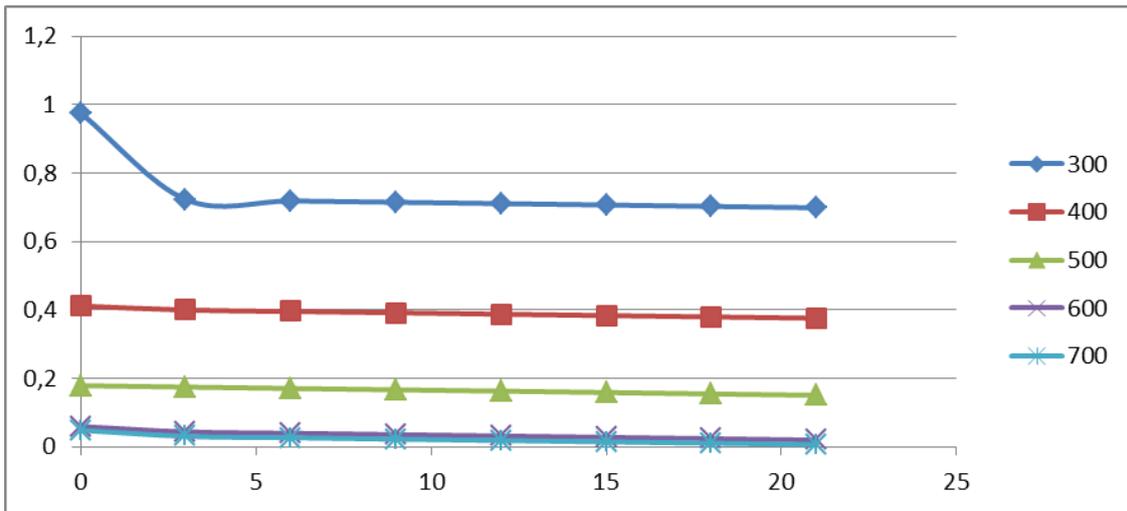


**Gráfico 94. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO EN LA PAPA TUSHPA EXPUESTO A LA LUZ U. V.**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

El gráfico 94, el resultado de la exposición a la luz U.V, muestra que existen cambios durante la absorbanca de 300 y 400 nm con una disminución apreciable en el tercer día de almacenamiento en el extracto acuoso de las papas; no existen diferencias notables en las longitudes de onda de 500 a 700 nm, en los posteriores días de almacenamiento.

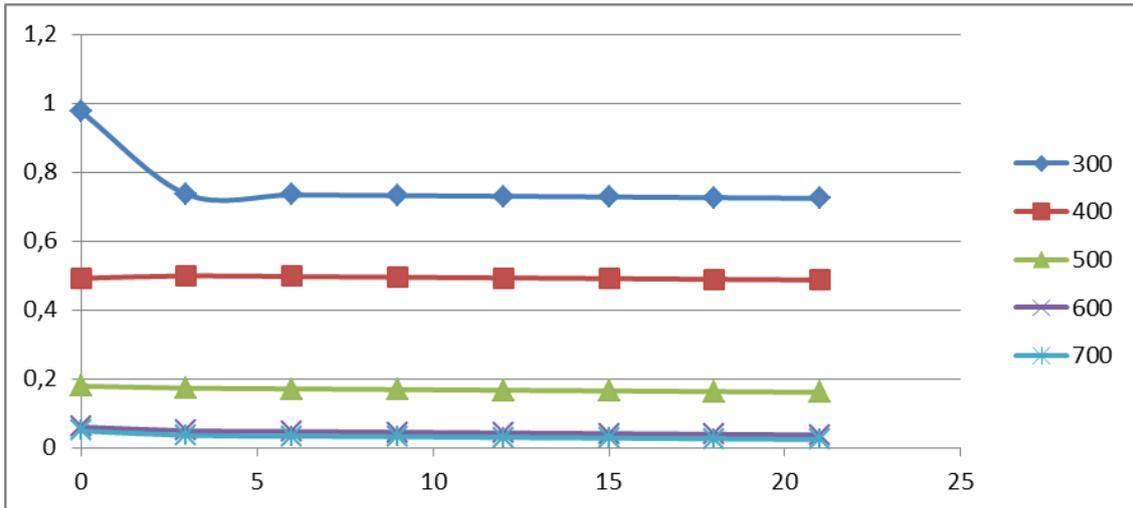
**4.6.8. Extracto metanólico de la Papa Nativa, Variedad Tushpa**



**Gráfico 95. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO MÉTANOLICO EN LA PAPA TUSHPA EXPUESTO A LA LUZ SOLAR**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

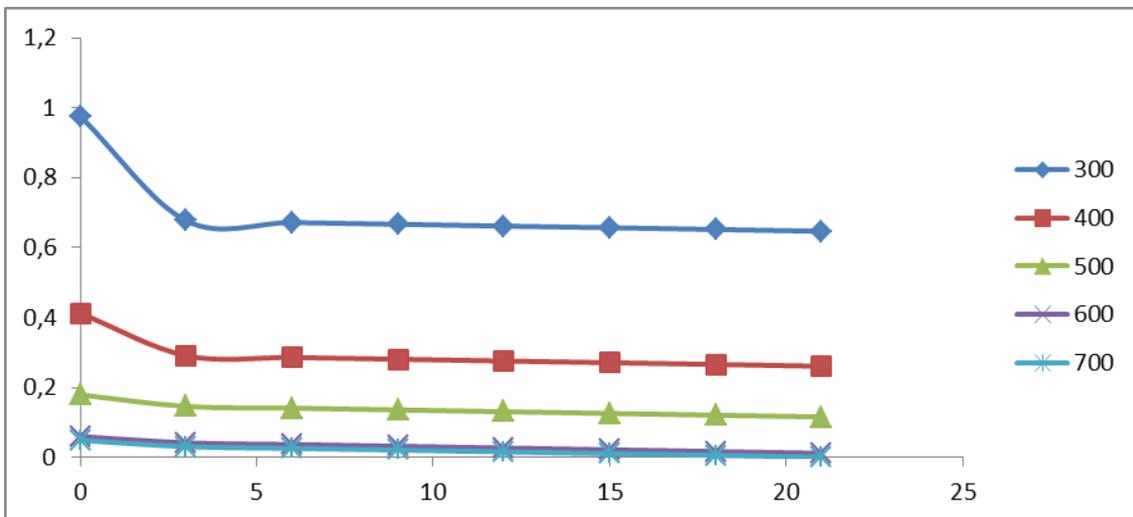
En el gráfico 95, a diferencia de los extractos acuosos, en los extractos metanólicos no se registraron cambios notables en la absorbanca durante el periodo de monitoreo (21 días), solo en la longitud de onda de 300nm hubo una disminución ligera de un 30% hasta el tercer día.



**Gráfico 96. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO MÉTANOLICO EN LA PAPA TUSHPA EXPUESTO A LA OSCURIDAD**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 96, el extracto mostró una mayor estabilidad sin ningún cambio en la absorbancia a longitudes de onda entre 300 a 700 nm, durante el tiempo de monitoreo de 21 días.



**Gráfico 97. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO MÉTANOLICO DE LA VARIEDAD TUSHPA EXPUESTO A LA LUZ U.V.**

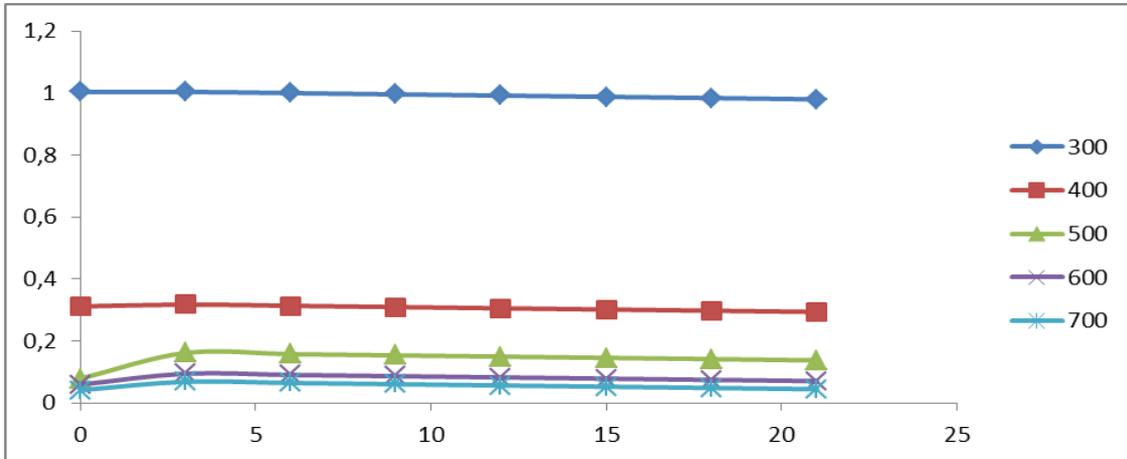
Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 97, a condiciones de la luz U.V., se registró una ligera disminución en la absorbancia, especialmente a longitudes de onda de 300 y 400 nm, con 30 y 25% respectivamente, durante los 3 días de almacenamiento, lo que hace suponer que los extractos presentan compuestos que se absorben entre 300 a 700 nm.

En resumen, los gráficos de los extractos en medio acuosos y metanólicos a condiciones de la luz solar, oscuridad y U.V. indican que los extractos presentan compuestos que se absorben a longitudes de onda entre 300 a 700 nm. Los mayores cambios en la absorbancia de los extractos con relación al tiempo de almacenamiento se registraron en las longitudes de onda 300 a 400 nm y al tercer día de almacenamiento. Tanto en las condiciones a las que se sometió: luz solar, oscuridad, exposición a la luz U.V, la disminución en los 21 días no es significativa; pero la que más degradación presentó en los días de almacenamiento fue la exposición a la luz U. V. Al final del almacenamiento, los extractos presentaron cambios, tanto en el color como el olor (desagradable) y hubo crecimiento de hongos.

Con respecto a los gráficos de los extractos en medio metanólico a las mismas condiciones de la luz solar, oscuridad, luz U.V. no existe degradación en la absorbancia de 300 y 400 nm; es decir que las absorbancias que se destacan están entre estos rangos, mientras que a condiciones de la luz solar, oscuridad, exposición a la luz U.V. en extracto metanólico, la disminución en los 21 días no es notable. La mayor degradación se observó en los días de almacenamiento expuesto a la luz U. V. Los extractos no cambian en las condiciones de almacenamiento, ni en la medida de absorbancia ni en las características sensoriales.

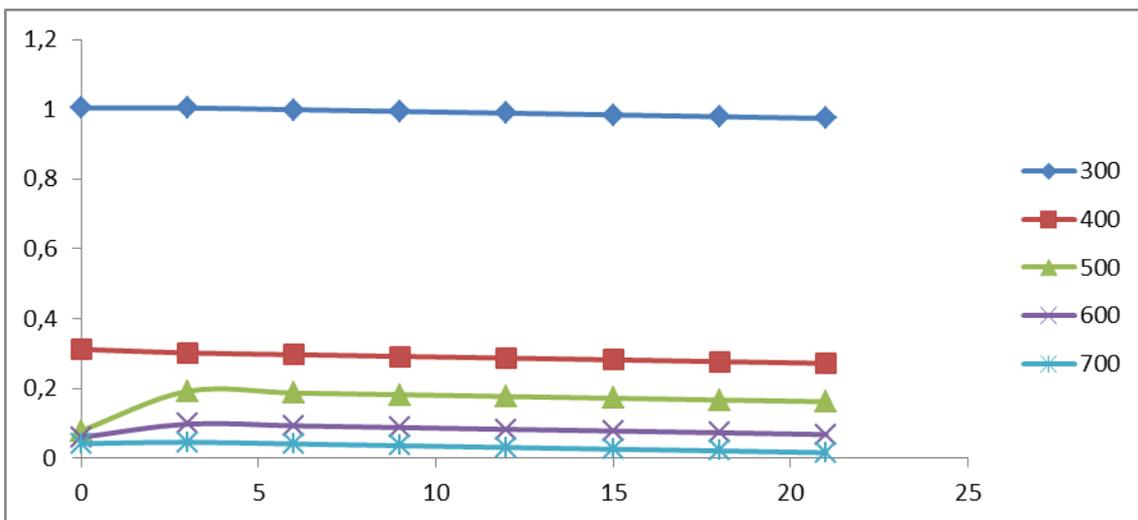
**4.6.9. Extracto acuoso de las hojas del sangorache sometido efecto de la temperatura**



**Gráfico 98. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO DE LAS HOJAS DEL SANGORACHE EXPUESTO A 5°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

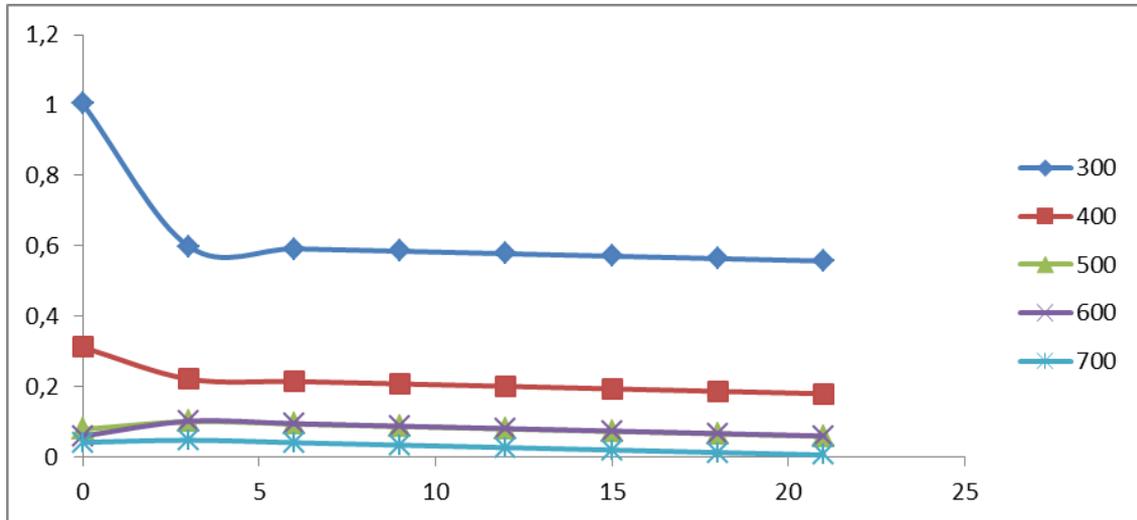
El gráfico 98 muestra que el extracto acuoso de las hojas de Sangorache presenta compuestos que se absorben a longitudes de onda entre 300 y 700 nm, no existe ninguna disminución en el transcurso de los días de almacenamiento. Lo que demuestra que a condiciones de almacenamiento a una temperatura de 5°C se conservan bien los extractos acuosos.



**Gráfico 99. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO DE LAS HOJAS DEL SANGORACHE EXPUESTO A 20°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 99, el extracto expuesto a una temperatura de 20°C, muestra que tiene una pérdida ligera en las absorbancias de 300 y 400 nm, hasta los 21 días de monitoreo.

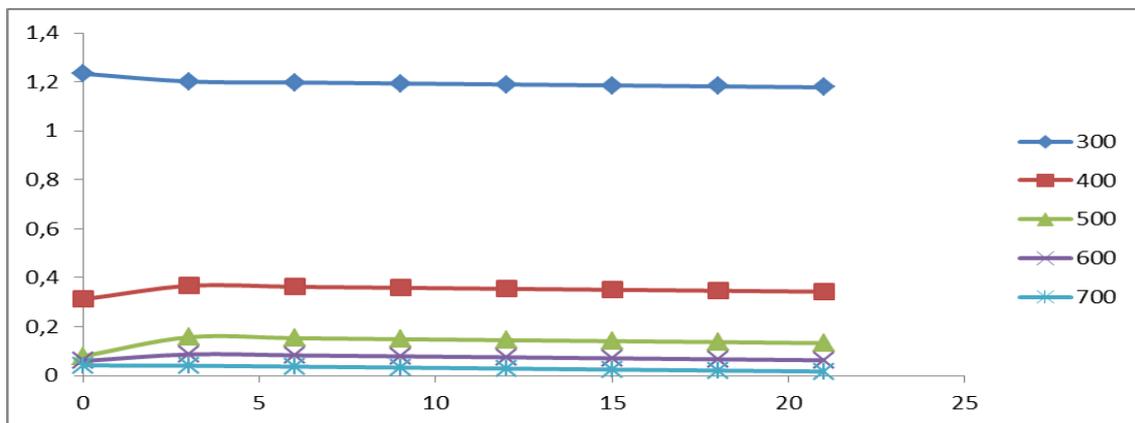


**Gráfico 100. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO DE LAS HOJAS DEL SANGORACHE EXPUESTO A 60°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 100, por efecto de la temperatura de 60°C, el extracto acuoso de las hojas de Sangorache la absorbancia disminuyó a las longitudes de onda 300 y 400 nm, durante los 3 primeros días de almacenamiento con 40 y 66%, respectivamente. No existen cambios notables en los posteriores días de almacenamiento.

