

**UNIVERSIDAD PRIVADA
ANTONIO GUILLERMO URRELO**



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
“DR. WILMAN RUÍZ VIGO”
CARRERA PROFESIONAL DE
FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**ASOCIACIÓN LOS ANDES DE
CAJAMARCA**



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**Cuantificación de biomoléculas con actividad antioxidante en
“papas nativas” de productores de los distritos de la Encañada,
Huasmín y Sorochuco**

Personal Investigador

Docentes UPAGU

**Mg. Q.F. Patricia Ivonne Minchán Herrera
Dr. Walter Homero Bazán Zurita**

Investigadores externos

**Asociación Los Andes Cajamarca
Ing. Hugo Guerra Colca
Ing. Hermenegildo Huaquisto**

**Universidad Nacional de Trujillo
Dr. Q.F. Mayar Luis Ganoza Yupanqui**

Cajamarca - Perú

2018

COPYRIGHT © 2018 by

Patricia Ivonne Minchán Herrera

Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo

Todos los derechos reservados

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo -UPAGU, Vicerrectorado de Investigación, en la gestión Blgo., M.Sc. Dr. Wálter Homero Bazán Zurita, por el apoyo a la ejecución de la investigación, y a sus autoridades por la financiación destinada para la realización del proyecto investigativo.

A la Asociación Los Andes Cajamarca - ALAC por la Cooperación Interinstitucional, a través de un convenio UPAGU – ALAC, para la mejor realización de esta investigación, en especial al Ing. Hugo Guerra Colca, por su apoyo incondicional en las gestiones administrativas y trabajo de campo.

A la Universidad Nacional de Trujillo - UNT, Facultad de Farmacia y Bioquímica, en especial al Dr. Q.F. Mayar Luis Ganoza Yupanqui por su participación como co-investigador del proyecto; su experiencia y aporte han sido muy valiosos en la investigación. A Ewaldo Zavala Urtecho y a Matbeth Tantaleán Quezada que hicieron de mi estancia en la UNT una experiencia muy constructiva, y por su colaboración en el desarrollo de la etapa experimental del proyecto.

A las Asociaciones de Productores Agropecuarios “Los Emprendedores de Yerba Buena Chica”, “Los Andes de Coñicorgue” y “Los vecinos del Valle” por su colaboración con las muestras de tubérculos de “papa nativa” en sus variedades azul, roja y blanca, material básico para la investigación; gracias por permitirme

llegar a sus cultivos y hogares; sin su gran apoyo no hubiese sido posible que esta investigación aporte en la producción y difusión de conocimientos y propuestas que contribuyan al desarrollo de las comunidades ruralescajamarquinas.

A ADERS-Perú, Cajamarca, por su apoyo con las muestras de hojuelas (“snacks”) de “papa nativa”, en especial al Sr. Santos Sánchez Terrones, quién, además, participó en el trabajo de campo con la colecta de tubérculos para el estudio.

A todas aquellas personas que a través de su acompañamiento, hicieron posible la realización en forma exitosa de este proyecto investigativo.

Mg. Patricia Ivonne Minchán Herrera

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo principal: Cuantificar biomoléculas con actividad antioxidante en la “papa nativa” de productores de los distritos de La Encañada, Huasmín y Sorochuco, departamento de Cajamarca, Perú. Se realizaron análisis *in vitro* en 10 variedades (azul, roja y blanca) de tubérculos de “papa nativa” proporcionados por productores de los distritos mencionados, así como en hojuelas (“snacks”) elaboradas a partir de la materia prima proporcionada por los productores. A partir de liofilizados, tanto de tubérculos como de hojuelas se realizaron ensayos de HPLC para identificación de biomoléculas, ensayos de DPPH y FRAP para evaluar la actividad antioxidante y reacción de Folin-Ciocalteu para cuantificación de polifenoles totales. Asimismo, se determinó el porcentaje de grasas totales presentes en las hojuelas de “papa nativa”.

Los resultados revelaron que de las variedades azul (Santo Domingo, Platanero morado, yuquilla negra), roja (Sangre toro, Beso de novia, Garabatillo, Shigulla) y blanca (Huagalina), las “papas nativas” con mayor capacidad antioxidante fueron Sangre Toro con 106,76 y 104,34 mg ET/g de extracto seco, Santo Domingo con 95,39 mg ET/g, Garabatillo rojo con 95,34 mg ET/g, Yuquilla negra con 81,10 mg ET/g , y Huagalina con 72,54 mg ET/g de extracto seco en el ensayo del DPPH. Y en el ensayo del FRAP, Yuquilla negra con 104,87 mg ET/g de extracto seco, Huagalina con 93,91 mg ET/g y Garabatillo rojo con 80,71 mg ET/g de extracto seco. El método de Folin-Ciocalteu, indicó a Yuquilla negra con las mayores concentraciones de polifenoles totales (80,65 mg/g), valores que además

mostraron significancia estadística ($p < 0,05$). El perfil de HPLC de las variedades de “papas nativas” reveló presencia de compuestos fenólicos como flavonoides y antocianinas. Sin embargo, en las hojuelas (“snacks”), los espectros mostraron una gran disminución de estas biomoléculas, por lo que su actividad antioxidante también se vio afectada, encontrándose además para la variedad amarilla 33,3% de grasas totales, en la variedad roja 22,3% y en la variedad azul 28,2%.

Se concluye, que las biomoléculas con actividad antioxidante en la “papa nativa” de productores de los distritos de la Encañada, Huasmín y Sorochuco, son mayormente flavonoides y antocianinas, y que se encuentran con mayor concentración en las variedades azules.

Palabras clave: Papa nativa, hojuelas, snacks, actividad antioxidante, DPPH, FRAP, HPLC, UV.

ABSTRACT

This research had as its main objective: Quantify biomolecules with antioxidant activity in the "native potato" of producers of the districts of La Encañada, Huasmín and Sorochuco, from the department of Cajamarca, Peru. *In vitro* analyzes were carried out on 10 varieties (blue, red and white) of "native potato", tubers provided by producers from the mentioned districts, as well as in snack flakes made from the raw material provided by the producers. In lyophilized samples, from both tubers and snack flakes, HPLC assays were performed to identify biomolecules, DPPH and FRAP assays to evaluate the antioxidant activity, Folin-Ciocalteu reaction for quantification of total polyphenols. Likewise, the percentage of total fats present in the "native potato" snack flakes was determined.

The results revealed that of the blue varieties (Santo Domingo, Platanero purple and black Yuquilla), red (Sangre toro, Beso de novia, Garabatillo, Shigulla) and white (Huagalina), the "native potatoes" with greater antioxidant capacity were Sangre Toro with 106.76 and 104.34 mg ET/ g of dry extract, Santo Domingo with 95.39 mg ET / g, Red garabatillo with 95.34 mg ET / g, black Yuquilla with 81.10 mg ET / g, and Huagalina with 72.54 mg ET / g of dry extract in the DPPH test. And in the FRAP test, black Yuquilla with 104.87 mg ET / g dry extract, Huagalina with 93.91 mg ET / g and Red garabatillo with 80, 71 mg ET / g dry extract. The Folin-Ciocalteu method indicated that black Yuquilla has the highest concentrations of total polyphenols (80.65 mg / g), values that also showed statistical significance ($p < 0.05$). The HPLC profile of the varieties of "native

potatoes" revealed the presence of phenolic compounds such as flavonoids and anthocyanins. However, in the snack flakes, the spectra showed a great decrease in these biomolecules, so their antioxidant activity was also affected, and 33.3% of total fats were found in the yellow variety, in the red variety 22.3% and in the blue variety 28.2%.

It is concluded that the biomolecules with antioxidant activity in the "native potato" of producers of the districts of La Encañada, Huasmín and Sorochuco, are mainly flavonoids and anthocyanins, and that they are found with greater concentration in the blue varieties.

Keywords: Native potato, snack flakes, antioxidant activity, DPPH, FRAP, HPLC, UV.

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	I
RESUMEN	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	
2.1. Teorías que sustentan la investigación.....	7
2.2. Bases Teóricas.....	12
2.3. Definición de términos básicos.....	31
III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. Unidad de análisis, universo y muestra.....	33
3.2. Métodos de Investigación.....	35
3.3. Técnicas de Investigación.....	36
3.4. Instrumentos, equipos, materiales y reactivos.....	44
3.5. Técnicas de Análisis de Datos (Estadísticas).....	45
IV. RESULTADOS	46
V. DISCUSIÓN	82
VI. CONCLUSIONES	92
VII. RECOMENDACIONES	93
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
ANEXOS	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Variedades de “papas nativas” procedentes de Productores de la Encañada, Huasmín y Sorochuco, Cajamarca	46
Tabla 02. Compuestos fenólicos totales mediante Folin-Ciocalteu, expresados en equivalentes de ácido gálico (mg EAG/g extracto seco).....	47
Tabla 03. Compuestos fenólicos totales mediante Folin-Ciocalteu, expresados en equivalentes de ácido gálico (mg EAG/100g papa liofilizada).....	48
Tabla 04. Actividad antioxidante mediante DPPH, expresado en Trolox (mg ET/g extracto seco).....	49
Tabla 05. Actividad antioxidante mediante DPPH, expresado en Trolox (mg ET/100g papa liofilizada).....	50
Tabla 06. Actividad antioxidante mediante FRAP, expresado en Trolox (mg ET/g extracto seco).....	51
Tabla 07. Actividad antioxidante mediante FRAP, expresado en Trolox (mg ET/100g papa liofilizada).....	52
Tabla 08. Grasas Totales en snacks de “papa nativa”.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Áreas de cultivo de “papas nativas”. Encañada, Huasmín y Sorochuco, Cajamarca.....	13
Figura 2. Planta de “papa nativa” de las Zonas de colecta Encañada, Huasmín y Sorochuco, Cajamarca.....	16
Figura 3. Tubérculos de “papa nativa” procedentes de Productores de la Encañada, Huasmín y Sorochuco, Cajamarca.....	46
Figura 4. Compuestos fenólicos totales mediante Folin-Ciocalteu, expresados en equivalentes de ácido gálico (mg EAG/g extracto seco).....	47
Figura 5. Compuestos fenólicos totales mediante Folin-Ciocalteu, expresados en equivalentes de ácido gálico (mg EAG/100g papa liofilizada).....	48
Figura 6. Actividad antioxidante mediante DPPH, expresado en Trolox (mg ET/g extracto seco).....	49
Figura 7. Actividad antioxidante mediante DPPH, expresado en Trolox (mg ET/100g papa liofilizada).....	50
Figura 8. Actividad antioxidante mediante FRAP, expresado en Trolox (mg ET/g extracto seco).....	51
Figura 9. Actividad antioxidante mediante FRAP, expresado en Trolox (mg ET/100g papa liofilizada).....	52
Figura 10. HPLC cromatograma a 254 nm de variedad de “papa nativa” código A.....	53
Figura 11. HPLC cromatograma a 330 nm de variedad de “papa nativa” código A.....	53
Figura 12. HPLC cromatograma a 520 nm de variedad de “papa nativa” código A.....	54
Figura 13. HPLC cromatograma a 254 nm de variedad de “papa nativa” código B.....	54

Figura 14. HPLC cromatograma a 330 nm de variedad de “papa nativa” código B.....	55
Figura 15. HPLC cromatograma a 520 nm de variedad de “papa nativa” código B.....	55
Figura 16. HPLC cromatograma a 254 nm de variedad de “papa nativa” código C.....	56
Figura 17. HPLC cromatograma a 330 nm de variedad de “papa nativa” código C.....	56
Figura 18. HPLC cromatograma a 520 nm de variedad de “papa nativa” código C.....	57
Figura 19. HPLC cromatograma a 254 nm de variedad de “papa nativa” código D.....	57
Figura 20. HPLC cromatograma a 330 nm de variedad de “papa nativa” código D.....	58
Figura 21. HPLC cromatograma a 520 nm de variedad de “papa nativa” código D.....	58
Figura 22. HPLC cromatograma a 254 nm de variedad de “papa nativa” código E.....	59
Figura 23. HPLC cromatograma a 330 nm de variedad de “papa nativa” código E.....	59
Figura 24. HPLC cromatograma a 520 nm de variedad de “papa nativa” código E.....	60
Figura 25. HPLC cromatograma a 254 nm de variedad de “papa nativa” código F.....	60
Figura 26. HPLC cromatograma a 330 nm de variedad de “papa nativa” código F.....	61
Figura 27. HPLC cromatograma a 520 nm de variedad de “papa nativa” código F.....	61
Figura 28. HPLC cromatograma a 254 nm de variedad de “papa nativa” código G.....	62
Figura 29. HPLC cromatograma a 330 nm de variedad de “papa nativa” código G.....	62

Figura 30. HPLC cromatograma a 520 nm de variedad de “papa nativa” código G.....	63
Figura 31. HPLC cromatograma a 254 nm de variedad de “papa nativa” código H.....	63
Figura 32. HPLC cromatograma a 330 nm de variedad de “papa nativa” código H.....	64
Figura 33. HPLC cromatograma a 520 nm de variedad de “papa nativa” código H.....	64
Figura 34. HPLC cromatograma a 254 nm de variedad de “papa nativa” código I.....	65
Figura 35. HPLC cromatograma a 330 nm de variedad de “papa nativa” código I.....	65
Figura 36. HPLC cromatograma a 520 nm de variedad de “papa nativa” código I.....	66
Figura 37. HPLC cromatograma a 254 nm de variedad de “papa nativa” código K.....	66
Figura 38. HPLC cromatograma a 330 nm de variedad de “papa nativa” código K.....	67
Figura 39. HPLC cromatograma a 520 nm de variedad de “papa nativa” código K.....	67
Figura 40. Perfil ultravioleta de variedades de “papa nativa” código A.....	68
Figura 41. Perfil ultravioleta de variedades de “papa nativa” código B.....	69
Figura 42. Perfil ultravioleta de variedades de “papa nativa” código C.....	70
Figura 43. Perfil ultravioleta de variedades de “papa nativa” código D.....	71
Figura 44. Perfil ultravioleta de variedades de “papa nativa” código E.....	72
Figura 45. Perfil ultravioleta de variedades de “papa nativa” código F.....	73
Figura 46. Perfil ultravioleta de variedades de “papa nativa” código G.....	74
Figura 47. Perfil ultravioleta de variedades de “papa nativa” código H.....	75
Figura 48. Perfil ultravioleta de variedades de “papa nativa” código I.....	76

Figura 49. Perfil ultravioleta de variedades de “papa nativa” código K.....	77
Figura 50. Hojuelas snacks de “papa nativas”.....	78
Figura 51. Perfil ultravioleta-visible snacks código 1A.....	79
Figura 52. Perfil ultravioleta-visible snacks código 1B.....	80
Figura 53. Perfil ultravioleta-visible snacks código 1C.....	81

I. INTRODUCCIÓN

Por años, el ser humano ha buscado su medicina en la propia naturaleza a través del uso de prácticas ancestrales heredadas de generación en generación, y que en la actualidad están tomando un gran auge, sobre todo por la búsqueda de tratamientos para aquellas enfermedades que la medicina convencional no puede curar y sólo es paliativa, tales como el Cáncer, Alzheimer, Parkinson, Diabetes mellitus, Hipertensión arterial, entre otras, cuyas estadísticas son cada vez más preocupantes y con altos índices de morbimortalidad. El cáncer, por ejemplo, es muy común en nuestros tiempos y con altos índices de mortandad (44); se reporta que 1 de cada 3 personas es susceptible de desarrollarlo y que 7,6 millones de pacientes fallecieron por cáncer en el mundo (24), probablemente debido al abandono de los tratamientos que en la mayoría de los casos terminan por deteriorar el organismo. La diabetes mellitus otra patología muy común en nuestro medio, 422 millones de adultos tienen diabetes, lo que corresponde a 1 de cada 11 personas y la proyección al 2030 reporta que será la séptima causa de muerte (45); un desorden metabólico causante de severas complicaciones en ojos (cegueras), riñones (insuficiencia renal), nervios y vasos sanguíneos (accidentes cerebrovasculares e infartos de miocardio) (46). Por otro lado, las enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer (60 – 70% de casos) (47) y el Parkinson (uno de cada 100 personas de 60 años) (48), cuya etiología es desconocida, provocan según sea el caso deterioro cognitivo, trastornos de la conducta, pérdida de la memoria, discapacidad, etc.

Se suma a ello, la estrecha relación que existe entre el estrés oxidativo y la

fisiopatología de dichas enfermedades (31)(36), conllevando a la elevada preocupación por dietas enriquecidas con antioxidantes y/o acudir a terapias antioxidantes (59), sobre todo si éstas son de origen natural (64), en la lucha por prevenir o al menos ayudar a disminuir el deterioro del organismo frente a un exceso de estrés oxidativo.

Existe también, evidencia científica de que las plantas a través de su metabolismo secundario producen compuestos fenólicos (10) y, que éstos gracias en parte a las características fisicoquímicas que poseen, pueden modular la actividad de diferentes enzimas e interferir con ello, mecanismos de señalización en distintos procesos celulares, por su capacidad para atrapar radicales libres que se forman durante las reacciones metabólicas de óxido-reducción (39) (51), de esta manera contribuyen a mejorar la calidad de vida del individuo y disminuyen la incidencia de diversas patologías. Estos compuestos se definen en función del número de anillos fenólicos que poseen y de los elementos estructurales que presentan sobre ellos, encontrándose ácidos fenólicos, flavonoides y taninos. Asimismo, la biodisponibilidad de cada tipo de polifenol varía de una especie vegetal a otra, incluso dentro de cada parte de la planta, así se tiene por ejemplo que los flavonoles se localizan principalmente en el tejido externo y aéreo de la planta, las flavonas en la piel de las frutas, las isoflavonas están casi exclusivamente en plantas leguminosas, las antocianinas mayoritariamente en frutos y en algunos vegetales, etc. (10)(51). Del mismo modo, la concentración de estos compuestos en las plantas, se encuentra también condicionada por factores medioambientales, como la luz, grado de madurez o de conservación, clima, factores agronómicos, entre otros (51).

Hipócrates decía “que tu alimento sea tu medicina”, pues ciertamente, si se mira a los alimentos, las plantas han formado y forman parte de nuestra alimentación; muchos frutos, hojas, tallos y raíces se han venido utilizados a lo largo de la evolución del hombre, tal es el caso de la papa, tubérculo que ha formado parte de nuestra dieta desde épocas ancestrales en todas los estratos sociales (60). En el Perú, la papa es uno de los cultivos más importantes del sector agrario en términos económicos y sociales (12), es parte del patrimonio cultural de las comunidades campesinas (60) y en muchos casos es la fuente principal de sus ingresos familiares. Fue relegada, por un tiempo, detrás de otros alimentos; pero gracias al esfuerzo conjunto de actores públicos y privados en los últimos diez años, se ha incrementado nuevamente su consumo, posibilitándose así, el desarrollo de productos frescos y procesados, sobre todo, en base a la “papa nativa” y su uso en la gastronomía (12).

Las “papas nativas”, denominadas así porque se siembran en la región andina (21), existen en el Perú en más de 4000 variedades (19)(20) con una diversidad de formas, tamaños y colores, con pulpa blanca, amarilla, roja y morada, siendo Cajamarca una de las regiones de mayor cultivo de “papa nativa”. Se estima que el 25% del área total del cultivo lo ocupan variedades de papas nativas que se cultivan en las zonas más altas de la sierra (21). Se cultivan principalmente para autoconsumo y en algunos casos como parte de la preservación por conservacionistas. Sin embargo, su biodiversidad se está viendo amenazada, especialmente de aquellas de pulpa de color, puesto que no encuentran mercado para su consumo, a lo que se suman cambios climáticos.

En Cajamarca desde hace aproximadamente seis años vienen trabajando las

Asociaciones de Productores Agropecuarios “Los Emprendedores de Yerba Buena Chica” y “Los Andes de Coñicorgue”, en el marco de la ejecución del proyecto: “Producción competitiva de papa en los distritos de Huasmín, Sorochuco y de La Encañada”, impulsado por la Asociación Los Andes de Cajamarca (ALAC) y ADERS Perú; proyecto que, desde sus inicios a la actualidad, ha contribuido con el desarrollo de capacidades organizativas y técnico productivas de 1668 productores de 27 caseríos de Cajamarca (9). Es importante, mencionar que se cultiva la “papa nativa” pigmentada, en sus variedades azules y rojas, de las que se ha fomentado, no solo el mejoramiento de procesos de calidad agraria, sino su articulación comercial, logrando insertar a la “papa nativa” de Cajamarca en cadenas de supermercados como Tottus y Metro, y la transformación de las papas nativas en hojuelas “snacks” de pulpa de color, sin dejar de lado a la papa de pulpa blanca.

Constituyendo entonces, la “papa nativa” de nuestra región, una importante fuente de desarrollo económico y social para los productores de estas asociaciones, dentro de la región y en otros mercados, y conocedores de que las peculiaridades de su color se debe a la presencia de compuestos fenólicos como antocianinas, pero desconocedores de su contenido total y de la variación que puede darse al verse afectado por genes, luz, temperatura y factores agronómicos (22); incluso los mismos métodos culinarios de preparación de los alimentos influyen en el contenido de compuestos fenólicos, se ha observado que al solo pelar una fruta o un vegetal disminuyen los fenoles, pues es en la parte externa donde se encuentran en altas concentraciones (33); se planteó el problema: ¿Las “papas nativas” de los productores de los distritos de la Encañada, Huasmín y Sorochuco presentan

concentraciones significativas de biomoléculas con actividad antioxidante?, problema que surgió, valga la redundancia, pero que es importante rescatar, debido a la tendencia actual de las industrias de alimentos por obtener productos no solo novedosos y de gran calidad, sino también cultivados orgánicamente y ricos en fitoconstituyentes con propiedades antioxidantes, que permitan su aprovechamiento como alimentos ricos en nutrientes y en propiedades benéficas para la salud, generando con ello un valor agregado que permita impulsar la conservación, consumo y comercialización de los productos cultivados por los agricultores de Cajamarca.

Frente a ello se planteó como Objetivo General:

- Cuantificar biomoléculas con actividad antioxidante en la “papa nativa” de productores de los distritos de la Encañada, Huasmín y Sorochuco, Cajamarca, Perú.

Y como Objetivos Específicos:

- Identificar las biomoléculas presentes en el tubérculo crudo y hojuelas snacks de “papa nativa” procedente de los cultivos de las Asociaciones de Productores Agropecuarios Los Emprendedores de Yerba Buena Chica y Los Andes de Coñicorgue por HPLC.
- Determinar la actividad antioxidante de biomoléculas identificadas en el tubérculo crudo y hojuelas snacks de “papa nativa” de las Asociaciones de Productores Agropecuarios Los Emprendedores de Yerba Buena Chica y Los Andes de Coñicorgue, a través de los ensayos del DPPH y FRAP.
- Cuantificar las biomoléculas con actividad antioxidante presentes en el

tubérculo crudo y hojuelas snacks de “papa nativa” de las Asociaciones de Productores Agropecuarios Los Emprendedores de Yerba Buena Chica y Los Andes de Coñicorgue por Folin-Ciocalteu.

- Determinar el porcentaje de grasas totales presentes en las hojuelas snacks de “papa nativa” de las Asociaciones de Productores Agropecuarios Los Emprendedores de Yerba Buena Chica y Los Andes.

Objetivos que buscaron responder a la hipótesis de investigación: En la “papa nativa” de los productores de los distritos de la Encañada, Huasmín y Sorochuco se cuantificaron biomoléculas con actividad antioxidante en concentraciones altas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Teorías que sustentan la investigación

- Burgos G, Munoa L, Sosa P, Felde T, Bonierbale M y Díaz C (2014) en su trabajo de investigación “Bioaccesibilidad de carotenoides y antocianinas en papas cocidas”, un estudio cooperativo entre el Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú y el Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología, cuyo objetivo fue estimar la bioaccesibilidad in vitro de luteína y zeaxantina en tubérculos cocidos de siete cultivares de papa con pulpa amarilla y la bioaccesibilidad de las antocianinas en tubérculos cocidos de 5 variedades de pulpa morada y 2 variedades de pulpa rojiza. Para ello se evaluó la concentración de luteína y zeaxantina por HPLC y la concentración de antocianinas totales por espectrofotometría en muestras liofilizadas y molidas provenientes de tubérculos cocidos antes y después de realizar la digestión in vitro. Los resultados mostraron que la bioaccesibilidad de carotenoides varió de 33 a 71% para luteína y de 51 a 71% para zeaxantina. En todos los cultivares, las cantidades de luteína y zeaxantina después de la micelarización fueron significativamente menores que las cantidades encontradas en las muestras iniciales. El cultivar 701862 mostró la concentración más alta de luteína bioaccesible (280 µg/100 g de peso seco) y los cultivares 703566 y 704218, mostraron la concentración más

alta de zeaxantina bioaccesible (sobre 600 $\mu\text{g}/100$ g de peso seco). Considerando el consumo promedio de papa en los Andes (≈ 500 g por día), el cultivar 701862 provee el 14% de la ingesta de luteína recomendada con beneficios para la salud; y los cultivares 703566 y 794218, proveen más del 50% de la ingesta sugerida de zeaxantina. La bioaccesibilidad de antocianinas fue alta (73 - 84%) y superior a lo reportado para aronias (57%), uvas (8%) y arándano agrio (5%). Los cultivares 704058 y 704429 mostraron la concentración de antocianinas bioaccesible más alta (174 y 372mg/100g PF, respectivamente). Debido a que según literatura las antocianinas son pobremente absorbidas se asume que, una gran proporción de las antocianinas bioaccesibles de papa llegan al colon, donde son expuestas a la microflora colónica y dan origen a metabolitos que favorecen la salud del tracto gastrointestinal (16).

- Bianeth C y Restrepo LP (2013) en su estudio “Compuestos fenólicos y carotenoides en la papa: Revisión”, Bogotá – Colombia, realizaron una revisión bibliográfica sobre los carotenoides y compuestos fenólicos de la papa con la finalidad de relacionarla a propiedades funcionales por parte de este tubérculo. Las autoras mencionan que la papa de los Andes presenta una notable diversidad genética y que ello sugiere una considerable variabilidad nutricional; puede proporcionar proteínas, carbohidratos, vitamina C, vitamina B6, vitamina B3, minerales como potasio, fósforo y magnesio; además, se han reportado compuestos fenólicos como ácido clorogénico. Por otro lado, refieren que las papas nativas presentan una gran diversidad de formas, colores y tamaños, y

rescatando el color, se reporta que las papas con piel de color cremas, anaranjados y amarillos son indicativos de la presencia de carotenoides como luteína y zeaxantina. En cambio, los colores rosa, rojo, azul, malva y violeta se deben a la presencia de compuestos fenólicos, entre ellos las antocianinas. Los compuestos fenólicos y los carotenoides son antioxidantes naturales que muestran la capacidad de capturar radicales libres causantes del estrés oxidativo en las células. Por este motivo, la ingesta de papa puede generar un efecto beneficioso en la prevención de enfermedades cardiovasculares, circulatorias, oncológicas y neurológicas. Asimismo, en esta revisión se encontró que existe una variación en la concentración de los compuestos fenólicos y carotenoides en la papa, debido a factores como el color del tubérculo, las condiciones ambientales del cultivo, los procesos de cocción y las condiciones de almacenamiento (14).

- Hamouz K, Lachman J, Pazderů K, Tomášek J (2009, República Checa) en su investigación “Las diferencias en el contenido de antocianinas y la actividad antioxidante de tubérculos de patata con diferente color de pulpa”, cuyo objetivo fue determinar el contenido de antocianinas totales (TAC) y la actividad antioxidante (AOA) en papas con diferentes colores, amarillo o blanco, morado y variedades de roja. Para las variedades de pulpa morada y de pulpa roja, los valores promedios de antocianinas oscilaron entre 61,5 a 573,5 mg/kg de cianidina (con diferencias significativas respecto a otras variedades). La AOA más bajo se logró por un grupo de variedades con pulpa de color amarillo o blanco,

también se encontró un promedio de ácido ascórbico 82,8 mg/kg, en un grupo de pulpa roja y variedades fue más altas 4,34 veces y en un grupo de variedades de color púrpura pulpa incluso 5,03 veces mayor. También entre variedades de color púrpura y pulpa roja se encontraron diferencias significativas en la AOA (26).

- Reyes L, Miller J, Cisneros-Zevallos L (2005) en su investigación “Capacidad antioxidante, antocianinas y fenoles totales en pulpa de genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) violeta y roja”, en Texas, evaluaron el contenido total de antocianinas, compuestos fenólicos totales, y la capacidad antioxidante. Las antocianinas y fenoles totales se distribuyeron por todo el tubérculo; sin embargo, se encontró una mayor concentración en el extremo cerca del tallo que en el extremo distal. Aunque las concentraciones en la piel del tubérculo fueron de 0,9 a 1,6 veces más que en la pulpa, el aporte total de antocianinas y fenoles totales de la piel de una rodaja de papa fue aproximadamente 20%. Estas observaciones difieren de la idea generalizada de que los fitonutrientes se acumulan mayormente en la piel de los tubérculos. El contenido de antocianinas y fenoles totales de los tubérculos de los diferentes genotipos de papa de pulpa morada y roja estuvo entre los límites de 11 a 174 mg de cianidina-3-glucósido/ 100g de peso fresco y de 76 a 180 mg de ácido clorogénico/100g de peso fresco respectivamente dependiendo del lugar y genotipo. La alta correlación positiva entre la capacidad antioxidante y antocianinas y fenoles totales sugiere que estos

compuestos son principalmente responsables de la capacidad antioxidante (54).

- Natividad AD y Rojas RM (2002) en su investigación “Determinación de antocianinas en ocho variedades de papas nativas pigmentadas (*Solanum tuberosum* L) de la Región Huánuco”, se evaluó a ocho variedades de papas nativas pigmentadas del distrito de Puños en la Región Huánuco: Yana Kitish, Pucca Llamash, Rajanquina, Muru Llamash, Yana Paltag, Yana Waña, Sardo Putis y Pucca waqay, se las caracterizó biométricamente, y además de determinar humedad, materia seca, cenizas, azúcares reductores, color interno y externo, se determinó su contenido de antocianinas, y para demostrar la aplicabilidad o uso alimentario, se extrajeron las antocianinas de las papas nativas pigmentadas y fueron probadas como tratamientos en la coloración del yogur batido. Los resultados, en cuanto al contenido de antocianinas en la variedad Pucca Llamash se determinó un contenido de 35,952 mg/L diferenciándose estadísticamente de las otras variedades estudiadas, seguido de la variedad Yana Kitish con 31,704 mg/L y en tercer lugar un grupo entre los cuales no hay diferencias estadísticas las conforman las variedades Rajanquina (28,519mg/L), Pucca Waqay (27,154 mg/L) y Sardo Putis (25,409 mg/L); los menores contenidos de antocianinas presentaron las variedades Muru Llamash (10,619 mg/L), Yana Paltag (8,040 mg/L) y Yana Waña (7,964 mg/L) entre los cuales no hubo diferencias estadísticas significativas. En la evaluación sensorial del

yogurt batido coloreado con antocianinas resultó la concentración 1,0mg/L como el más óptimo (42).

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. “Papa nativa”

A. Generalidades

La papa tuvo su origen al norte del lago Titicaca, en la actualidad la región Puno, en Perú, domesticada y cultivada artesanalmente por la cultura prehispánica; ha constituido la base de la dieta alimenticia del hombre andino, formando parte de su tradición y costumbres. A mediados del siglo XVI fue llevada a España y durante los dos siglos siguientes, al resto de Europa y al mundo, convirtiéndose en uno de los productos más sembrados, de gran interés industrial y un alimento básico en la dieta ya no solo de la población andina, sino de la población mundial. En el listado de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (FAO) se ubica en el cuarto puesto como producto alimenticio agrícola después del arroz, maíz y el trigo (13).

La denominación de “papa nativa” hace referencia a un número grande de variedades que se siembran en la región andina del Perú; presentan plantas y tubérculos con características muy variadas, cuyo cultivo y producción se realiza con técnicas tradicionales; se siembran “en mezcla” o individualmente (21).

Se estima que existen aproximadamente más de 5000 variedades, concentrándose la diversidad de cultivos silvestres de papa en la zona Andina de América; su diversidad genética se debe a su capacidad de adaptación para crecer en ambientes muy divergentes, que además conlleva a la síntesis de moléculas pequeñas y de metabolitos secundarios, producidos como respuesta al medio ambiente en el que crecen (14).



Figura 1. Áreas de cultivo de “papas nativas”. Encañada, Huasmín y Sorochuco, Cajamarca.

B. Taxonomía

Conocida colectivamente como *Solanum tuberosum* L, con un rico pool de genes, constituido por 190 especies silvestres, que ha llevado a la controversia sobre la conveniencia de clasificarla como varias especies, bajo la clasificación propuesta por Linneaus y adoptada por el Código Internacional de Nomenclatura Botánica (ICBN-

International Code of Botanical Nomenclature), o como única especie con diferentes grupos cultivados ubicados dentro de *Solanum tuberosum*, utilizando la nomenclatura propuesta por el Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas (ICNCP-International Code of Nomenclature of Cultivated Plants) (56). A lo largo de la historia de la papa, los taxónomos han presentado sus diferentes puntos. Por otro lado, se realiza la siguiente clasificación taxonómica (16)(42)(63):

- ✓ Reino : Plantae
 - ✓ División : Fanerógama
 - ✓ Clase : Angiospermae
 - ✓ Subclase : Dicotiledónea
 - ✓ Orden : Tubiflorales
 - ✓ Familia : Solanaceae
 - ✓ Género : *Solanum*
 - ✓ Subgénero : Potatoe
 - ✓ Especie : *Solanum stenotomum*, *Solanum goniocalyx*, *Solanum phureja*, *Solanum x ajanhuiri*, *Solanum x juzepczukii*, *Solanum x chaucha*, *Solanum tuberosum ssp. Andigena*, *Solanum x curtilobum*
- ✓ Variedades: En el Perú pueden clasificarse según su origen en nativas (primitivas o indígenas) y modernas (mejoradas, híbridas o blancas); y según las características propias del tubérculo, de acuerdo a su sabor en amargas y no amargas, por su color de piel en blancas (blanquecinas,

crema o cremosa) o coloreadas (rojo, rojizo, morado o bicolor).

C. Características Botánicas (49)(58)

La papa es una dicotiledónea herbácea, presenta un sistema aéreo (conformado por tallo, hojas, flores y frutos) y un sistema subterráneo (raíz, estolón y tubérculo).

El tipo de raíz depende de la procedencia de la semilla. El tallo aéreo es grueso, leñoso, con entrenudos cortos, huecos o medulosos, por lo general verdes, y algunas veces marrón rojizo o rojo purpura. El follaje normalmente alcanza una altura entre los 0,60 y 1,50 m; posee hojas compuestas imparipennadas, es decir un raquis central y varios foliolos en número impar. La flor es de colores variables, desde blanca verdosa a cremosa casi amarilla, de violeta azul pálida a azul oscura (púrpura), desde rosado hasta rojo intenso. El fruto se desarrolla hasta una baya, su color varía desde el verde claro a verde oscuro hasta verde purpúreo. El estolón es un tallo lateral subterráneo, su extremo tiene forma de “gancho” que da origen al tubérculo, este almacena los azúcares producidos por las hojas en forma de almidones. Los tubérculos son tallos subterráneos modificados, acortados, engrosados y carnosos, provistos de yemas latentes u ojos; varían en forma y tamaño, siendo mayormente

redondos, acilindrados y alargados, y su color va desde el blanco amarillo, de violeta a rojo oscuro y morado, púrpura o negro; muchos tienen áreas jaspeadas o vetas de colores y formas variadas. Las papas silvestres se mantienen por largos periodos debido al continuo rebrote de los tubérculos. En contraste, las variedades cultivadas viven de cuatro a siete meses.



Figura 2. Planta de “papa nativa”. Zonas de colecta Encañada, Huasmín y Sorochuco, Cajamarca.

D. Composición y aporte nutricional de la papa

La papa es un alimento nutritivo, relativamente bajo en calorías y en grasas, por su alto contenido de almidón es una buena fuente energética (41). Su calidad está íntimamente relacionada con su composición química, e influenciada por diversos factores como son: la variedad, el clima, los sistemas de manejo, el año agrícola, la zona

de procedencia, la fisiología, el almacenamiento, y el estado post-cosecha (22).

En general, la papa es reconocida como un alimento que puede proporcionar una buena fuente de proteínas, carbohidratos, grasas en pequeña cantidad, vitamina C, vitamina B6, vitamina B1, vitamina B3, y ciertos minerales tales como potasio, fósforo y magnesio.

Su riqueza en vitaminas es mayor en comparación con el arroz, por cada 175g de papa hay un aporte energético de 126 Kcal, 27g de carbohidratos, 0,17g de grasa, 3,15g de proteínas, 2,1g de fibra, 0,5mg de vitamina C y 0,58mg de vitamina B6, frente al arroz que en 180g presenta 248 Kcal de energía, 56g de carbohidratos, 2,99g de grasas, 4,68g de proteínas, 4,68g de fibra, 0,0 mg de vitamina C y 0,13mg de vitamina B6 (41).

Otra investigaciones han encontrado que una muestra de 150 g de tubérculo contiene un 45% de la dieta diaria recomendada de vitamina C, 10% vitamina B6, 8% niacina, 6% de folatos, así como cantidades significativas de minerales esenciales para la salud humana y antioxidantes (13).

El Centro Nacional de Alimentación y Nutrición del Instituto Nacional de Salud (INS) reportó que en 100g de papa amarilla sin cáscara 103 Kcal, 73,2 g de agua, 2,0 g de proteínas, 0,4 g de grasas totales, 23,3 g de carbohidratos totales, 22,9 de carbohidratos disponibles, 0,7 g de fibra cruda, 0,4 g de fibra dietaria, 1,1 g de cenizas, 6,0 mg de calcio, 52 mg de fósforo, 0,29 mg de zinc, 0,40

mg de hierro, 0,07 mg de tiamina, 0,06 mg de riboflavina, 1,87 mg de niacina, 9 mg de vitamina C; en la papa blanca en cambio, 97 Kcal, 74,5 g de agua, 2,1 g de proteínas, 0,1 g de grasas totales, 22,3 g de carbohidratos totales, 19,9 de carbohidratos disponibles, 0,6 g de fibra cruda, 2,4 g de fibra dietaria, 1,0 g de cenizas, 9,0 mg de calcio, 47 mg de fósforo, 0,29 mg de zinc, 0,50 mg de hierro, 3,0 µg de retinol, 0,09 mg de tiamina, 0,09 mg de riboflavina, 1,67 mg de niacina, 14 mg de vitamina C y para la papa color morado deshidratado reportó 324 Kcal, 13,3 g de agua, 8,7 g de proteínas, 0,2 g de grasas totales, 74,1 g de carbohidratos totales, 74,1 de carbohidratos disponibles, 0,0 g de fibra cruda, 0,0 g de fibra dietaria, 3,7 g de cenizas, 23,0 mg de calcio, 180 mg de fósforo, 0,0 mg de zinc, 2,60 mg de hierro, 0,18 mg de tiamina, 0,05 mg de riboflavina, 1,40 mg de vitamina C. Asimismo, se reportó la composición de papas nativas, dentro de las que se encuentra la papa nativa huagalina procedente del distrito de Pedro Gálvez, provincia de San Marcos, departamento de Cajamarca, cultivadas a una altitud entre 3750 y 3980 msnm, en esta variedad se encuentran 54 Kcal, 77,9 g de agua, 2,4 g de proteínas, 0,2 g de grasas totales, 18,3 g de carbohidratos totales, 11,2 g de carbohidratos disponibles, 6,6 g de fibra dietaria, 1,4 g de cenizas, 0,56 mg de hierro y 24,44 mg de vitamina C (55).

Además, la papa posee metabolitos secundarios como son fenoles, importantes antioxidantes, ellos están presentes tanto en la pulpa

como en la cáscara y se encuentran en 3 a 4 veces más concentración en papas de nativas de pulpas rojas o púrpuras; sumándose a ellos la presencia de flavonoides y carotenoides como violoxantina, luteína, anteroxantina, zeaxantina y β -caroteno (14)(41).

E. Características de cultivo:

Las diferentes variedades nativas se siembran a lo largo de la cordillera andina en el rango altitudinal de 3 500 a 4 000 m.s.n.m, encontrándose en la región quechua, en los valles interandinos y en la vertiente oriental o región yunga amazónica, en zonas donde las temperaturas máximas diurnas no superan los 25 °C y la temperatura mínima no es menor a los 5 °C. Asimismo, requieren que la cantidad de lluvias alcance entre 600 a 1000 mm en todo el periodo del crecimiento de plantas y producción de tubérculos, lluvias menores limitan la producción y pueden incrementar los problemas causados por hongos y bacterias (21). Están expuestas a heladas (meses de julio- agosto y noviembre - diciembre) o la presencia de ranchas (octubre - noviembre y febrero – marzo) (19).

Los terrenos de cultivo son preparados en forma manual en parcelas o lotes asignados por rotación, con trabajos comunales o “minka” y la siembra es de manera artesanal con el uso de la chaquitaqlla, y con la participación de la familia. El aporte de nutrientes para la planta

de papa está basado solamente en los abonos orgánicos o estiércoles de animales domésticos (vacuno, ovinos y auquénidos) (21).

La cosecha se realiza a partir de Marzo cuando las plantas han madurado y las lluvias declinan su intensidad y frecuencia. Se hace manualmente con una “picota” y se almacenan los tubérculos de “papa nativa” en cuartos oscuros de sus propias viviendas, en “rumas” que son montículos de tubérculos colocados sobre el suelo; esta característica de almacenamiento asociada a las condiciones de baja temperatura existentes en las zonas altas permite prolongar el periodo de reposo y mantenerlas con menor deterioro durante 4 a 6 meses (21). En ocasiones, inmediatamente a la cosecha se realiza la identificación (características de tallo, color de la flor, forma del tubérculo y ojos, color de la cáscara y de la pulpa) y clasificación (por su nivel de adaptación, de resistencia a plagas y enfermedades, por su precocidad de maduración, por su tamaño, color) y se almacenan por separado de acuerdo al destino final (mercado, consumo familiar, trueque o intercambio, semilla) y uso (sopas, frituras, sancochar o para transformación) que se le va a dar a la “papa nativa” (19).

2.2.2. Productores de Papa nativa en Cajamarca (9)

En Cajamarca, a través del Proyecto Producción competitiva de Papa Cajamarca, financiada por la Asociación Los Andes de Cajamarca (ALAC) y ejecutado por la ONG ADERS Perú, se ha promovido la organización de productores de “papa nativa” en asociaciones con el

objetivo de que las comunidades campesinas logren una sostenibilidad económica potenciando el cultivo de sus propios productos.

- **“Asociación de Productores Agropecuarios Los Emprendedores de Yerba Buena Chica”**, que se encuentra en el caserío de Yerba Buena Chica, distrito de La Encañada, provincia de Cajamarca. Se fundó el 10 de junio de 2011, con la participación de 25 productores agropecuarios, con el objetivo de mejorar sus condiciones de vida mediante el trabajo asociativo produciendo y comercializando papa y cultivos andinos. La asociación cuenta con un invernadero aeropónico para producir semilla prebásica de papa libre de virus, con un almacén de semilla con capacidad de 11 toneladas, cuenta con campos de producción de papa nativa y moderna comercial, y con campos semilleros de papa. La producción de “papa nativa” y mejorada para consumo la comercializan en el mercado local los domingos en Combayo, y a partir de mayo 2012, se comercializa en tiendas de supermercados de Metro de Cajamarca, mediante la empresa Aderscorp. La papa semilla obtenida lo comercializan a otras organizaciones de productores de papa de los distritos de La Encañada y Sorochuco, asimismo a instituciones o proyectos que demandan.

Entre marzo a abril de 2016, con la idea de que esta asociación de productores sea una organización especializada en la producción y comercialización de semilla de papa de calidad, el proyecto Pro Papa Cajamarca, facilitó la elaboración, en forma participativa, de su Plan Estratégico con una Visión hacia 2021, siendo ésta *“Somos una organización especializada en la producción de semilla de papa de calidad, que promueve el desarrollo agropecuario en la Región Cajamarca, contamos con invernadero, almacén de semilla, equipos y maquinarias para el desarrollo de nuestras actividades, interactuamos permanentemente con instituciones públicas y privadas en la gestión de proyectos productivos y el desarrollo integral de nuestros asociados”*.

Además, cada asociado cuenta con la crianza de ganado vacuno en promedio de 5 a 8 cabezas, de las cuales por día cada familia obtiene 40 litros de leche, la misma entregada en calidad de venta a Nestlé o a Gloria.

- **“Asociación de Productores Agropecuarios Los Andes de Coñicorgue- Huasmin”**, se encuentra en el caserío Coñicorgue, distrito de Huasmin, Provincia de Celendín en Cajamarca; fue constituida el 16 de octubre de 2012, con la participación de 11 productores de papa, siendo su primer Presidente el Sr. Eduardo Infante Infante, uno de los

conservacionistas líderes de papa nativa en Cajamarca.

Esta asociación de productores cuenta con experiencia de trabajo grupal desde diciembre 2012, instalando y produciendo “papa nativas” comerciales como Peruanita, Huayro y las de pulpa de color como Santo Domingo, Leona, Qeqorani, Wencos, Puka sonco, entre otras. A partir de mayo 2013, comercializa “papa nativa” y blanca a las tiendas de Metro de Cajamarca y restaurantes, a través del operador comercial ADERSCORP. Entre marzo a abril de 2016, con la idea de que esta asociación de productores sea una organización especializada en la producción y comercialización de diversidad de “papas nativas”, el proyecto Pro Papa Cajamarca, facilitó la elaboración, en forma participativa, de su Plan Estratégico con una Visión hacia 2021, siendo ésta *“Somos una organización sólida, con amplio conocimientos en el cultivo de papa; poseionados en el mercado local, regional y nacional en comercialización de papa nativas, y nuestras familias han mejorado su calidad de vida”*.

Asimismo, se dedican a la producción de leche que venden a las plantas queseras que existe en la comunidad, de esta manera están mejorando sus condiciones de vida.

2.2.3. Proceso de Hojuelas Snacks de “papa nativa” de Productores de Cajamarca (1)

- a. Materia prima: Los agricultores cajamarquinos mantienen y seleccionan las papas bajo especificaciones establecidas por la empresa, son puestas en costales de 50 kilos y enviadas a la ciudad de Cajamarca. En este punto la materia prima todavía cuenta con materiales orgánicos propios de la cosecha. No hay márgenes permitidos para papas malogradas, verdeadas, partidas o infectadas por gusanos, todas las papas puestas en el costal deben ser de la calidad requerida.
- b. Control de calidad de la empresa: El personal de la empresa realiza supervisión visual de la calidad de papas puestas en los sacos de 50 kilos que son enviados por los agricultores a Cajamarca.
- c. Acopio de materia prima: Las “papas nativas”, provenientes de todos los agricultores de la Región de Cajamarca, son acopiadas en este punto.
- d. Transporte de Cajamarca a planta de Carter (ADERSCORP): Los costales con “papas nativas” son cargados en camiones desde Cajamarca hacia la ciudad de Lima y puestos en la planta procesadora de Carter.
- e. Descarga de materia prima: Una vez en la ciudad de Lima, se procede a descargar de los camiones la materia prima en la planta de Carter.
- f. Control de calidad de la empresa: La empresa realiza una inspección de las “papas nativas” provenientes de los agricultores

con la finalidad de cerciorarse de que la materia prima tenga las condiciones correctas para el procesamiento.

g. Del mismo modo se supervisan otros insumos requeridos en el proceso de hojuelas, como son cajas de cartón, bobinas para embolsado de hojuelas, etc.

h. Dentro del centro de producción:

- ✓ Inspección visual poco minuciosa y rápida de costales de papas provenientes de las zonas de acopio. Se pesan los costales para contabilizar la cantidad de kilogramos de “papa nativa” que está entrando a la línea de producción, con la finalidad de conocer el rendimiento de “papas nativas” frescas convertidas a hojuelas o chips de papa.
- ✓ Selección a través de una inspección minuciosa de la calidad de “papas nativas” y se retiran del proceso aquellas papas que tiene defectos externos visibles, luego se procede al lavado de las papas en contenedores con agua, con el objetivo eliminar la suciedad e impurezas que éstas traen adheridas desde el campo; luego son enjuagadas y pasan a un segundo contenedor donde se añade cloro al agua para reducir la carga microbiana.
- ✓ Corte de hojuelas de “papa nativa” en forma de láminas, cuyo espesor debe fluctuar entre 1 a 1,2mm variando el diámetro en función a las características fenotípicas de la variedad.
- ✓ Fritura de hojuelas de papa, un punto muy importante en este proceso es el control del aceite para revisar el índice de

peróxido, ya que el uso repetido del aceite permite su hidrogenación, lo cual lo hace dañino para la salud. Las hojuelas son retiradas de la freidora cuando tiene la textura y nivel de crocancia ideal.

- ✓ Control de calidad: una vez retiradas las hojuelas de la freidora son puestas en bandejas extensas para su inspección, en esta etapa del proceso se eliminan las hojuelas que tengan quemaduras, manchas entre otros.
 - ✓ Envasado: las hojuelas de papa se colocan en bolsas de 40 y 100 gramos, de polipropileno biorientado bilaminado para el mercado local y polipropileno biorientado trilaminado para el mercado de exportación.
 - ✓ Control de peso de las bolsas: cada bolsa de 40 y 100 gramos pasa por una balanza para asegurar que la cantidad de hojuelas en su interior sea la correcta.
 - ✓ Sellado de las bolsas, una vez conforme el peso de las bolsas de 40 y 100 gramos, y evitar el ingreso de oxígeno que pueda dañar las hojuelas, luego se realiza el encajonado.
 - ✓ Posterior almacenaje, una vez encajadas en palets para luego ser distribuidas en los diferentes puntos de venta.
- i. Fuera del centro de producción:
- ✓ La empresa ADERSCORP realiza un último control de calidad del producto final, previo al embarque, antes de ser despachado a los diferentes mercados locales e internacionales.

- ✓ Mercado local: Se procede a distribuir los palets de “papas nativas” a los supermercados de Lima, hoteles de 4 y 5 estrellas y sus cadenas, autoservicios, las distribuidoras mayoristas de bodegas, panaderías y quioscos, el Ferrocarril Central Andino PERURAIL, ferrocarril del sur y sur oriente y en general al sector gastronómico.
- ✓ Mercado de exportación: Se realiza el paletizado para la exportación, que consiste en poner las cajas de productos en palets para su posterior exportación, tomándose en cuenta las dimensiones y especificaciones del agente logístico. Posteriormente, se procede a enviar los palets de “papas nativas” a los mercados internacionales.

2.2.4. Compuestos Bioactivos

A diferencia de otros organismos, las especies vegetales destinan una cantidad significativa del carbono asimilado y de la energía a la síntesis de moléculas orgánicas que al parecer no presentan función directa con sus procesos fotosintéticos, respiratorios, asimilación de nutrientes o en la síntesis de metabolitos primarios (carbohidratos, proteínas, lípidos) (10), sino que ejercen participan en mecanismos de respuesta a su ambiente biótico y abiótico, que les permite mejorar la distribución de sus recursos para crecer, reproducirse (atracción de insectos polinizadores o animales que utilizan los frutos de alimento y dispersan la semilla) y defenderse (atrayentes o repelentes de

animales), muchos son pigmentos que proporcionan color a flores y frutos, y otros otorgan aroma y sabor (10) (67). A estas moléculas que reflejan una gran diversidad bioquímica, resultado de interacciones complejas, se las denomina metabolitos secundarios, productos secundarios o productos naturales; se sintetizan en pequeñas cantidades y no de forma generalizada, es decir su distribución no se da en todo el reino vegetal, sino que a menudo está dada en un determinado género de planta, en una familia o incluso en algunas especies (10).

Se encuentran asociados en cuatro grandes grupos: sustancias fenólicas, sustancias terpénicas, sustancias azufradas y sustancias nitrogenadas (35).

- **Terpenos:** constituyen el grupo más numeroso de metabolitos secundarios (más de 40 000 moléculas distintas), sintetizados por la ruta del ácido mevalónico o por la ruta del metileritriol fosfato (MEP). Suelen ser insolubles en agua, derivan de la unión de unidades isopreno y se clasifican según el número de estas unidades: Monoterpenos (De 10C, 2 unidades isopreno), Sesquiterpenos (15C, 3 unidades isopreno), Diterpenos (20C, 4 unidades isopreno), Triterpenos (30C), Tetraterpenos (40C) y Politerpenos (más de 8 unidades isopreno). El grupo de terpenos incluye hormonas, pigmentos carotenoides, esteroides y derivados, latex y aceites esenciales (10) (11).

- **Compuesto fenólicos:** Su biosíntesis, tiene lugar a través de dos importantes rutas primarias: la ruta del ácido shiquímico que proporciona aminoácidos aromáticos, ácidos cinámicos y sus derivados; y la ruta de los poliacetatos que proporciona quinonas y xantonas (65). Su clasificación se hace en función del número de anillos fenólicos que poseen y de los elementos estructurales asociados al anillo, comprendiendo desde moléculas sencillas como los ácidos fenólicos hasta polímeros complejos como taninos y lignina, siendo el grupo más importante de los compuestos fenólicos los flavonoides cuyo esqueleto químico contiene 15 carbonos ordenados en dos anillos aromáticos (anillo A y B) unidos por un puente de tres carbonos (difencilpropano C6-C3-C6) que forma un heterociclo oxigenado (anillo C), este grupo se clasifica en función del grado de oxidación del puente de 3C, siendo los principales flavonas, flavononas, flavonoles, isoflavonas y antocianinas (pigmentos); además de fenilpropanoides, estilbenoides y derivados del ácido benzoico (12) (35) (51) (64).
- **Compuestos nitrogenados:** Son principalmente glucósidos y alcaloides. Los alcaloides son moléculas orgánicas más o menos complejas, de carácter básico, estructuralmente contienen al menos un átomo de nitrógeno formando parte de un heterocíclico

en la mayoría de casos y algunos se tratan de moléculas nitrogenadas alifáticas. Se clasifican en función de los anillos presentes en su molécula como: Quinolina (Quinina), Isoquinolina (Papaverina, Morfina y Codeína), Indol (Vindolina y Vinblastina), Tropano (Atropina y Cocaína), Quinolizidina (Citisina), Piperidina (Nicotina), Purina (Cafeína) y Pirrolizideno (Senecionina). Presentan actividades terapéuticas como relajantes musculares, tranquilizantes, antitusivos o analgésicos. Los glucósidos se tratan de moléculas de azúcares unidos por enlaces glicosídicos. Los de interés son saponinas, glicósidos cardiacos, glicósidos cianogénicos y glucosilatos (10) (11).

2.2.5. Compuestos bioactivos y sus beneficios en la salud

Los compuestos bioactivos, derivados del metabolismo secundario de las plantas, poseen un importante y significativo valor medicinal, además de económico, derivado éste último de su utilidad en la industria cosmética, alimentaria y farmacéutica. Gran número de productos naturales usados en la medicina ancestral, en la actualidad son materia prima de medicamentos, resinas, gomas, saborizantes, aromatizantes, colorantes, etc. (10) (64)

De todos los compuestos bioactivos, en esta investigación, se rescatan los beneficios para la salud que brindan los compuestos fenólicos que son los más abundantes, y que está relacionado con su papel en la

prevención de enfermedades como el cáncer, enfermedades cerebrovasculares y cardiovasculares, enfermedad de Alzheimer, así como en retardar los procesos de envejecimiento celular, al parecer ejercen un efecto vasodilatador, reductor de la presión sanguínea, re regulador de la glucemia y la colesterolemia y en la mejora de la respuesta defensivo-inmunitaria del organismo. Los mecanismos no son claros aún, pero son el resultado de muchas interacciones entre las que resaltan su capacidad para reducir la producción de radicales libres, deteniendo procesos bioquímicos en cascada, actividad que la consiguen ya sea por inhibición de enzimas que intervienen o por quelación de metales de transición responsables de la formación de radicales libres (35) (64).

Los compuestos fenólicos poseen un bajo potencial redox que les permite reducir a las especies reactivas de oxígeno, que como se conoce están formándose constantemente en nuestro organismo como producto de la propia homeóstasis, un ejemplo de ello, la respiración mitocondrial. Se conoce también que la excesiva producción de estas especies reactivas conlleva a daños a nivel celular, que si no se controla puede culminar en el desarrollo de las patologías anteriormente mencionadas.

De allí, el gran auge hoy en día, por el consumo de alimentos ricos en compuestos con actividad antioxidante.

2.3. Definición de términos básicos

- ✓ **DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo):** Radical libre estable debido a la deslocalización de su electrón que da lugar al color violeta intenso con absorción a los 517 nm, que vira al color amarillo por reducción frente a un donador de un protón, lo que permite ser utilizado en ensayos *in vitro* para evaluar la actividad antioxidante (3).
- ✓ **Fenoles:** Sustancias que poseen un anillo aromático, unidos a uno o más grupos hidroxilos, incluyendo derivados funcionales (ésteres, glucósidos, etc) (34) (51).
- ✓ **Folin-Ciocalteu:** Método utilizado en la cuantificación de fenoles totales, basado en la oxidación de compuestos fenólicos presentes en una muestra, por acción del polianión molibdotungstosfosfórico para generar un producto verde-azulado con un máximo de absorción a 765nm (32).
- ✓ **FRAP (Potencia Reductora de Antioxidante Férrico):** Ensayo que mide la capacidad de los antioxidantes para reducir el hierro férrico. Está fundamentado en la reducción del complejo de hierro férrico y del cloruro de 2,3,5-trifenil-1,3,4-triaza-2-azoniaciclopenta-1,4-dieno (TPTZ) a la forma ferrosa a pH bajo, que permite un cambio en la absorción a 593 nm (3).
- ✓ **HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Resolución):** Técnica analítica de separación caracterizada porque la fase móvil es un líquido y la fase estacionaria es una columna de vidrio o de acero inoxidable. La eficiencia en las separaciones del tamaño de partículas de fase fija disminuye hasta micrones, usando altas presiones para lograr que la fase móvil pueda fluir

(19) (62).

- ✓ **“Papa nativa”**: Variedad de papa que se siembran en la región andina del Perú; presentan plantas y tubérculos con características muy variadas, cuyo cultivo y producción se hace bajo prácticas tradicionales (21).

III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Unidad de análisis, universo y muestra

3.1.1. Unidad de análisis:

Tubérculos de “papas nativas” y hojuelas snacks proporcionados por la Asociación de productores de papa del proyecto “Producción competitiva de papa en los distritos de La Encañada, Sorochuco y Huasmín” (Proyecto papa) ejecutado por ADERS Perú, financiado por la Asociación Los Andes de Cajamarca (ALAC).

3.1.2. Universo:

Tubérculos de “papa” procedentes de cultivos de productores de Cajamarca y hojuelas snacks de papa nativa.

3.1.3. Muestra:

Tubérculos y hojuelas snacks de “papa nativa” procedentes de los cultivos de productores de “papa nativa” del Proyecto papa financiando por Asociación Los Andes Cajamarca (ALAC), de las variedades azul, roja y blanca.

- **Criterios de inclusión:**

- ✓ Tubérculos libres de infecciones por hongos, insectos, parásitos o enfermedades que puedan alterar los resultados de la investigación.
- ✓ Libres de agresiones ambientales.
- ✓ Procedentes de los cultivos orgánicos de la Asociación de productores de papa del proyecto “Producción competitiva de papa en los distritos de La Encañada, Sorochuco y Huasmín” (Proyecto papa), ADERS Perú – ALAC.
- ✓ Hojuelas “snacks” de “papa nativa” elaborados a partir de tubérculos de “papa nativa” procedentes de la Asociación de productores de papa del proyecto “Producción competitiva de papa en los distritos de La Encañada, Sorochuco y Huasmín” (Proyecto papa), ADERS Perú – ALAC

- ✓ Hojuelas “snacks” de “papa nativa que hayan cumplido con todos los procesos de transformación y comercialización (envasado, etiquetados, registrados, etc)

- **Criterios de exclusión:**
 - ✓ Tubérculos almacenados bajo condiciones no adecuadas que favorezcan las agresiones ambientales o que se haya favorecido su infección con microorganismos o insectos.
 - ✓ Tubérculos almacenados por periodos prolongados (superior a tres meses) que alteraron su grado de madurez; es decir presentaron brotes.
 - ✓ Tubérculos manipulados bajo estándares diferentes a los empleados para su puesta en el mercado y transformación de hojuelas snacks, que no permitían cumplir con lo planteado en el proyecto de investigación.
 - ✓ Hojuelas “sancks” con fecha de vencimiento cumplido.
 - ✓ Empaques abiertos, deteriorados o decolorados que indicaban la mala calidad del producto.
 - ✓ Empaques que no se encontraron dentro de los estándares para su comercialización.

3.2.Métodos de Investigación

3.2.1. De acuerdo al fin que se persigue

Básica, la investigación estuvo encaminada a ampliar el

conocimiento científico, explorando nuevas teorías y transformar las ya existentes.

3.2.2. De acuerdo a la técnica de contrastación

Experimental, desarrollado en el Laboratorio de Investigación de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional de Trujillo (UNT) – Trujillo.

3.3. Técnicas de Investigación

3.3.1. Colecta de tubérculos de “papa nativa”

Los tubérculos de “papa nativa” fueron proporcionados por los productores de la Asociación de productores de papa del proyecto “Producción competitiva de papa en los distritos de La Encañada, Sorochuco y Huasmín” (Proyecto papa) ejecutado por ADERS Perú, financiado por la Asociación Los Andes de Cajamarca (ALAC). En tal sentido, se visitaron las diferentes zonas de cultivo de los productores; las visitas al campo se llevaron a cabo según el cronograma siguiente:

- Día 20 de junio del 2018 a la zona de Huasmín (Coñicorgue, Alto N° 08 La Victoria/La Florida)
- Día 21 de junio del 2018 a la zona de Sorochuco (Uñigan Lirio, Cruz Pampa y La Chorrera)

- Día 27 de junio del 2018 a la zona de La Encañada (Yerba Buena Chica, El Valle y Buena Vecindad)

Se proporcionaron tubérculos cosechados bajo las condiciones y procedimientos empleados por los mismos productores, puesto que la investigación buscó realizar la cuantificación de biomoléculas bajo sus propios estándares de cosecha, tratamiento, almacenamiento, selección y transporte de productos para la puesta en el mercado y transformación de hojuelas snacks, considerándose en ello, los criterios de inclusión y exclusión planteados anteriormente (Anexo 01).

Se proporcionaron aproximadamente 4 kg por cada variedad de “papa nativa” de pulpa de color y pulpa blanca. Algunas muestras proporcionadas fueron frescas, es decir cosechadas en el momento de la colecta y otras de sus almacenes, con periodos de cosechas que iban de una semana a tres meses de cosecha.

Además, en cada colecta de muestra se registraron los siguientes datos:

- Localidad de la colección, considerándose coordenadas, altitud (GPS)
- Equipo de colección (Nombres completos, cargo, responsabilidad en el proyecto de investigación, responsabilidad del producto).
- Fecha de colecta.

- Número de colección
- Nombre científico de la especie y familia botánica
- Nombre común por la cual es conocida en la zona
- Edad de la especie (según su cosecha)
- Datos de cosecha, tratamiento, almacenamiento, selección y transporte de productos que los productores realizan (Ficha técnica)

3.3.2. Recolección de hojuelas “snacks” de “papa nativa”

Las hojuelas snacks de “papa nativa” fueron proporcionadas por ADERS Perú, elegidos aleatoriamente, considerándose los respectivos criterios de inclusión y exclusión (Anexo 02).

Se proporcionaron 20 unidades de la variedad azul, roja y blanca.

3.3.3. Selección y preparación de los tubérculos de “papa nativa” y de hojuelas “snacks”

Los tubérculos de “papa nativa” proporcionados por los productores (Anexo 03) se trasladaron a la ciudad de Cajamarca.