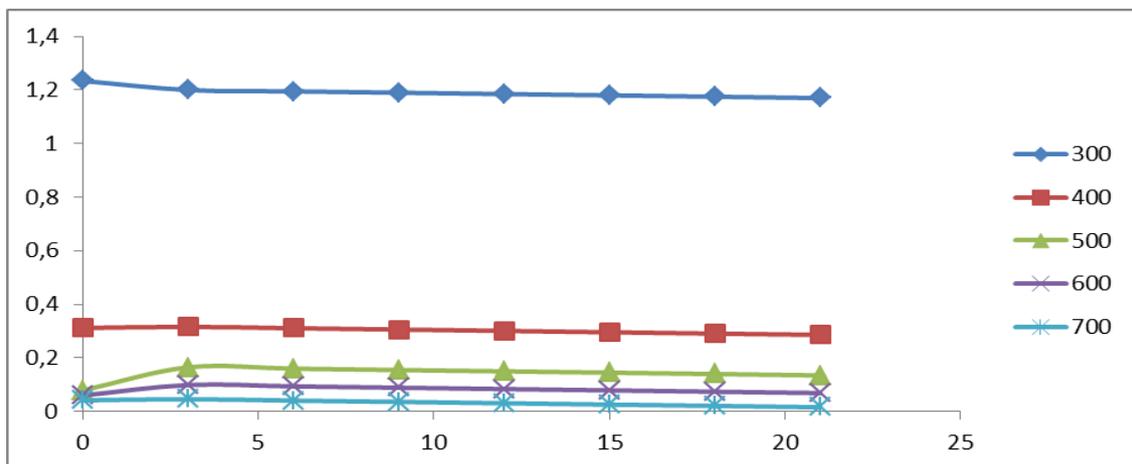
#### 4.6.10. Extracto metanólico de las hojas del sangorache sometido efecto de la temperatura



**Gráfico 101. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO MÉTANOLICO DE LAS HOJAS DEL SANGORACHE EXPUESTO A 5°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

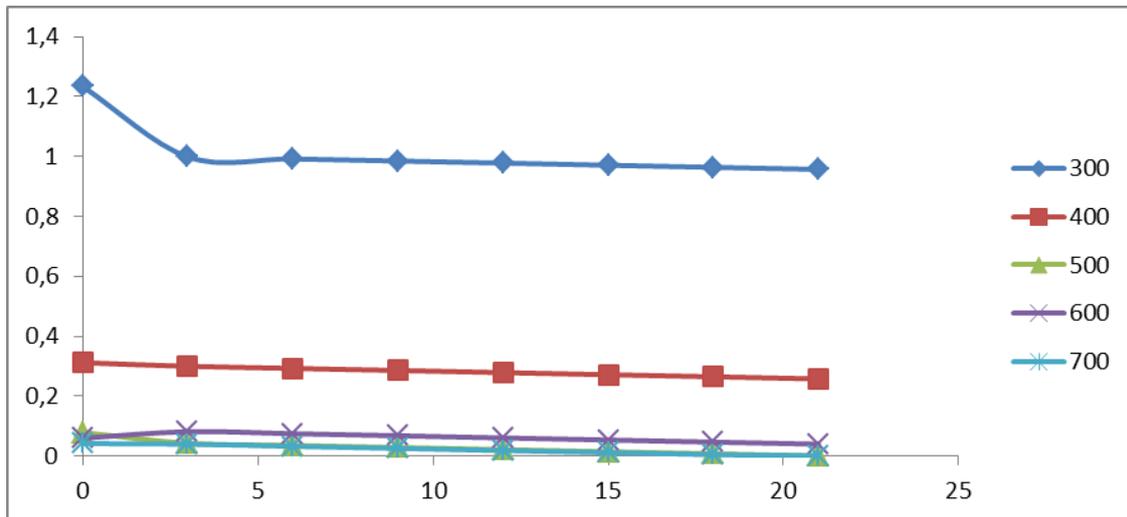
En el gráfico 101, se observa que los extractos metanólicos poseen estabilidad por el metanol, los compuestos se absorben a longitudes de onda entre 300 y 700 nm, no se aprecia ninguna pérdida notable en la absorbancia durante el periodo de monitoreo (21 días).



**Gráfico 102. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO MÉTANOLICO DE LAS HOJAS DEL SANGORACHE EXPUESTO A 20°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 102, los extractos no mostraron cambios en la absorbancia a longitudes de onda entre 300 a 700 nm, durante el tiempo de monitoreo, es decir que bajo estas condiciones de almacenamiento no sufre ninguna transformación.

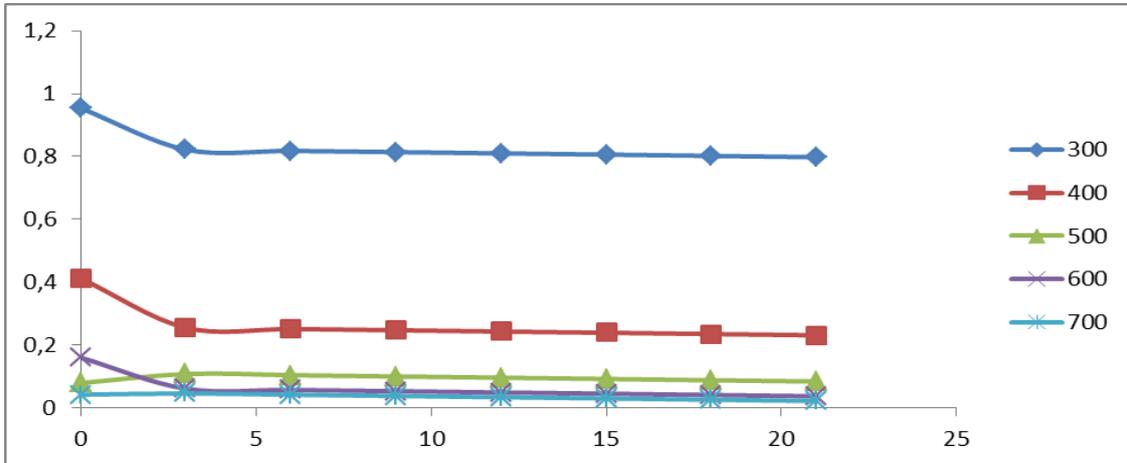


**Gráfico 103. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO METANÓLICO DE LAS HOJAS DEL SANGORACHE EXPUESTO A 60°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 103, se observa que la estabilidad del extracto expuesto a una temperatura de 60°C, tuvo un deterioro a los 3 días de almacenamiento debido al cambio brusco de temperatura, especialmente a longitudes de onda 300 nm con el 17%, lo que hace suponer que los extractos presentan compuestos que se absorben mayormente a las mencionadas longitudes de onda.

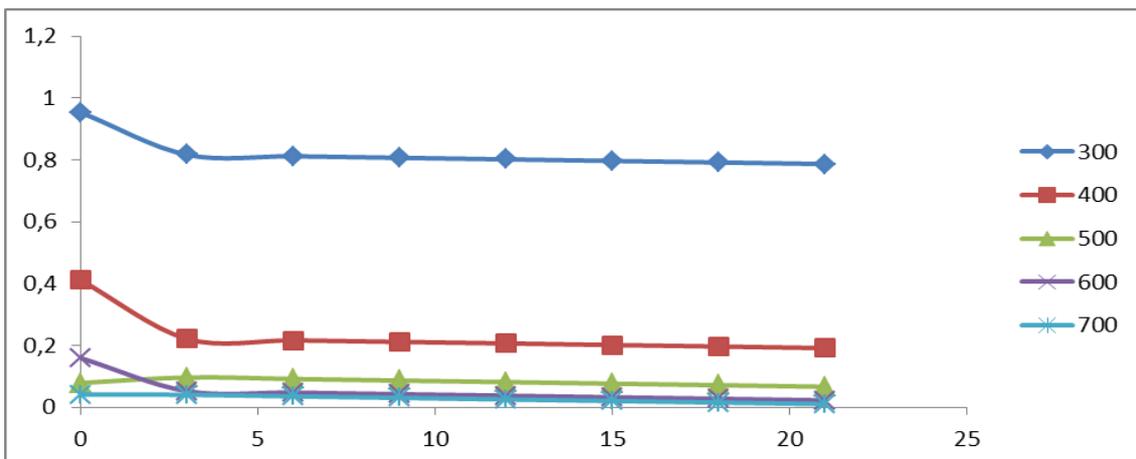
**4.6.11. Extracto acuoso de las Corontas Maíz, Raza Racimo de Uva sometido efecto de la temperatura**



**Gráfico 104. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO DE LAS CORONTAS DEL MAÍZ RAZA, RACIMO DE UVA EXPUESTO A 5°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

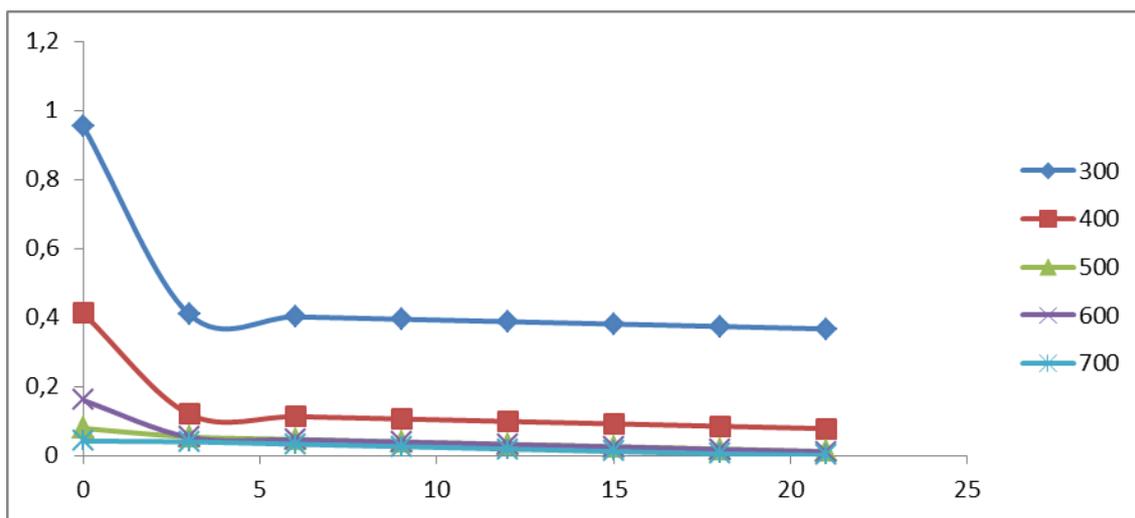
El gráfico 104, se muestra que el extracto acuoso de las corontas de maíz presenta compuestos que se absorben a longitudes de onda entre 300 y 700 nm, se aprecia que existe una disminución notable al primer rango de medición (3 días) con el 11%, igual sucede a la longitud de onda de 400 nm con el 33%. En las siguientes longitudes no se detectó ningún cambio en el transcurso de los días de almacenamiento a una temperatura de 5°C.



**Gráfico 105. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO DE LAS CORONTAS DEL MAÍZ RAZA, RACIMO DE UVA EXPUESTO A 20°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

Según el gráfico 105, el extracto de las corontas del maíz presenta una disminución del 20 y 50% en las longitudes de onda de 300 y 400 nm respectivamente; no se presentan cambios en las absorbancias comprendidas entre 500 y 700nm, y a partir del tercer día no se presentan cambios durante el almacenamiento hasta los 21 días.

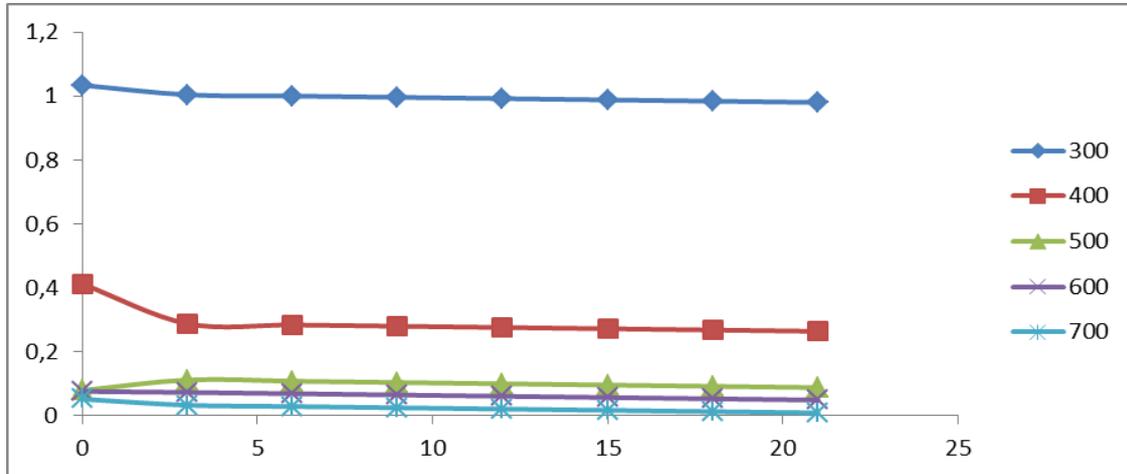


**Gráfico 106. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO DE LAS CORONTAS DEL MAÍZ RAZA, RACIMO DE UVA EXPUESTO A 60°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 106, se observa que es notable la variación de la absorbancia de los extractos a los 3 días de almacenamiento a longitudes de onda de 300 y 400nm con un 60 y 75%, respectivamente; sin observar cambios notables en los siguientes días de almacenamiento, observándose que bajo a estas condiciones si existe degradación notable.

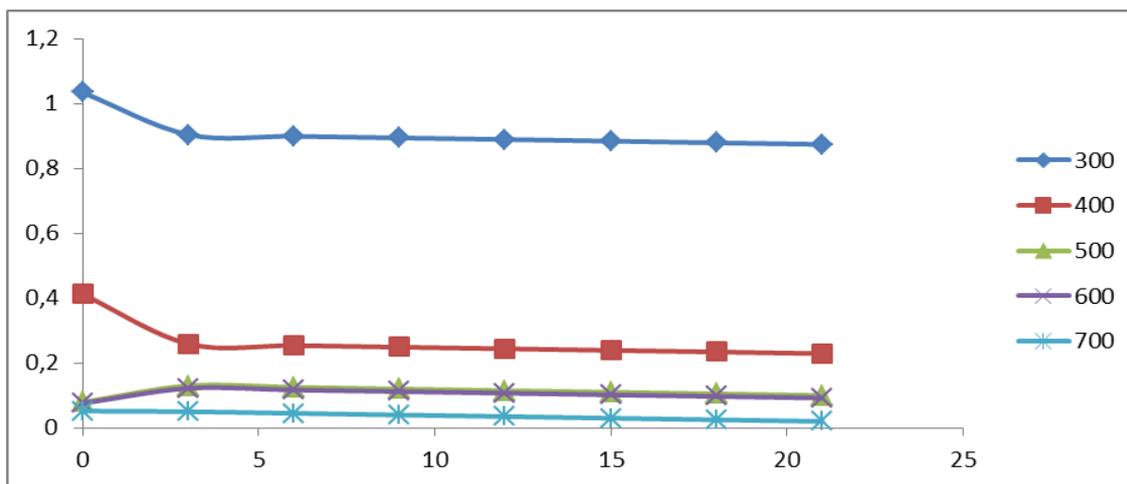
**4.6.12. Extracto méτανolico de las Corontas Maíz, Raza Racimo de Uva sometido efecto de la temperatura**



**Gráfico 107. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO MÉTANOLICO DE LAS CORONTAS DEL MAÍZ RAZA, RACIMO DE UVA EXPUESTO A 5°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

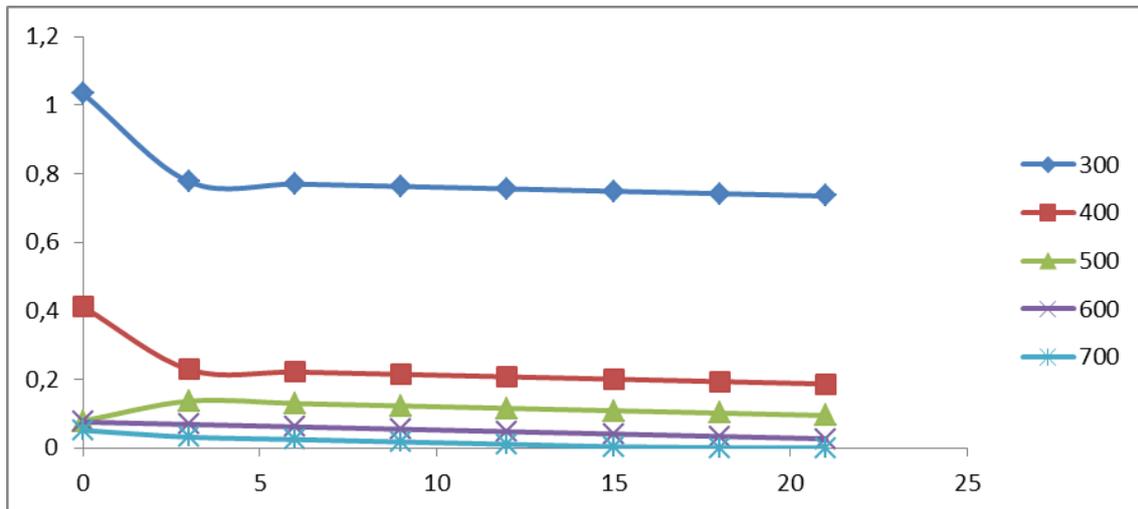
En la gráfico 107, se observa que en las longitudes de onda de 300 y 400 nm, existe cambios ligeros a los 3 días de almacenamiento, y no se registran cambios durante el periodo de monitoreo (21 días).



**Gráfico 108. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO MÉTANOLICO DE LAS CORONTAS DEL MAÍZ RAZA, RACIMO DE UVA EXPUESTO A 20°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 108, a condiciones de almacenamiento expuesto a 20°C, el extracto metanólico presentó una mejor estabilidad; a longitud de onda de 300 y 400 nm hubo una pérdida de 10 y 25% respectivamente; no sucedió lo mismo en las longitudes de onda de 500, 600 y 700, durante el tiempo de monitoreo.

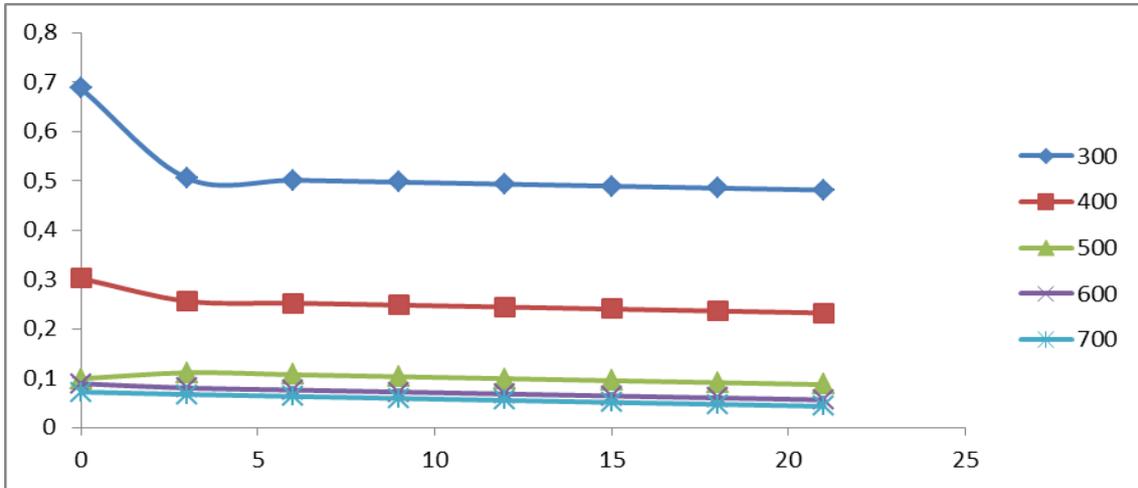


**Gráfico 109. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO MÉTANOLICO DE LAS CORONTAS DEL MAÍZ RAZA, RACIMO DE UVA EXPUESTO A 60°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 109 bajo condiciones de almacenamiento a temperatura de 60°C, se registró una notable variación a los 3 días de almacenamiento de un 20 y 50% en las longitudes de onda de 300 y 400 nm respectivamente; una leve disminución en la absorbancias.

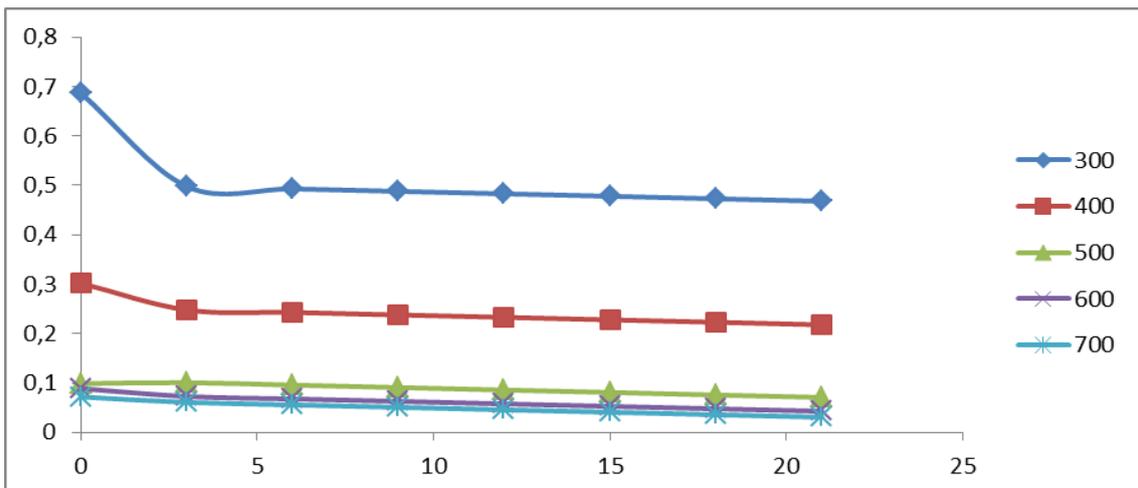
**4.6.13. Extracto acuoso en el Frejol, Variedad INIAP sometido efecto de la temperatura**



**Gráfico 110. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO DEL FREJOL INIAP 482 EXPUESTO A 5°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

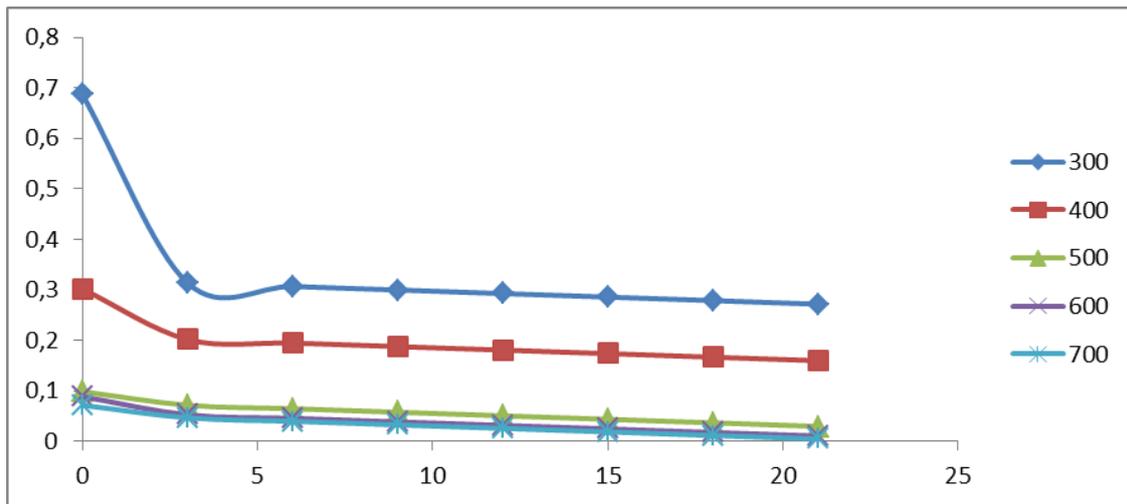
El gráfico 110, muestra que el extracto acuoso presenta compuestos que se absorben a longitudes de onda entre 300 y 700 nm en el frejol, con una disminución del 28% en la longitud de onda de 300 nm a los 3 días de almacenamiento; no sucede lo mismo en el rango de 400 a 700 nm. En los días subsiguientes la absorbancia de los extractos no varió, demostrando que la temperatura de 5°C ayuda a no degradar los extractos.



**Gráfico 111. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO DEL FREJOL INIAP 482 EXPUESTO A 20°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 111 se observa que existe un cambio en los extractos acuosos del frejol a absorbancias de 300 nm, con una pérdida de 28% en los 3 primeros días de almacenamiento a 20°C, además se aprecia que no existen cambios notables en las longitudes de onda entre 400 y 700 nm, hasta los 21 días de almacenamiento.

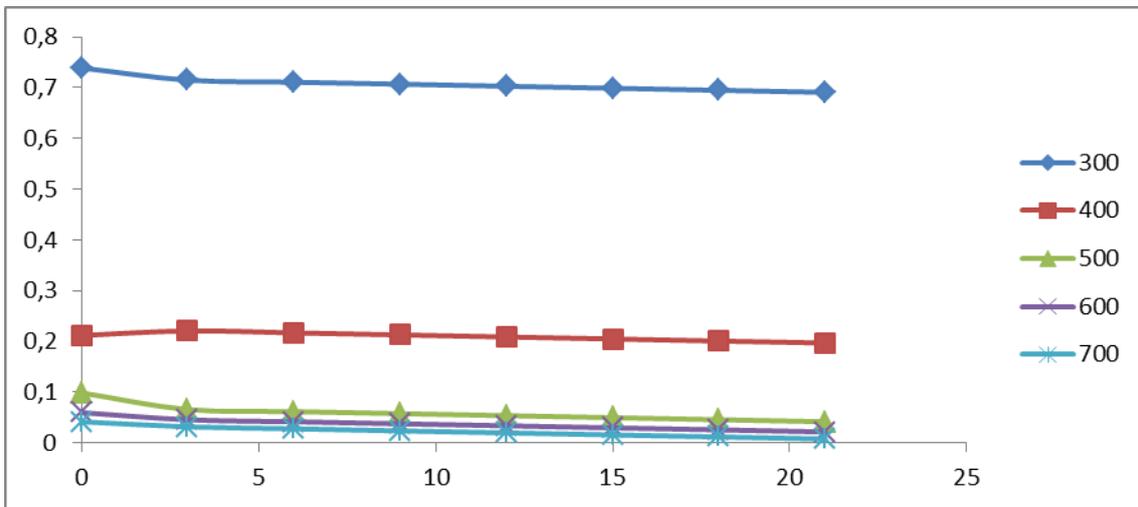


**Gráfico 112. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO DEL FREJOL INIAP 482 EXPUESTO A 60°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 112, por efecto de la temperatura de 60°C, la absorbancia del extracto acuoso del frejol disminuyó a las longitudes de onda 300 y 400 nm, durante los 3 primeros días de almacenamiento con 57 y 33% respectivamente, no existe cambios notables en los siguientes días de almacenamiento ni en las distintas longitudes de onda.

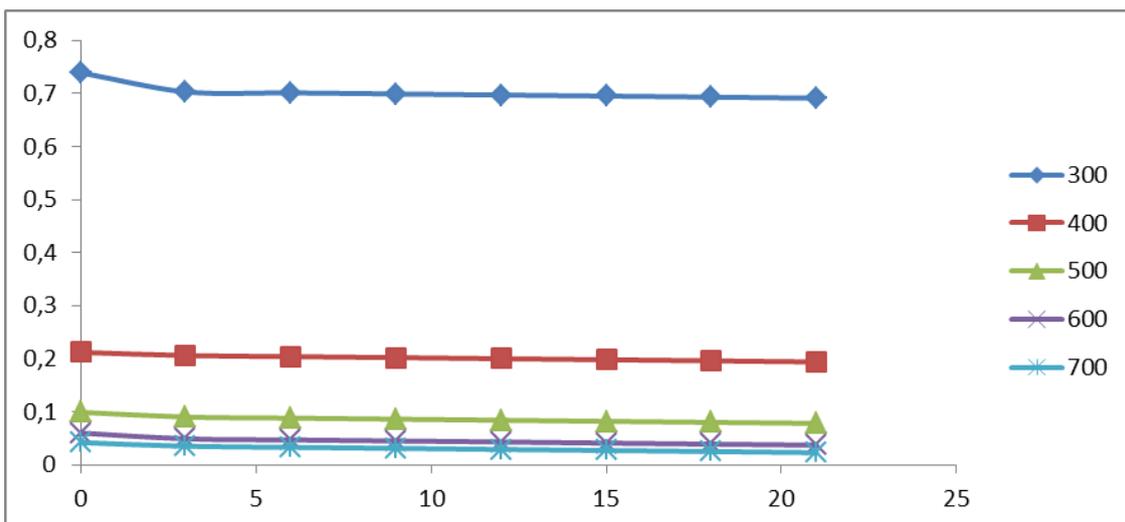
**4.6.14. Extracto méτανolico del Frejol, Variedad INIAP 482 sometido efecto de la temperatura**



**Gráfico 113. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO MÉTANOLICO DEL FREJOL INIAP 482 EXPUESTO A 5°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

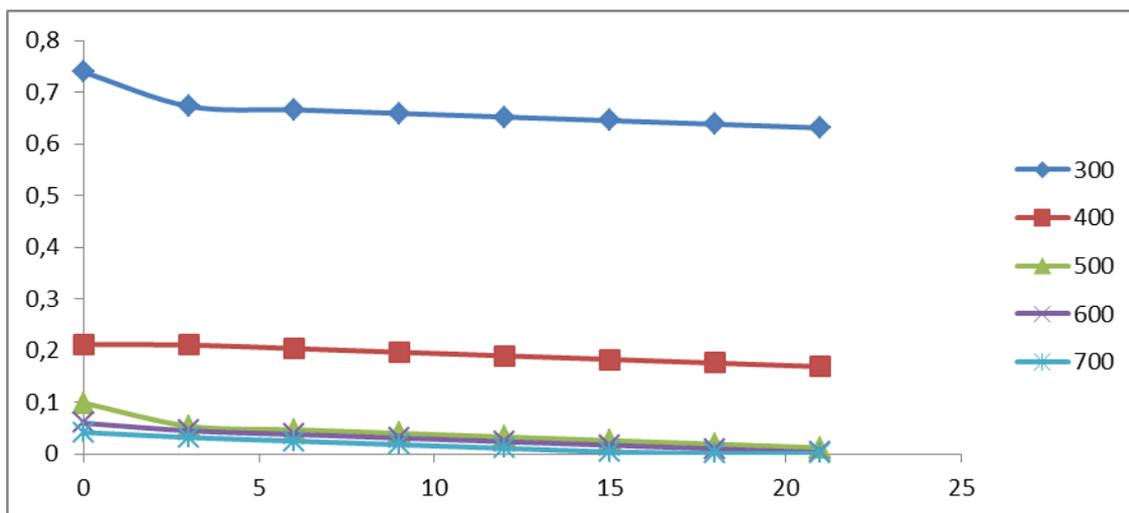
En el gráfico 113, se observa que por efecto de la temperatura 5°C a la que fueron expuestos los extractos, no existe ninguna disminución de la absorbancia en las longitudes de onda entre 300 y 700 nm, durante el tiempo de almacenamiento que se evaluó.