Posteriormente, fueron lavadas con agua potable para eliminar los residuos de tierra que tenían, realizándose a su vez una pre-selección; es decir, se desecharon las muestras infestadas con gusanos o que estuvieron ennegrecidas, que no tuvieron una maduración homogénea. Se dejaron secar al medio ambiente.

Finalmente fueron empaquetadas, debidamente rotuladas, para su

traslado a la Universidad Nacional de Trujillo (UNT), Facultad de Farmacia y Bioquímica, durante esta etapa se rechazaron aquellas muestras cuyo periodo de cosecha fue de tres meses o más, y aquellas que presentaron brotes.

Asimismo, las hojuelas snacks de “papa nativa”, también se remitieron a la UNT.

3.3.4. Cuantificación de biomoléculas con actividad antioxidante en los Tubérculos de “papas nativas”

Recepcionadas las muestras en el Laboratorio de Investigación de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional de Trujillo, se procedió con la codificación y registro fotográfico de cada muestra.

Posteriormente se realizaron cortes longitudinales muy finos de cada variedad de “papa nativa” y se congelaron por 48 horas, a -80 °C en una ultracongeladora Arctiko, para luego ser liofilizados en un liofilizador Millrock. A partir de los liofilizados se preparó un pulverizado y se prepararon extractos metanólicos, se sonicaron y fueron concentrados a presión reducida en un rotavaporeador. Con los extractos secos se realizaron los respectivos ensayos (52) (63).

3.3.4.1. Preparación de la Curva de Calibración para Compuestos Fenólicos Totales:

Se preparó una disolución patrón de ácido gálico de 1 mg/mL en etanol de 96%, a partir de esta disolución, se hicieron ocho diluciones de concentraciones estándar desde 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,10; 0,12; 0,14 y 0,16 mg/mL. Se tomó 25 µL de cada dilución estándar con 125 µL del reactivo de Folin-Ciocalteu al 10% y se agitó por 20 minutos a 45 °C. Posteriormente se adicionó 100 µL de Na₂CO₃ al 7% y se dejó reposar por 10 minutos, luego se midió por espectrofotometría a 760 nm. Los ensayos se realizaron por triplicado para cada concentración (Anexo 05).

3.3.4.2. Determinación de Compuestos Fenólicos Totales:

Se tomó 25 µL de cada solución al 1,25 mg/mL de extracto seco con 125 µL del reactivo de Folin-Ciocalteu al 10% y se agitó por 20 minutos a 45 °C. Posteriormente se adicionó 100µL de Na₂CO₃ al 7% y se dejó reposar por 10 minutos, luego se midió por espectrofotometría a 760 nm, basándose en una reacción colorimétrica de óxido-reducción. Los ensayos se realizaron por triplicado para cada extracto (4) (32) (40) (61).

3.3.4.3. Preparación de la Curva de Calibración para Trolox

Se preparó una disolución patrón de Trolox de 1 mg/mL en etanol de 96%, a partir de esta disolución, se hicieron seis diluciones de concentraciones estándar de 1; 0,8; 0,6; 0,4; 0,2 y 0,1 mM. Se tomó 10 μ L de cada dilución y se agregó 250 μ L del reactivo de DPPH 0,2 mM. Se agitó por 10 minutos y se midió por espectrofotometría a 517 nm. Las determinaciones se realizaron por triplicado para cada una de las concentraciones. Posteriormente se enfrentó las concentraciones de Trolox versus sus respectivas absorbancias para obtener la ecuación de la curva de calibración para Trolox (Anexo 06).

3.3.4.4. Determinación de la Actividad Antioxidante por DPPH

Para el análisis de las muestras se prepararon soluciones de 2,5 mg de compuestos fenólicos totales (equivalentes de ácido gálico, EAG) por mililitro para cada muestra. Se tomó 10 μ L y se adicionó a 250 μ L del DPPH 0,2 mM, se agitó durante 10 minutos, luego se realizaron las lecturas de las absorbancias en el espectrofotómetro a 517 nm, los valores se expresaron en equivalentes de Trolox por gramo de muestra de especie vegetal desecada, las determinaciones se realizaron por triplicado para cada uno de los extractos (3) (15) (40).

3.3.4.5. Obtención de la Curva de Calibración de FRAP

El ensayo de FRAP se realizó preparando soluciones de buffer acetato 300 mM (pH 3,6), solución TPTZ (2, 4,6-tris (2-piridil)-s-triazina) 10 mM en HCl 40 mM y una solución de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 20 mM. La solución de trabajo se preparó mezclando 25 mL de buffer acetato, 2,5 mL de solución de TPTZ y 2,5 mL de solución de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, luego se prepararon y calentaron a 37 °C antes de cada ensayo (reactivo del FRAP). Se preparó una disolución de Trolox de 0,5 mM en etanol 96%, se realizaron diluciones de 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 y 0,5 mM. Se hizo reaccionar 8 μL de cada dilución con 200 μL del reactivo del FRAP por 30 minutos a 37 °C. Luego se realizaron las lecturas de las absorbancias en el lector de microplacas a 593 nm; las determinaciones se realizaron por triplicado. Luego se analizaron los datos de absorbancia (Anexo 07) (3) (40).

3.3.4.6. Determinación de la Capacidad Antioxidante de Reducción Férrica (FRAP)

Se dejó reaccionar 100 μL las muestras a concentración de 2,5mg/mL (equivalente de ácido gálico) con 2 mL de la solución fresca de FRAP durante 30 minutos en la oscuridad. Las lecturas del coloreado complejo ferroso de tripiridiltriazina se realizaron a 593 nm (3) (40).

3.3.5. Cuantificación de biomoléculas con actividad antioxidante en los snacks de “papas nativas”

Se recibieron snacks de “papa nativa” en sus variedades rojas, azules y blancas. De ellas se realizó un registro fotográfico (Anexo 08), se midió el peso de cada bolsita de snacks y se trituraron.

3.3.5.1. Extracción de aceites de los snacks de “papa nativa” mediante Soxhlet

Se preparó un cono con papel de filtro y se registró su peso, posteriormente se lo llenó con la snacks triturado, en cada extremo del cono se colocó una torunda de algodón. El cono con la muestra, debidamente amarrado para evitar pérdida, se pesó y se colocó en el equipo Soxhlet. Seguidamente, se armó el equipo para proceder a la extracción, pesando con anterioridad el balón receptor de aceites.

La extracción se realizó con bencina pura, a 60 °C.

Finalizado el proceso, se llevó a sequedad en el rotavapor para obtener el extracto seco y poder determinar el contenido de grasas en los snacks.

La muestra de snacks libre de grasas se llevó a sequedad en estufa a 30 °C por 40 minutos; posteriormente se colocaron en congelación a -80 °C en la ultracongeladora por 48 horas y luego se liofilizó.

A partir de este liofilizado se realizaron los respectivos ensayos de determinación de Compuestos Fenólicos Totales por el método de Folin-Ciocalteu, cuantificación de la ensayos se realizaron por triplicado para cada extracto, determinación de la Actividad Antioxidante por DPPH y determinación de la Capacidad Antioxidante de Reducción Férrica (FRAP), por los mismos procedimientos que para el caso de los tubérculos de “papa nativa” (3) (15) (40).

3.3.6. Evaluación del perfil ultravioleta (UV)

Se evaluó el perfil UV de los liofilizados de los extractos metanólicos de tubérculos de “papas nativas” y hojuelas snacks. Las lecturas de las absorbancias se realizaron a 254 nm y 330 nm de longitud de onda, en el espectrofotómetro UV (Perkin Elmer Lambda (25) (68).

3.4. Instrumentos, equipos, materiales y reactivos

3.4.1. Equipos:

- HPLC Hitachi Elite Lachrom
- Baño de ultrasonido Branson
- Espectrofotómetro de microplacas Fisher Scientific
- Liofilizador Millrock
- Rotavapor Heidolph
- Ultracongeladora Articko
- Balanza analítica AND

3.4.2. Materiales de vidrio: Materiales de vidrio y otros de uso común en el laboratorio.

3.4.3. Reactivos:

- Etanol absoluto
- HCl 0,1N
- NaOH 0,1N
- Metanol grado HPLC
- Amberlita XAD-7HP 20-60 mesh
- Ácido fórmico 1%
- Acetonitrilo grado HPLC
- Agua destilada
- Agua ultrapura
- Quercetina
- Trolox
- Ácido gálico
- DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)
- Reactivo de Folin-Ciocalteu
- Buffer acetato 300 mM (pH 3,6)
- Solución TPTZ (2,4,6-tris(2-piridil)-s-triazina)
- HCl 40 mM
- Solución de FeCl₃•6H₂O 20 mM.
- Tampón acetato (0,1 mol /L, pH 5)

3.5. Técnicas de Análisis de Datos (Estadísticas):

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado, los resultados de absorbancia y longitud de onda se expresaran como valores medios. Se realizó análisis de varianza (ANOVA) unidireccional y la comparación

múltiple, prueba post hoc Tukey HSD con Scheffé, Bonferroni y Holm, considerándose nivel de significancia estadística un valor de $p < 0,05$ y confiabilidad del 95%, a través del software estadístico libre astatsa.com

(66)

IV. RESULTADOS

Tabla 01. Variedades de “papas nativas” procedentes de Productores de la Encañada, Huasmín y Sorochuco, Cajamarca.

ZONA DE COLECTA	ALTITUD	CÓDIGO	VARIEDAD DE "PAPA NATIVA"	COLOR DE PULPA	EDAD DE COSECHA
ENCAÑADA: YERBA BUENA CHICA	3 735 m.s.n.m 78° 23' 31.3"	A	Santo Domingo	Azul	15 días
		B	Platanero morado o Cacho de venado	Azul	15 días
		C	Yuquilla negra	Azul	15 días
		D	Sangre toro	Roja	15 días
		E	Shigula	Roja	15 días
COÑICORGUE: ALTO SANTA ROSA	3 732 m.s.n.m. 92° 44' 04"	F	Sangre toro	Roja	Fresca
		G	Beso de novia roja	Roja	Aprox. 15 junio
		H	Garabatico rojo	Roja	Aprox. 15 junio
ENCAÑADA: EL VALLE	3 310 m.s.n.m 78° 20' 30"	I	Sangre toro	Roja	Fresca
		K	Huagalina	Amarilla	Fresca

Fuente: Elaboración propia



Figura 3. Tubérculos de “papa nativa” procedentes de Productores de la Encañada, Huasmín y Sorochuco, Cajamarca.

Tabla 02. Compuestos fenólicos totales mediante Folin-Ciocalteu, expresados en equivalentes de ácido gálico (mg EAG/g extracto seco)

DENOMINACIÓN	CÓDIGO	X1	X2	X3	mg EAG/g
Santo Domingo	A	50.79	57.80	49.15	52.58
Platanero morado	B	54.06	54.88	54.41	54.45
Yuquilla negra	C	56.56	56.56	56.56	56.56
Sangre toro	D	62.95	59.33	56.17	59.48
Shigula	E	47.75	51.49	53.01	50.75
Sangre toro	F	52.19	48.33	50.67	50.40
Beso de novia roja	G	51.61	50.67	60.73	54.33
Garabatico rojo	H	64.59	65.06	68.80	66.15
Sangre toro	I	58.74	49.73	51.14	53.20
Huagalina	K	68.57	70.32	69.74	69.54

Fuente: Elaboración propia

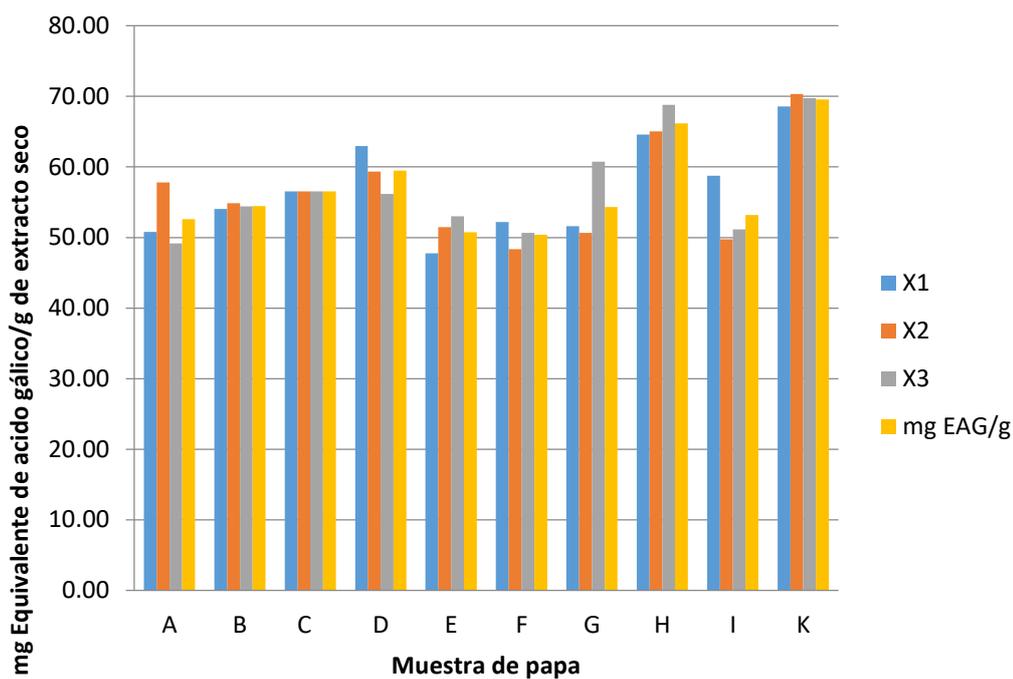


Figura 04. Compuestos fenólicos totales mediante Folin-Ciocalteu, expresados en equivalentes de ácido gálico (mg EAG/g extracto seco)

Tabla 03. Compuestos fenólicos totales mediante Folin-Ciocalteu, expresados en equivalentes de ácido gálico (mg EAG/100g papa liofilizada)

DENOMINACIÓN	CÓDIGO	Papa 1	Papa 2	Papa 3	PROMEDIO
Santo Domingo	A	120.36	137.00	116.48	124.61
Platanero morado	B	66.93	67.94	67.36	67.41
Yuquilla negra	C	126.62	134.58	130.79	130.66
Sangre toro	D	67.99	64.07	60.66	64.24
Shigula	E	62.74	67.66	69.65	66.68
Sangre toro	F	63.57	58.87	61.72	61.38
Beso de novia roja	G	98.98	97.18	116.48	104.21
Garabatllo rojo	H	141.84	142.87	151.09	145.26
Sangre toro	I	56.27	47.64	48.99	50.97
Huagalina	K	66.51	68.21	67.64	67.46

Fuente: Elaboración propia

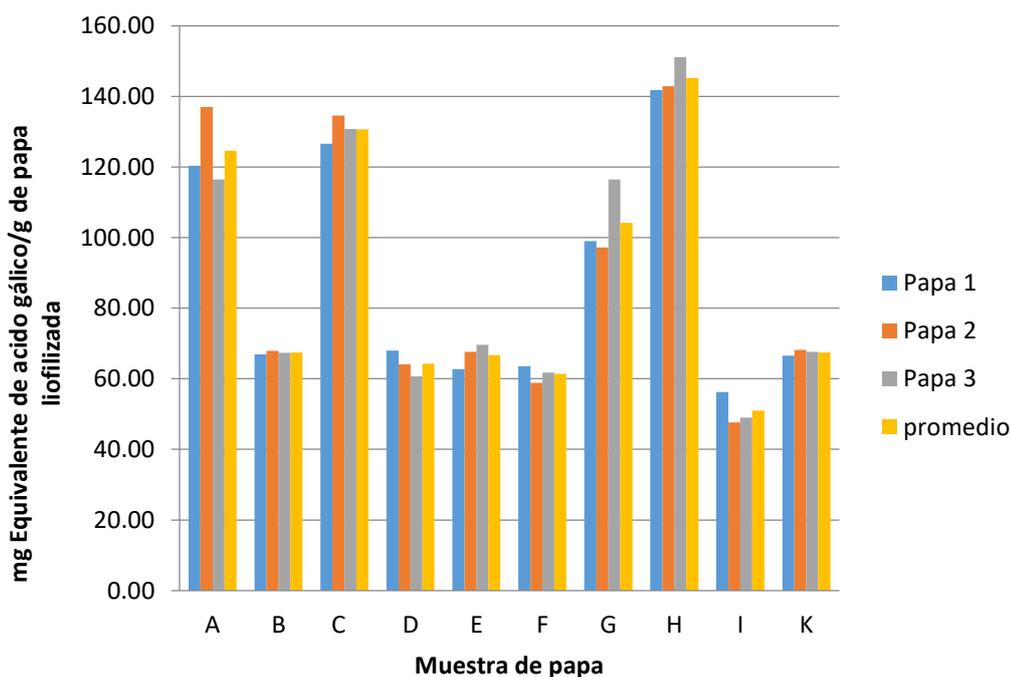


Figura 05. Compuestos fenólicos totales mediante Folin-Ciocalteu, expresados en equivalentes de ácido gálico (mg EAG/100g papa liofilizada)

Tabla 04. Actividad antioxidante mediante DPPH, expresado en Trolox (mg ET/g extracto seco)

DENOMINACIÓN	CÓDIG		X1	X2	X3	mg ET/g
	O					
Santo Domingo	A		94.44	94.27	97.48	95.40
Platanero morado	B		63.88	70.13	62.03	65.35
Yuquilla negra	C		82.12	80.60	80.60	81.10
Sangre toro	D		47.00	48.52	53.08	49.53
Shigula	E		36.53	34.34	37.71	36.20
Sangre toro	F		105.08	107.44	107.78	106.76
Beso de novia roja	G		51.39	51.39	47.68	50.15
Garabatlillo rojo	H		95.79	93.26	96.97	95.34
Sangre toro	I		104.23	104.06	104.74	104.35
Huagalina	K		73.84	70.64	73.17	72.55

Fuente: Elaboración propia

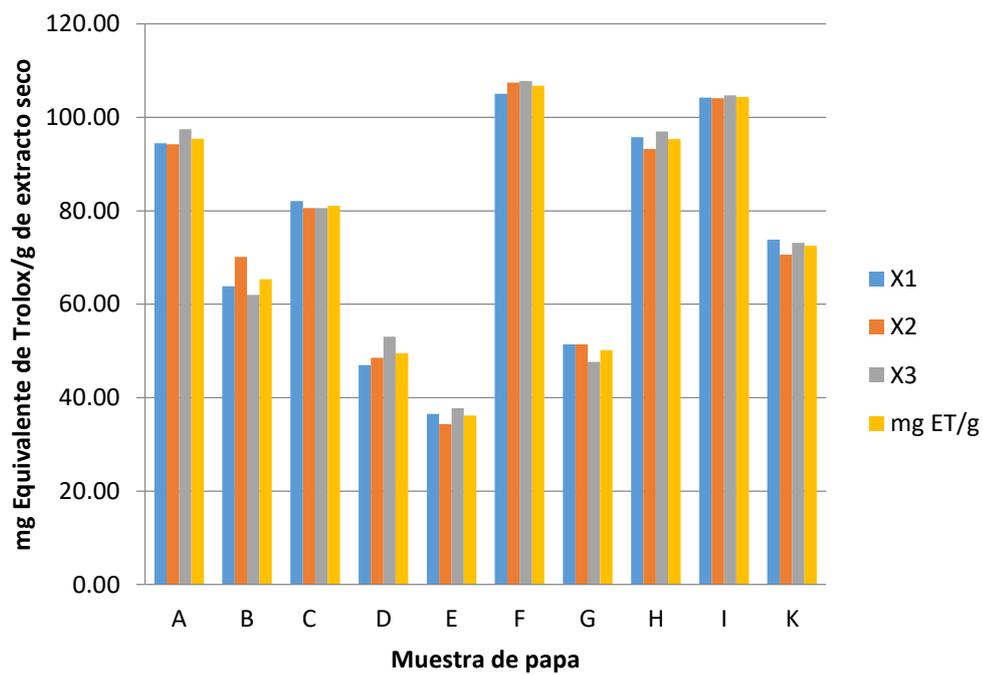


Figura 06. Actividad antioxidante mediante DPPH, expresado en Trolox (mg ET/g extracto seco)

Tabla 05. Actividad antioxidante mediante DPPH, expresado en Trolox (mg ET/100g papa liofilizada)

DENOMINACIÓN	CÓDIGO	Papa 1	Papa 2	Papa 3	PROMEDIO
Santo Domingo	A	120.36	137.00	116.48	124.61
Platanero morado	B	66.93	67.94	67.36	67.41
Yuquilla negra	C	126.62	134.58	130.79	130.66
Sangre toro	D	67.99	64.07	60.66	64.24
Shigula	E	62.74	67.66	69.65	66.68
Sangre toro	F	63.57	58.87	61.72	61.38
Beso de novia roja	G	98.98	97.18	116.48	104.21
Garabatillo rojo	H	141.84	142.87	151.09	145.26
Sangre toro	I	56.27	47.64	48.99	50.97
Huagalina	K	66.51	68.21	67.64	67.46

Fuente: Elaboración propia

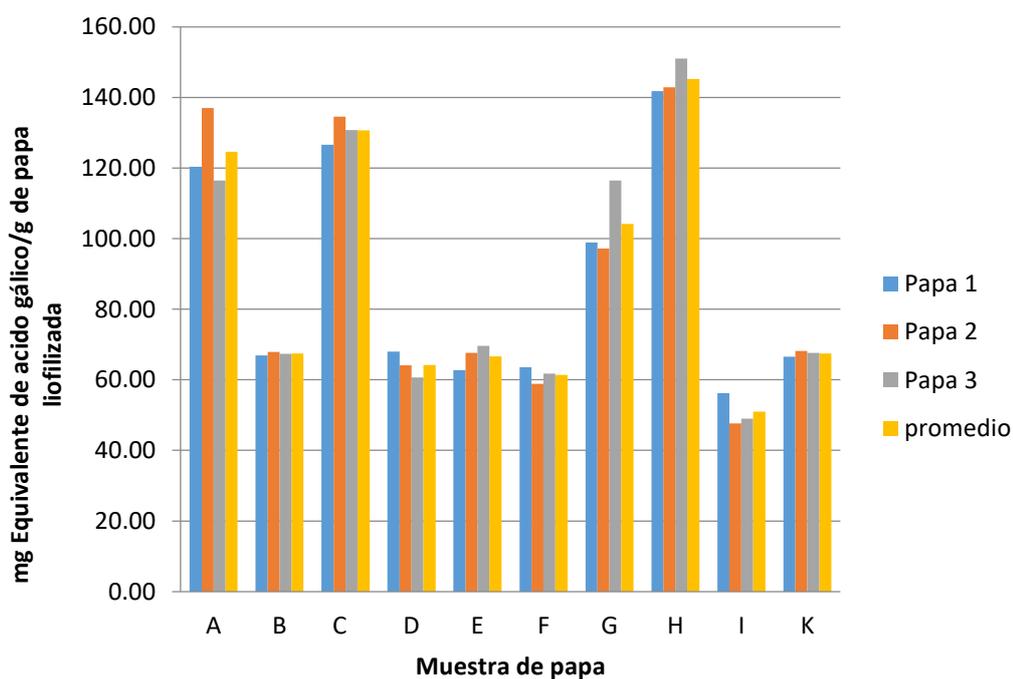


Figura 07. Actividad antioxidante mediante DPPH, expresado en Trolox (mg ET/100g papa liofilizada)

Tabla 06. Actividad antioxidante mediante FRAP, expresado en Trolox (mg ET/g extracto seco)

DENOMINACIÓN	CÓDIGO	X1	X2	X3	mg ET/g
Santo Domingo	A	46.75	46.68	40.95	44.79
Platanero morado	B	57.92	58.26	54.68	56.95
Yuquilla negra	C	105.15	105.08	104.39	104.88
Sangre toro	D	69.78	67.09	62.88	66.58
Shigula	E	50.54	54.81	55.71	53.69
Sangre toro	F	38.27	38.27	36.89	37.81
Beso de novia roja	G	46.20	50.54	45.85	47.53
Garabatlillo rojo	H	80.88	78.95	82.33	80.72
Sangre toro	I	42.89	45.92	47.09	45.30
Huagalina	K	95.64	90.40	95.71	93.91

Fuente: Elaboración propia

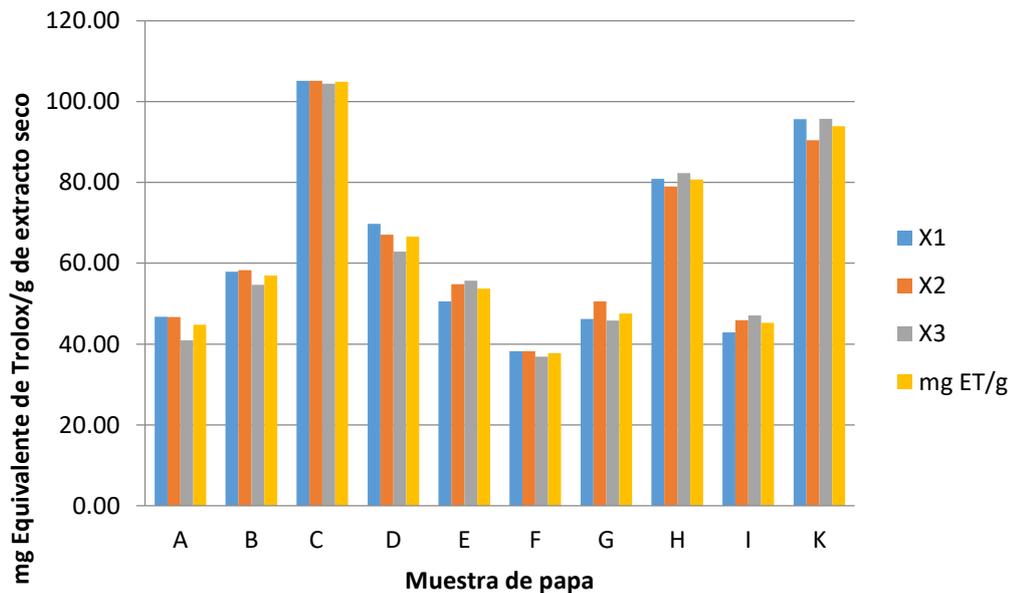


Figura 08. Actividad antioxidante mediante FRAP, expresado en Trolox (mg ET/g extracto seco)

Tabla 07. Actividad antioxidante mediante FRAP, expresado en Trolox (mg ET/100g papa liofilizada)

DENOMINACIÓN	CÓDIGO	Papa 1	Papa 2	Papa 3	PROMEDIO
Santo Domingo	A	110.79	110.63	97.06	106.16
Platanero morado	B	71.70	72.13	67.69	70.51
Yuquilla negra	C	170.35	170.23	169.12	169.90
Sangre toro	D	75.36	72.46	67.91	71.91
Shigula	E	66.41	72.03	73.20	70.55
Sangre toro	F	46.61	46.61	44.93	46.05
Beso de novia roja	G	88.60	96.93	87.94	91.16
Garabatlillo rojo	H	177.61	173.37	180.79	177.26
Sangre toro	I	41.08	43.99	45.11	43.40
Huagalina	K	92.77	87.68	92.83	91.09

Fuente: Elaboración propia

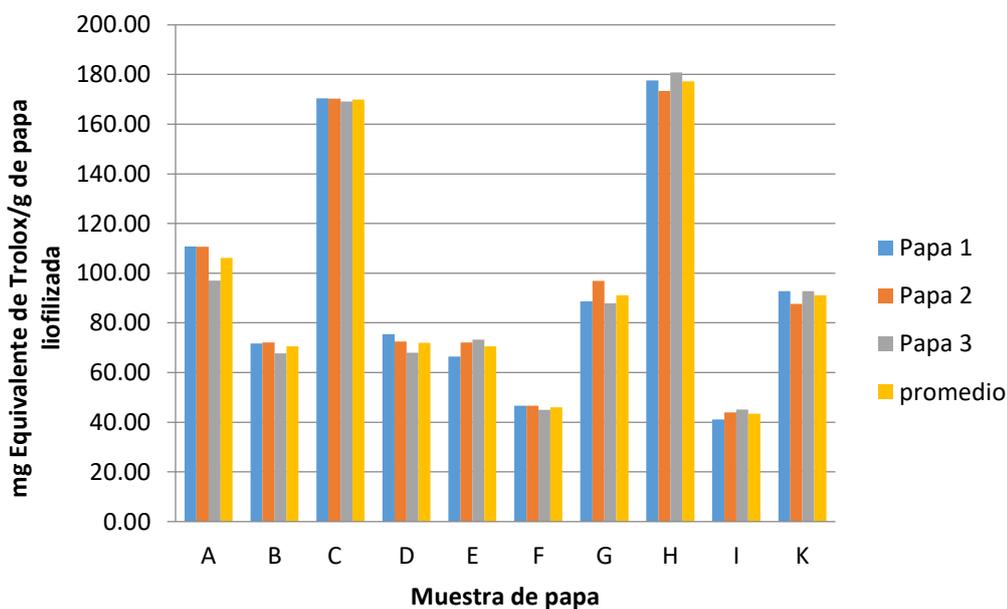


Figura 09. Actividad antioxidante mediante FRAP, expresado en Trolox (mg ET/100g papa liofilizada)

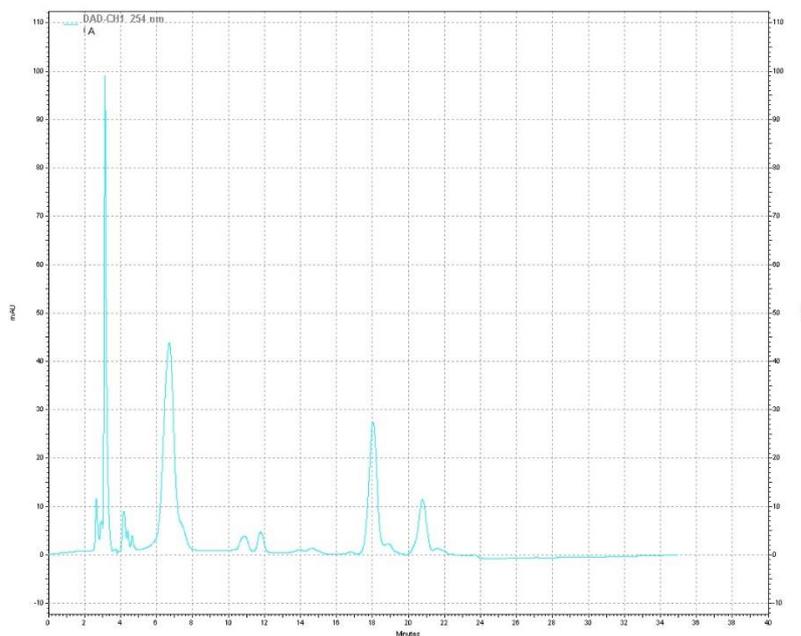


Figura 10. HPLC cromatograma a 254 nm de variedad de “papa nativa” código A

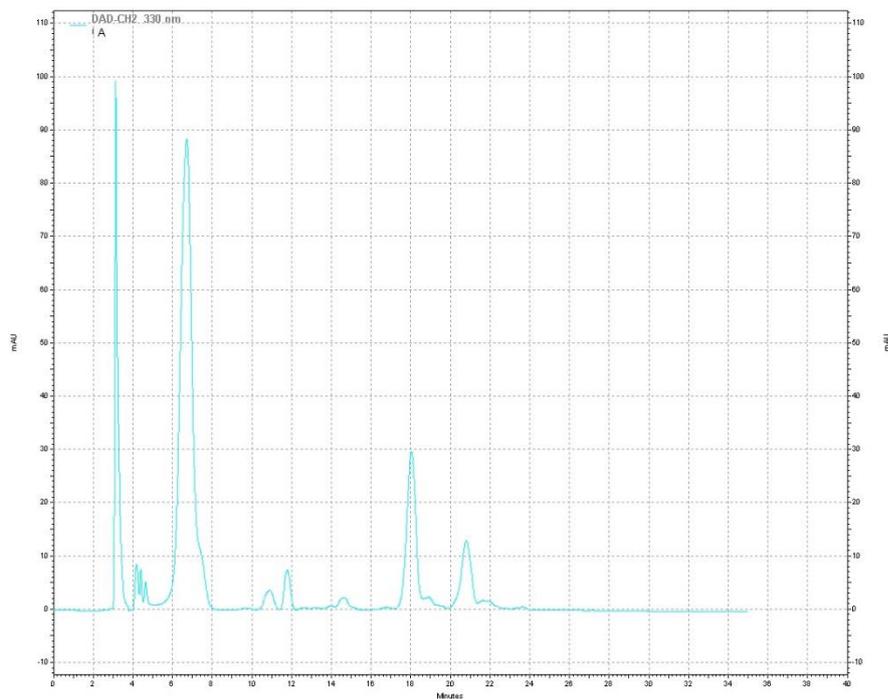


Figura 11. HPLC cromatograma a 330 nm de variedad de “papa nativa” código A

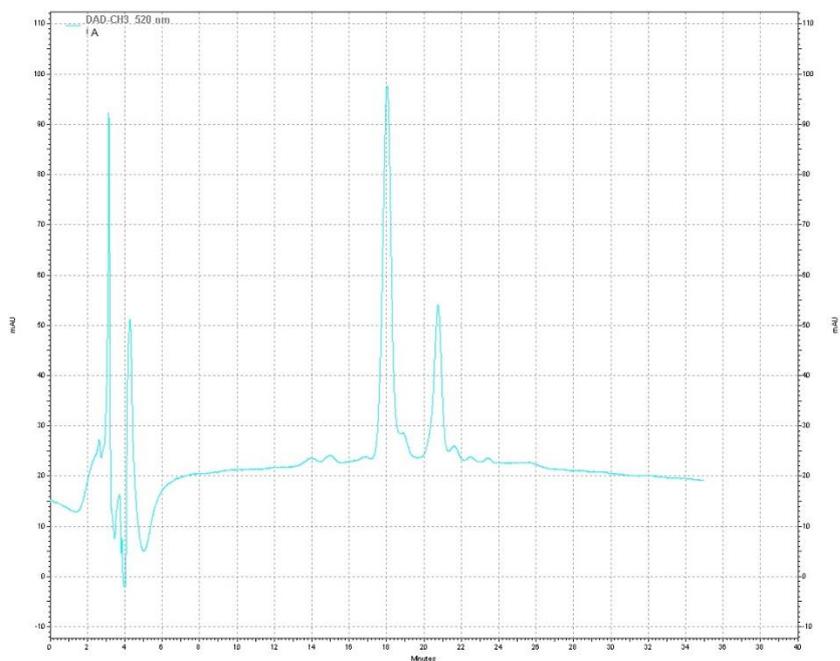


Figura 12. HPLC cromatograma a 520 nm de variedad de “papa nativa” código A

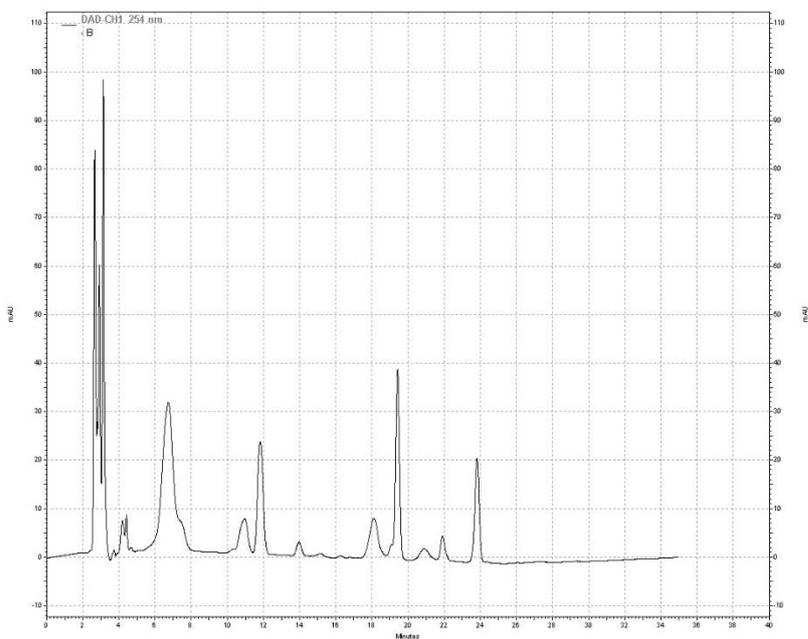


Figura 13. HPLC cromatograma a 254 nm de variedad de “papa nativa” código B

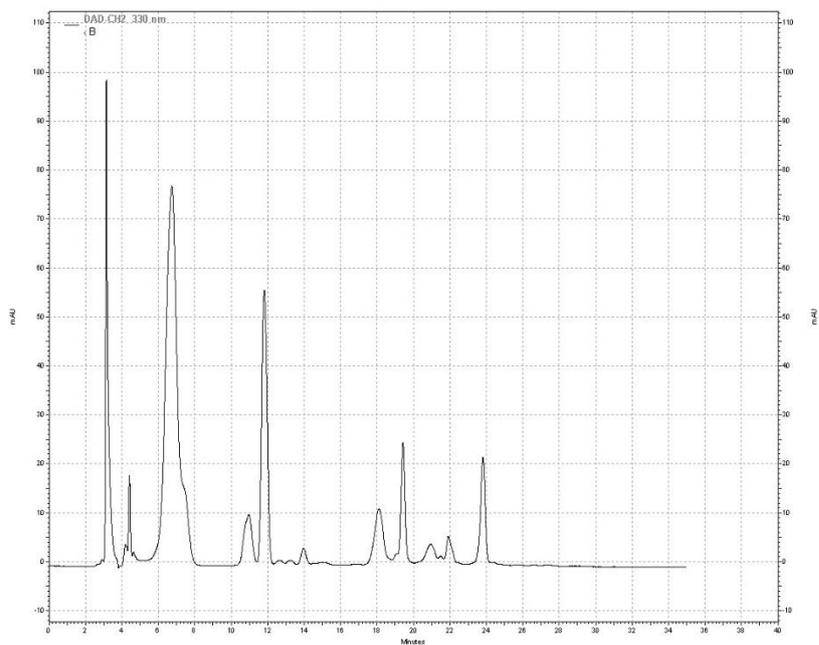


Figura 14. HPLC cromatograma a 330 nm de variedad de “papa nativa” código B

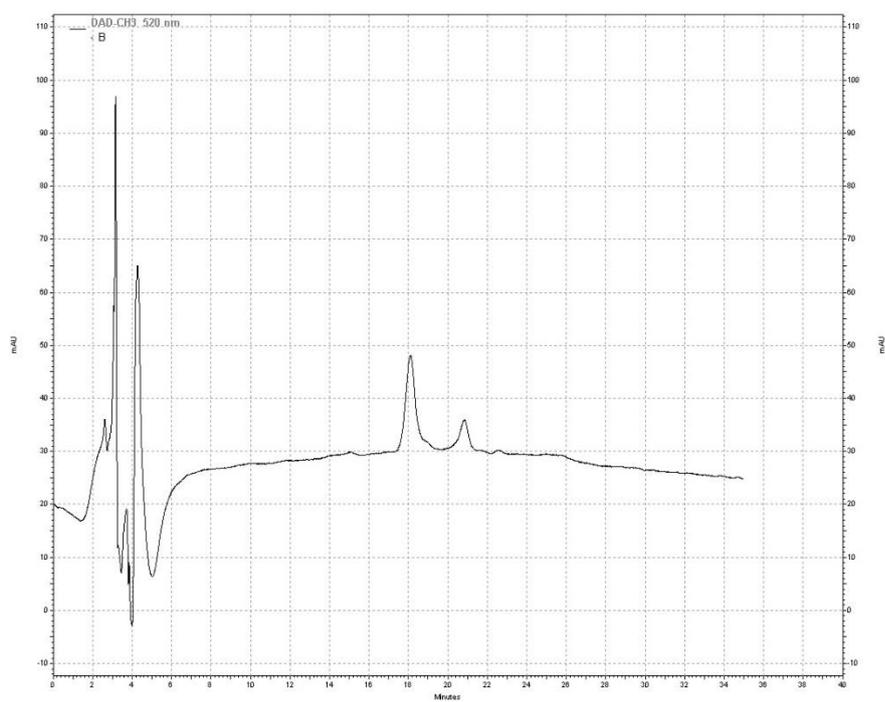


Figura 15. HPLC cromatograma a 520 nm de variedad de “papa nativa” código B

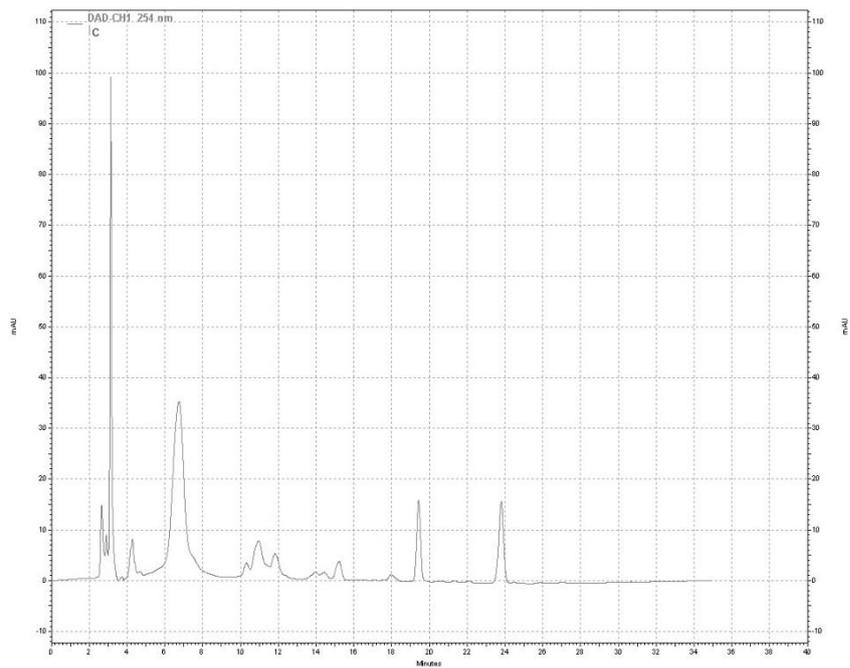


Figura 16. HPLC cromatograma a 254 nm de variedad de “papa nativa” código C

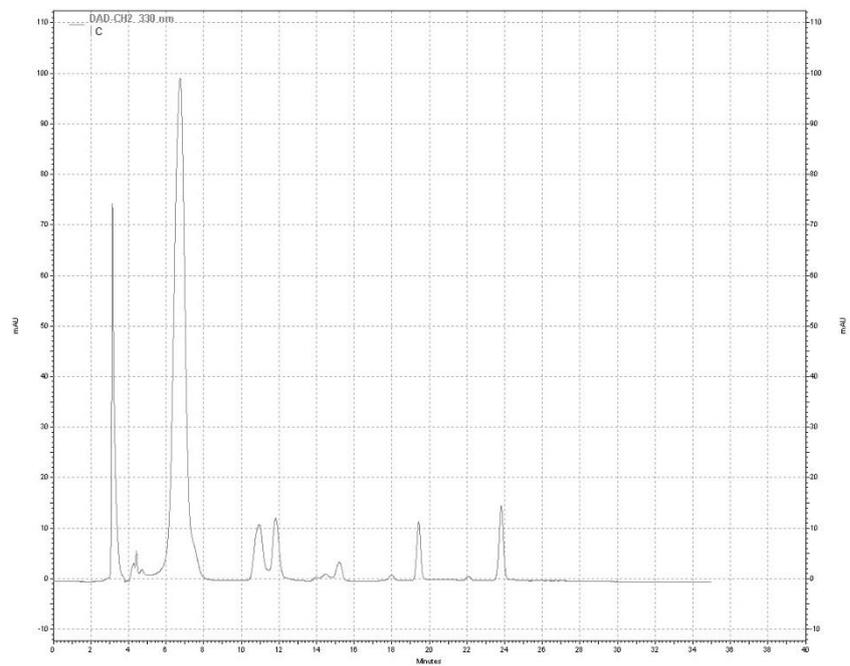


Figura 17. HPLC cromatograma a 330 nm de variedad de “papa nativa” código C

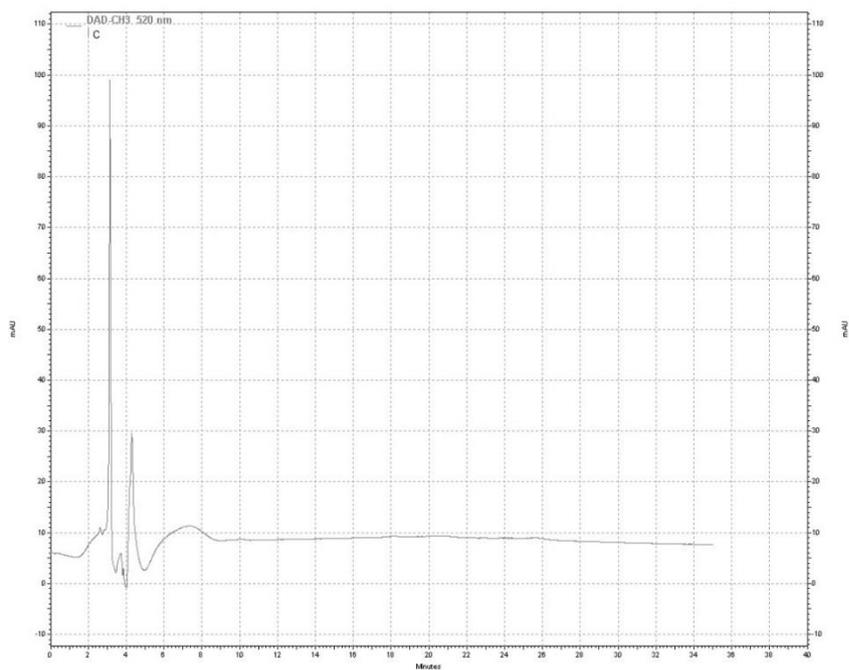


Figura 18. HPLC cromatograma a 520 nm de variedad de “papa nativa” código C

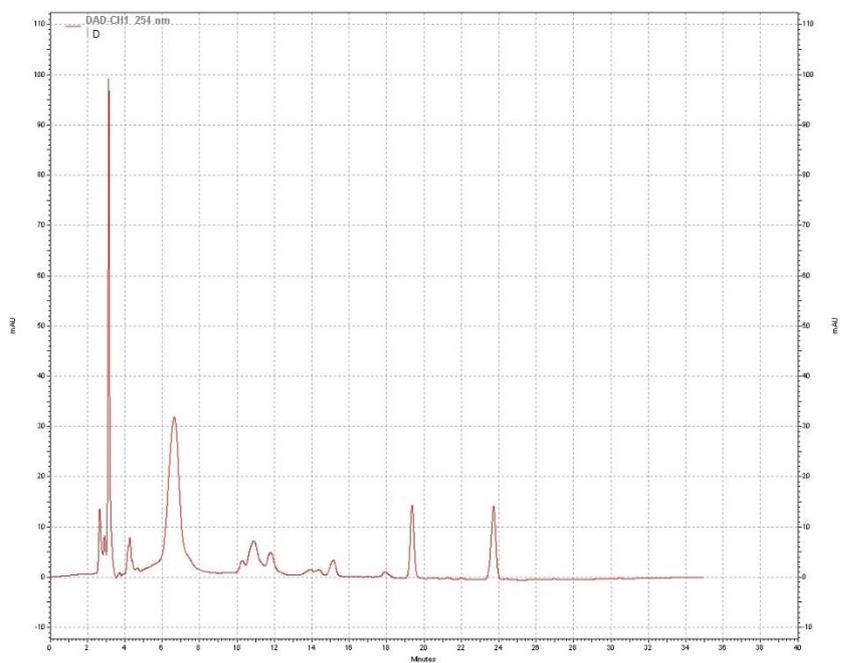


Figura 19. HPLC cromatograma a 254 nm de variedad de “papa nativa” código D

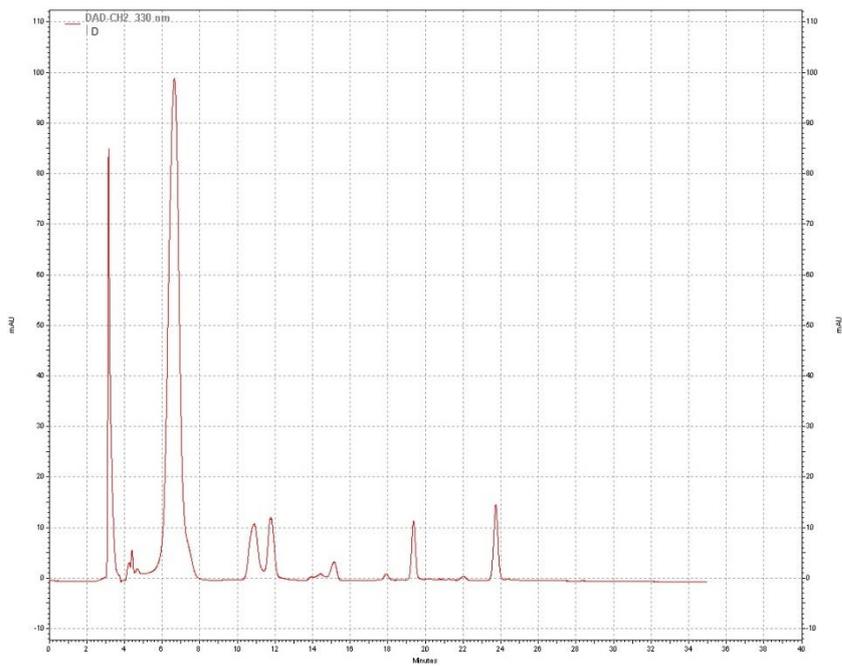


Figura 20. HPLC cromatograma a 330 nm de variedad de “papa nativa” código D

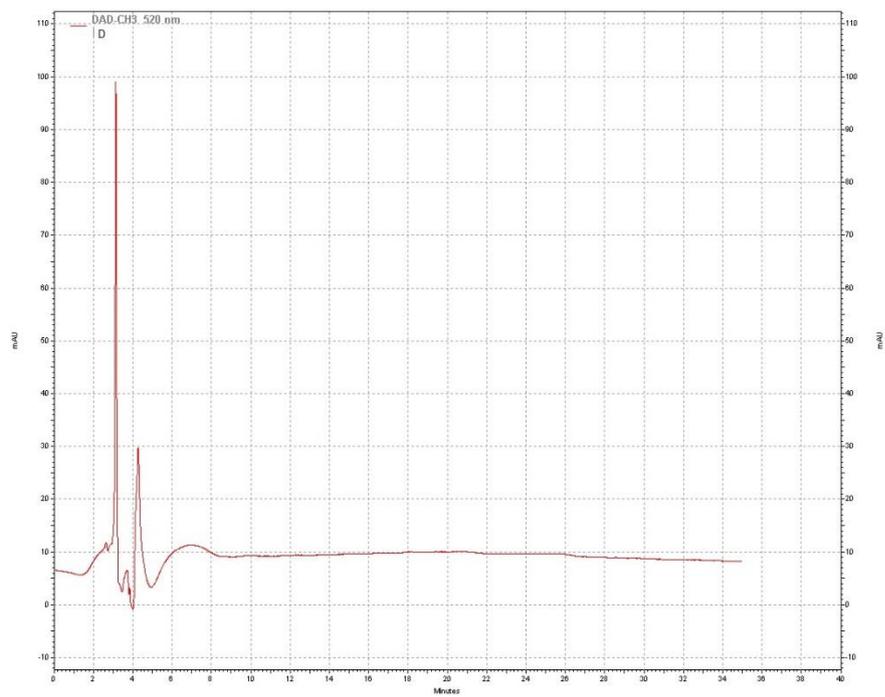


Figura 21. HPLC cromatograma a 520 nm de variedad de “papa nativa” código D

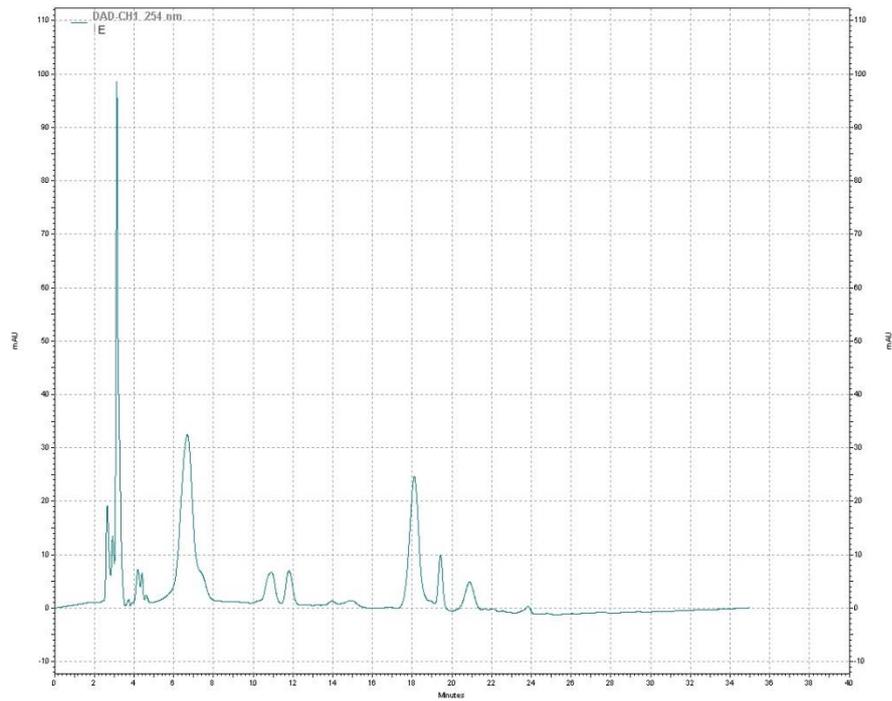


Figura 22. HPLC cromatograma a 254 nm de variedad de “papa nativa” código E

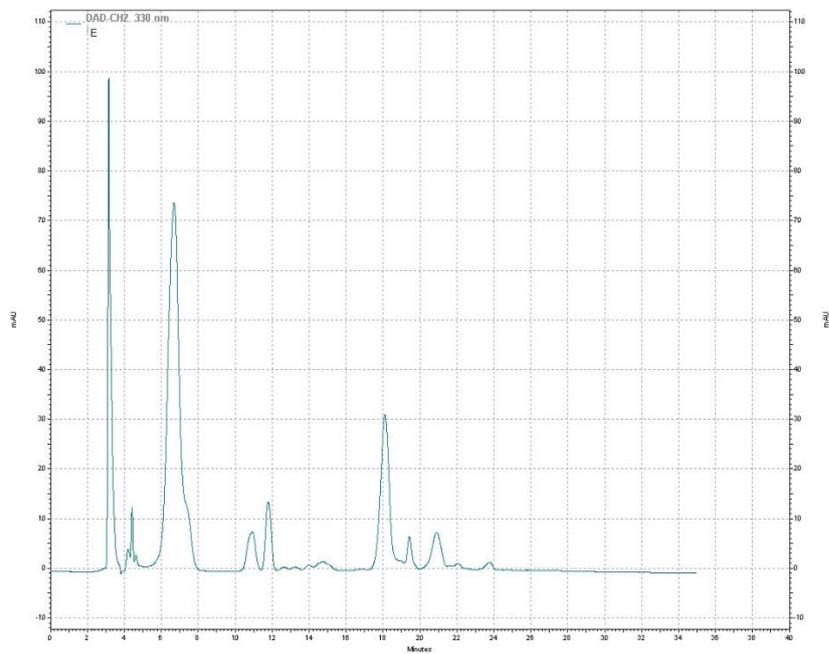


Figura 23. HPLC cromatograma a 330 nm de variedad de “papa nativa” código E

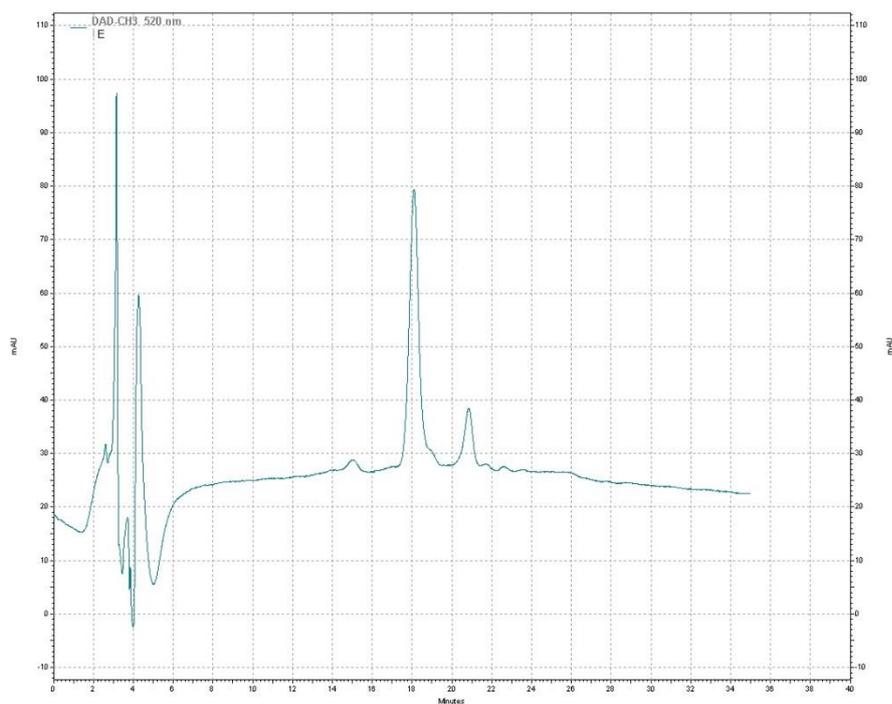


Figura 24. HPLC cromatograma a 520 nm de variedad de “papa nativa” código E

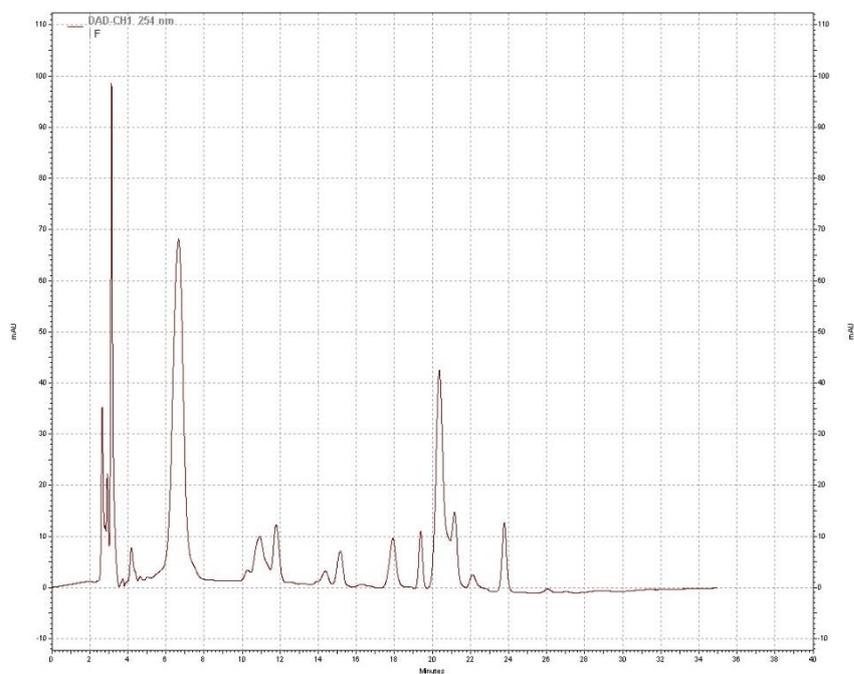