**Gráfico 114. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO MÉTANOLICO DEL FREJOL INIAP 482 EXPUESTO A 20°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 114, se observa que el extracto metanólico no mostró una disminución en las absorbancias de 300 y 400 nm; presentan una mayor estabilidad (ningún cambio en la absorbancia) a longitudes de onda entre 500 y 700 nm, durante el tiempo de monitoreo.



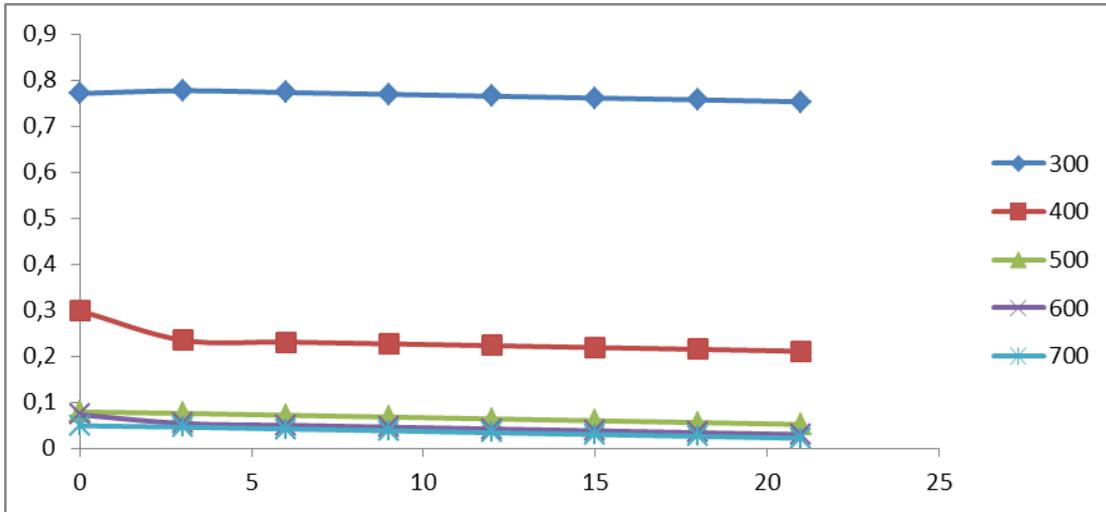
**Gráfico 115. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO MÉTANOLICO DEL FREJOL INIAP 482 EXPUESTO A 60°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 115, se observa una leve disminución de la absorbancia en la longitud de onda de 300 nm, sin embargo no se registra una disminución en las absorbancias, especialmente a longitudes de onda entre 400 y 700 nm.

Determinándose que los extractos metanólicos no sufren cambios en el transcurso de los días de almacenamiento.

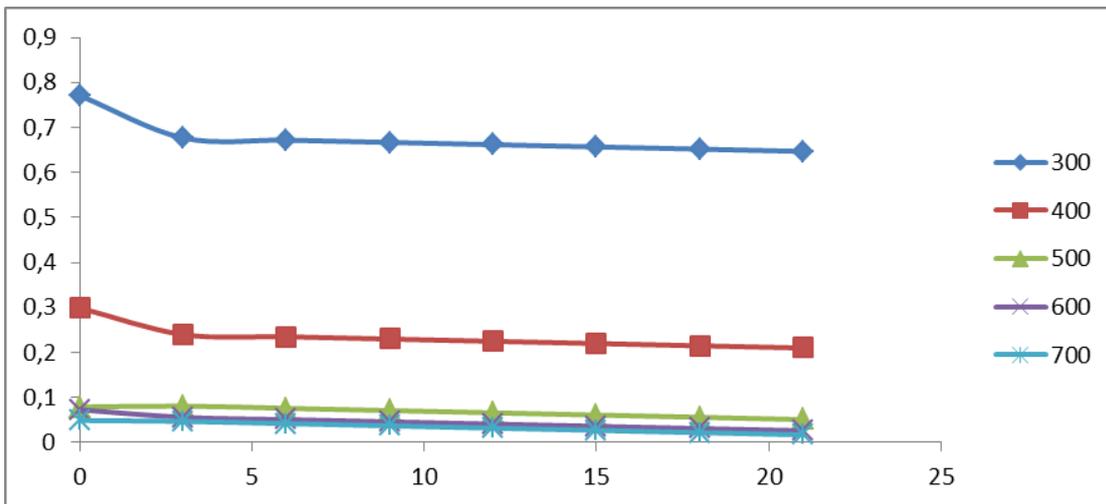
**4.6.15. Estabilidad del extracto acuoso de la Papa Nativa, Variedad Tushpa almacenada a diferentes condiciones**



**Gráfico 116. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO EN LA PAPA TUSHPA EXPUESTO A 5°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 116, se observa que el extracto acuoso de la papa Tushpa presenta compuestos que se absorben a longitudes de onda entre 300 y 700 nm; no presenta ningún cambio en el transcurso de los días de monitoreo (21 días). A esta temperatura los extractos se conservan.

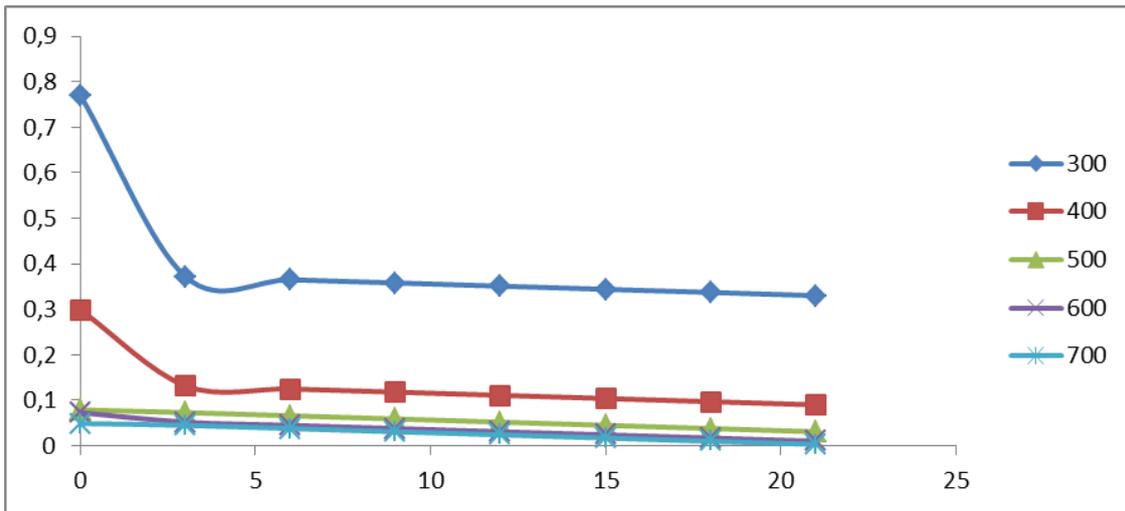


**Gráfico 117. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO EN LA PAPA TUSHPA EXPUESTO A 20°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

El gráfico 117, muestra que el extracto de las papas presenta compuestos que se absorben entre 300 y 700 nm.

Existen cambios poco notables a partir de los 3 días de almacenamiento en las absorbancias de 300 y 400 nm, con un 12,5%, después este tiempo no se observa ningún cambio hasta los 21 días de monitoreo.

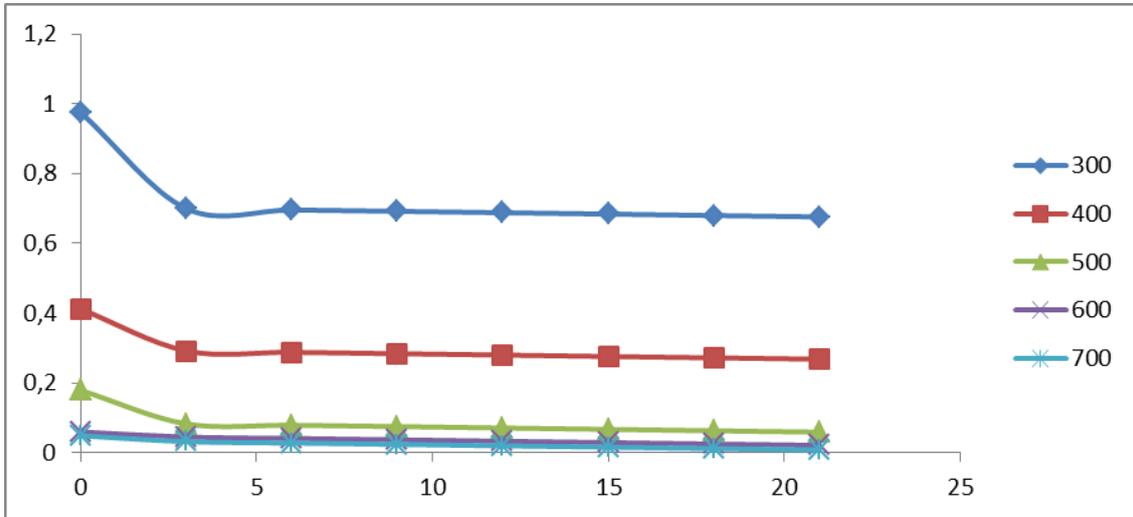


**Gráfico 118. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO EN LA PAPA TUSHPA EXPUESTO A 60°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 118, se observa que existen cambios en la absorbancia de 300 y 400 nm con una disminución apreciable en el tercer día de almacenamiento con 50 y 67% respectivamente, No existen diferencias notables en las longitudes de onda entre 500 y 700 nm.

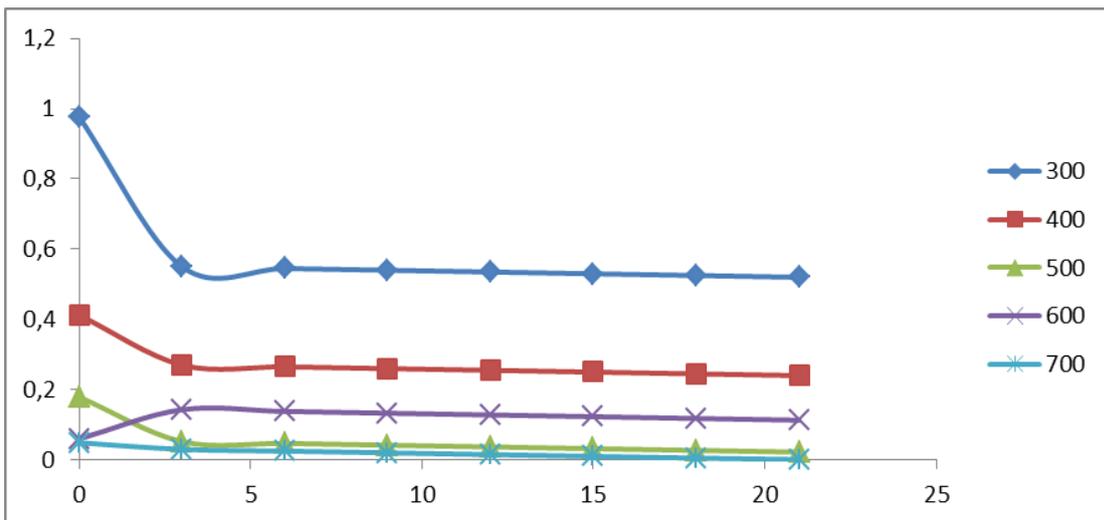
**4.6.16. Extracto metanólico de la Papa Nativa, Variedad Tushpa sometido efecto de la temperatura**



**Gráfico 119. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO MÉTANOLICO EN LA PAPA TUSHPA EXPUESTO A 5°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

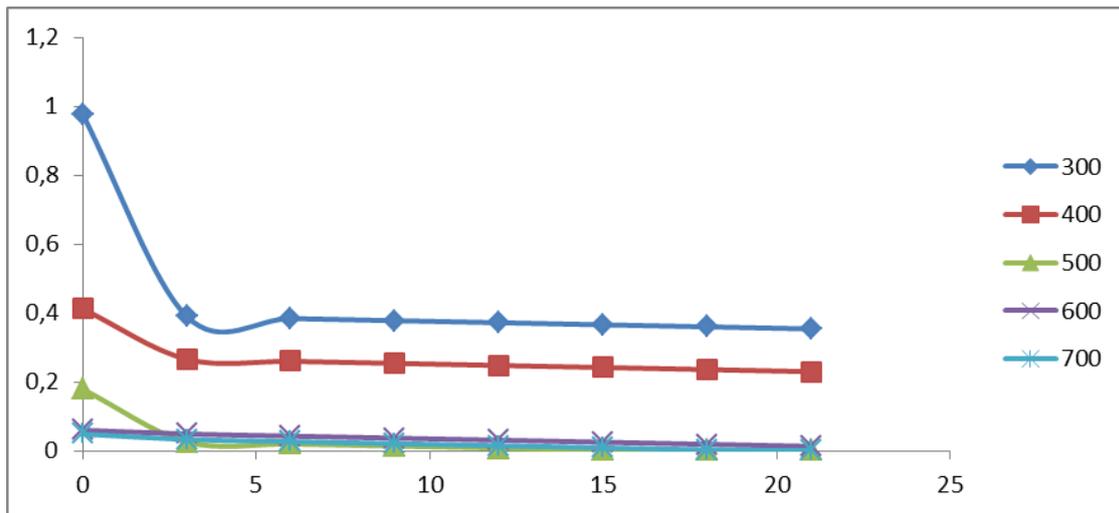
En el gráfico 119, a diferencia de los extractos acuosos, se observa que en los extractos metanólicos no se registraron cambios notables en la absorbancia durante el periodo de monitoreo (21 días), sin embargo en las absorbancias de 300 y 400 nm hubo un deterioro 30 y 25% respectivamente, los 3 días de almacenamiento.



**Gráfico 120. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO MÉTANOLICO DE LA PAPA TUSHPA EXPUESTO A 20°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 120, se observa que las mayores caídas de absorbancia ocurren durante las primeras 72 horas de almacenamiento a 20°C, a longitudes de onda entre 300 y 400 nm; mientras que a 600 nm se detectó un ligero incremento de la absorbancia, lo cual puede atribuirse a los cambios químicos de los diferentes compuestos que conforman el extracto metanólico.



**Gráfico 121. ESTABILIDAD DEL EXTRACTO MÉTANOLICO DE LA PAPA TUSHPA EXPUESTO A 60°C**

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP) 2013

En el gráfico 121, se observa que los mayores cambios en la absorbancia de los extractos se registraron a 300 y 400 nm, durante los tres primeros días de almacenamiento, manteniendo una tendencia estable en los días subsiguientes. Los resultados muestran que las mayores pérdidas de absorbancia en el extracto expuesto a una temperatura de 60°C, ocurre durante las primeras 72 horas, debiéndose monitorear la estabilidad en cortos periodos de tiempo (horas) para identificar el factor crítico y la condición que permita prolongar la vida útil de los extractos en el almacenamiento.

En resumen, los gráficos de la estabilidad de los extractos en medio acuoso indican que existe degradación en la absorbancia de 300 y 400 nm en los tres primeros días de almacenamiento, es decir que las absorbancias que se

destacan están entre este rango. A temperatura de 5°C, 20°C, y 60°C. La disminución en los 21 días no es significativa, sin embargo la que más degradación presentó en los días de almacenamiento fue a 60°C. El extracto en sí, cambia en las condiciones de almacenamiento en el color como el olor (desagradable) y hubo crecimiento de hongos.

Con respecto a los gráficos de la estabilidad de los extractos en medio metanólico indican que no existe degradación en la absorbancia de 300 y 400 nm. En las condiciones a las que se sometió los extractos metanólicos de 5°C, 20°C, y 60°C, la disminución en los 21 días de almacenamiento no es notable, pero la que más degradación presentó en los días de almacenamiento fueron los expuestos a la luz U. V. Los extractos son estables. En lo que se refiere a las absorbancias de los extractos se puede mencionar que los compuestos antioxidantes entre 300 y 400 nm, no sufren ningún cambios notorios en los 21 días de almacenamiento a las condiciones de la luz y la temperatura, dichos compuestos son: son flavonoides, antocianinas totales y monómericas, color polimérico, ácido ascórbico y carotenos totales, mientras que para las propiedades antioxidantes no sucede lo mismo a las absorbancias entre 500 a 700 nm.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

Las conclusiones corresponde a los compuestos antioxidantes, propiedades antioxidantes en estado crudo y procesado, y estabilidad de los extractos de las especies vegetales de la presente investigación son los siguientes:

- ✚ Las hojas del Sangorache Línea 17758 en estado crudo, presentaron un mayor contenido de fenoles totales (384,91 mg ácido gálico/100g B.S.), flavonoides (101,10 mg quercetina/100g B.S), taninos (125,32 mg de ácido tánico/100g B.S.), zinc (4.59 mg/100g B.S.) y carotenoides totales (80338,4 ug/ 100g); en las panojas se encontró un mayor contenido de antocianinas totales (152,90 mg/100g), color polimérico en agua (26,59% B.S.), y bisulfito sódico (10,25%), vitamina C (587, 35 mg de L-ácido ascórbico/100g), zinc (4,54mg/100g B.S.) y carotenoides totales (80338,4 ug/100g).
  
- ✚ En cuanto a la especie maíz, el grano de la raza Racimo de Uva se destacó por su mayor contenido de fenoles totales (276,24 mg ácido gálico/100g B.S.), zinc (3,72 mg/100g) y carotenoides totales (281,42 ug/100g). Igualmente en las corontas se determinó un mayor número de compuestos antioxidantes, a saber: flavonoides (210,73 mg quercetina/100g B.S), antocianinas totales (1052,60 mg cianidina 3b glucosa/100g), color polimérico en bisulfito sódico (14,15%), taninos (100,54mg de ácido tánico/ 100 g B.S.) y vitamina C (503,87 mg de L-ácido ascórbico/100g).

- ✚ En cuanto al fréjol Negro, la variedad INIAP 482 presentó un mayor contenido de fenoles totales (208,37 mg ácido gálico/100g B.S.), color polimérico en agua (16,85 %), taninos (52,39 mg de ácido tánico/100g) y vitamina C (123,51 mg de L-ácido ascórbico/100g). Mientras que el genotipo de fréjol Cóndor se destacó en su contenido de flavonoides (92,39 mg quercetina 100/g B.S) y zinc (4,19 mg/ 100g B.S.). En el genotipo G21212 sobresalieron las antocianinas totales (389,22 mg cianidina 3b glucosa 100g<sup>1</sup>) y los carotenoides totales (307,967 ug β-caroteno/100g).
- ✚ Las variedades de papa que presentaron mayor contenido de compuestos antioxidantes fueron Yana Shungo, Tushpa y Puca Shungo. En la primera sobresalieron los fenoles totales 523,85 mg/100 g, mientras que en la variedad Tushpa se destacaron los flavonoides (43,19 mg quercetina/100g B.S), antocianinas totales (188,60 mg cianidina 3b glucosa 100g<sup>-1</sup>), color polimérico en agua (19,70% B.S.), taninos (23,53 mg de ácido tánico/ 100g B.S.), vitamina C (233,50 mg de L-ácido ascórbico/100g), y zinc (2,78 mg/100g B.S.). La variedad Puca Shungo presentó la mayor concentración de color polimérico en bisulfito sódico (35,40%).
- ✚ En las especies vegetales no se encontró vitamina E, en estado crudo debido a ello no se determinó en las muestras procesadas.
- ✚ En cuanto a la actividad antioxidante, las hojas de Sangorache presentaron un mayor valor de EC<sub>50</sub> (25,95mg/ml), que es la cantidad de antioxidante necesaria para reducir en un 50% la cantidad del radical libre DDPH. Este resultado se corroboró a través de la medición de la capacidad del extracto de hojas para reducir los iones férricos (EC<sub>50</sub> =2,78mg/ml). Mientras que el grano de Sangorache mostró una mayor capacidad para complejar los cationes metálicos, obteniendo un valor EC<sub>50</sub>= 19,50 mg/ml.

- ✚ Un mayor efecto quelante se determinó para el grano de maíz racimo de uva” con un  $EC_{50}=25,79$  mg/ml, el frejol variedad INIAP 482 con un  $EC_{50}=8,55$ mg/ml y la variedad de papa Yana Shungo con un  $EC_{50}=22,95$ mg/ml.
  
- ✚ En cuanto a los procesos tecnológicos aplicados a la especie Sangorache, en las muestras sometidas a remojo se retuvo en mayor proporción el contenido de compuestos antioxidantes, así: en las hojas del sangorache se determinó 369,12 mg/100 g de fenoles totales, 67019,3 ug/100g de carotenoides totales, mientras que en las hojas cocidas con vapor se determinó 3,85 mg quercetina/100g de flavonoides y 59,23 mg/100 g de taninos.
  
- ✚ El mayor contenido de componentes antioxidantes se determinó en el grano de maíz, raza Racimo de Uva con 253,55 mg /100g, antocianinas monoméricas (21,73 mg cianidina 3b glucosa  $100^{g^{-1}}$  B.S.), zinc ( 3,55 mg  $100^{g^{-1}}$  B.S), carotenoides totales (77,30 ug $\beta$ -caroteno  $100^{g^{-1}}$ ), cocción a vapor en flavonoides (0,95mg quercetina  $100g^{-1}$  B.S), antocianinas totales (400,98mg cianidina 3b glucosa  $100^{g^{-1}}$ ), taninos (18,86mg de ácido tánico  $100^{g^{-1}}$ B.S.), maíz negro variedad Sangre de Cristo en proceso a cocción normal en vitamina C (94,67 mg de L-ácido ascórbico  $100^{g^{-1}}$ ), color polimérico en agua y bisulfito sódico en cocción a vapor 10,18% y 9,22% respectivamente.
  
- ✚ Las corontas del maíz remojadas en agua retuvieron 245,29 mg ácido gálico/ 100g B.S. de fenoles totales, 0,37 mg/100 g de flavonoides, 86,82 mg/100 g de antocianinas monoméricas, 10,55 mg/100 de taninos; 89,40 mg/100 g ácido ascórbico y 455,15 ug/100 g carotenoides.
  
- ✚ Dentro del grupo de frejoles negros, el remojo fue el proceso que afectó en menor grado a los compuestos antioxidantes del genotipo L. G21212, el cual presentó 218,13 mg cianidina 3b glucosa/100 g, 10,08% de color

polimérico en agua, 32,80 mg/100 g de ácido ascórbico y 98,93 ug/100 g de carotenoides totales.

- ✚ En el grupo de las papas nativas, el proceso de menor afectación en los compuestos antioxidantes fue el pelado en la variedad Yana Shungo, que al final del proceso mostró 18,97 mg/100 g de antocianinas monoméricas, 9,23% de color polimérico en agua y 8,65% en bisulfito de sodio, 19,68mg/100 g de taninos y 224 mg/100 g de vitamina C.
  
- ✚ De las especies analizadas, las hojas de Sangorache presentaron una mayor capacidad para reducir los iones férricos, con un valor  $EC_{50}= 3,96$  mg/ml, mientras que el grano de Sangorache, grano de maíz variedad Sangre de Cristo, corontas de esta variedad, frejol INIAP 482 y papa nativa Yana Shungo presentaron un mayor efecto quelante y capacidad para bloquear el radical libre DDPH.
  
- ✚ Entre los procesos aplicados, los de menor afectación en la capacidad antioxidante estimada por el método FRAP, DDPH y efecto quelante, fueron el remojo y el pelado en el caso de las papas. Posiblemente debido a que estos no involucran la acción deteriorativa de la temperatura o presión.
  
- ✚ De la interacción de los factores especie - proceso aplicado, se desprende que los extractos de las panojas de sangorache sometidas a remojo presentaron un mayor poder antioxidante reductor férrico (FRAP) ( $EC_{50}=2,99$  mg/ml), resultado que puede atribuirse al mayor contenido de antocianinas, zinc, ácido ascórbico y color polimérico en esta fracción de la planta, mientras que el extracto del grano sometido a remojo presentó una mayor capacidad para enlazar (quelar) el ión ferroso que actúa como catalizador en reacciones que generan radicales libres ( $EC_{50}=11,98$  mg/ml), resultado que fue reconfirmado a través de la determinación del extracto

para interactuar con el radical libre DDPH, según la cual se obtuvo un  $EC_{50}$ = 12,09 mg/ml y un valor de 103.338,  $\mu$ g trolox/g, según el método ABTS.

- ✚ El extracto del grano de maíz de la raza Racimo de Uva presentó una mayor capacidad para reducir el ión  $Fe^{2+}$  a  $Fe^{3+}$ , expresada en el valor  $EC_{50}$ = 6,37mg/ml, mientras que el extracto del grano de la variedad Sangre de Cristo mostró un mayor efecto quelante del ión ferroso ( $EC_{50}$ =13,17 mg/ml), valor reconfirmado a través de la medición de la capacidad bloqueante del radical libre DDPH ( $EC_{50}$ = 7,83 mg/ml).
  
- ✚ En el extracto de las corontas de la raza de maíz Racimo de Uva, sometidas a remojo, se determinó un mayor poder reductor férrico (FRAP) con un valor  $EC_{50}$ = 13,40 mg/ml, resultado reconfirmado con la mayor capacidad del extracto para quelar el ión ferroso, con un valor  $EC_{50}$ =7,83 mg/ml.
  
- ✚ El extracto de la variedad de fréjol INIAP 482, presentó una mayor capacidad antioxidante medida a través del método (FRAP), efecto quelante del ión ferroso y bloqueante del radical DDPH.
  
- ✚ En el grupo de las papas nativas, se destacó el extracto de la variedad Yana Shungo, sometida a pelado, que presentó una mayor capacidad para reducir el ión  $Fe^{2+}$  a  $Fe^{3+}$ , expresada en el valor  $EC_{50}$ =8,88 mg/ml, mayor efecto quelante del ión ferroso ( $EC_{50}$ = 16,37 mg/ml), valores reconfirmados a través de la capacidad del extracto para interactuar con el radical DDPH ( $EC_{50}$  =11,88 mg/ml) y un valor 20230  $\mu$ g trolox/g (método ABTS).
  
- ✚ En cuanto a la estabilidad de los extractos, los mayores cambios en la absorbancia se registraron entre 300 y 400 nm, durante los tres primeros días de almacenamiento, manteniendo una tendencia estable en los días subsiguientes. Las mayores pérdidas de absorbancia en los extractos

expuestos a la luz U.V. y a una temperatura de 60°C, ocurrieron en las primeras 72 horas de almacenamiento, con una mayor degradación en los extractos de hojas de sangorache, corontas del maíz Racimo de Uva, Frejol INIAP 482 y la variedad de papa Tushpa. En condiciones de obscuridad, la absorbancia se mantuvo constante en el almacenamiento y durante el tiempo de monitoreo; el mismo comportamiento se observó en los extractos metanólicos a una temperatura de 5°C, atribuible a la baja temperatura de almacenamiento y el efecto preservante del alcohol.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- ✚ Investigar antioxidantes en otras especies vegetales que se caractericen por su color predominante.
- ✚ Se sugiere continuar con la investigación para evaluar el efecto antioxidante “in vitro” con los extractos de mayor potencial antioxidante.
- ✚ Determinar la concentración de compuestos con propiedades antioxidantes en los líquidos residuales del remojo y la cocción, que suponen una alta concentración de compuestos hidrosolubles que migran desde sus matrices de origen (granos, tubérculos, hojas, corontas, panojas).
- ✚ Confirmar los datos de capacidad antioxidante determinados, empleando métodos como: HPLC y ORAC.

## **CÁPITULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1. DATOS INFORMATIVOS**

##### **TITULO**

Cuantificación de los compuestos y propiedades antioxidantes en los líquidos residuales del remojo y la cocción normal de las especies en estudio.

##### **UNIDAD EJECUTORA**

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP.  
Laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad.

##### **BENEFICIARIOS**

- Profesionales en el área Alimenticia.
- Estudiantes de Ingeniería Alimentos o afines.
- Consumidores y productores
- Comunidad científica

##### **DIRECTORES DEL PROYECTO**

- Ing. Elena Villacrés

##### **PERSONAL OPERATIVO**

- Técnicos del Departamento de Nutrición y Calidad
- Egresados de la Carrera de Ingeniería en Alimentos de la FCIAL
- Egresados de otras universidades.

**TIEMPO DE DURACIÓN:** 12 meses

**FECHA ESTIMADA DE INICIO:** Julio del 2013

**FECHA ESTIMADA DE FINALIZACIÓN:** Julio del 2014

**LUGAR DE EJECUCIÓN:** Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador INIAP. Laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad.

## **6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

El color que tienen las frutas, verduras u hortalizas no es casualidad, en dependencia de este podemos saber si es un vegetal es rico en ciertos nutrientes o en otros. Podemos saber si contiene más cantidad de una vitamina en concreto o mineral. Las vitaminas y minerales son micronutrientes, y nuestro cuerpo los necesita en menor cantidad que los macro (glúcidos, próticos y lípidos), pero esas cantidades son imprescindibles para asegurar un buen funcionamiento de numerosas funciones vitales y para la conservación y mejora de la salud global.

Además, debemos saber que aparte de las vitaminas y los minerales, los responsables directos del color de los vegetales son los fitoquímicos, que aunque menos conocidos, pero también son muy buenos para la salud. Se pueden reconocer estos grandes grupos muy fácilmente, así encontramos:

- 🌈 Verde: judía verdes, acelgas, lechugas, alcachofa y un largo etcétera contienen luteína, un antioxidante que refuerza la visión. También tienen potasio, vitaminas C y K y ácido fólico.
- 🌈 Naranja y Amarillo: Ricas en vitamina C y beta-caroteno, la zanahoria o la calabaza ponen su grano de arena a la hora de conservar una buena visión, mantener la piel sana y reforzar el sistema inmunitario.
- 🌈 Rojo: Los alimentos de este color, como el tomate o el rábano, son ricos en fitoquímicos como el licopeno y las antocianinas, que mejoran la salud del corazón y disminuyen el riesgo de cáncer.
- 🌈 Violeta: Los antioxidantes y fitoquímicos de la berenjena, la col lombarda y la remolacha combaten el envejecimiento, disminuyen el riesgo de cáncer y preservan la memoria.

- ✚ Blanco: La cebollas, ajos endivias o puerros son ricos en fitoquímicos y potasio, que ayudan a reducir los niveles de colesterol, bajar la presión arterial y prevenir la diabetes.

## **PROCESOS APLICADOS**

Se considera que la pérdida de nutrientes como otras propiedades se halla en los procesos que se destaca a continuación:

### **✚ Remojo**

En el remojo de tipo artesanal e industrial, los granos se colocan en cubas o tinajas plásticas, y se someten a una hidratación en agua por varios días, con cambio diario del agua de remojo, con el propósito principal de reducir el contenido de saponinas; pero se conoce que otros factores como los compuestos antioxidantes, antinutricionales como: ácido fítico, nitratos, taninos, e inhibidores de tripsina, fenoles, antocianinas, también son removidos del grano, debido a la solubilidad de estos en el agua (Admassu y Kumar, 2007).

### **✚ Cocción en olla abierta**

Este proceso consiste en la cocción total de un alimento por inmersión en un medio acuoso, que llega a la temperatura de ebullición a presión atmosférica normal. Este tipo de cocción reduce la pérdida de nutrientes por efecto de la temperatura, pero aumenta la pérdida por solubilidad de los nutrientes en el medio acuoso, principalmente de sales minerales (Armada y Ros, 2007, p. 80). En este proceso se deben considerar: el tiempo de cocción, el cual va a variar de acuerdo a la calidad y volumen del alimento, y la cantidad de agua suficiente para no mermar durante el proceso de cocción (Bello, 1998).

### **✚ Cocción en olla de presión**

Es la cocción total de un alimento por inmersión en agua, empleada como medio de transferencia de calor, dentro de un recipiente con cierre hermético que aumenta la presión interior del aire existente sobre la superficie del líquido,

lo que a su vez, incrementa la temperatura de ebullición del agua (hasta 130°C); estas condiciones de presión y temperatura permiten una cocción más rápida de los alimentos, pese a que el agua en el interior no llega a hervir, debido a que la cantidad de agua evaporada es igual a la cantidad de vapor condensado (Hewitt, 2004, p. 329). El recipiente cuenta además con una válvula de seguridad que libera una mezcla vapor - aire, cuando la presión y la temperatura son muy altas (Armada y Ros, 2007).