Figura 25. HPLC cromatograma a 254 nm de variedad de “papa nativa” código F

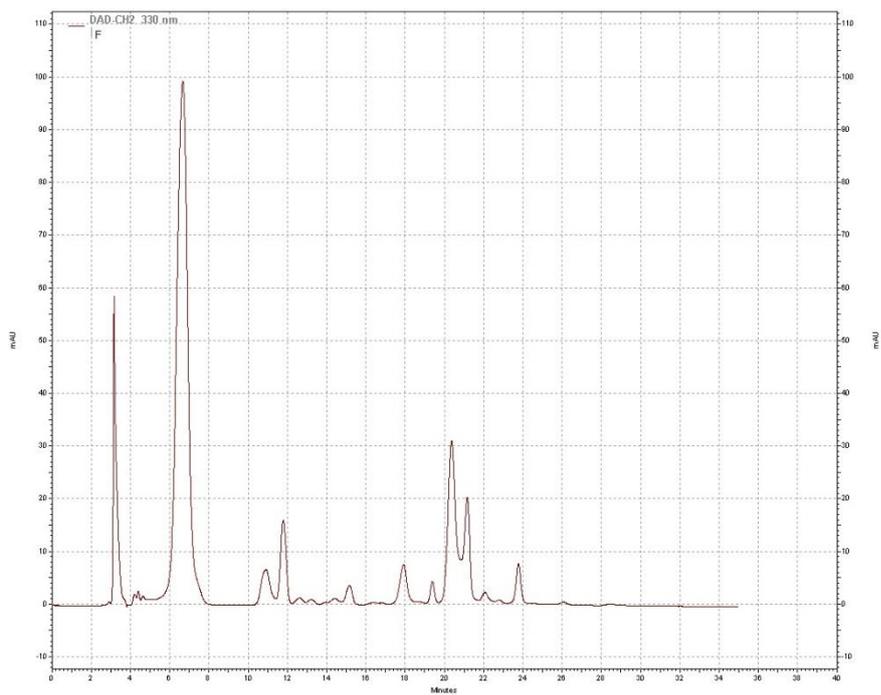


Figura 26. HPLC cromatograma a 330 nm de variedad de “papa nativa” código F

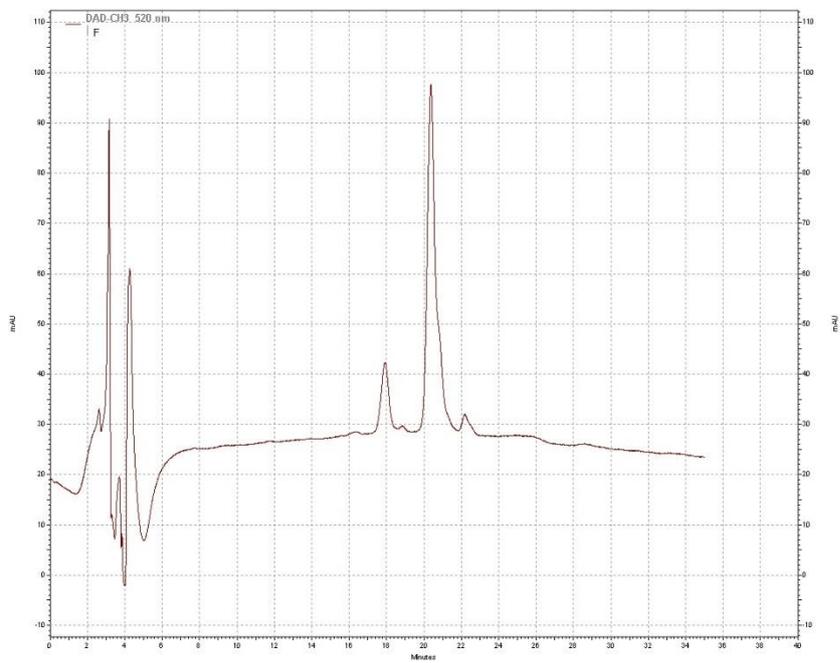


Figura 27. HPLC cromatograma a 520 nm de variedad de “papa nativa” código F

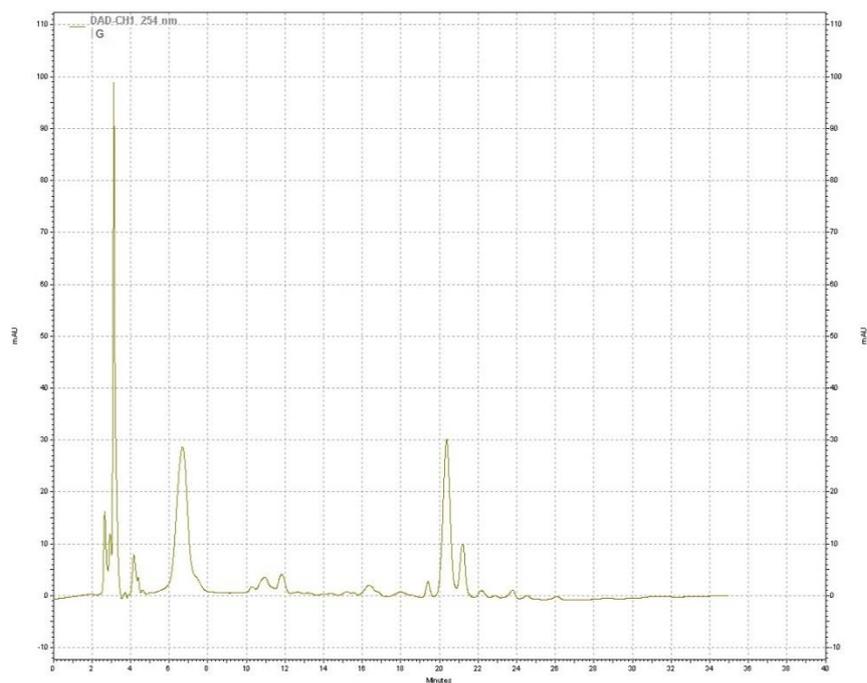


Figura 28. HPLC cromatograma a 254 nm de variedad de “papa nativa” código G

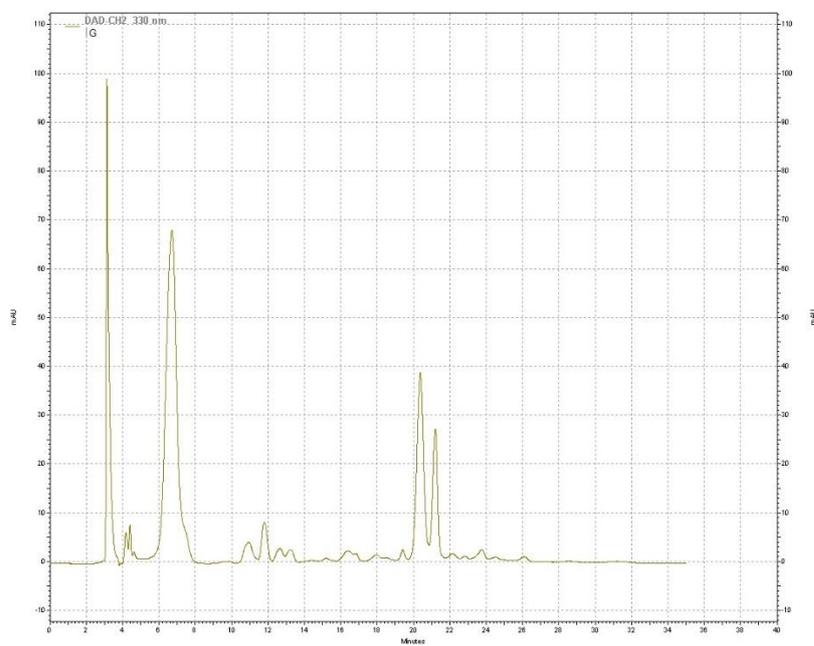


Figura 29. HPLC cromatograma a 330 nm de variedad de “papa nativa” código G

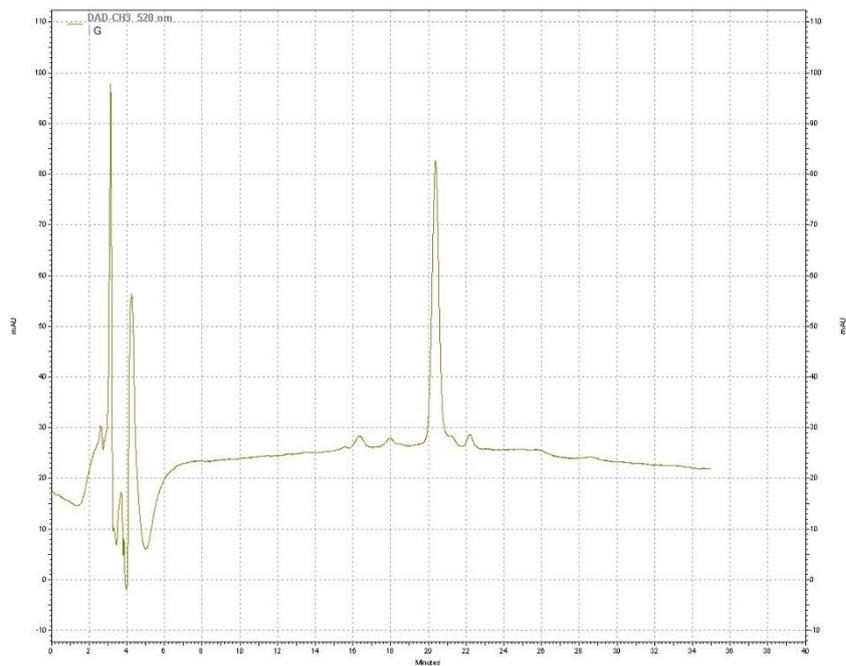


Figura 30. HPLC cromatograma a 520 nm de variedad de “papa nativa” código G

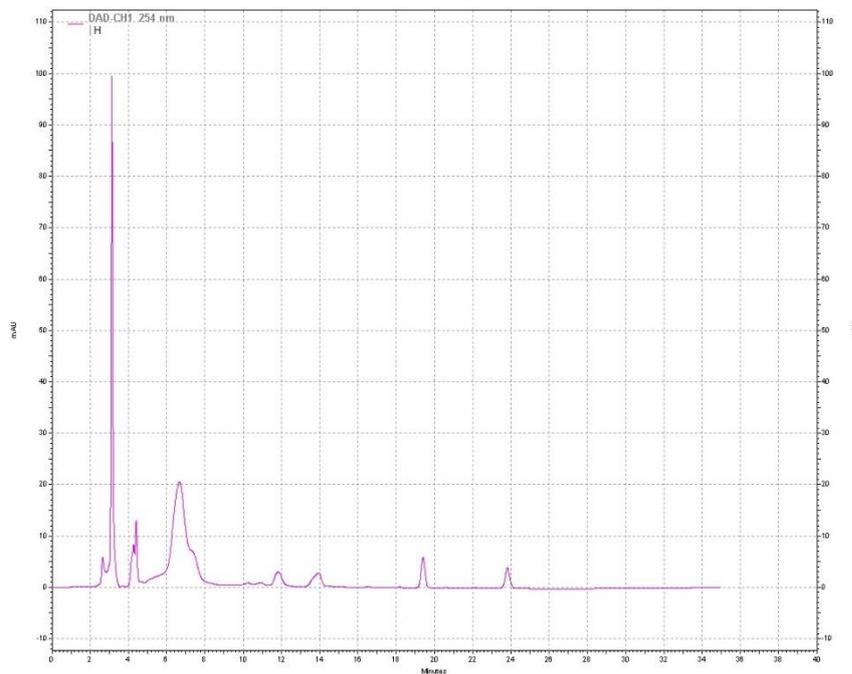


Figura 31. HPLC cromatograma a 254 nm de variedad de “papa nativa” código H

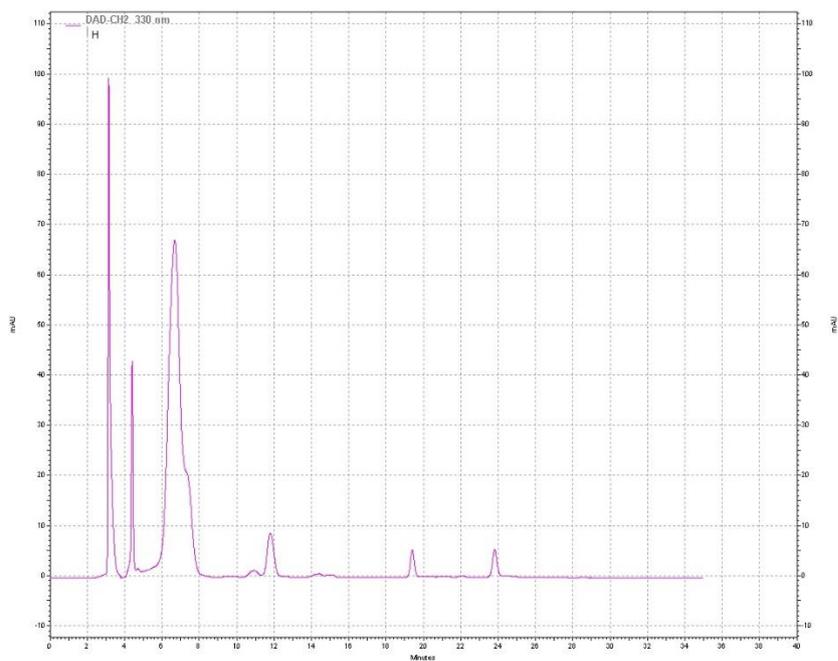


Figura 32. HPLC cromatograma a 330 nm de variedad de “papa nativa” código H

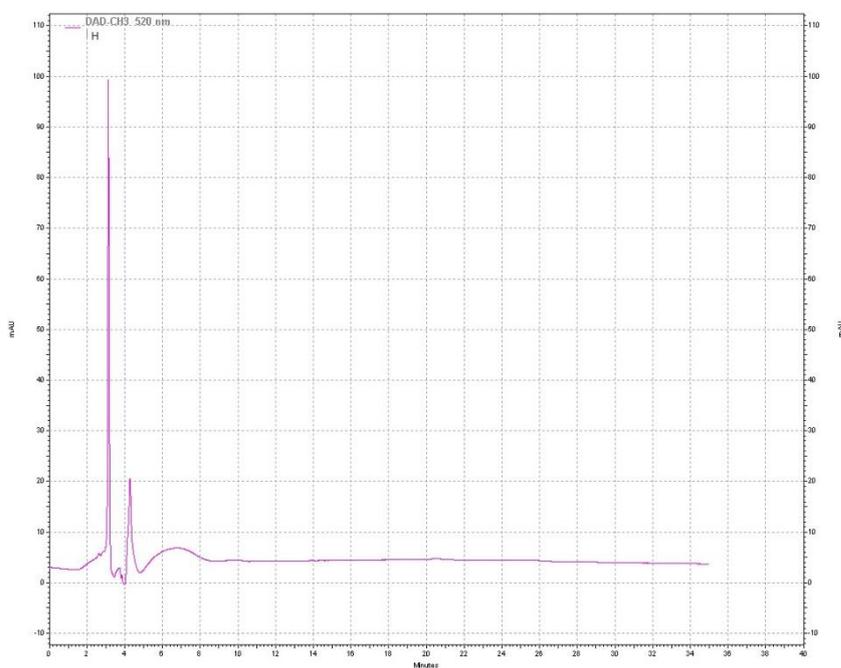


Figura 33. HPLC cromatograma a 520 nm de variedad de “papa nativa” código H

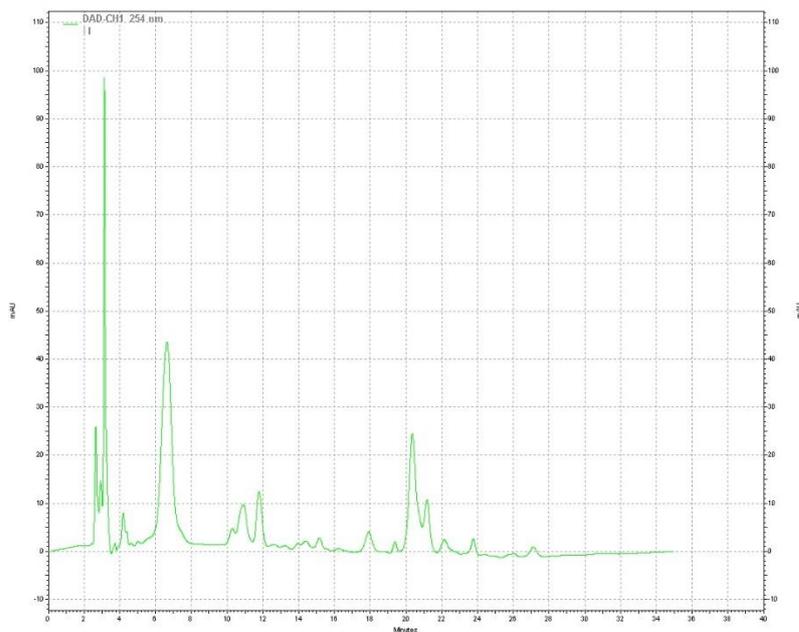


Figura 34. HPLC cromatograma a 254 nm de variedad de “papa nativa” código I

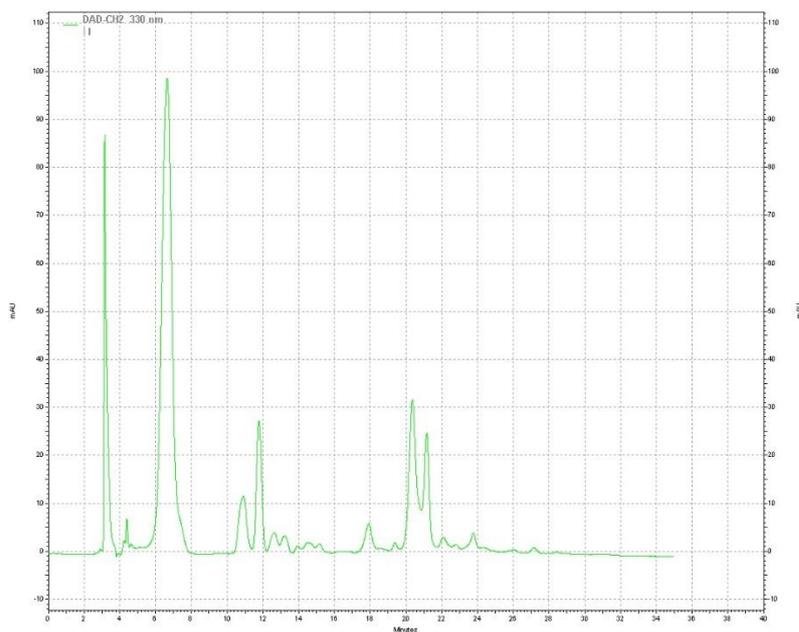


Figura 35. HPLC cromatograma a 330 nm de variedad de “papa nativa” código I

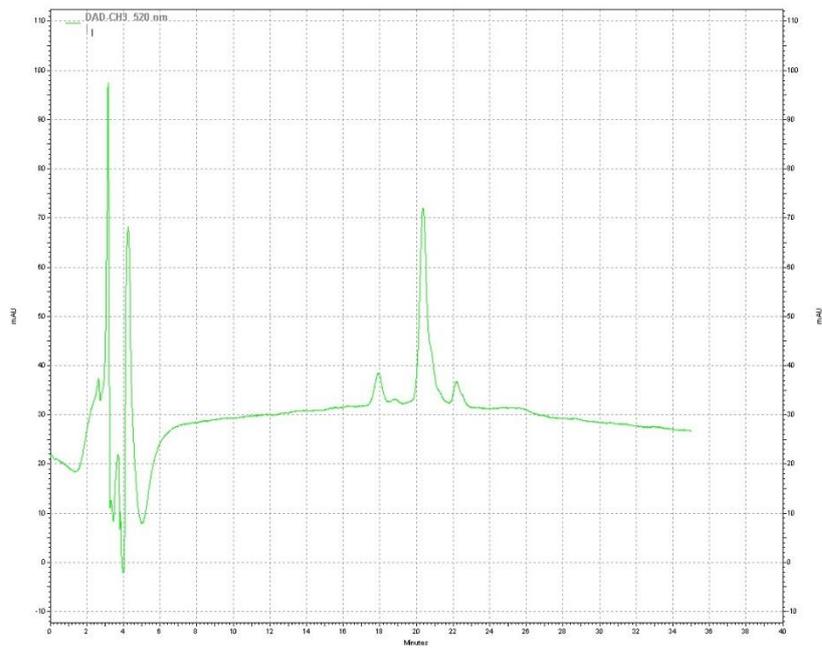


Figura 36. HPLC cromatograma a 520 nm de variedad de “papa nativa” código I

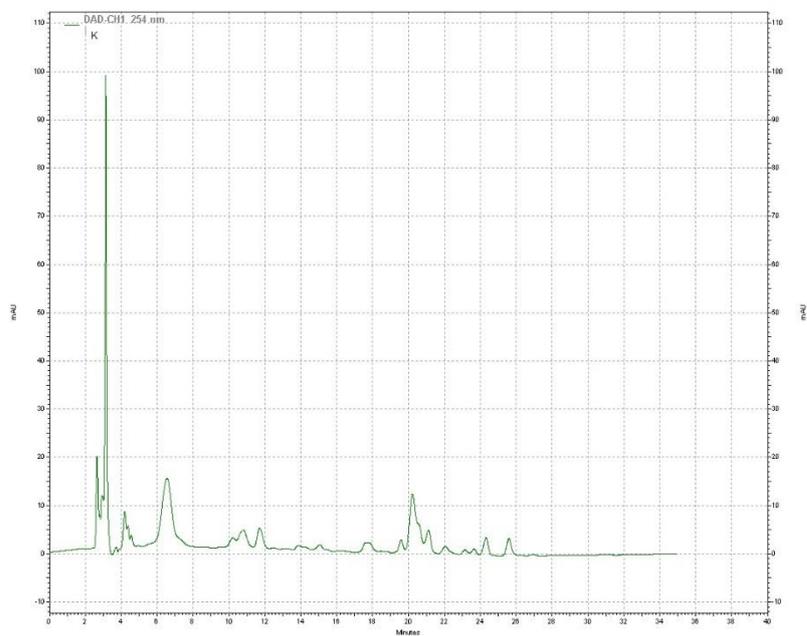


Figura 37. HPLC cromatograma a 254 nm de variedad de “papa nativa” código K

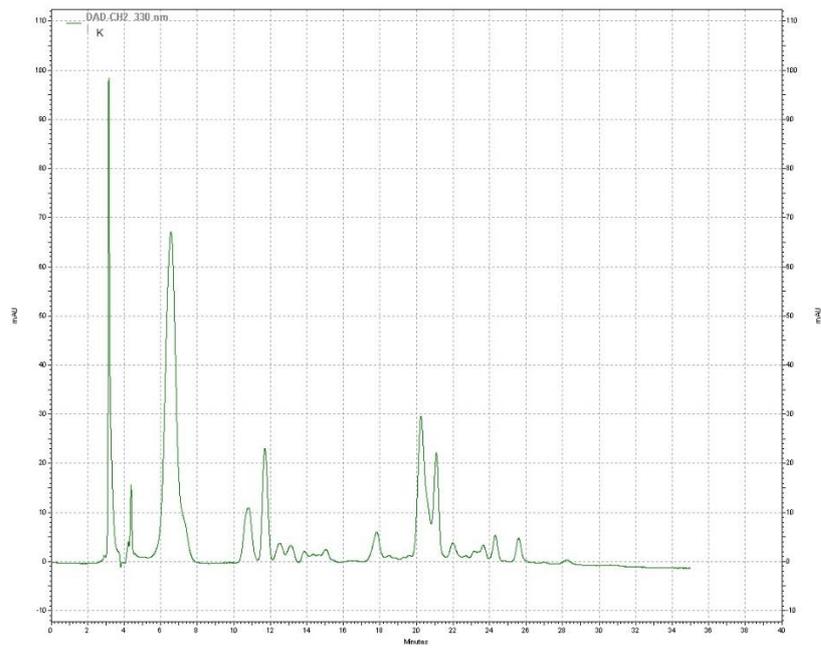


Figura 38. HPLC cromatograma a 330 nm de variedad de “papa nativa” código K

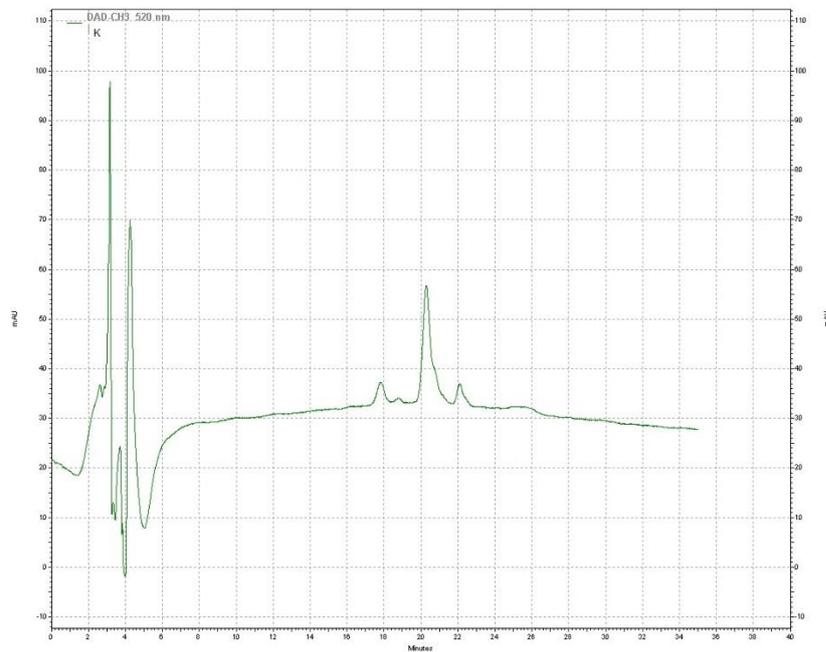


Figura 39. HPLC cromatograma a 520 nm de variedad de “papa nativa” código K

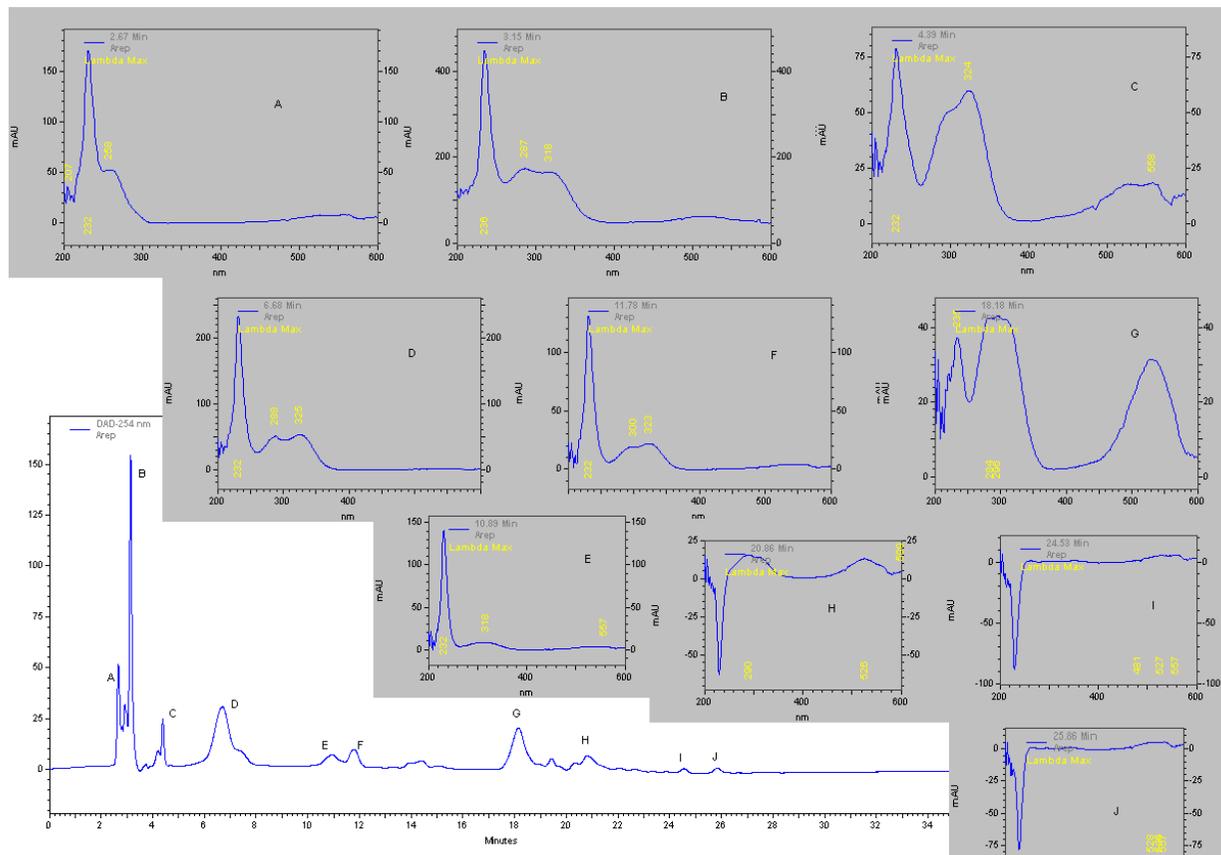


Figura 40. Perfil ultravioleta de variedades de “papa nativa” código A

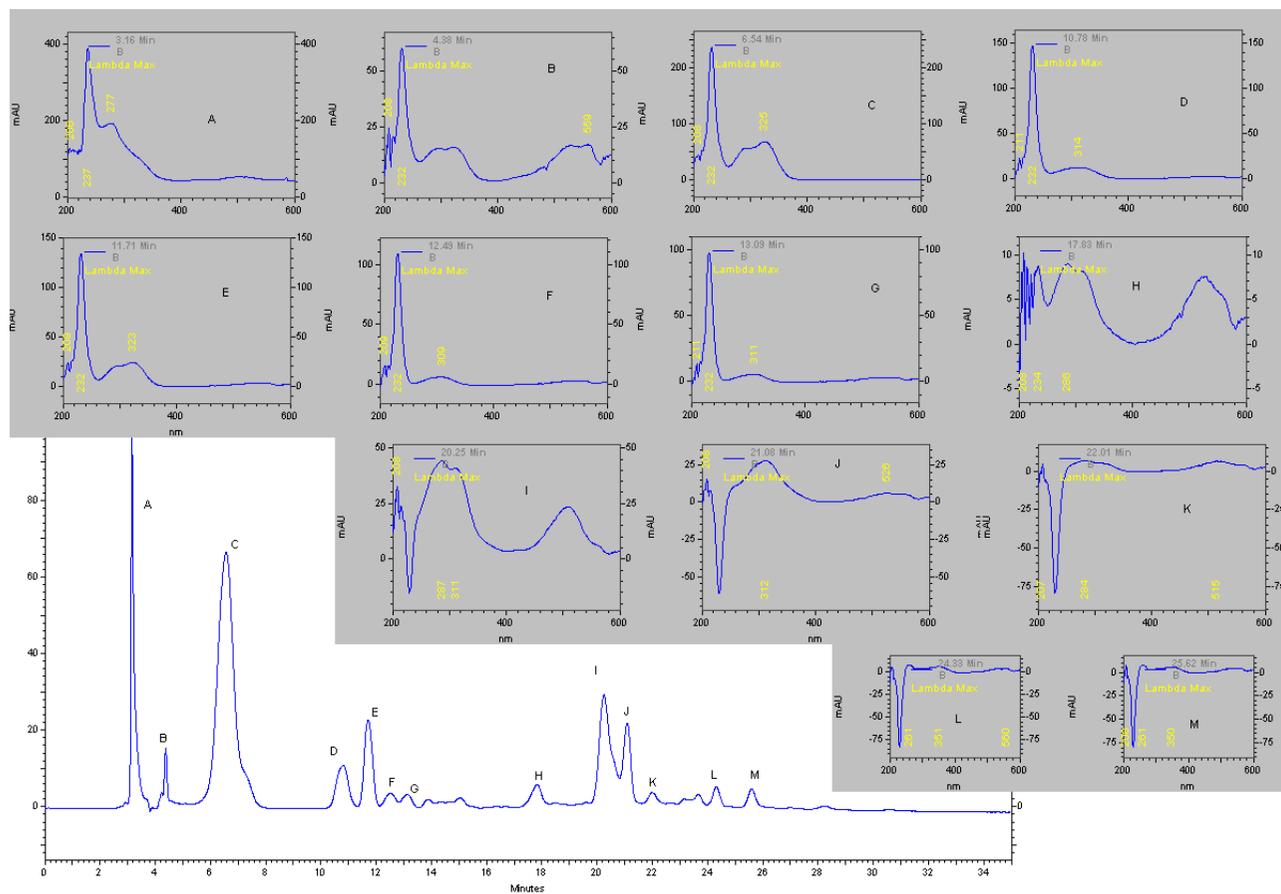


Figura 41. Perfil ultravioleta de variedades de “papa nativa” código B

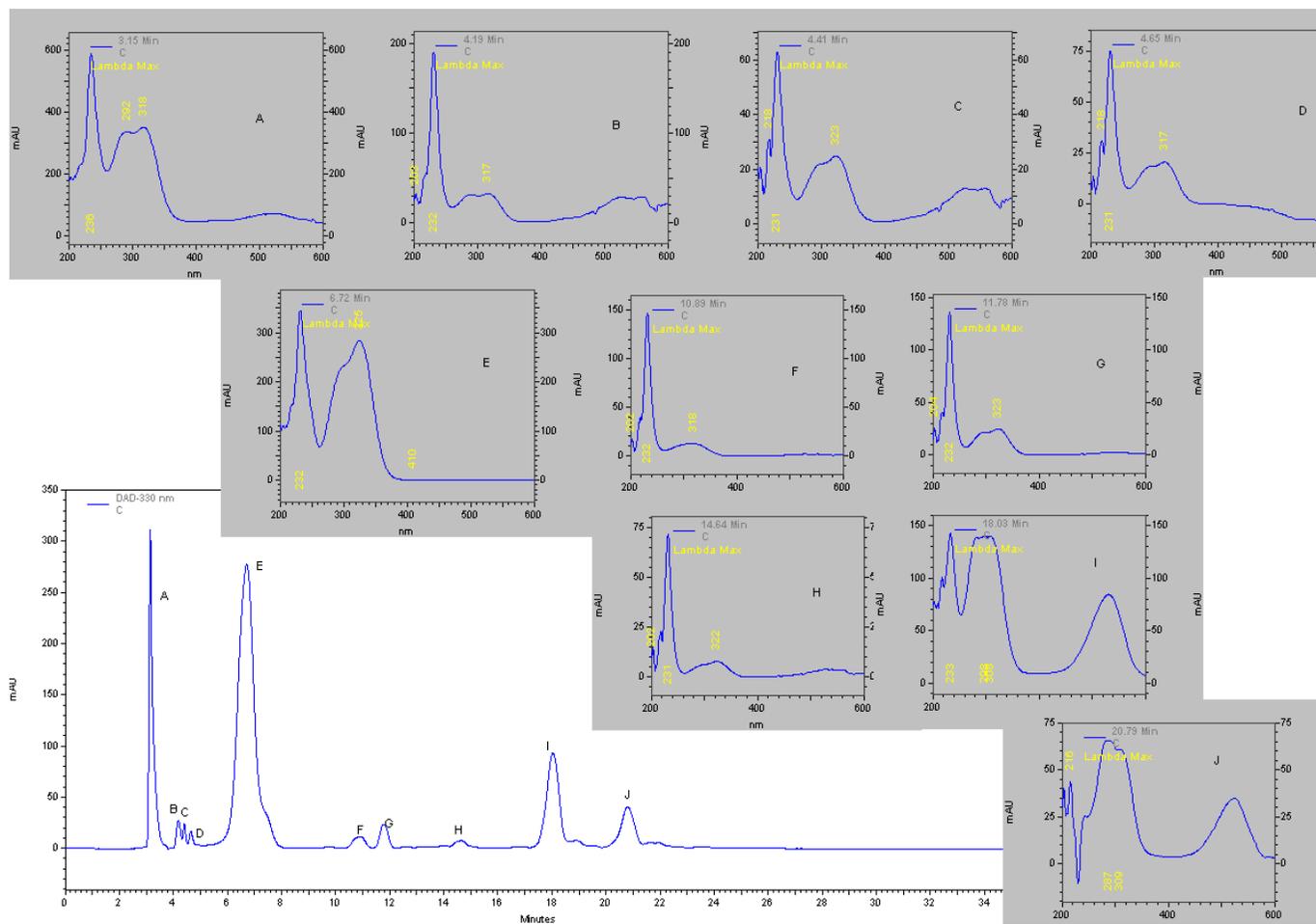


Figura 42. Perfil ultravioleta de variedades de “papa nativa” código C

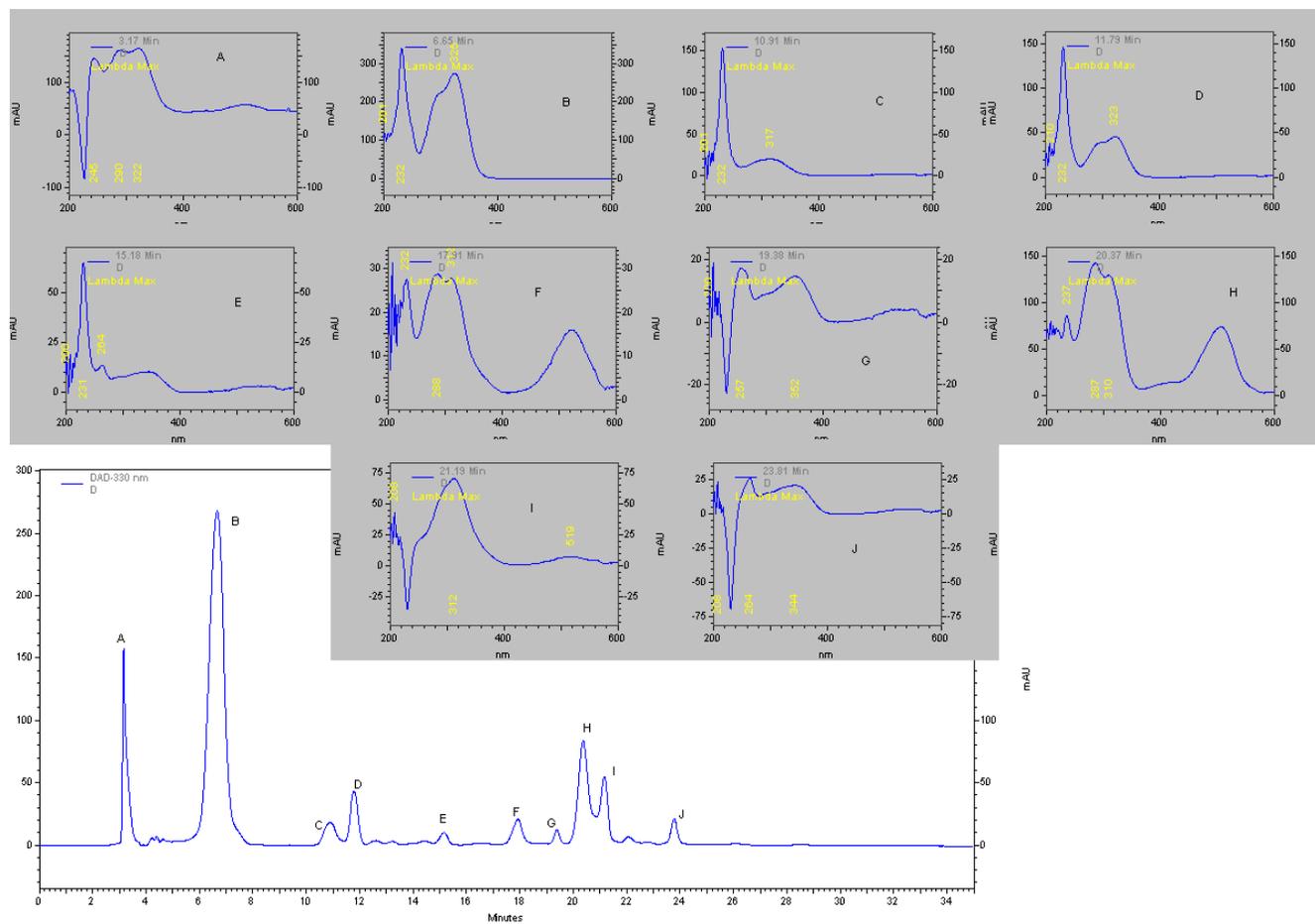
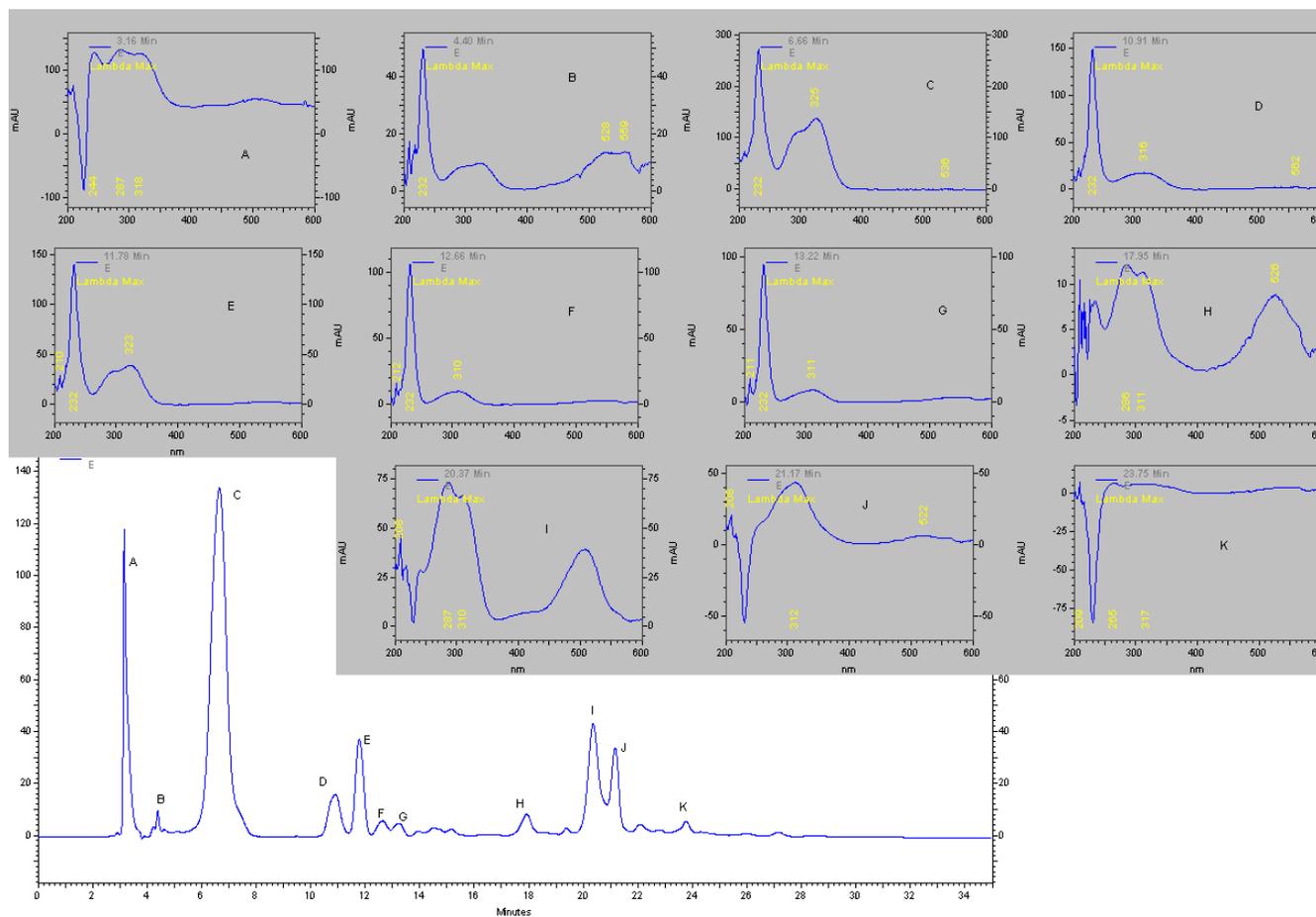


Figura 43. Perfil ultravioleta de variedades de “papa nativa” código D



Figurar 44. Perfil ultravioleta de variedades de “papa nativa” código E

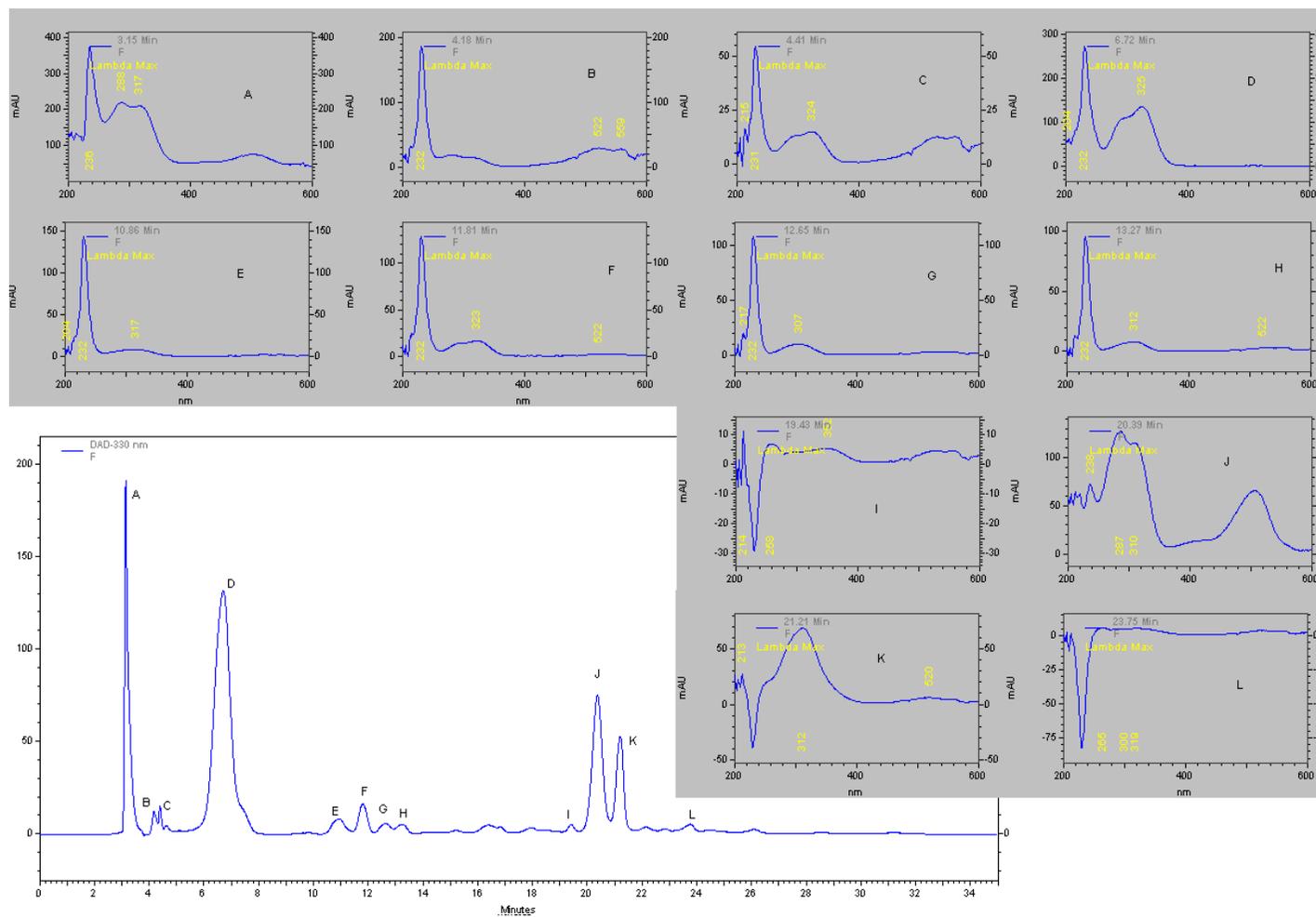


Figura 45. Perfil ultravioleta de variedades de “papa nativa” código F

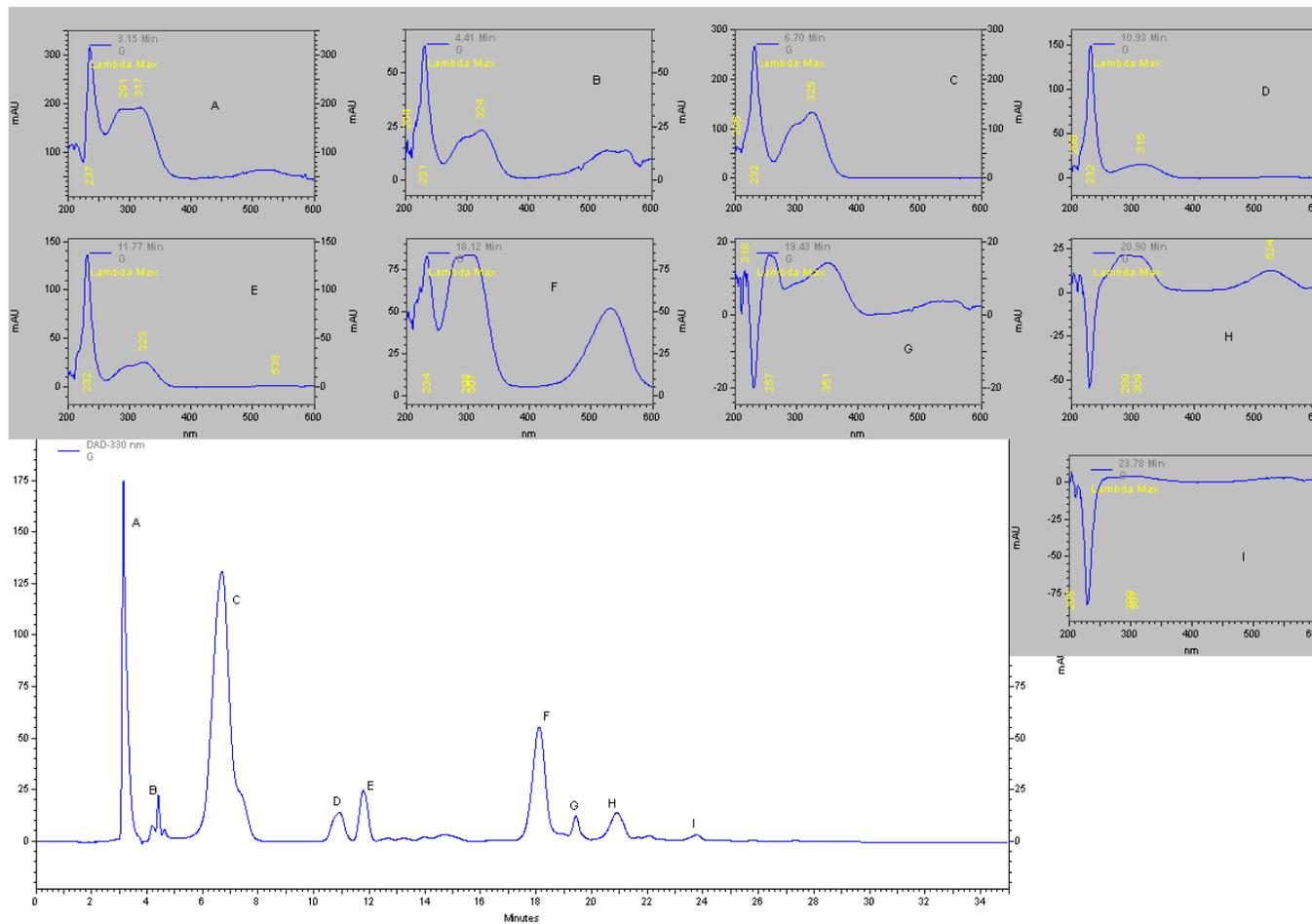


Figura 46. Perfil ultravioleta de variedades de “papa nativa” código G

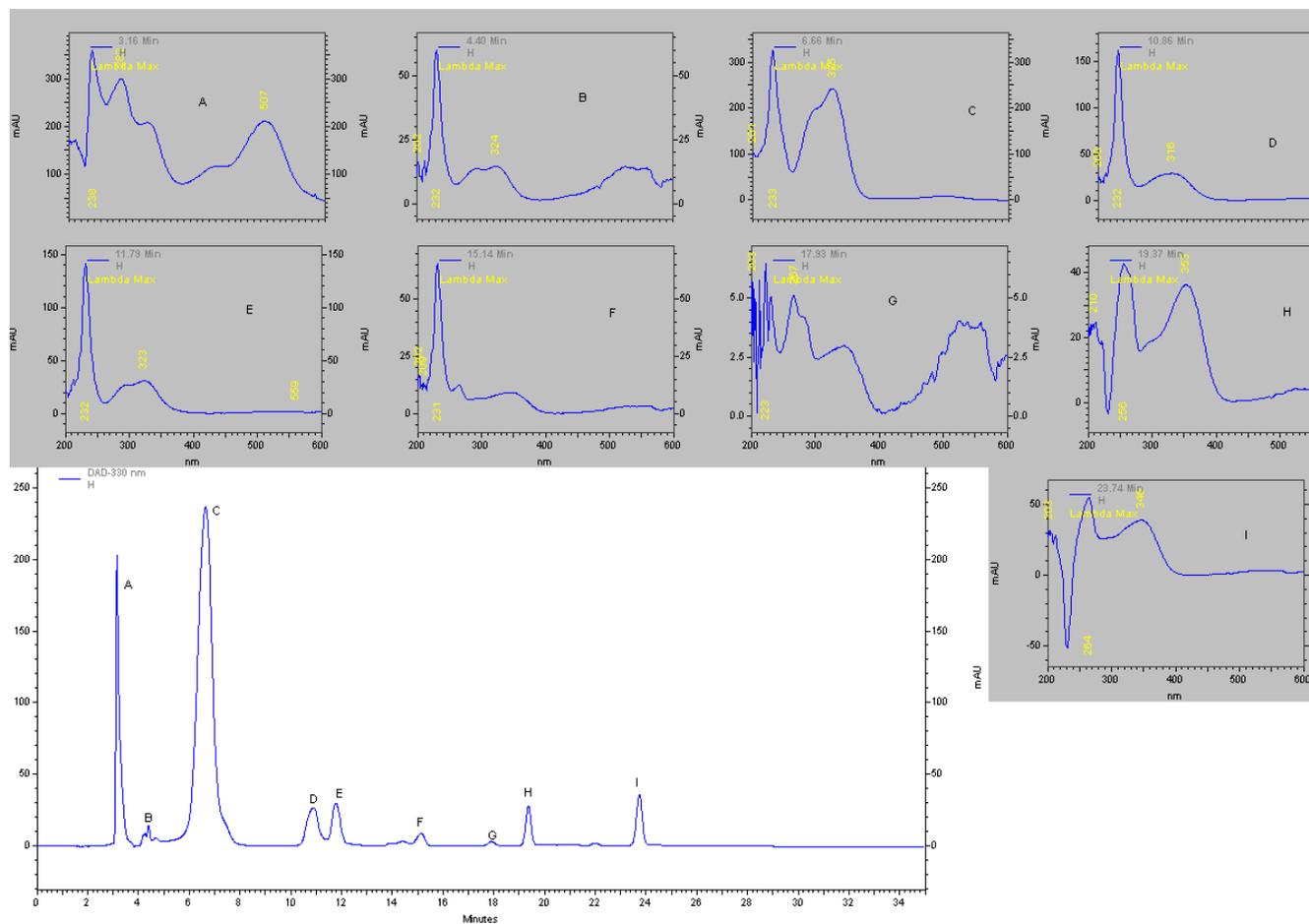


Figura 47. Perfil ultravioleta de variedades de “papa nativa” código H

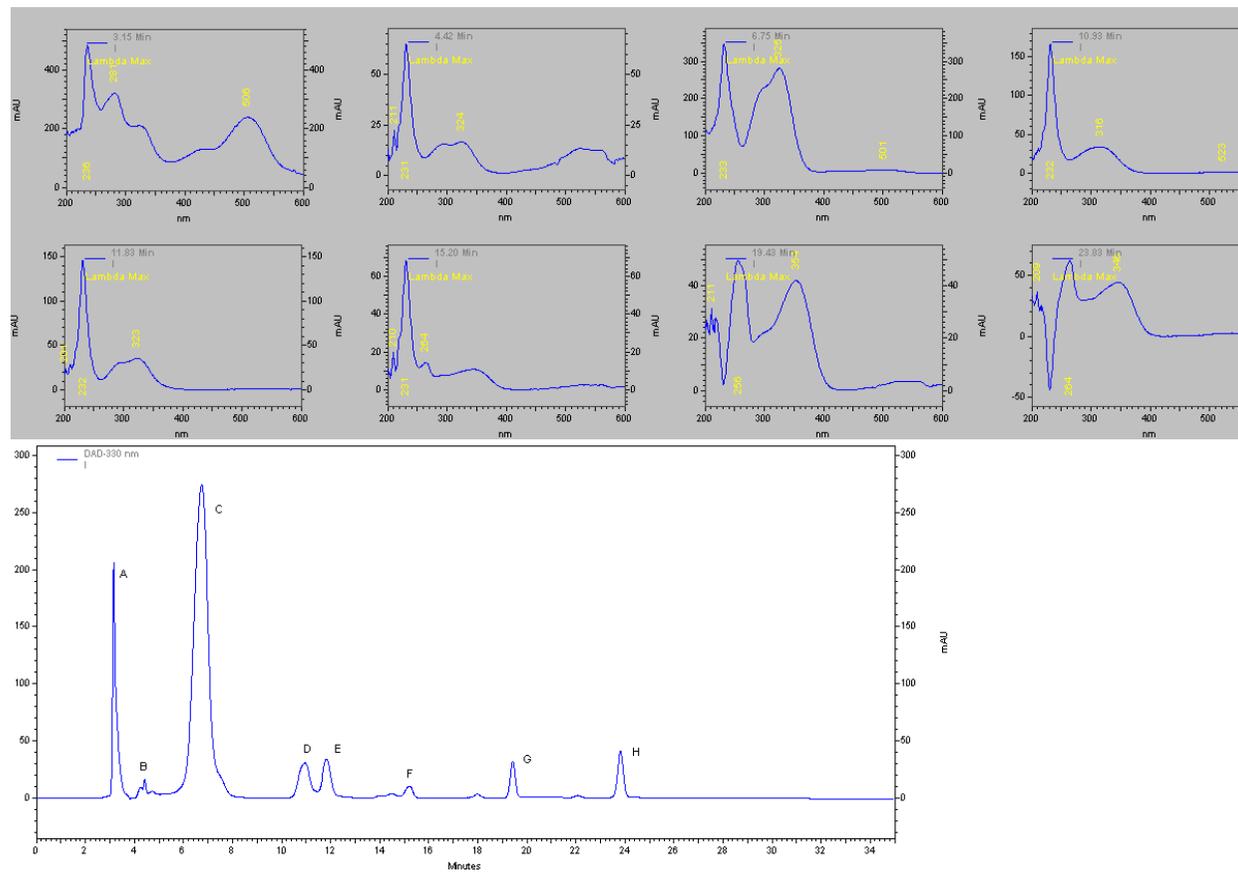


Figura 48. Perfil ultravioleta de variedades de “papa nativa” código I

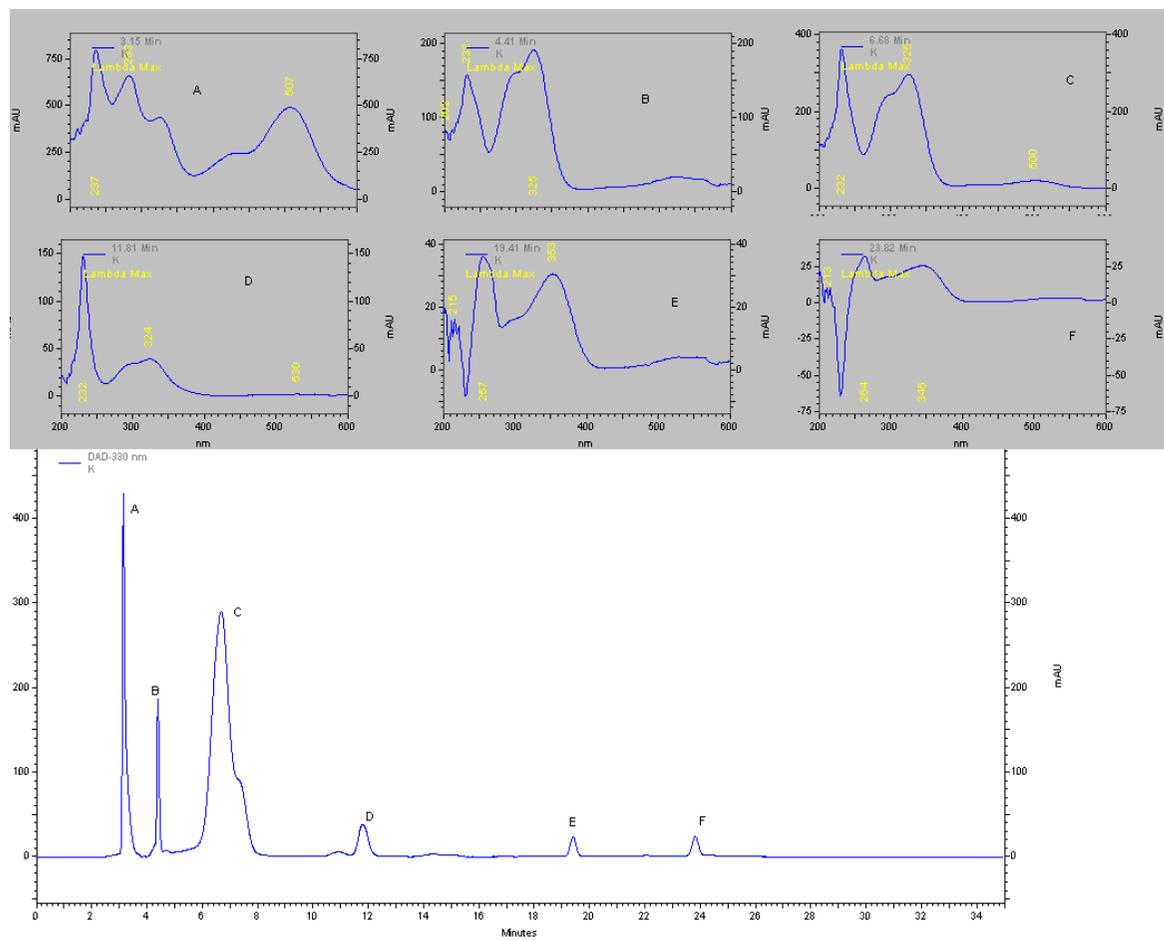


Figura 49. Perfil ultravioleta de variedades de “papa nativa” código K

Tabla 08. Grasas Totales en hojuelas snacks de “papas nativas”

TIPO SNACK	CÓDIGO	GRASAS TOTALES	PORCENTAJE (%)
Azul	1A	8.45g/30g Snack	28.2
Rojo	1B	4.45g/20g Snack	22.3
Amarillo	1C	6.66g/20g Snack	33.3

Fuente: Elaboración propia



Figura 50. Hojuelas snacks de “papas nativas”

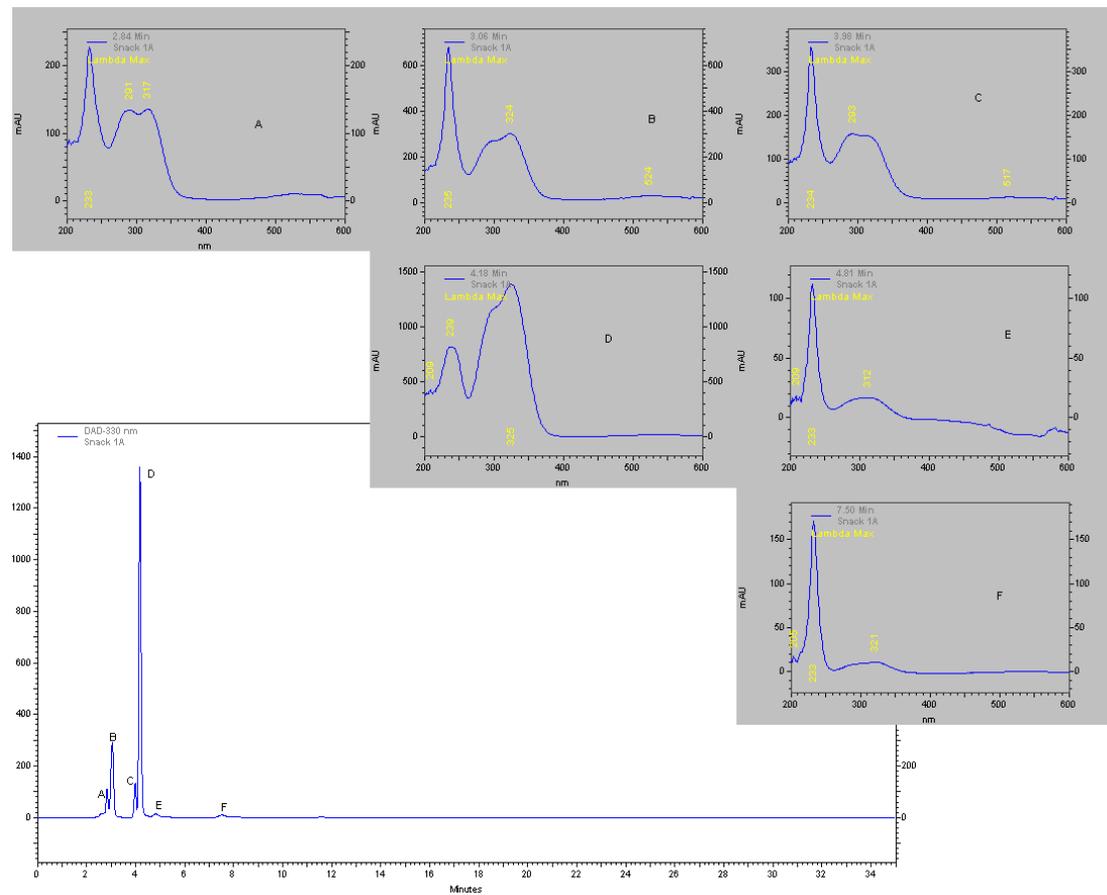


Figura 51. Perfil ultravioleta-visible snacks código 1A

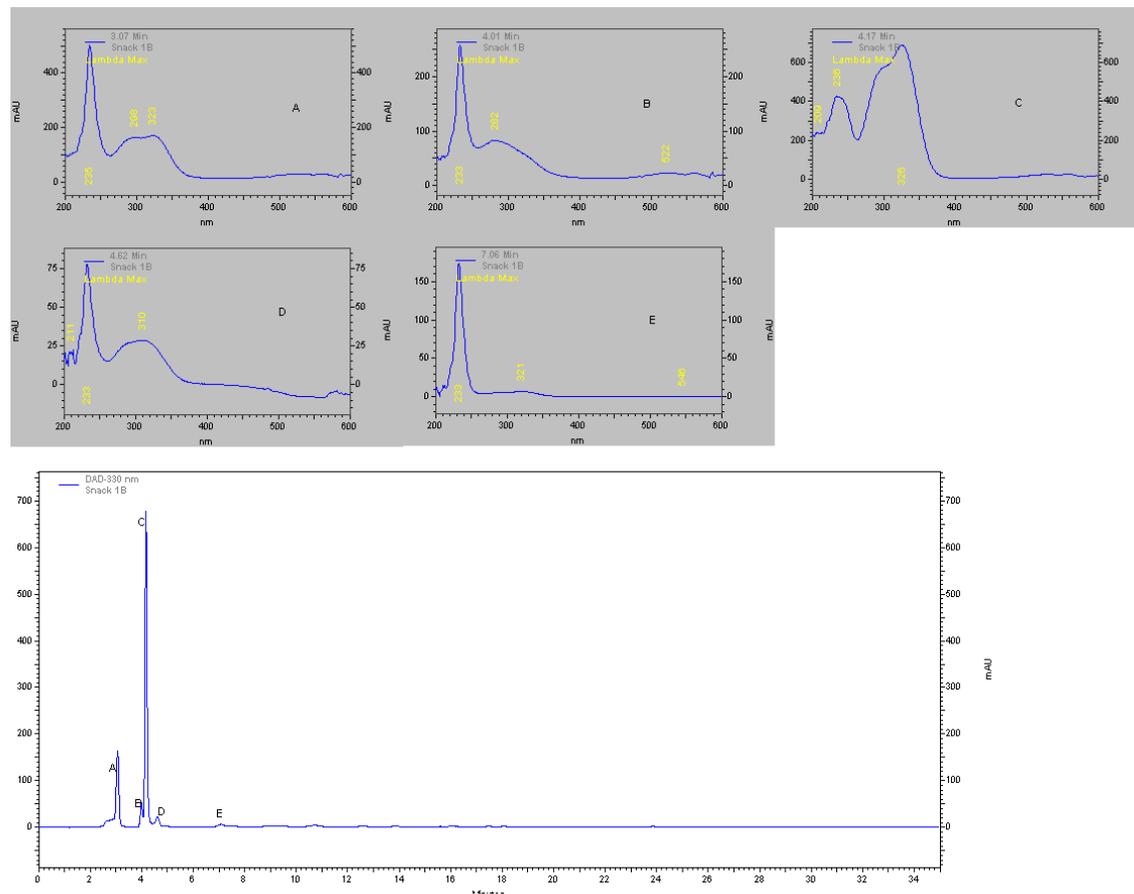


Figura 52. Perfil ultravioleta-visible snacks código 1B

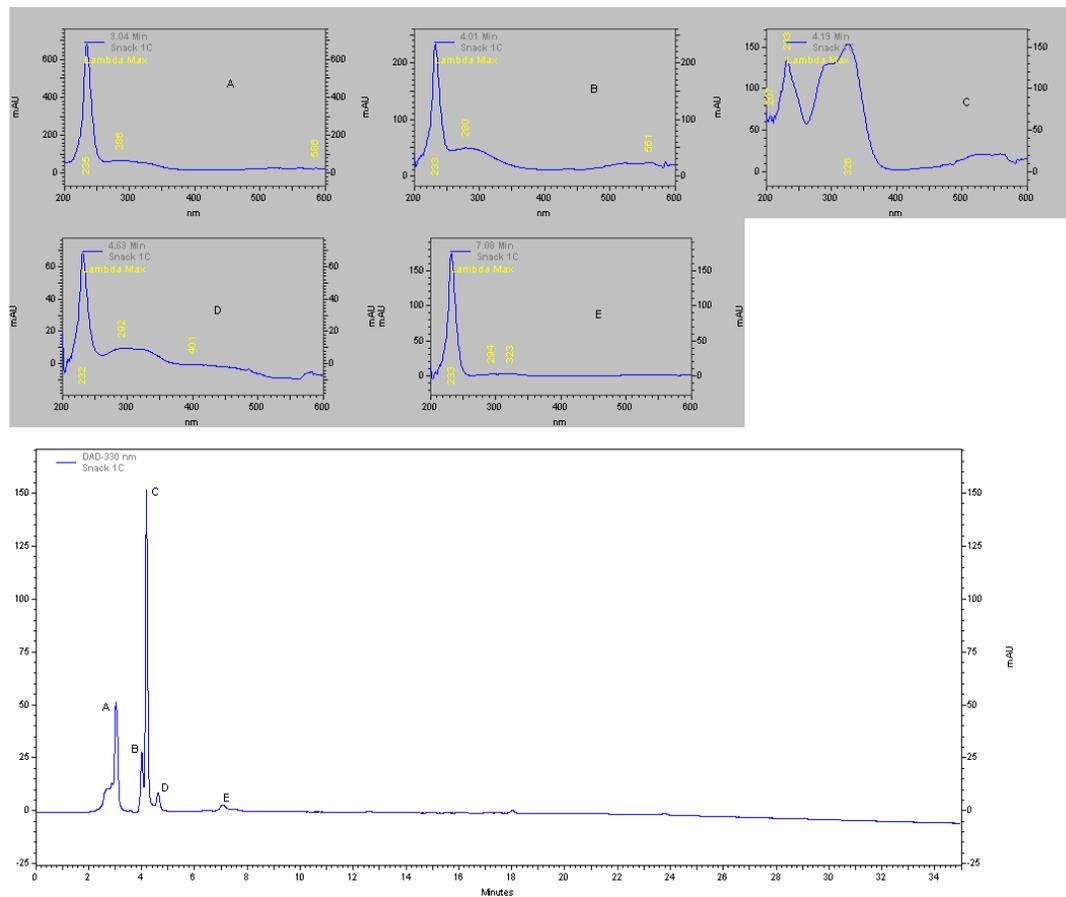


Figura 53. Perfil ultravioleta-visible snacks código 1C

V. DISCUSIÓN

En el presente trabajo se evaluó la actividad antioxidante de biomoléculas en “papas nativas” de productores de la Encañada, Huasmín y Sorochuco y de hojuelas snacks de “papa nativa”.