### **6.3.JUSTIFICACIÓN**

A pesar del aporte que nos brinda las especies vegetales a nuestro organismo resulta indispensable identificar la ingesta de antioxidantes en nuestra dieta y ser parte de la acción antioxidante que ejerce en nuestro cuerpo además de superar cuantitativamente en su aporte ricos en vitaminas entre otros. El estudio pretende cuantificar los mismos compuestos y propiedades antioxidantes en las aguas residuales del remojo y de la cocción, se enfatizara el estudio en los materiales con alto contenido de antioxidantes y característicos por su color predominante, debido a su importancia en la reducción del riesgo de enfermedades de índice degenerativo.

### **6.4. OBJETIVOS**

#### **6.4.1. General**

Cuantificar los compuestos y propiedades antioxidantes en los líquidos residuales del remojo y la cocción normal de las especies vegetales.

#### **6.4.2. Específicos**

- ✚ Determinar la concentración de compuestos antioxidantes en las aguas residuales de remojo y cocción normal.
  
- ✚ Determinar la concentración de compuestos antioxidantes en las aguas residuales de remojo y cocción normal.

- ✚ Evaluar la cantidad de pérdida que existe de cada compuesto y propiedad antioxidante evaluada.

## 6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La propuesta planteada es factible ya que al conocer los compuestos y propiedades antioxidantes que presenta las especies vegetales a través de este trabajo de investigación, se pudo orientar al desarrollo de nuevas propuestas de investigación.

Finalmente se encontró antioxidantes en las especies vegetales sin embargo hubo pérdidas notables al someter a los procesos tecnológicos como: remojo, cocción a vapor, cocción a presión normal, pelado y horneado.

Lo que está en duda si la pérdida se va en las aguas de remojo y cocción a presión normal.

### Recursos económicos

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	APORTE
<b>B. Recursos Variables</b>					
<b>B1. Materia Prima</b>					
Especies vegetales	kg	5	\$ 3,00	\$ 15,00	\$ 15,00
<b>B2. Análisis</b>					
Análisis de la Vitamina E	U	15	\$ 30,00	\$ 450,00	\$ 517,05
Análisis del Zinc	U	15	\$ 4,47	\$ 67,05	
<b>B3. Reactivos</b>					
Quercetin 3-β-D-glucoside, ≥ 90% pureza (HPLC)	mg	50	\$ 219,44	\$ 219,44	\$ 3.182,35
1,1-diphenyl-2,2-picrylhydrazyl, gradop.a (sinónimo 2,2-diphenyl-2-picrylhydrazul radical)	g	5	\$ 146,30	\$ 731,50	
Disulfito K	g	500	\$ 0,27	\$ 135,46	
Etanol 93,5%	lt	20	\$ 7,76	\$ 155,25	
Disodio-hidrogenofosfato	lt	2	\$ 58,00	\$ 116,00	
Follin	lt	2,5	\$ 96,00	\$ 240,00	
N-Benzoil arginina	g	5	\$ 88,00	\$ 440,00	
Éter de petróleo 1.01769.1000	lt	1	\$ 150,00	\$ 150,00	
2,6-Dicloroindofenol 5 g 1.03028.0005	g	1	\$ 125,25	\$ 125,25	
Ácido metafosfórico p.a 100 g 1.00546.0100	g	1	\$ 121,50	\$ 121,50	
Ácido acético p.a frasco de vidrio 2,5 lt. 1.00063.2500	lt	2	\$ 231,10	\$ 462,20	
Acido L-ascorbico p.a A5960-100G	g	100	\$ 0,80	\$ 80,25	
Acido clorhídrico p.a 2,5 lt. 1.00319.2500	lt	2	\$ 102,75	\$ 205,50	
Metanol p.a	lt	10	\$ 43,00	\$ 430,00	
Acetona 2,5 lt. 1.00014.2500	lt	2	\$ 169,50	\$ 339,00	
Hexano p.a 2,5 lt. 1.04374.2500	lt	2	\$ 417,00	\$ 831,00	
<b>B5. Muestreo materia prima</b>					
Muestras	U	4	\$ 120,00	\$ 480,00	\$ 480,00
<b>C. Publicación Proyecto</b>					
Tesis	Ejemplar	8	\$ 10,00	\$ 80,00	\$ 80,00
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 4.274,40</b>	

## 6.6. FUNDAMENTACIÓN

Se sabe que la acumulación de radicales libres en nuestro cuerpo produce alteraciones de la función celular que causan su muerte. Para paliar sus efectos nocivos, las células disponen de sus propios mecanismos; en concreto, de sistemas enzimáticos que actúan como defensas antioxidantes. Conforme envejecemos, su capacidad de protección disminuye, por lo que los radicales libres superan la capacidad de nuestro cuerpo para frenar sus efectos.

Los radicales libres son moléculas inestables y muy reactivas. Para conseguir la estabilidad modifican a moléculas de su alrededor provocando la aparición de nuevos radicales, por lo que se crea una reacción en cadena que dañará a muchas células y puede ser indefinida si los antioxidantes no intervienen.

Los radicales libres son moléculas que se derivan del oxígeno, están en ser sustancias propias del organismo (las enzimas antioxidantes), o pueden ser sustancias que vienen con los alimentos (la vitamina C, la E y el Beta caroteno, flavonoides, etc.).

Un antioxidante es aquella sustancia que presenta bajas concentraciones respecto a la de un sustrato oxidable (biomolécula) que retarda o previene su oxidación.

El oxígeno es esencial para los organismos vivos. Sin embargo, la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS) y radicales libres (RL) es inevitable en el metabolismo aeróbico. Estas especies oxidantes provocan daños acumulativos en moléculas fundamentales para el funcionamiento del organismo, tales como proteínas, lípidos y ADN (Mau *et al.*, 2004).

Pese a esto, el organismo tiene sus propios mecanismos de defensa para hacer frente a la acción de las especies oxidantes. En determinadas situaciones las defensas antioxidantes pueden verse desbordadas por la excesiva generación de ROS. Ese desequilibrio entre especies oxidantes y antioxidantes se conoce como estrés oxidativo, el cual está asociado a

numerosas enfermedades y al proceso normal de envejecimiento (Lee *et al.*, 2004).

Una especie oxidante es aquella capaz de aceptar electrones de modo que va a generar un desequilibrio electrónico en las moléculas vecinas. El término antioxidante hace referencia a cualquier sustancia que, estando presente a una concentración más baja comparada con la de un sustrato oxidable, es capaz de retrasar o prevenir la oxidación de dicho sustrato. Los radicales libres se definen como especies químicas que poseen uno o más electrones desapareados, lo cual las hace altamente inestables y reactivas. Para estabilizarse reaccionan rápidamente con moléculas adyacentes mediante reacciones de óxido-reducción. El término especies reactivas de oxígeno incluye radicales libres y ciertas especies no radicales que son oxidantes y/o se convierten fácilmente en radicales libres, como por ejemplo HClO, HBrO, O<sub>3</sub>, ONOO<sup>-</sup> o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Halliwell y Whiteman, 2004).

La dieta juega un papel importante en la prevención de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo, fundamentalmente a través del aporte de compuestos bioactivos de origen vegetal. Entre ellos, las vitaminas hidrosolubles y liposolubles, algunos minerales, carotenoides y una gran variedad de compuestos fenólicos, cuya actividad antioxidante y potenciales efectos beneficiosos están siendo investigados en los últimos años (Prior, 2003). Es así, como la industria alimentaria busca alimentos funcionales que proporcionen un aporte adicional de estos antioxidantes naturales.

En los últimos años se ha incrementado el interés por parte de las industrias alimentarias y los consumidores por el concepto de alimento funcional. Este término hace referencia a alimentos o ingredientes que mejoran el estado general de salud y/o reducen el riesgo de enfermedad (Rafter, 2002). Se trata además de productos alimenticios que deben consumirse dentro de la dieta habitual para conseguir efectos beneficiosos que van más allá de los requerimientos nutricionales tradicionales (Roberfroid, 2002).

Los antioxidantes naturales son alimentos funcionales, compuestos principalmente por compuestos fenólicos que pueden estar presentes en todas las partes de la planta (Shahidi y Naczk, 1995). Estos pueden actuar como antioxidantes mediante dos mecanismos principales: a) como captadores de radicales libres, b) quelantes de metales. El grado de polimerización de los compuestos fenólicos tiene un marcado efecto sobre la actividad antioxidante. Así, los compuestos poliméricos son más potentes como antioxidantes que los monómeros (García, 2005). Debido a la gran diversidad de compuestos fenólicos dispersos en los tejidos vegetales, así como sus diferentes estructuras químicas, es necesario desarrollar un gran número de técnicas analíticas para su identificación y cuantificación (Martínez-Valverde *et al.*, 2000).

En general los compuestos fenólicos son más estables en su ambiente natural, pero cuando los alimentos se procesan (calor, acidez, luz, oxígeno), o cuando son extraídos en disolución en aceites o en disolventes orgánicos, se vuelven mucho más lábiles. Así, se ha comprobado que los procesos de oxidación son más acusados cuando se pierde la integridad celular, de forma que en alimentos vegetales triturados, la pérdida de compartimentación celular facilita el contacto de sustancias que pueden modificar estructuralmente, e incluso destruir los compuestos fenólicos. No todos los tipos de cocción afectan en la misma medida a los fenólicos, siendo necesario evaluar el efecto de este proceso en la pérdida de compuestos antioxidantes. Los compuestos fenólicos son muy lábiles y su estabilidad es muy variable en función de la estructura y composición de la matriz en la que se encuentran (Wrolstad, 2000; Delgado-Vargas & Paredes-López, 2003). Su estabilidad se ve afectada por el pH, las temperaturas de almacenamiento, presencia de enzimas, luz, oxígeno, estructura y concentración de antocianinas, y la presencia de otros compuestos como flavonoides, proteínas y minerales.

## 6.7. METODOLOGÍA (MODELO OPERATIVO)

En la siguiente tabla se presenta el Plan de Acción que se llevara a cabo durante la ejecución del Proyecto de Investigación, que contempla las siguientes etapas:

**Cuadro 3. MODELO OPERATIVO (PLAN DE ACCIÓN)**

Fases	Metas	Actividades	Responsable	Recursos	Presupuesto	Tiempo
Formulación de la propuesta	Identificar la importancia que presenta la utilización de las especies vegetales en la salud humana.	Revisión bibliográfica	Investigador	Humanos Materiales Económicos		1 mes
Desarrollo de la propuesta	Procesar la propuesta en su totalidad	Obtención de la perdida de antioxidantes en el agua de remojo y cocción normal	Investigador	Humanos Materiales Económicos		2 meses
Implementación de la propuesta	Ejecución de la propuesta	Caracterización de los compuestos y propiedades antioxidantes	Investigador	Humanos Materiales Económicos		1 mes
Evaluación de la propuesta	Comparación del proceso de la implementación	Análisis estadísticos	Investigador	Humanos Materiales Económicos	Total: 4274.40	2 meses

**Elaborado por:** Irma Tanquina, 2013

## 6.8. ADMINISTRACIÓN

La administración de la propuesta se llevara a cabo bajo el siguiente planteamiento.

**Cuadro 4. ADMINISTRACIÓN DE LA PROPUESTA**

Características a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsabilidades
Alimentos existentes destinados a mejorar la calidad de vida del ser humano	Desconocimiento de los compuestos y propiedades antioxidantes.	Cuantificación de los compuestos y propiedades en los residuos del agua de las aguas de remojo y cocción normal.	Aplicación de pruebas analíticas que determinen la existencia de los compuestos antioxidantes	Investigador

**Elaborado por:** Irma Tanquina, 2013

## PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

La previsión de la evaluación plantea la toma de decisiones oportunas que permitan mantener la propuesta se solución, mejorarla, modificarla, suprimirla o sustituirla, la que se simplifica de la siguiente manera.

### Cuadro 5. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN PROPUESTA

Preguntas básicas	Explicación
¿Quién solicitan evaluar?	Investigadores
¿Por qué evaluar?	Para identificar la perdida de compuestos y propiedades antioxidantes en las aguas de residuos.
¿Qué evaluar?	Compuestos y propiedades antioxidantes
¿Quién evalúa?	Investigador
¿Cuándo evaluar?	En el periodo de investigación
¿Cómo evaluar?	Mediante pruebas analíticas
¿Con que evaluar?	Con alimentos que presenta capacidad antioxidante y su efecto en el ser humano

**Elaborado por:** Irma Tanquina, 2013

## BIBLIOGRAFÍA

1. ADMASSU, E. y Kumar, S. 2007. Effect of processing on antinutrients and in vitro protein digestibility of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties grown in East Africa. *Food Chemistry*, vol. 103, 161-172.
2. AGUILERA, E. *et al.*, (s.f.). Contenido de Fitoquímicos en grano de frijol negro cocido y refrito. Campo experimental Bajío-INIFAP. México.
3. AGUILERA ORTÍZ, M., Alanis Guzmán, M.G., García Díaz, C.L., Hernández Brenes, C.M. (1990). "Caracterización y estabilidad de antocianinas de higo, variedad mission". *Rev. Universidad y Ciencia*: 25(2), 151-158.
4. ALMA, M.H.; Mavi, A.; Yildirim, A.; Digrak, M. and T. Hirata. 2003. Screening chemical composition and in vitro antioxidant and antimicrobial activities of the essential oils from *Origanum syriacum* L. growing in Turkey. *Biol. Pharm. Bull.* 26(12), 1725-1729
5. A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemist), 1964, Métodos de la A.O.A.C. Peer Verified Methods. Manual on Polices and Procedures, Arlington, Estados Unidos.
6. A.O.A.C. (Association of official Analytical Chemist), 1980. Métodos de la A.O.A.C. Peer Verified Methods. Manual on Polices and procedures, Arlington, Estados Unidos.
7. ABRIL, Víctor., 2009. "Niveles o tipos de investigación". Editorial Limusa – España.
8. ALONSO Arce, F., 2002. El cultivo de la patata. Ed. Mundiprensa, Madrid.
9. ANDRADE, H.; Bastidas, O., y Sherwood, S., 2002. "La papa en Ecuador". En: El Cultivo de la papa en Ecuador. Pumisacho, M., y Sherwood, S. Editores. INIAP-CIP. Quito., pp: 24.
10. Antocianinas totales (2007)  
<http://www.botanicalonline.com/medicinalesantocianinas.htm>
11. ARAYA H., 2000. "Del péndulo de los nutrientes hacia los alimentos". En: XH Congreso Latinoamericano de Nutrición; Argentina.

12. ARMADA, L. y Ros, C. 2007. *Manipulador de alimentos: La importancia de la higiene en la elaboración y servicio de comida* (2da. ed.). Pontevedra, España: Ideaspropias Editorial.
13. BALZ FREI. 5 de marzo del 2007. "Studies force new view on biology of flavonoids". *EurekaAlert!*
14. BAILON, M.T., Santos–Buelga, C. and Rivas–Gonzalo, J. (2004). Anthocyanins in cereals. *Journal of Chromatography* 1054, 129–141
15. BARROS L, Ferreira M, Queiros B, Ferreira I, Baptista, P. 2007. Total phenols, ascorbic acid, b-carotene and lycopene 28 in portuguese wild edible mushrooms and their antioxidant activities. *Food Chem* 103 (2):413-419.
16. BARROS L, Ferreira m, Queiros b, Ferreira i, baptista, p. 2006. Total phenols, ascorbic acid, b-carotene and lycopene in portuguese wild edible mushrooms and their antioxidant activities. *Food Chem* 103 (2):413-419.
17. BECERRA. E., 2000. "Nuevas Tecnologías para un antiguo Cultivo"., EL AMARANTO. Bolivia., volumen 7 (3)., pag 23-26 [http://www.cultivosantiguos.com.es /tecn\\_arg/follt\\_032](http://www.cultivosantiguos.com.es /tecn_arg/follt_032).
18. BENZIE, I. F. F.; Strain, J. J., 1996. "The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*. 239, (1), 70-76.
19. BELLO, J. 1998. *Ciencia y tecnología culinaria*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos S.A.
20. BRAND, Williams W., Cuvelier M.E., Berset C., 1995. "Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity". *Food Sci. Technol.* 28, 25-30.
21. BRIGELIUS, Flohé R, Traber M., 1999. "Vitamin E: function and metabolism". *FASEB J* 13 (10): pp. 1145 – 55. PMID 10385606. <http://www.fasebj.org/cgi/content/full/13/10/1145>.
22. CABRERA C.; 1989. "El cultivo de Amaranto (Amaranthus Spp) una alternativa agronómica para el Ecuador". Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Ecuador INIAP.; Publicación Miscelánea N° 52., 28p.