El estudio consistió en un trabajo de campo en los centros poblados de Coñicorgue: Alto Santa Rosa en Huasmín, Cruz Pampa y Uñigan Lirio en Sorochuco, Yerba Buena Chica y El Valle en la Encañada, para la recolección de muestras de “papa nativa” en sus variedades azul, roja y blanca/ amarilla, que se recolectaron bajo los propios estándares de cosecha de los productores (Anexo 01). Se proporcionaron en total 35 muestras (anexo 3), que incluían tubérculos de pulpa de color y blanca/amarilla, provenientes de cosechas frescas y antiguas (desde 7 días a tres meses de cosecha). Sin embargo, como el estudio buscó evaluar tubérculos con las mismas condiciones en que son entregados al mercado para su comercialización como tubérculo y para el proceso de hojuelas snacks, las muestras seleccionadas fueron solo aquellas con edades de cosecha menores a los 15 días y que se encontraban en cantidad suficiente para el estudio; no todas las variedades se encontraron en cada zona de colecta, debido a que la fecha en que se realizó la actividad de campo (junio - julio) no era época de cultivo; los meses de cosecha son de marzo a abril, siendo importante mencionar también que por no encontrar un mercado para las “papas nativas” de pulpa de color, éstas son aún poco cultivadas. Bajo estas condiciones, de las 35 muestras proporcionadas, sólo se realizó el análisis de 10 de ellas, favoreciéndose la selección para la etapa experimental de la investigación de variedades azul (Santo Domingo, Platanero morado, yuquilla negra), roja (Sangre toro, Beso de novia, Garabacillo, Shigula) y amarilla (Huagalina), procedentes de Coñicorgue: Alto Santa Rosa, Yerba buena chica y el Valle de la

Encañada (ver Tabla 01); y así cumplir con los objetivos del estudio.

La etapa experimental del estudio consistió en la evaluación de la actividad antioxidante de los tubérculos de “papa nativa” seleccionados a través del ensayo de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) y FRAP (Potencia antioxidante reductora férrica).

El ensayo del DPPH se basa en la susceptibilidad de este radical libre para reaccionar con agentes antioxidantes a través de un proceso caracterizado por la cesión de un átomo de hidrógeno por parte del antioxidante, proceso que se da a través de una reacción de pseudo primer orden y puede medirse tras la disminución de la absorbancia en función del tiempo; el DPPH de color púrpura en su estado oxidado vira al color amarillo en su estado reducido, medible a 517 nm, expresándose los resultados como capacidad antioxidante equivalente a Trolox (15) (29).

En este ensayo (tablas 04 y 05) se encontró que las “papas nativas” con mayor capacidad antioxidante son Sangre Toro (F, I) con 106,76 y 104,35 mg ET/g de extracto seco, respectivamente, Santo Domingo (A) con 95,40 mg ET/g, Garabatillo rojo (H) con 95,34 mg ET/g, Yuquilla negra (C) con 81,10 mg ET/g , y Huagalina (K) con 72,55 mg ET/g de extracto seco (Tabla 04); y observándose por cada 100g de papa liofilizada: 226,09 mg ET para Santo Domingo (A), 209,37 mg ET para Garabatillo rojo (H), 131,38 mg ET para Yuquilla negra (C), 130,04 mg ET para Sangre Toro (F), seguido por 99,96 mg ET para Sangre toro (I), 96,19 mg ET para Beso de novia roja (G), 80,90 mg ET para Platanero morado (B) y Huagalina (K) con 70,37 mg ET.

En el ensayo del FRAP se mide la capacidad para reducir el hierro férrico (Fe^{+3}) presente en un complejo con la 2,4,6-tri(2-piridil)-s-triazina (TPTZ) hasta su forma ferrosa (Fe^{+2}), con un máximo de absorbancia a una longitud de onda entre 590 – 595 nm (37). En este caso, los resultados determinaron la mejor capacidad antioxidante para Yuquilla negra (C) con 104,88 mg ET/g de extracto seco, Huagalina (K) con 93,91 mg

ET/g y Garabatlillo rojo (H) con 80,72 mg ET/g de extracto seco, y por cada 100g de fracción liofilizada fue de 177,26 mg ET para Garabatlillo (H), 169,90 mg ET para Yuquilla negra (C), 106,16 mg ET para Santo Domingo (A), 91,16 mg ET para Beso de novia (G) y en el caso de Huagalina (K) fue de 91,09 mg ET (Tablas 07 y 08).

La liofilización es un proceso de deshidratación que consiste en la congelación de la muestra a bajas temperaturas y posterior reducción de la presión circundante para permitir que el agua congelada en la muestra se sublime directamente desde su fase sólida a su fase gaseosa sin pasar por su estado líquido, y así eliminar la totalidad del agua contenida, sin alterar la estructura molecular de la sustancia liofilizada, por lo tanto sin generar cambios en su composición química y organoléptica (53). Esto permite que la muestra se conserve con una mejor calidad, ya que sus componentes oxidables están protegidos, en el caso del estudio permite realizar los ensayos sin deterioro de las muestras de “papa nativa” y confiabilidad de no ocasionar su alteración de su actividad antioxidante. Como se puede observar es notorio la mejor actividad antioxidante en 100g de papa liofilizada.

Por otro lado, en el ensayo del FRAP se observa que las variedades de “papa nativa” A, B, F, G, H, I y K, que presentaron mayor capacidad atrapadora de radicales libres DPPH presentaron menor capacidad antioxidante frente al FRAP, tanto en el extracto seco y en el liofilizado. Al revisar la literatura y los métodos, con el ensayo del DPPH se determina la capacidad antioxidante de polifenoles totales a pH neutro, en cambio en el ensayo del FRAP, debido a que se está haciendo uso de un pH ácido como medio de reacción, la determinación es más específica para aquellos compuestos bioactivos susceptibles a ese medio (3) (32), como son las antocianinas; se ha observado que en medios altamente ácidos se favorece la forma del catión flavilio de las antocianinas, pero el ácido también puede ocasionar hidrólisis parcial de fracciones acil en caso de

antocianinas con ácidos dicarboxílicos, por ello es mejor pH ácidos débiles; además el pH influye significativamente sobre el color de extractos de antocianinas (2). Además, el ensayo del DPPH cuantifica compuestos apolares o lipofílicos como por ejemplo agliconas; en cambio el ensayo del FRAP, cuantifica compuestos hidrofílicos como antocianinas y glicósidos (5). Con ello, se puede atribuir que las muestras C y K, que mostraron mayor capacidad antioxidante en el ensayo del FRAP, deberían probablemente su actividad a la presencia de antocianinas.

Por otro lado, la “papa nativa” yuquilla negra (C) procedente de Yerba buena chica, mostró mayor actividad antioxidante tanto en el DPPH como en el FRAP, lo que indicaría que esta variedad es rica en compuestos no antociánicos, como antociánicos.

Se cuantificaron polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu, encontrándose que todas estas variedades los contienen; sin embargo al hacer la correlación con su actividad antioxidante, se encontró que Yuquilla negra (C) presentó concentraciones de polifenoles totales de 56,66 mg/g ES y 130,66 mg/100g de liofilizado, respectivamente (tablas 02 y 03), siendo la variedad que mostró buena capacidad antioxidante en ambos ensayos (DPPH y FRAP); las variedades Santo Domingo (A), Beso de novia (G) y Garabatillo rojo (H) presentaron mayor concentración de polifenoles totales en 100 mg de liofilizado (124,61; 104,21 y 145,26 mg/100g de papa liofilizada, respectivamente), siendo las variedades que mostraron la mayor capacidad antioxidante en el ensayo DPPH, aunque con ligera disminución en el ensayo del FRAP.

Los compuestos fenólicos como flavonoides y antocianinas que son pigmentos flavonoides, han demostrado poseer capacidad antioxidante por su facilidad para donar hidrógenos, que está ligado a la posición de sus grupos hidroxilos, a su conjugación y a la presencia de electrones donadores en el anillo; por ejemplo en el caso de antocianinas su actividad antioxidante más óptima se relaciona con grupos hidroxilos en posiciones 3

y 4 de anillo B, mientras que en las posiciones 3 del anillo C y 5 del anillo A, junto al carbonilo de la posición 4 son donadores de electrones (28).

El perfil de HPLC, de las muestras se realizó a 254nm, 330nm y 520nm, revelando en las variedades de “papas nativas” analizadas presencia de compuestos fenólicos como flavonoides y antocianinas, los que fueron respaldados con los espectro UV que reveló de 8 a 14 picos mayoritarios, y según los tiempos de retención indican derivados del ácido hidroxibenzoico, flavonoides, y antocianinas. Realizando la correlación de las muestras con mayor actividad antioxidante en el DPPH y FRAP, se observa que la muestra A, F, I revelaron tiempos de retención que indican su riqueza en compuestos antociánicos, lo que corrobora el comportamiento de estas muestras en el ensayo del FRAP, donde muestran actividad antioxidante menor a la que presentaron con el radical DPPH; yuquilla negra (muestra C) presentó tiempos de retención correspondientes a flavonoides, por ello su estabilidad antioxidante tanto en el ensayo del DPPH como en el FRAP. En el caso de la “papa nativa” Huagalina (K) se observó en su perfil por HPLC, tiempos de retención favorables a la presencia de flavonoides como de antocianinas, está variedad presentó actividad antioxidante mayor a los 50mg en el ensayo DPPH (de 72,55 mg ET/g de extracto seco y 70,37 mg ET/100g de liofilizado) que mejoró con FRAP (a 93,91 mg ET/g extracto seco y 91, 09 mg ET/100g papa liofilizada), lo que hace suponer que la actividad antioxidante que mostraron estas variedades no estaría del todo relacionada a la intensidad de su color rojo – azulado.

André et al (2007), reportan las propiedades antioxidantes de 23 papa nativas de los Andes, el estudio realizado a través de HPLC acoplado a un detector de diodos y detector fluorescente mostró la presencia de promotores de salud como carotenoides, luteína y zeaxantina y la presencia de antocianinas, principalmente de petunidina-3-p-coumaroil-rutinosido-5-glucósido en tubérculos de pulpa oscura(6). Otro estudio evaluó

a 20 variedades de papas nativas de los Andes, de 4 diferentes *Solanum* y de diferente color, los resultados revelaron que en la muestras había predominantemente antocianinas como petunidina-3-coumaroilrutinosida-5-glucosida y pelargonidina-3-coumaroilrutinosida-5-glucosida, en los extractos de papa púrpura y roja, respectivamente (23).

Llamó mucho la atención de la “papa nativa” Sangre de toro, que fue la variedad que logró evaluarse de diferentes zonas (Yerba Buena chica, muestra D, Coñicorgue- Alto Santa Rosa, muestra F y El Valle, muestra I), pese a tratarse de la misma variedad, no mostró la misma capacidad antioxidante de radicales libres DPPH, en este caso las papas procedentes de Coñicorgue- Alto Santa Rosa y del Valle mostraron la de mayor actividad (106,64 y 104,35 mg ET/g extracto seco, respectivamente); en el ensayo del FRAP, en cambio la que procedió de Yerba Buena chica mostró mayor actividad (66,58 mg ET/g extracto seco). En la composición química de un producto y por ende en las propiedades que este ofrece, el medio ambiente y su genética juegan un papel preponderante. André C et al, evaluaron 13 genotipos andinos nativos, cultivados en Huancayo y Huancaní, observando en sus resultados que las condiciones ambientales afectaron significativamente el contenido fenólico total en cantidad, pero que el genotipo fue aún más determinante para su capacidad antioxidante, concluyendo que su propiedad antioxidante es resultado de diversas y complejas interacciones de compuestos fenólicos como de moléculas no identificadas, ya sea de manera sinérgica o antagónica, y que su estabilidad para crecer en situaciones agrestes hacen que los cultivos nativos puedan aprovecharse por su valor para mejorar la salud (7). Por otro lado, las respuestas de la papa frente al estrés por sequía puede alterar el contenido de antioxidantes, ya sea con incrementos, disminuciones o permanecer estables, lo cual va depender altamente del cultivar y del tipo de antioxidante presente en su composición,

siendo los tubérculos amarillos poco afectados, pero los de pulpa pigmentada varían su comportamiento según la variedad, los rojos y púrpuras pueden sufrir disminución drástica de antocianinas y otros polifenoles, en cambio los de piel púrpura y amarilla pueden aumentar la concentración de estos fitoconstituyentes; lo cual está relacionado a su expresión génica para establecer sus mecanismos de defensa (8), en este hecho debe tomarse en cuenta también el tiempo de almacenamiento post cosecha (16).

Los resultados de la capacidad antioxidante de las muestras en el ANOVA (Anexo 08 y 10) mostraron valores de $p < 0,05$, lo que sugirió que uno o más tratamientos fueron significativamente diferentes. Esto se corroboró con la prueba Tukey Bonferroni post hoc Tukey HSD con Scheffé, Bonferroni y Holm (Anexos 09 y 11), demostrándose resultados con diferencias muy significativas estadísticamente ($p < 0,01$), con excepción de las muestra A (Santo Domingo) vs la muestra H (Garabatillo rojo) y la muestra D (Sangre toro, Yerba Buena chica) vs G (Beso de novia) que mostraron diferencias estadísticas insignificantes ($p > 0,05$).

Como anteriormente se mencionara, a partir de “papas nativas” de productores de Cajamarca se elaboran hojuelas snack, en sus variedades azul, roja y blanca. Por ello, el estudio también propuso la determinación de la actividad antioxidante de las hojuelas snack de “papa nativa”; para el análisis a las muestras codificadas como 1A (azul), 1B (rojo) y 1C (amarillo), pasaron primero por una etapa de extracción grasas por Soxhlet y bencina, debido a que en sus características organolépticas se observó un exceso de estos compuestos y tenía que garantizarse que no generen interferencia con los respectivos ensayos de actividad antioxidante, además de que las grasas juegan un papel importante en su estabilidad para ser conservadas. Los resultados (Tabla 08) revelaron para la variedad amarilla por cada 20g de snack hay 6,66 g de aceite (33,3% de grasas totales); la variedad roja por cada 20g se encontró 4,45 g de aceite (22,3%); y en el caso

de la variedad azul por cada 30g se obtuvo 8,45g de aceite (28,2% de grasas totales). Se puede observar, porcentajes de grasas totales elevados, que podrían estar disminuyendo la actividad antioxidante de las hojuelas snack en comparación con los tubérculos. Asimismo, los espectros revelaron tiempos de retención que indican la presencia de compuestos fenólicos como flavonoides y de antocianinas, pero con menos riqueza que en el caso del tubérculo, al observarse tiempos de retención pequeños, comparados con los obtenidos en los tubérculos, no se realizaron los ensayos de DPPH y FRAP. Las hojuelas snacks por su preparación con aceite hace que su contenido natural se incremente, y ello influye mucho en su calidad y estabilidad de almacenamiento como consecuencia de la rancidez (producto de la hidrólisis y oxidación) característicos de las grasas (27). Sin embargo, este cambio va a estar relacionado con el tipo de aceite que se utilice en su preparación y las condiciones de almacenamiento. Un estudio que buscó evaluar determinar el contenido de fenoles y antocianinas, la estabilidad oxidativa de lípidos y el color de las hojuelas de snacks de papas de pulpa morada y roja, reportó que los productos tras su preparación, que se realizó en el laboratorio para fines del estudio, mostraron mayor color en el caso de los de pulpa de color, el contenido de fenoles y antocianinas disminuyó durante el almacenamiento, en las hojuelas de pulpa roja en un 29% y en las de pulpa morada en un 6%; pese a ello, luego de 3 meses de almacenamiento aún mostraron actividad antioxidante en comparación con las hojuelas control, los autores concluyen que los fitoconstituyentes de las “papas nativas” tienen efecto beneficioso sobre la inhibición de los cambios oxidativos de la grasa contenida en estas hojuelas (43).

Cerón-Lasso et al (Colombia, 2018), concluyen en su estudio realizado en 21 genotipos nativos de papas criollas de *Solanum tuberosum* (Phureja), que estos no difieren de los cultivados en otras latitudes de Latinoamérica, Europa y Asia; que tienen contenidos

superiores de proteínas, almidón, azúcares y minerales, además de fenoles y ácido ascórbico que se presentaron con valores altos en la cáscara de genotipos de color rojo; los autores encontraron además que los fenoles en las muestras cocidas fueron mayores que en las muestras crudas (245,2 – 524,8 y 161,6 – 442,7 mg de ácido gálico/ 100 g de muestra, respectivamente, determinados por el método de Folin-Ciocalteu, y que la vitamina C disminuyó entre 33,07% a 68,8% luego de la cocción, sin embargo para el caso de este estudio los autores evaluaron papas cuya cocción fue en agua a 90°C por 9 minutos, no utilizaron aceite como sucede en el proceso de las hojuelas snack (18). Lo mismo se ha observado en caso de tubérculos horneados o calentados con microondas, que mediante estos procesos la concentración de ácido ascórbico disminuye (17).

Cabe recalcar que no se pudo hacer un comparativo más específico con los resultados de los tubérculos, puesto que para el proceso de hojuelas snack no se utiliza una sola variedad de papa, sino de varias de ellas según la disponibilidad en el cultivo de estos, clasificándolos sólo según el color de la pulpa; así también la poca cantidad de muestras de variedades de acuerdo a la zona de colecta, no permitió establecer un comparativo con respecto a su respuesta antioxidante.

Los resultados encontrados en este estudio han permitido dar un valor agregado a las “papas nativas” que cultivan los productores de Cajamarca, ofreciéndose productos al mercado no sólo con una riqueza energética, sino productos con calidad nutracéutica; además, permite conocer cuánto estos productos se ven afectados por los procesos llevados a cabo para su transformación en hojuelas snacks, lo que ayudaría a establecer medidas que mejoren su calidad, con ello desarrollar capacidades empresariales de sectores con potencial competitivo y de mercado, tenemos en Cajamarca un producto ancestral, la “papa nativa” con riqueza en variedades y rica en fitoconstituyentes de importancia para la salud, que debemos revalorar.

VI. CONCLUSIONES

- Se cuantificaron las biomoléculas con actividad antioxidante en 10 variedades de “papa nativa”, considerándose variedades azul (Santo Domingo, Platanero morado, yuquilla negra), roja (Sangre toro, Beso de novia, Garabatlillo, Shigula) y amarilla (Huagalina), procedentes de Coñicorgue: Alto Santa Rosa, Yerba buena chica y el Valle de la Encañada.
- El análisis de HPLC mostró en las variedades de tubérculos de “papa nativa” estudiadas la presencia de flavonoides, antocianinas y derivados del ácido hidroxibenzoico como biomoléculas con actividad antioxidante, siendo la variedad Yuquilla negra quien contendría mayor riqueza. Asimismo, se realizó el análisis de espectros UV, cuyos tiempos de retención indicaron también la presencia de los mencionados compuestos fenólicos. En las hojuelas snacks, la presencia de estos compuestos fueron menores comparados a los tubérculos.
- En el ensayo del DPPH, se encontró con mayor capacidad antioxidante a las variedades azul (Santo Domingo, Platanero morado yuquilla negra), roja (Sangre toro, Beso de novia, Garabatlillo, Shigulla) y blanca (Huagalina), las “papas nativas” con mayor capacidad antioxidante fueron Sangre Toro con 106,76 y 104,34 mg ET/g de extracto seco, Santo Domingo con 95,39 mg ET/g, Garabatlillo rojo con 95,34 mg ET/g, Yuquilla negra con 81,10 mg ET/g , y Huagalina con 72,54 mg ET/g de

extracto seco en el ensayo del DPPH. En el ensayo del FRAP se obtuvo la mejor capacidad antioxidante para Yuquilla negra con 104,88 mg ET/g de extracto seco, Huagalina con 93,91 mg ET/g y Garabatlillo rojo con 80,72 mg ET/g de extracto seco, resultados que además mostraron significancia estadística ($p < 0,05$). En el caso de las hojuelas (“snacks”) de “papa nativa” de las Asociaciones de Productores Agropecuarios Los Emprendedores de Yerba Buena Chica y Los Andes de Coñicorgue, no se realizó los ensayos por observar en el espectro UV una menor proporción de biomoléculas antioxidantes.

- El método de Folin-Ciocalteu mostró como variedades con mayor concentración de polifenoles totales a Yuquilla negra con 80,65 mg/g ES y 130,66 mg/100g de liofilizado, respectivamente, siendo además esta variedad la que tuvo buena capacidad antioxidante tanto en el ensayo del DPPH como del FRAP). Por las mismas razones que para DPPH y FRAP, tampoco se realizó con las hojuelas (“snacks”).
- El porcentaje de grasas totales presentes en las hojuelas (“nacks”) de “papa nativa” de las Asociaciones de Productores Agropecuarios Los Emprendedores de Yerba Buena Chica y Los Andes, fueron: para la variedad amarilla por cada 20g de snack hay 6,66 g de aceite (33,3% de grasas totales); en la variedad roja por cada 20g se encontró 4,45 g de aceite (22,3%); y en el caso de la variedad azul por cada 30g se obtuvo 8,45g de aceite (28,2% de grasas totales).

VII. RECOMENDACIONES

- La riqueza en de variedades de “papa nativa” cultivadas en la región Cajamarca es rica, por ello se recomienda hacer estudios en las demás variedades que el presente estudio no logró hacer.
- La riqueza de constituyentes de una planta está muy afectada a las condiciones ambientales en las que crece, por ello sería importante continuar con estudios de la actividad antioxidante y su cuantificación de biomoléculas que permitan hacer un comparativo de las mismas variedades, pero de diferente procedencia.
- Una limitante del estudio fue realizar una comparación de la actividad antioxidante de los tubérculos con la de las hojuelas –“snacks”-; la razón radicó en el hecho de que en la producción de dichas hojuelas no utilizan una determinada variedad, sino se emplean mezcla de variedades según la disponibilidad que exista. El establecer procesos con variedades específicas ayudaría a poder determinar cómo los tratamientos de transformación afectan o no su capacidad antioxidante y poder comprobar el valor agregado de las hojuelas (“snacks”).
- Es importante realizar investigaciones en productos de la región y del país, que permitan difundir conocimiento y desarrollar estrategias que posicionen productos

competitivos en el mercado a través de un valor agregado y con ello un desarrollo de la comunidad.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADERS Perú. Plan de negocio para la venta y producción de hojuelas de papa nativa. Lima, Perú: ADERS Perú
2. Aguilera M, Reza MC, Chew RG, Meza JA. Propiedades funcionales de las antocianinas. *Revista Biotecnia*. 2011; XIII (2): 16 – 22.
3. Alam N, Jahan Bristi N, Rafiqzaman. Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. *Saudi Pharmaceutical Journal*. 2013; 21: 143–152.
4. Alarcón-Aguilar B, Zavala-Urtecho E, Suárez-Rebaza L, Ganoza-Yupanqui M, Fernández-Sosaya J. Polifenoles, capacidad antioxidante y factor de protección solar de *Borago officinalis* L. “borraja” dispensada en las farmacias naturales de EsSalud. *Revista Peruana de Medicina Integrativa*. 2018; 3(3): 138-43.
5. Albarrán G, Mendoza E, Beltrán JM. Influence of concentration on the radiolytic decomposition of thiamine, riboflavin, and pyridoxine in aqueous solution. *Rev. Colomb. Quim*. 2014; 43 (3): 41-48.
6. André CM, Oufir M, Guignard C, Hoffmann L, Hausman JF, Evers D, Larondelle Y. Antioxidant profiling of native Andean potato tubers (*Solanum tuberosum* L.) reveals cultivars with high levels of beta-carotene, alpha-tocopherol, chlorogenic acid, and petanin. *J. Agric. Food Chem.* [En línea] 2007; 55 (26): 10839–10849. [Accesado el 22 de Mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18044831>

7. André CM, Oufir M, Hoffmann L, Hausman JF, Rogez H, Larondelle Y, Evers D. Influence of environment and genotype on polyphenol compounds and in vitro antioxidant capacity of native Andean potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*. 2009; 22, 517-524.
8. André CM, Schafleitner R, Guinard C, Oufir M, Alvarado C, Nomberto G, Hoffmann L, Hausman JF, Evers D, Larondelle Y. Modification of the Health-Promoting Value of Potato Tubers Field Grown under Drought Stress: Emphasis on Dietary Antioxidant and Glycoalkaloid Contents in Five Native Andean Cultivars (*Solanum tuberosum* L.). *J. Agric. Food Chem*. 2009; 57: 599–609.
9. Asociación Los Andes Cajamarca. La papa cajamarquina tiene futuro. [En línea]. Cajamarca: losandes.org.pe; 2016. [Accesado 06 de May 2017]. Disponible en: <http://www.losandes.org.pe/noticias-alac/1000-la-papa-cajamarquina-tiene-futuro>
10. Ávalos A, Pérez-Urria E. Metabolismo secundario de plantas. *Reduca (Biología)*. Serie Fisiología Vegetal. 2009; 2(3): 119-145.
11. Azcón J, Talón M. *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Buenos Aires, Argentina: McGraw Hill S.A. Interamericana. 2000; pp. 851.
12. Becker J, Vela N. *Valor Nutricional de papas nativas*. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa – CIP. 2012.
13. Benzie IFF, Strain JJ. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. *Anal Biochem*. 1996; 239: 70 – 6.
14. Bianeth C, Restrepo LP. Compuestos fenólicos y carotenoides en la papa: Revisión. *Actualización en Nutrición*. 2013; 14 (1): 25 – 32
15. Brand-Williams W, Cuvelier M, Berset, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol*. 1995; 28: 25-30.
16. Burgos G, Munoa L, Sosa P, Felde T, Bonierbale M, Díaz C. Bioaccesibilidad de

- carotenoides y antocianinas en papas cocidas. En: Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa (ALAP). Papa, Alimento Ayer, Hoy y Siempre. Bogotá – Colombia. 28 de septiembre – 02 octubre del 2014. Colombia – Bogotá. Memoria 26. 2014. Pp. 68 – 69. [Accesado 12 de Marz 2015]. Disponible en: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/66509>
17. Burgos G, Auqui Amoros W, Salas E, Bonierbale M. Ascorbic acid concentration of native Andean potato varieties as affected by environment, cooking and storage. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2009; 22: 533–538.
 18. Cerón-Lasso M, Alzate-Arbeláez A, Rojano B. Composición Físicoquímica y Propiedades Antioxidantes de Genotipos Nativos de Papa Criolla (*Solanum tuberosum* Grupo Phureja). *Información Tecnológica*. 2018; 29(3): 205-216.
 19. Chávez P. La papa tesoro de los andes. Lima: CIP. pp. 1-25
 20. CIP. Papa. [En línea]. Lima, Perú: CIP [Accesado 12 de mayo 2019] Disponible en: <https://cipotato.org/es/potato/>
 21. Egúsqüiza R. Ficha técnica del Cultivo de la Papa nativa. Asociación Los Andes Cajamarca – ALAC.
 22. Fuenzalida NC. Determinación de la cantidad de fenoles totales y la actividad antioxidante en papas nativas pigmentadas. (Tesis de Licenciatura). Valdivia-Chile: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía; 2008.
 23. Giusti M, Polit M, Ayvaz H, Tay D, Manrique I. (2014). Characterization and Quantitation of Anthocyanins and Other. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2014; 62: 4408-4416.
 24. GLOBOCAN. Internacional Agency for Research on Cancer Lyon, France: 2019. [Accesado el 12 de febrero del 2019]. Disponible en:

<https://gco.iarc.fr/>.