23. CANTELL, V., 2003. "Polyphenols in foods are more complex than often thought". *Am J Clin Nutr.* 81(suppl): 223S–9S.
24. CARDENAS, H. /et al./. 2000, Evaluación de los taninos de cuatro variedades mejoradas de frijol. *Rev Cubana Aliment Nutr,* vol. 14, no. 1, p. 22-27
25. CORDOBA Carlos (2013) CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS Publicado a las 09:16
26. CUBERO, N; Monferrer, A; Villalta, J., 2002. *Aditivos alimentarios.* España. Ediciones Mundi-Prensa 240 p.
27. CHENG Z, Su L, Moore J, Zhou K, Luther M, Yin JJ, Yu LL., 2006. "Effect of postharvest treatment and heat stress on availability of wheat antioxidants". *J. Agric. Food Chem.* 54, 5623-5629. [doi:10.1021/jf060719b](https://doi.org/10.1021/jf060719b) PMID:16848555.
28. CHISTELLE M. Andre, Marc G, Pierre B, Mouhssin O, Maria del Rosario H, Lucien H, Jean –Francois H, Van L, y Daniele E., 2007. "Andean Potato Cultivars Mineral Micronutrients". *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* Pp 369 366-378.
29. CUESTA, X., 2008. "Caracterización de variedades nativas ecuatorianas por resistencia al tizón tardío y calidad", [http://www.patata2008.com/Ponencias %20Congreso/Martes/Ma%C3%B1ana/Xabier%20Cuesta](http://www.patata2008.com/Ponencias%20Congreso/Martes/Ma%C3%B1ana/Xabier%20Cuesta).
30. CUESTA, X., Andrade, H., Bastidas, O., Quevedo, R., y Sherwood, S., 2002. "Botánica y mejoramiento genético. En: *El cultivo de la papa en Ecuador*", Pumisacho, M., y Sherwood, S. INIAP-CIP. Quito, Ecuador, pp. 33-36.
31. CUESTA, X., Castillo, C., y Monteros, C., 2005. "Las papas nativas en el Ecuador. Estudios, cualitativos sobre oferta y demanda: Biodiversidad de las papas nativas ecuatorianas", Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Centro Internacional de la Papa, Quito, Ecuador, pp. 8-10.
32. CHUNG, H. S., Chang, L. C., Lee, S. K., Shamon, L. A., van Breemen, R. B., Mehta, R. G.,

33. DELGADO – VARGAS. F. y Paredes – Lopez, O. 2003. Natural Colorants for Food and Natraceutical Uses. CRC Press, Boca Raton, Florida
34. DERACHE, R 1990. Toxicología y seguridad de los alimentos. Omega. España
35. DEFINICIÓN ABC. 2013, Desde Definicion ABC: <http://www.definicionabc.com/general/alteracion.php#ixzz2TxrvM1mu>
36. DINIS, T. C. P., Madeira, V. M. C. Almerida, L. M., 1994. “*Action of Phenolics derivatives (acetaminophen, salicylate and 5-aminosalicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxy radical scavengers*”. Archives of Biochemistry and Biophysics. pp 315, 161-169.
37. DINIS, T. C. P., Madeira, V. M. C. Almerida, L. M., 1994. “*Action of Phenolics derivatives (acetaminophen, salicylate and 5-aminosalicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxy radical scavengers*”. Archives of Biochemistry and Biophysics. pp 315, 161-169.
38. ECONOMOS C., W.D. Clay., 1999. Nutritional and health benefits of citrus fruits. Rev. FAO; 24: 11-18.
39. ENRÍQUEZ. M. C. A. 2005. “Estudio de la extracción y estabilidad del colorante del ataco (*Amaranthu hybridus*) con potencial de aplicación como aditivo alimentario”. Doctor en bioquímica y farmacia. Riobamba-Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
40. EROSKI CONSUMER 2013. Portada > Alimentación > Aprender a comer bien > Alimentos funcionales > Qué son y sus propiedades
41. EL GRECO Mercè Gonzalo 2014, Nutrición Humana y Dietética, Ciencia y Tecnología de los Alimentos
42. FARNSWORTH, N. R., Pezzuto, J. M. y Douglas, K. A. 1997. Flavonoids constituents of *Chorizanthe diffusa* with potential cancer chemopreventive activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47, 36-41.
43. FRASER D. & BRAMLEY P. 2004. The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. Progress in Lipid research. 43. pp: 228-265.
44. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations 2010), Estimaciones de la producción del papas en el mundo, Consultado 15 de septiembre del 2011.  
Disponible en:

[http://www.fao.org/corp/google\\_result/en/?cx=018170620143701104933%3](http://www.fao.org/corp/google_result/en/?cx=018170620143701104933%3)

45. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations 2010), Estimaciones de la producción del frejol en el mundo, Consultado 15 de septiembre del 2011.  
Disponible en:  
[http://www.fao.org/corp/google\\_result/en/?cx=018170620143701104933%](http://www.fao.org/corp/google_result/en/?cx=018170620143701104933%3)
46. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations 2010), Estimaciones de la producción del maíz en el mundo, Consultado 15 de septiembre del 2011.  
Disponible en:  
[http://www.fao.org/corp/google\\_result/en/?cx=018170620143701104933%](http://www.fao.org/corp/google_result/en/?cx=018170620143701104933%3)
47. FOSSEN et al. Anthocyanins from Maize (*Zea mays*) and Reed Canarygrass (*Phalaris arundinacea*). *J. Agr. Food Chem.*, 2001, 49, 2318-2321
48. GARCÍA A., 2005. "Evaluación in vitro e in vivo de la funcionalidad de un producto rico en antioxidantes". Tesis Doctoral. España. Universidad de Murcia.
49. GARCÍA, A. (2005). *Evaluación in vitro e in vivo de la funcionalidad de un producto rico en antioxidantes*. Universidad de Murcia. España.
50. GARZON, G. A. 2008. Las antocianinas como colorentes naturales y compuestos bioactivos: revisión. *Acta Biológica Colombiana* 13(3):27-36
51. GARRY G. Duthie, Susan J. Duthie and Janet A. M. Kyle., 2000. "Plant polyphenols in cancer and heart disease: implications as nutritional antioxidants". *Nutrition Research Reviews*, 13:79-106.
52. GIRGIN, F., Yildirim, E., 2004. "Anti-inflammatory effects of dietary antioxidants". *Curr. Med. Chem.* 3:19-30, 2004.
53. GIRALDO, B., Hernández, M. M., Angulo, P. & Fuertes, C. (2003). Actividad antinitrosativa y antiinflamatoria de los flavonoides de las hojas de *Uncaria tomentosa* Willd. D.C. (Uña de gato). *Rev. Soc. Quím. Perú.* 69 (4): pp. 229-242.
54. GIUSTI, M., Wrolstad, R. E., 2001. "Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy". In R. E. Wrolstad, T. E. Acree, H. An, E. A. Decker, M. H. Penner, D. S. Reid, S. J. Schwartz, C. F.

- Shoemaker, P. Sporns (Eds.), *Current Protocols in Food Analytic Chemistry*. New York: Wiley. pp. F1.2.1-F1.2.13.
- 55.** GIUSTI, M., Wrolstad, R. E., 2001. "*Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy*". In R. E. Wrolstad, T. E. Acree, H. An, E. A. Decker, M. H. Penner, D. S. Reid, S. J. Schwartz, C. F. Shoemaker, P. Sporns (Eds.), *Current Protocols in Food Analytic Chemistry*. New York: Wiley. pp. F1.2.1-F1.2.13.
- 56.** GORRITI G. A., Quispe J. F., Arroyo A. J. L., Córdova R. A., Jurado T. B., Santiago A. i., Taype E. E. 2009. Extracción de antocianinas de las corontas de Zea mays L. "maíz morado". *Revista Ciencia e Investigación* 12(2): 74-7. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Lima . Peru.
- 57.** HALLIWELL B. y Whiteman M. 2004. *Measuring Reactive Species and Oxidative Damage in vivo and in Cell Culture: How Should you do it and what do the Results Mean?* *British Journal of Pharmacology*. pp 142, 231-255.
- 58.** HAGERMAN, A.; Riedl, K.; Alexander Jones, G.; Sovik, K.; Ritchard, N.; Hartzfeld, P. and T. Riechel.1998. High molecular weight plant polyphenolics (tannins) as biological antioxidants. *J. Agric. Food Chem.* Vol. 46, 1887-1892.
- 59.** HAVSTEEN B: Flavonoids. A class of natural products of high pharmacological potency. *Biochem Pharmacol*, 1983, 32:1141-1148.
- 60.** HERRERA E, Barbas C., 2001. "Vitamin E: action, metabolism and perspectives". *J Physiol Biochem* 57 (2): pp. 43 – 56. PMID 11579997.
- 61.** HEWITT, P. 2004. *Física Conceptual* (9na. ed.). México D.F., México: Editoria Pearson Educación de México S.A.
- 62.** HERNÁNDEZ Sampier, Roberto 2004. *Metodología de la Investigación*. Editorial Felix Varela, La Habana.
- 63.** HOSENEY C, 1991. *Principios de Ciencia y Tecnología de los Cereales*. Acribia. Zaragoza, España. pp. 269-274.
- 64.** INIAP, 2010. *Encuentro Nacional de Amaranto*. Presidencia de la República [Periódico digital El Ciudadano]. 1 de marzo. Disponible en: [http://www.elciudadano.gov.ec/index.php?option=com\\_content&view=artic](http://www.elciudadano.gov.ec/index.php?option=com_content&view=artic)

le&id=10359:iniap-realizo-i-encuentro-nacional-de-amaranto&catid=1:actualidad&Itemid=42.

65. Investigación descriptiva (s/f). [Documento en línea]. Disponible: <http://www.mistareas.com.ve/investigacion-descriptiva.htm> [Consulta: 2010, Mayo 18]
66. Investigación Explicativa (s/f). [Documento en línea]. Disponible: <http://www.mistareas.com.ve/investigacion-explicativa.htm> [Consulta: 2010, Mayo 18]
67. La investigación descriptiva (s/f). [Documento en línea]. Disponible: <http://noemagico.blogia.com/2006/091301-la-investigacion-descriptiva.php> [Consulta: 2010, Mayo 18]
68. JAMES Arthur Finch Stoner, R. Edward Freeman, Daniel R. Gilbert, Pilar Mascaró Sacristán, 2012, Diseño de negocios Santiago Restrepo Barrera. [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3a/Herramienta\\_modelo\\_de\\_negocio.pdf](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3a/Herramienta_modelo_de_negocio.pdf) Bogotá
69. JIMÉNEZ, A., Gutiérrez, G., 2001, "Métodos para medir propiedades físicas e industriales de alimentos", 2ed, España, Acribia, Cap. 4, pp, 330-332.
70. JIMÉNEZ, V. y Murillo, O., 1996, "Información Nutricional sobre Papa (*Solanum tuberosum*)", Consejo nacional de producción – dirección mercadeo y agroindustria, Área desarrollo de productos, [http://www.mercanet.cnp.go.cr/Desarrollo\\_Agroid/documentospdf/Papa\\_FT\\_N](http://www.mercanet.cnp.go.cr/Desarrollo_Agroid/documentospdf/Papa_FT_N).
71. JOSHUA D. Lambert, Chung S. Yang. 2003. "Cancer chemopreventive activity and bioavailability of tea and tea polyphenols". Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis Volumes 523-524, February-March, Pages 201-208.
72. KÄHKÖNEN, MARJA; Anu I. Copia; Heikki J. Vuorela; Jussi- Pekka Rauha; Kalevi Pihalaja; Tutti S. Kujala and Marina Heinonen. 1999. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. J. Agric. Food Chem. Vol. 47, 3954– 3962.
73. KAYA C, Higgs D, Kirnak H (2001) The effects of high salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. Bulg. J. Plant Physiol., 27 (3-4): 47-59.

74. KAKATANI, N. & H. Kikizaki., 1987. "A new antioxidative glycoside isolated from oregano". *Agriculture and biological chemistry*. 51 (10), 2727-2732.
75. KLEIN, B. P., & Perry, A. K., 1982. "Ascorbic acid and vitamin A activity in selected vegetables from different geographical areas of the United States". *Journal of Food Science*. pp 47, 941-945, 948.
76. KLEIN, B. P., & Perry, A. K., 1982. "Ascorbic acid and vitamin A activity in selected vegetables from different geographical areas of the United States". *Journal of Food Science*. pp 47, 941-945, 948.
77. KUSKOSKI M, Asuero A, Troncoso Am, mancini-Filho J, Fett R., 2005. "Aplicación de diversos métodos para determinar actividad antioxidante en pulpas de frutos". *Cienc Tecnol Aliment* 25 . Campinas oct/Dec.
78. KHOKHAR. 2002. Distribution of conjugated and free phenols in fruits: antioxidant activity and cultivars variations. *J. Agric. Food Chem*. 50:6301-6306
79. LEDEZMA-GAIRAUD M. Validación del método: Determinación de vitamina C total por cromatografía líquida de alta resolución "HPLC". *Tecnología en marcha*. Vol. 17-4
80. LEE J., Koo N., Min DB. 2004. Reactive Oxygen Species, Aging, and, Antioxidative Nutracéuticas. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. pp 3, 21-33.
81. LINDER MC. Nutrition and metabolism of the trace elements. In: Linder MC, editor. *Nutrition Biochemistry Metabolism*. Amsterdam: Elsevier; 1991. pp. 36–49.
82. LUJÁN, G., 2003. "Desarrollo de marcadores SCAR y CAPS en un QTL con efecto importante sobre la resistencia al tizón tardío de la papa", Trujillo, Perú, [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Basic/trujillo\\_lg/cap2](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Basic/trujillo_lg/cap2).
83. MAJOR TYPES Of Chemical Compounds In Plants & Animals: Part II  
Flavonoids
84. MAGAP (Ministerio de Agricultura, ganadería, acuicultura y pesca 2010) Superficie, Producción y Rendimiento - Tubérculos: maíz ecuador. Consultado 15 de septiembre del 2011  
Disponible en:

<http://www.agricultura.gob.ec/>

- 85.** MAGAP (Ministerio de Agricultura, ganadería, acuacultura y pesca 2010) Superficie, Producción y Rendimiento - Tubérculos: frejol ecuador. Consultado 15 de septiembre del 2011  
Disponible en:  
<http://www.agricultura.gob.ec/>
- 86.** MAGAP (Ministerio de Agricultura, ganadería, acuacultura y pesca 2010) Superficie, Producción y Rendimiento - Tubérculos: papa ecuador. Consultado 15 de septiembre del 2011  
Disponible en:  
<http://www.agricultura.gob.ec/>
- 87.** MARTINEZ, A., Naranjo, A., Nungaray, J., 2003, "Antocininas, flavonóides y ácidos fenólicos presentes en frijol negro querétaro y mayocoba y su estabilidad durante el cocimiento industrial", [http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/puertovallarta03/TRABAJOS/AREA\\_VI/CARTEL/CVI-2](http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/puertovallarta03/TRABAJOS/AREA_VI/CARTEL/CVI-2).
- 88.** MARTÍNEZ, Valverde I., Periago M.J., Ros G. 2000. "Significado Nutricional de los Compuestos Fenólicos de la Dieta". Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Pág. 50, 5-18.
- 89.** MATHEW, S. & ABRAHAM, E. 2006. In vitro antioxidant activity and scavenging effects of Cinnamomum verum leaf extract assayed by diferent methodologies. Food and Chemical Toxicology. 44: 198-206.
- 90.** MATAIX, J., s.f., 2005. "Nutrición y Alimentación Humana", Primera Edición, Editorial Oceano, Barcelona, España, pp. 358-362; 392; 404-406.
- 91.** MAU, J. L., Chang, C. N., Huang, S. J. Chen, C. C. 2004. *Antioxidant properties of methanolic extract from Grifolafrondosa, Morchellaesculenta and Termitomycesalbuminosus mycelia*. Food Chemistry. pp. 87, 111-118.
- 92.** MAYORCA, M., 2001, "Oportunidades para el desarrollo de productos de papas nativas en el Perú", Red electrónica de la Papa (Redepapa), Lima, Perú, <http://www.redepapa.org/desarrollopapasnativas>.
- 93.** MAZON. N., Peralta. E, Rivera. M, Subia. C, Tapia. C., 2003. Catalogo del Banco de "Germoplasma de Amaranto (*Amaranthus spp.*)" de INIAP-ECUADOR., Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos.,

Departamento Nacional de Recursos Filogenéticos y Biotecnología  
Estación Experimental Santa Catalina., serie 3., Quito Julio., 53 p.

94. MEISTER A., 1994. "Glutathione-ascorbic acid antioxidant system in animals". *J Biol Chem* 269 (13): pp. 9397 – 400. [PMID 8144521](#).
95. MEIR,S.; Kanner, J.; Akiri, B.; Hadas, S.P. 1995. Determination and involvement of aqueous reducing compounds in oxidative defense systems of various senescing leaves. *J. Agric. Food Chem.* Vol. 43, 1813-181
96. MILLER JA. 2000 Functional Foods: The US perspective. *American Journal of Nutrition* 71 - 1654-1659
97. MONTEROS, C. Reinoso, I. Villacres, E., 2010. "Papas Nativas Rescatando la Biodiversidad" Boletín Divulgativo INIAP # 321, Quito - Ecuador.
98. MONTEROS, C., Grijalva, A., Vásquez, W. y López, G., 2005, "Las papas nativas en el Ecuador. Estudios, cualitativos sobre oferta y demanda: Sondeo de la oferta de papas nativas en Ecuador", Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Quito, Ecuador, p. 20.
99. MONTEROS, C; Yumisaca, F; Andrade, Piedra; Reinoso, I., 2010. "Cultivo de Papas Nativas Sierra Centro Norte del Ecuador" Publicación Miscelánea N° 179 , pg. 26 Quito –Ecuador.
100. MUJICA, A., M. Berti, J. Izquierdo., 1997. "El cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp), producción, mejoramiento genético y utilización". Oficina Regional de FAO. UNA, Puno, Concepcion, Chillán. Roma, Italia, 145 p.
101. MURILLO, A., Peralta, E., Mazón, N., Pinzón, J., 2005. INIAP 420 "Canario del Chota" Variedad Mejorada de fréjol arbustivo de color amarillo", Plegable informativo, N° 258, PRONALEG-GA, Quito, Ecuador.
102. MURILLO, E., Tique, M .M., Ospina, L F. & Lombo Ó., 2006. "Evaluación preliminar de la actividad hipoglicemiante en ratones diabéticos por aloxano y capacidad antioxidante in vitro de extractos de *Bauhinia kalbreyeri* Harms". *Rev. Col. Cienc. Quím. Farm.* 35: pp. 64-80.

- 103.** NADAL, S., Moreno, M. y Cubero, J., 2004. "Las leguminosas grano en la agricultura moderna", Editorial Mundi Prensa, Madrid, España, pp. 151-179.
- 104.** NETZEL, M., G. Netzel, Q. Tian, S. Schwartz e I. Konczak. 2007. Native Australian fruits: a novel source of antioxidants for food. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8:339-346
- 105.** OCAÑA J., 2002. "Evaluación Agronómica, Morfológica y de Calidad de 16 Líneas de Amaranto (*Amaranthus caudatus L.*)" en la Granja Experimental INIAP-TUMBACO., Tesis Ing. Agropecuario. Quito Escuela Politécnica del Ejercito., Facultad de Ciencias Agropecuarias-IASA., 156p.
- 106.** OJEDA, F., 1992. "Extracción del Colorante de la Remolacha y Diseño de la Planta Piloto". Tesis de Ingeniero Químico. Quito-Ecuador. Universidad Central del Ecuador. p. 7-75.
- 107.** OSPINA, H., 1981. "Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*)", Segunda Edición, CIAT, Cali, Colombia, pp. 7-44.
- 108.** OVIEDO, A., 2005. "Estudio de características físico-químicas en clones promisorios de papa", Disertación previa a la obtención del título de Licenciado en Ciencias Químicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de ciencias exactas y naturales escuela de ciencias químicas, Quito, Ecuador, pp. 9, 166.
- 109.** OYAIZU, M. 1986. "*Studies on products of the browning reaction: Antioxidative activities of browning reaction products prepared from glucosamine*". Japanese Journal of Nutrition. pp 44, 307-315.
- 110.** PADAYATTY S, Katz A, Wang Y, Eck P, Kwon O, Lee J, Chen S, Corpe C, Dutta A, Dutta S, Levine M., 2003. "Vitamin C as an antioxidant: evaluation of its role in disease prevention". *J Am Coll Nutr* 22 (1): pp. 18 – 35. PMID 12569111. <http://www.jacn.org/cgi/content/full/22/1/18>.
- 111.** PALADINO, C., 2007 "Actividad Antioxidante de los Compuestos Fenólicos Contenidos en las Semillas de la vid (*Vitis vinifera L.*)" Universidades Nacionales de Cuyo, La Rioja, San Juan y San Luis. Sede Mendoza: Facultad de Ciencias Agrarias – UN Cuyo.
- 112.** PANTANELLI, A.; 2000. Prometedora resurrección del amaranto "Los mayas ya lo Sabían". Alimentos Argentinos. (Argentina). Edición N° 18.; disponible en: [www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/revistas/r\\_18/18\\_07\\_amaranto](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/revistas/r_18/18_07_amaranto).

- 113.** PASCUAL-TERESA, S.; Santos-Buelga, C.; Rivas-Gonzalo, J. C. LCMS analysis of anthocyanins from purple corn cob. *J. Sci. Food Agric.* 2002, 82 (9), 1003–1006.
- 114.** PINELO M, Rubilar M, Sineiro J, Núñez MJ. 2004. Extraction of antioxidant phenolics from almond hulls (*Prunus amygdalus*) and pine sawdust (*Pinus pinaster*). *Food Chem.* **85**, 267-273.
- 115.** PERALTA, E., Murillo, A., Caicedo, C., Pinzón, J., Rivera, M., 1998. “Manual Agrícola de Leguminosas”, PRONALEG-INIAP, Quito, Ecuador, pp. 3-6.
- 116.** PERALTA, E., Murillo, A., Mazón, N., Pinzón, J., 2009. “INIAP 480 Rocha, “Nueva variedad de fréjol arbustivo de grano amarillo –canario”, Boletín divulgativo, N° 352, PRONALEG-GA, Quito, Ecuador.
- 117.** PERALTA. E, Murillo A, Mazon. N, Pinzon. J., 2009. “Variedades de Frejol Arbustivo” Negro, Boletín Divulgativo INIAP # 350, Quito - Ecuador.
- 118.** PERALTA, E., *ET AL.*, (2010, Septiembre). *Manual agrícola de frejol y otras leguminosas: cultivos, variedades y costos de producción*. Publicación Miscelánea N° 135 (Segunda impresión actualizada). Quito-Ecuador.
- 119.** PIERRE Waffo-Téguo. 2007, Diccionario Manual de la Lengua Española.
- 120.** PIERRE Waffo-Téguo; Michael E. Hawthorne; Muriel Cuendet; Jean-Michel Mérillon; A. Douglas Kinghorn; John M. Pezzuto; Rajendra G. Mehta 2001. Potential Cancer-Chemopreventive Activities of Wine Stilbenoids and Flavans Extracted From Grape (*Vitis vinifera*) Cell Cultures. *Nutrition and Cancer*, Volume 40, Issue 2 May, pages 173 – 179.
- 121.** PRIOR RL. 2003. *Fruits and Vegetables in the Prevention of Cellular Oxidative Damage*. *American Journal Clinical Nutrition*. pp 78, 570S-578S
- 122.** PROULX, W.R., WEAVER, C.M., BOCK, M.A. 1993. Trypsin inhibitor activity and tannin content do not affect calcium bioavailability of three commonly consumed legumes. *Journal of Food Science*, Chicago, v.58, n.2, p.382-384,

- 123.** QUETTIER., DELEU, C., Gressier, B., Vasseur, J., Dine, T., Brunet, C., Luyckx, M., et al. 2000. "Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *Journal of Ethnopharmacology*". pp 72, 35-42.
- 124.** QUILCA, N., 2008. "Caracterización morfológica, física, organoléptica, química y funcional de papas nativas (*Solanum tuberosum* ssp.), para orientar sus usos futuros", Proyecto de Titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, p. 78.
- 125.** REYES, E., Padilla, L., Veyna, O., Lopez, P., 2008. "Historia, naturaleza y cualidades alimentarias del frijol", *Revista investigación científica*, 4 (3), 1.
- 126.** REYES – CARMONA J.; Youseff G.G.; Martinez – Peniche R.A. y Lila A. M. 2005. Antioxidant Capacity of Fruits Extracts of Blackberry. Produced in Different Climatic Regions. *Journal of Food Science*, 70: 497 – 503
- 127.** ROBERFROID MB. 2002. *Global View on Functional Foods: European Perspectives*. *British Journal of Nutrition*. pp 88, 133S-138S.
- 128.** ROBERFROID MB, Delzene N. 1998 Dietary fructans. *Annu Rev Nutr* 18-117- 143
- 129.** SINGLETON, V.L. y J.A. Kratzer. 1973 Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic–phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144-15
- 130.** RICE-EVANS, C. A., Miller, N.J., & Pagang, G. (1996). Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free radical & medicine*. 20 (7): pp.933-956.
- 131.** ROBLES, C., 2003. "Comportamiento agronómico de diez variedades de fréjol de exportación, en diferentes zonas del Litoral" Ecuatoriano. Guayaquil, EC. (en línea). Consultado 14 Marz 2005. Disponible en: <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/index.html>.
- 132.** RODRÍGUEZ, Amaya, Mieko Kimura., 2004. "*Havastplus, Handbook for carotenoid analysis*". Harvest Plus Technical Monograph 2. Washington, DC and Cali. International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International Center for Tropical Agriculture (CIAT). Procedures for nutrient analysis in potato and sweet potato. Nutrition and Quality Laboratory – CIP.

- 133.** SÁNCHEZ R. G., J. A. Manriquez N., F. A. Martínez M., y L. A. López I. 2001. El frijol en México: competitividad y oportunidades de desarrollo. Boletín Informativo No. 13 Vol. XXXIII. FIRA, Banco de México. México. 74 p.
- 134.** SCHELDEMAN X. Libreros, D. y Jiménez D., 2001. “Desarrollo de Especies Silvestres Nativas en Cultivos de Exportación Internacional”. Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) Regional Office for the Americas.
- 135.** SERRANO, L., 2004, “Análisis del caso frijol”, <http://www.agrochiapas.gob.mx/tmp/SP/archivos/SP-Frijol.pdf>, (Mayo, 2010).
- 136.** SEVGI, K.; Ocak, M.; Kuçuk, M.; 2004. “Abbasoglu, R., Does caffeine bind to metalions” *Food Chemistry*, 84, (3), 383-388.
- 137.** SHAHIDI, F., 1997. “Natural Antioxidants, Chemistry, Health Effects and Applications”. Champaign, IL, USA: AOCS Press, Champaign.
- 138.** SHAHIDI F., y Naczk M. 1995. *Food Phenolics: Sources, Chemistry, Effects and Applications*. Technomic Publishing., Inc. pp 247-260
- 139.** SHIMADA, K., Fujikawa, K., Yahara, K., Nakamura, T., 1992. “*Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion*”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. pp 40, 945-948.
- 140.** SHIUAN CHEN; Xiu Zhu Sun; Yeh-Chih Kao; Annette Kwon; Dujin Zhou; Elizabeth Eng. 1998) Suppression of Breast Cancer Cell Growth with Grape Juice. *Pharmaceutical Biology*, Volume 36, Issue 5 Supplement 1 December, pages 53 – 61.
- 141.** SHREE, P., 1999. “Common Bean Improvement in the Twenty-first Century”, Kluwer Academic Publishers, Volumen 7. Netherlands.
- 142.** SICA EC., 2004 (Servicio de Información y Censo Agropecuario). Fenología agrícola del fréjol. (en línea). Consultado 20 Dic 2005. Disponible en: <http://www.sica.gov.ec/>.
- 143.** SICA, 2007, “La papa en Ecuador”, <http://www.sica.gov.ec/cadenas/papa/docs/importancia.html>.

144. SICA, 2008, "Ecuador: Oferta y Demanda Nacional de la Papa", <http://www.sica.gov.ec/cadenas/papa/docs/oferta.htm>.
145. SIZER, F. and Whitney, E. 2000. Nutrition concept and controversies (Eight Ed.) Wadsworth, a Division of Thomson Learning Inc., USA.
146. SOOBRATTEE, M. A., Neergheen, V.S., Luximon-Ramma, A., Aruomab, O.I. and Bahorun, T., 2005. "Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents": Mechanism and actions. *Mutation Research* 579: 200–213.
147. STAHL, W. And Sies, H., 2003. "Antioxidant activity of carotenoids *Molecular Aspects of Medicine*" 24: 345–351.
148. StarMedia., 1998. Paradigma cuantitativa y cualitativo y metodologia de la investigacion [base de datos en linea]. Salamanca.
149. TAYLOR M. y Ramsay G. 2005. Carotenoid biosynthesis in plant storage organs: recent advances and prospects for improving plant food quality. *Physiologia Plantarum* 124: 143- 151
150. TSUDA, T., K. Shiga, K. Ohshima, S. Kawakishi, and T. Osawa. 1994. Inhibition of lipid peroxidation and the active oxygen radical scavenging effect of anthocyanin pigments isolated from *Phaseolus vulgaris* L. *Biochem. Pharmacology* 52: 1033-1039.
151. VACA P. D. A., 2008. "Desarrollo de un producto alimenticio listo para el consumo, en base a quinua fermentada". Ingeniero Agroindustrial. Quito-Ecuador. Escuela Politécnica Nacional.
152. VAYA, J. Aviram, M. 2001. "Nutritional Antioxidants: Mechanisms of Action", *Analyses of Activities and Medical Applications Curr. Med. Chem.* 1: 99-117 ,2001.
153. VILLACIS, D. (2011, Junio). *Evaluación de la aptitud de doce genotipos de frejol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.) para el proceso de enlatado*. Escuela Politécnica Nacional. Quito-Ecuador
154. WANG X, Quinn P., 1999. "Vitamin E and its function in membranes". *Prog Lipid Res* 38 (4): pp. 309 – 36. [PMID 10793887](#).
155. WELLS W, Xu D, Yang Y, Rocque P., 1990. "Mammalian thioltransferase (glutaredoxin) and protein disulfide isomerase have

- dehydroascorbate reductase activity". *J Biol Chem* 265 (26): pp. 15361 – 4. PMID [2394726](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2394726/). <http://www.jbc.org/cgi/reprint/265/26/15361>.
156. WROLSTAD R.E. Skrede G., Lea P. y Enersen G. 1990. Influence of Sugar on Anthocyanin Pigment Stability in Frozen Strawberries. *Journal of Food Science*, 4 (55): 1064 – 1072
  157. WROLSTAD, E. (2005). Anthocyanins. In F. J. Francis, & G. J. Lauro (Eds.). *Natural Food Colorants*. Cap 11. pp. 237-252. New York: Marcel Dekker.
  158. YANEZ, C., 2003. Informe final del proyecto IQ-CV-046: Manejo de los Recursos Genéticos de maíz. Quito, Ecuador.
  159. YEN, GOW-Chin; Pin-Der Duh, Da Yon Chiang. 2000. Antioxidant activity of anthraquinones and anthrone. *Food Chemistry*. Vol. 70, 437-441.
  160. YEN, G. C.; CHEN, H. Y. Antioxidant Activity of Various Tea Extracts in Relation to Their Antimutagenicity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 43, n. 1, p. 27-32, 1995.
  161. YOSHIDA, K., Y. Sato, R. Okuno, K. Kameda, M. Isobe, and T. Kondo. 1996. Structural analysis and measurements of anthocyanins from coloured seed coats of *Vigna*, *Phaseolus* and *Glycine* legumes. *Biosci. Biotech. Biochem.* 60(4): 589-593.
  162. ZHENG W, WANG SY. 2001 Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. Fruit Laboratory, Beltsville Agricultural Research Center, Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture, Beltsville, Maryland 20705, USA.
  163. ZORICA Juranić<sup>1</sup>, Željko Žižak., 2005. "Biological activities of berries: From antioxidant capacity to anti-cancer effects". *BioFactors Journal*, Volume 23, #4.