25. Gutiérrez R, Reyes C, Martínez J, López J, Lazalde B. Estrés oxidativo promotor de enfermedades. *Ibn Sina Revista electrónica semestral en Ciencias de la Salud*. [En línea] 2018; 9 (1): 1-9. [Accesado el 12 de febrero del 2019]. Disponible en: <http://revistas.uaz.edu.mx/index.php/ibnsina/article/view/91>
26. Hamouz1 K, Lachman J, Pazderů K, Tomášek J, Hejtmánková K, Pivec V. Differences in anthocyanin content and antioxidant activity of potato tubers with different flesh color. *Plant Soil Environ*. [Artículo virtual]. 2011; 57 (10): 478 – 85. [Accesado 22 de Nov 2015]. Disponible en: <http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/48446.pdf>.
27. Kita A, Lisinska G, Tajner-Czopek A, Peksa A, Rytel E. The properties of potato snack influence by the frying medium. En N. Yee, & W. Bussel, *Potato IV*. Food 3. 2009; pp. 93-98
28. Kukoski MA, García-Parrilla C, Troncoso A, Fett R. Actividad antioxidante de pigmentos antociánicos. *Ciênc. Tecnol. Aliment*. 2004; 24(4): 691-693
29. Kuskoski M, Asuero AG, Troncoso AM, Mancini-Filho J, Fett R. Aplicación de Diversos Métodos Químicos para Determinar Actividad Antioxidante en Pulpa de Frutos. *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas*. 2005; 25(4): 726-732.
30. Lemos M, Aliyu M, Kynoch G, Liyu José, Hungerford H. Efecto de la cocina en los niveles de compuestos bioactivos en Patata Majestad púrpura. *InsideFood Simposio*. [Revista en internet]. 2013; 9 (12): 1 - 6 [Accesado 02 mar 2016]. Disponible en: https://translate.google.com.pe/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.insidefood.eu/INSIDEFOOD_WEB/UK/WORD/proceedings/108P.pdf&prev=search
31. León RML, Cedeño MR, Rivero MRJ, Rivero MJ, García PDL, Bordón GL. La teoría del estrés oxidativo como causa directa del envejecimiento celular.

Medisur 2018; 16 (5): 699-710

32. Londoño J. Antioxidantes: Importancia biológica y métodos para medir su actividad. Capítulo 9. Parte III. 2012. Pp. 154, 156
33. Mareček V, Mikyška A, Hampel D, Čejka P, Neuwirthová J, Malachová A, Cerkal R. ABTS and DPPH methods as a tool for studying antioxidant capacity of spring barley and malt. *Journal of Cereal Science*. 2017; 73: 40-45.
34. Martínez CA. Identificación de flavonoides con actividad antioxidante presentes en *Alchornea coelophylla* (euphorbiaceae). [Tesis de Grado]. Universidad Tecnológica de Pereira Facultad de Tecnología Escuela de Química. 2014.
35. Martínez-Navarrete N, Camacho MD, Martínez J. (2008). Los compuestos bioactivos de las frutas y sus efectos en la salud. *Actividad Dietética*. 2008; 12(2): 64-68.
36. Mejía-Arredondo A, Romo MC, Bueno-Marín J. Análisis bioinformático del Estrés Oxidativo: Genes implicados en su alteración en la expresión proteica. Significado, variación y enfermedades asociadas. *Revista Salutem Scientia Spiritus*. [En línea] 2018; 4 (2): 23-30 [Accesado el 14 de mayo del 2019]. Disponible en: <https://revistas.javerianacali.edu.co/index.php/salutemscientiaspiritus/article/view/2025/pdf>
37. Mesa-Vanegas AM, Zapata-Uribe S, Arana LM, Zapata IC, Monsalve Z, Benjamín R. Actividad antioxidante de extractos de diferente polaridad de *Ageratum conyzoides* L. *Blacpma*. 2015; 14(1): 1-10.
38. Ministerio de Agricultura y Riego. Papa: Ficha técnica 2015. Lima: Ministerio de Agricultura y Riego – MINAGRI. 2015. Pp. 1 – 9.
39. Moo V, Moo M, Estrada I, Estrada R, Cuevas L, Ortiz E, Vargas M, Betancur D, Sauri E. Antioxidant compounds, antioxidant activity and phenolic content in peel from three tropical fruits from Yucatan, Mexico. *Food Chemistry*. 2015; 166: 17 –

- 22.
40. Moreno E, Ortiz B, Restrepo L. Contenido total de fenoles y actividad antioxidante de pulpa de seis frutas tropicales. *Rev. Colomb. Quim.* 2014; 43(3): 41-48.
41. Muñoz M. Composición y aportes nutricionales de la papa. *Revista Agrícola-INIA.* 2014: 36-37
42. Natividad AD, Rojas RM. Determinación de antocianinas en ocho variedades de papas nativas pigmentadas (*Solanum tuberosum* L) de la Región Huánuco. *Revista Investigación Valdizana UNHEVAL.* 2012: 6 (1): 5 – 8
43. Nemš A, Peřsa A Polyphenols of coloured-flesh potatoes as native antioxidants in stored fried snacks. *Food Science and Technology.* 2018: 1-25
44. Organización Mundial de la Salud. Cáncer [En línea]. Ginebra: OMS.com; [Accesado el 12 de septiembre 2018]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cancer>
45. Organización Mundial de la Salud. Diabetes [En línea]. Ginebra: OMS.com; [Accesado el 30 de octubre 2018]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
46. Organización Mundial de la Salud. Infografía de la diabetes [En línea]. Ginebra: OMS.com; [Accesado el 30 de octubre 2018]. Disponible en: https://www.who.int/diabetes/diabetes_infographics_facts_es.pdf?ua=1
47. Organización Mundial de la Salud. Demencia [En línea]. Ginebra: OMS.com; [Accesado el 14 de mayo del 2019]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/dementia>
48. Organización Mundial de la Salud. Demencia [En línea]. Ginebra: OMS.com; [Accesado el 14 de mayo del 2019. Disponible en: <https://www.who.int/es>
49. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *Solanum*

- tuberosum* [Libro en línea]. La Papa. Vol. 01. Roma, Italia; 2008. Pp. 36. [Accesado el 06 mar 2016] Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0500s/i0500s02.pdf>.
50. Programa Regional BioAndes. Variedades de papas nativas y conocimientos campesinos. Microcuenca Shitamalca, San Marcos, Cajamarca. Consorcio. AGRUCO Bolivia. ETC Andes Perú. ECOCIENCIA Ecuador. Pp. 3-5
51. Quiñonez M, Miguel M y Aleixandre. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutr Hosp.* 2012; 27 (1): 76 – 89.
52. Quispe C, Petroll K, Theoduloz C, Schmeda-Hirschmann G. Antioxidant effect and characterization of South American Prosopis pods syrup. *Food Research International.* 2014; 56: 174–181.
53. Ramirez J. Liofilización de alimentos. Cali, Colombia: ReCiTeIA. 2006
54. Reyes L, Miller J, Cisneros-Zevallos L. Capacidad antioxidante, antocianinas y fenoles totales en pulpa de genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) violeta y roja. *Amer Jof Potato Res.* 20015; 82: 271-277.
55. Reyes M, Gómez-Sánchez I, Espinoza C, Bravo F, Ganoza L. Tabla Peruana de Composición de Alimentos. 8° ed. Lima, Perú: Ministerio de Salud, INS. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición Instituto Nacional de Salud. 2009. Pp. 56 - 59.
56. Rodríguez L. Teorías sobre la clasificación taxonómica de las papas cultivadas (*Solanum* L. sect. *Petota Dumort*). Una revisión. *Agronomía Colombiana.* 2009; 27(3): 305-312.
57. Rouessac F, Rouessac A. Chemical Analysis: Modern instrumentation Methods and Techniques. 6° ed. England: Mc Graw Hill. 2007.
58. Ruíz J, Ríos D. Variedades de patatas y papas españolas. [En línea]. Madrid: Neiker; 2008 [Accesado el 04 mar 2018]. Disponible en:

<http://www.neiker.net/wp-content/uploads/2015/10/variedades-de-patata.pdf>.

59. Sánchez-Valle V, Méndez-Sánchez N. Estrés oxidativo, antioxidantes y enfermedad. *Med Sur*. 2013; 20(3): 161-168
60. Sánchez R. Simbolismo y ritualidad en torno a la papa en los Andes. *Investigaciones sociales*. 2011; 15(27): 15-42
61. Singleton V, Rossi J. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *Am J Enol Vitic*. 1965; 16: 144-158
62. Skoog DA, West DM, Holler FJ. *Química analítica*. 7ª ed. México: Mc Graw Hill. 2001.
63. Spooner DM, McLean K, Ramsay G, Waugh R, Bryan GJ. A Single Domestication for Potato Based on Multilocus Amplified Fragment Length Polymorphism Genotyping, *PNAS*. 2005; 102(41).
64. Tomás-Barberán F.A. Los polifenoles de los alimentos y la salud. *Alim. Nutri, salud*. 2003; 10 (2): 41 – 53.
65. Valencia-Avilés E, Ignacio-Figueroa I, Sosa-Martínez E, Bartolomé-Camacho M, Martínez-Flores HE, García-Pérez ME. Polifenoles: propiedades antioxidantes y toxicológicas. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*. 2017; 16: 15-29
66. Vasavada N. One-way ANOVA (Analysis of Variance) with post-hoc Tukey HDS (Honestly Significant Difference) Test Calculator for comparing multiple treatments. [En línea]. *Astatsa.com*; 2016; [Accesado el 12 de abril del 2018]. Disponible en: https://astatsa.com/OneWay_Anova_with_TukeyHSD/
67. Vicanco J, Cosio E, Loyola-Vargas V, Flores H. 2005). Mecanismos químicos de defensa en las plantas. En *Investigación y Ciencia*, editores. EE.UU: Prensa Científica S.A; 2005. pp. 68-75
68. Zavala-Urtecho E, Ganoza-Yupanqui M, Ybañez-Julca R, Mantilla-Rodríguez E,

Gajardo-Solari S, Benites-Vilchez J. Perfil ultravioleta y actividad regeneradora de liofilizados de cáscara del fruto de variedades de *Mangifera indica*, mango. *Revista Peruana de Medicina Integrativa*. 2018; 3(1): 40-5

ANEXOS

ANEXO 01

PROTOCOLO DE COLECTA, SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DE TUBÉRCULOS DE “PAPA NATIVA”

Los tubérculos de “papa nativa” serán proporcionados por la Asociación de productores de papa del proyecto “Producción competitiva de papa en los distritos de La Encañada, Sorochuco y Huasmín” (Proyecto papa) ejecutado por ADERS Perú, financiado por Asociación Los Andes de Cajamarca (ALAC), en sus variedades Azules, Rojas y

Blancas.

En tal sentido, se obtendrán bajo las mismas condiciones y procedimientos por los que son recolectados por los mismos productores, puesto que la finalidad del estudio es realizar la cuantificación bajo sus propios estándares de cosecha, tratamiento, almacenamiento, selección y transporte de productos para la puesta en el mercado y transformación de hojuelas snacks.

Lo único que se considerará en dicha muestra es lo siguiente:

- **Criterios de inclusión:**

- ✓ Tubérculos libres de infecciones por hongos, insectos, parásitos u enfermedades que puedan alterar los resultados de la investigación.
- ✓ Libres de agresiones ambientales.
- ✓ Procedentes de los cultivos orgánicos de la Asociación de productores de papa del proyecto “Producción competitiva de papa en los distritos de La Encañada, Sorochuco y Huasmín” (Proyecto papa), ADERS Perú – ALAC.

- **Criterios de exclusión:**

- ✓ Tubérculos que hayan sido almacenados bajo condiciones no adecuadas que favorezcan las agresiones ambientales o que se haya favorecido su infección con microorganismos o insectos.
- ✓ Tubérculos que hayan sido almacenados por periodos prolongados que alteren el grado de madurez.
- ✓ Tubérculos que hayan sido manipulados bajo estándares diferentes a los empleados para su puesta en el mercado y transformación de hojuelas snacks, que no permitan cumplir con lo planteado en el proyecto de investigación.

- **Cantidad de muestra:**

La cantidad proporcionada será de 4kg por cada variedad de “papa nativa”.

- **Ficha Técnica de Productos:**

Las muestras deberán contar con sus respectivas fichas técnicas, datos que serán proporcionados por ALAC, ADERS-Perú.

- **Otros datos:**

En cada toma de muestra se registraran los siguientes datos:

- Localidad de la colección, considerándose coordenadas, altitud (GPS)
- Equipo de colección (Nombres completos, cargo, responsabilidad en el proyecto de investigación, responsabilidad del producto).
- Fecha de colecta.
- Número de colección
- Nombre científico de la especie y familia botánica
- Nombre común por la cual es conocida en la zona
- Edad de la especie (según su cosecha)
- Datos de cosecha, tratamiento, almacenamiento, selección y transporte de productos que los productores realizan.

ANEXO 02

PROTOCOLO DE SELECCIÓN DE HOJUELAS SNACK DE “PAPA NATIVA”

Las hojuelas snack de “papa nativa”, se elegirán aleatoriamente, según los siguientes criterios:

- **Criterios de inclusión:**

- ✓ Hojuelas snack de “papa nativa” elaborados a partir de tubérculos de pulpa de color procedentes de la Asociación de productores de papa del proyecto “Producción competitiva de papa en los distritos de La Encañada, Sorochuco y Huasmín” (Proyecto papa), ADERS Perú – ALAC.
 - ✓ Hojuelas snack de “papa nativa que hayan cumplido con todos los procesos de transformación y comercialización (envasado, etiquetados, registrados, etc).
- **Criterios de exclusión:**
 - ✓ Hojuelas sanck que hayan cumplido su fecha de vencimiento.
 - ✓ Empaques abiertos, deteriorados o decolorados que indique la mala calidad del producto.
 - ✓ Que no se encuentren con los estándares para su comercialización.
 - **Cantidad de muestra:**

La cantidad proporcionada será de 20 unidades.

ANEXO 03

TABLA 01: VARIEDAD DE “PAPAS NATIVAS” DE PULPA AZUL, ROJA Y BLANCA COLECTADAS

ZONA DE COLECTA	ALTITUD	N° MUESTRA	CÓDIGO	VARIEDAD DE "PAPA NATIVA"	COLOR DE PULPA	EDAD DE COSECHA	OBSERVACIONES
COÑICORGUE: ALTO SANTA ROSA	3732 m.s.n.m. 92 44 04	1	M1	Sangre toro	Roja	Fresca	
		2	M2	Huagalina	Amarilla	Fresca	
		3	M3	Leona	Azul	Fresca	Escasa muestra
		4	M4	Pata de León o Puma maki azul	Azul	Fresca	Escasa muestra
		5	M5	Putis azul	Azul	Fresca	Escasa muestra
		6	M6	Beso de novia	Roja	Aprox. 15 junio	
		7	M7	Garabatlillo	Roja	Aprox. 15 junio	
		8	M8	Qeqorani	Azul	Aprox. 15 marzo	Con brote
SOROCHUCO: CRUZ PAMPA	3 600 m.s.n.m 92 36 250 17M-079 98 56	9	M1	Sumac Soncco	Roja	Aprox. 15 mayo	Escasa muestra
		10	M2	Santo Domingo	Roja	Aprox. 15 junio	Escasa muestra
		11	M3	Beso de novia	Roja	Aprox. 15 junio	Escasa muestra
		12	M4	Grande bonita	Blanca	Aprox. 15 mayo	Con brote
		13	M5	Huagalina	Amarilla	Aprox. 15 mayo	Con brote
		14	M6	Ahogadora roja	Roja	Aprox. 15 mayo	Con brote
SOROCHUCO: UÑIGAN LIRIO	3 692 m.s.n.m. UTM: 92 36 042 17M-079 80 71	15	M1	Qeqorani	Azul	Fresca	
		16	M2	Huagalina	Amarilla	Fresca	

ZONA DE COLECTA	ALTITUD	N° MUESTRA	CÓDIGO	VARIEDAD DE "PAPA NATIVA"	COLOR DE PULPA	EDAD DE COSECHA	OBSERVACIONES
ENCAÑADA: YERBA BUENA CHICA	3 735 m.s.n.m. 78° 23' 31.3"	17	M1	Santo Domingo	Azul	15 días	
		18	M2	Cacho de venado o Platanero morado	Azul	15 días	
		19	M3	Yuquilla negra	Azul	15 días	
		20	M4	Sangre toro	Roja	15 días	
		21	M5	Shigula	Roja	15 días	
		22	M6	Huagalina	Amarilla	15 días	
		23	M7	Clavelilla	Amarilla	15 días	Escasa muestra
		24	M8	Amber roja	Roja	15 días	
ENCAÑADA: EL VALLE	3 310 m.s.n.m. 78° 20' 30"	25	M1	Sangre toro	Roja	Fresca	
		26	M2	Por identificar	Amarilla	Fresca	Sin identificación exacta
		27	M3	Nube Blanca	Blanca	Fresca	Sin identificación exacta
		28	M4	Por identificar	Amarilla	Fresca	Sin identificación exacta
		29	M5	Por identificar	Amarilla	Fresca	Sin identificación exacta
		30	M6	Huagalina	Blanca/Amarilla	Fresca	
ENCAÑADA: YERBA BUENA CHICA	3 735 m.s.n.m. 78° 23' 31.3"	31	M1	Santo Domingo	Roja	6 días	
		32	M2	Clavelilla	Amarilla	6 días	Escasa muestra
		33	M3	Sangre toro	Roja	6 días	
		34	M4	Yuquilla negra	Azul	6 días	
		35	M5	Huagalina	Amarilla	6 días	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 04

TABLA 02. ANÁLISIS COMPLETO DE TUBÉRCULOS DE “PAPAS NATIVAS”

PAPAS NATIVAS	DPPH										
	Abs	Muestra	Abs corregida	Abs corregida con la curva	mM trolox	mg trolox/mL	mg trolox/g Extracto seco				mg/100g papa liof
M1 Santo Domingo (Yerba buena chica)	0.191	A	0.149	0.185	0.943311182	0.236101356	94.44054233	95.3972311	11.19120427	223.8240853	226.09144
	0.192		0.150	0.186	0.941624864	0.235679287	94.2717149		11.17119822	223.4239643	
	0.173		0.131	0.163	0.97366491	0.24369859	97.47943609		11.55131318	231.0262635	
M2 Platanero Morado (Yerba buena chica)	0.372	B	0.330	0.410	0.638087591	0.159706943	63.88277729	65.3459484	3.954343914	79.08687828	80.898284
	0.335		0.293	0.364	0.700481364	0.175323481	70.12939224		4.34100938	86.82018759	
	0.383		0.341	0.424	0.619538091	0.155064189	62.02567554		3.839389316	76.78778632	
M3 Yuquilla Negra (Yerba buena chica)	0.264	C	0.222	0.276	0.820209955	0.20529035	82.11613986	81.1031753	6.651407328	133.0281466	131.38714
	0.273		0.231	0.287	0.805033091	0.201491732	80.59669298		6.528332131	130.5666426	
	0.273		0.231	0.287	0.805033091	0.201491732	80.59669298		6.528332131	130.5666426	
M4 Sangre toro (Yerba buena chica)	0.472	D	0.430	0.534	0.469455773	0.117500085	47.00003417	49.5324456	2.538001845	50.7600369	53.495041
	0.463		0.421	0.523	0.484632637	0.121298703	48.51948105		2.620051977	52.40103953	
	0.436		0.394	0.490	0.530163228	0.132694554	53.07782169		2.866202371	57.32404743	
M5 Shigula (Yerba buena chica)	0.534	E	0.492	0.611	0.364904046	0.091331834	36.53273344	36.1950786	2.400200587	48.00401173	47.560333
	0.547		0.505	0.628	0.342981909	0.085844942	34.33797683		2.256005078	45.12010155	
	0.527		0.485	0.603	0.376708273	0.094286314	37.71452545		2.477844322	49.55688645	
M1 Sangre toro (Coñicorgue-Alto Santa Rosa)	0.128	F	0.086	0.107	1.049549228	0.262691676	105.0766705	106.764945	6.399169233	127.9833847	130.0397
	0.114		0.072	0.089	1.073157682	0.268600636	107.4402545		6.543111501	130.86223	
	0.112		0.070	0.087	1.076530319	0.269444773	107.7779094		6.563674682	131.2734936	

PAPAS NATIVAS	DPPH										
	Abs	Muestra	Abs corregida	Abs corregida con la curva	mM trolox	mg trolox/mL	mg trolox/g Extracto seco				mg/100g papa liof
M6 Beso de novia roja (Coñicorgue-Alto Santa Rosa)	0.446		0.404	0.502	0.513300046	0.128473868	51.38954738	50.1514796	4.928257594	98.56515187	96.190538
	0.446	G	0.404	0.502	0.513300046	0.128473868	51.38954738		4.928257594	98.56515187	
	0.468		0.426	0.529	0.476201046	0.11918836	47.67534389		4.572065479	91.44130959	
M7 Garabatillo Rojo (Coñicorgue-Alto Santa Rosa)	0.183		0.141	0.175	0.956801728	0.239477904	95.79116178	95.3409553	10.51786956	210.3573913	209.36874
	0.198	H	0.156	0.194	0.931506955	0.233146876	93.25875031		10.23981078	204.7962157	
	0.176		0.134	0.167	0.968605955	0.242432385	96.9729538		10.64763033	212.9526065	
M1 Sangre toro (Zona El Valle)	0.133		0.091	0.113	1.041117637	0.260581333	104.2325333	104.345085	4.992738347	99.85476694	99.962591
	0.134		0.092	0.114	1.039431319	0.260159265	104.0637059		4.984651513	99.69303026	
	0.13	I	0.088	0.109	1.046176592	0.261847539	104.7390156		5.016998849	100.339977	
	0.447		0.405	0.503	0.511613728	0.1280518	51.22071995		2.248589606	44.97179211	
	0.433		0.391	0.486	0.535222182	0.13396076	53.58430399		2.352350945	47.0470189	
M6 Hualgalina (Zona El Valle)	0.313		0.271	0.337	0.737580364	0.184608989	73.84359573	72.5492521	3.581414393	71.62828786	70.372775
	0.332	K	0.290	0.360	0.705540319	0.176589686	70.63587453		3.425839915	68.5167983	
	0.317		0.275	0.342	0.730835091	0.182920715	73.168286		3.548661871	70.97323742	
			0.742	0.700							
		DPPH	0.747	0.705							
			0.746	0.704							
			0.042	0.042							
			0.042								
		EtOH	0.045								
			0.040								
			0.041								

PAPAS NATIVAS	FRAP									
	Abs	Muestra	Abs corregida	mM trolox	mg trolox/mL			mg/100g papa liof		
M1 Santo Domingo (Yerba buena chica)	0.772	A	0.729333333	0.466928393	0.116867507	46.74700296	44.79327337	5.539519851	110.790397	106.160058
	0.771		0.728333333	0.46623964	0.116695119	46.6780478		5.531348664	110.6269733	
	0.688		0.645333333	0.409073168	0.102386923	40.95476934		4.853140166	97.06280333	
M2 Platanero Morado (Yerba buena chica)	0.934	B	0.891333333	0.578506325	0.144794348	57.91773924	56.95236697	3.585108059	71.70216118	70.5070303
	0.939		0.896333333	0.581950088	0.145656288	58.26251505		3.606449682	72.12899363	
	0.887		0.844333333	0.54613495	0.136692117	54.67684661		3.384496805	67.68993611	
M3 Yuquilla Negra (Yerba buena chica)	1.619	C	1.576333333	1.050301903	0.262880063	105.1520253	104.8762047	8.517314053	170.3462811	169.899452
	1.618		1.575333333	1.049613151	0.262707675	105.0830702		8.511728685	170.2345737	
	1.608		1.565333333	1.042725624	0.260983796	104.3935186		8.455875004	169.1175001	
M4 Sangre toro (Yerba buena chica)	1.106	D	1.063333333	0.696971784	0.174445068	69.77802714	66.58310462	3.768013465	75.36026931	71.909753
	1.067		1.024333333	0.67011043	0.16772194	67.08877581		3.622793894	72.45587788	
	1.006		0.963333333	0.628096517	0.157206277	62.88251092		3.39565559	67.91311179	
M5 Shigula (Yerba buena chica)	0.827	E	0.784333333	0.504809789	0.126348842	50.53953688	53.68848929	3.320447573	66.40895146	70.5466749
	0.889		0.846333333	0.547512455	0.137036892	54.81475694		3.601329531	72.02659062	
	0.902		0.859333333	0.55646624	0.139277935	55.71117405		3.660224135	73.2044827	
M1 Sangre toro (Coñicorgue-Alto Santa Rosa)	0.649	F	0.606333333	0.382211814	0.095663795	38.26551801	37.80581693	2.330370047	46.60740094	46.047485
	0.649		0.606333333	0.382211814	0.095663795	38.26551801		2.330370047	46.60740094	
	0.629		0.586333333	0.368436761	0.092216037	36.88641477		2.246382659	44.92765319	
M6 Beso de novia roja (Coñicorgue-Alto Santa Rosa)	0.764	G	0.721333333	0.461418371	0.115488404	46.19536166	47.5284948	4.430135184	88.60270367	91.159653
	0.827		0.784333333	0.504809789	0.126348842	50.53953688		4.846741587	96.93483174	
	0.759		0.716333333	0.457974608	0.114626465	45.85058585		4.397071183	87.94142367	
M7 Garabatillo Rojo (Coñicorgue-Alto Santa Rosa)	1.267	H	1.224333333	0.807860964	0.202199521	80.87980825	80.71891287	8.880602946	177.6120589	177.258733
	1.239		1.196333333	0.788575889	0.197372659	78.94906371		8.668607195	173.3721439	
	1.288		1.245333333	0.82232477	0.205819667	82.32786666		9.039599759	180.7919952	

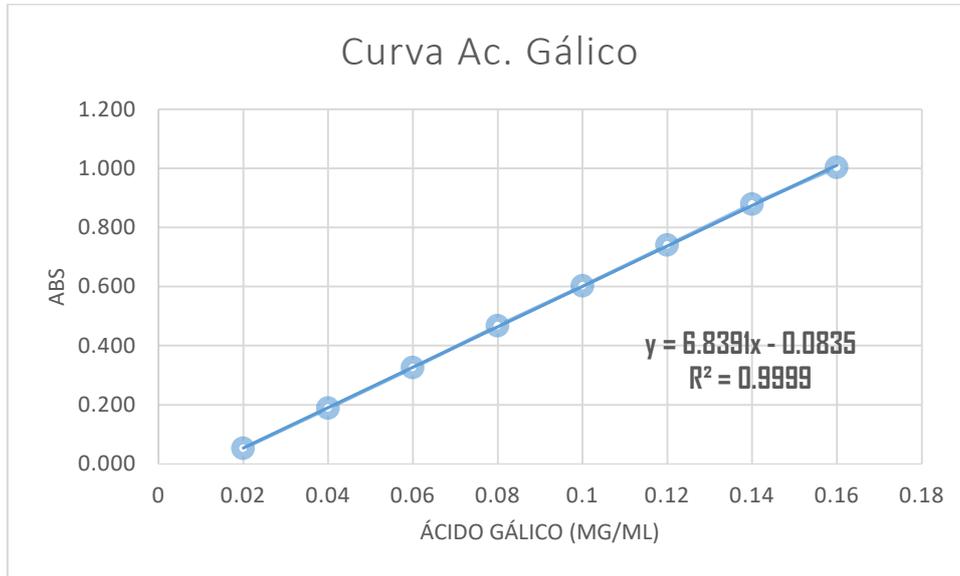
PAPAS NATIVAS	FRAP									
	Abs	Muestra	Abs corregida	mM trolox	mg trolox/mL			mg/100g papa liof		
M1 Sangre toro (Zona El Valle)	0.716		0.673333333	0.428358243	0.107213785	42.88551388	45.29894456	2.054216115	41.0843223	43.3963889
	0.76		0.717333333	0.458663361	0.114798853	45.91954102		2.199546015	43.99092029	
	0.777	I	0.734333333	0.470372156	0.117729447	47.09177877		2.255696203	45.11392406	
	1.067		1.024333333	0.67011043	0.16772194	67.08877581		2.945197258	58.90394516	
	1.007		0.964333333	0.62878527	0.157378665	62.95146608		2.763569361	55.27138722	
M6 Hualgalina (Zona El Valle)	1.481		1.438333333	0.955254035	0.239090532	95.63621296	93.91233391	4.638356329	92.76712657	91.0949639
	1.405	K	1.362333333	0.902908832	0.225989052	90.39562064		4.384187601	87.68375202	
	1.482		1.439333333	0.955942788	0.23926292	95.70516812		4.641700654	92.83401308	
	0.042		0.042666667							
	0.043	BLANCO								
	0.043									

PAPAS NATIVAS	FOLIN-CIOCALTEU									Sistema al 10% (5g en 50mL)	
	Abs	Muestra	Abs corregida	con fórmula		mg/g ext seco		mg/100g papa liof		mg de Extracto Seco	Muestra
M1 Santo Domingo (Yerba buena chica)	0.397	A	0.350666667	0.063483012	50.78640952	52.58001784	6.018189528	120.3637906	124.6146423	118.5	A
	0.457		0.410666667	0.072256096	57.80487686		6.849877908	136.9975582			
	0.383		0.336666667	0.061435959	49.14876714		5.824128906	116.4825781			
M2 Platanero Morado (Yerba buena chica)	0.425	B	0.378666667	0.067577118	54.06169428	54.45160913	3.346418876	66.92837752	67.4110921	61.9	B
	0.432		0.385666667	0.068600644	54.88051547		3.397103907	67.94207815			
	0.428		0.381666667	0.068015772	54.41261764		3.368141032	67.36282064			
M3 Yuquilla Negra (Yerba buena chica)	0.631	C	0.584666667	0.09769804	78.15843215	80.65388721	6.330833004	126.6166601	130.6592973	81	C
	0.673		0.626666667	0.103839199	83.07135929		6.728780103	134.5756021			
	0.653		0.606666667	0.100914838	80.73187018		6.539281484	130.7856297			
M4 Sangre toro (Yerba buena chica)	0.501	D	0.454666667	0.078689691	62.95175291	59.48151073	3.399394657	67.98789314	64.24003158	54	D
	0.47		0.423666667	0.074156931	59.32554478		3.203579418	64.07158837			
	0.443		0.396666667	0.070209043	56.16723448		3.033030662	60.66061324			
M5 Shigula (Yerba buena chica)	0.371	E	0.324666667	0.059681342	47.74507367	50.74741803	3.13685134	62.7370268	66.68210729	65.7	E
	0.403		0.356666667	0.06436032	51.48825625		3.382778436	67.65556872			
	0.416		0.369666667	0.066261155	53.00892418		3.482686318	69.65372637			
M1 Sangre toro (Coñicorgue-Alto Santa Rosa)	0.409	F	0.362666667	0.065237629	52.19010299	50.39649467	3.178377272	63.56754544	61.3829305	60.9	F
	0.376		0.329666667	0.060412432	48.32994595		2.943293708	58.86587416			
	0.396		0.349666667	0.063336794	50.66943506		3.085768595	61.71537191			
M6 Beso de novia roja (Coñicorgue-Alto Santa Rosa)	0.404	G	0.357666667	0.064506538	51.60523071	54.33463467	4.948941625	98.9788325	104.2138293	95.9	G
	0.396		0.349666667	0.063336794	50.66943506		4.859198822	97.18397645			
	0.482		0.435666667	0.075911548	60.72923825		5.823933948	116.478679			
M7 Garabatillo Rojo (Coñicorgue-Alto Santa Rosa)	0.515	H	0.468666667	0.080736744	64.58939529	66.1490547	7.091915603	141.8383121	145.2633241	109.8	H
	0.519		0.472666667	0.081321616	65.05729311		7.143290784	142.8658157			
	0.551		0.504666667	0.086000595	68.8004757		7.554292231	151.0858446			

PAPAS NATIVAS	FOLIN-CIOCALTEU									Sistema al 10% (5g en 50mL)	
	Abs	Muestra	Abs corregida	con fórmula		mg/g ext seco		mg/100g papa liof		mg de Extracto Seco	Muestra
M1 Sangre toro (Zona El Valle)	0.465		0.418666667	0.073425841	58.74067251	53.2038816	2.813678213	56.27356426	50.96931858	47.9	I
	0.388		0.341666667	0.062167049	49.73363942		2.382241328	47.64482656			
	0.4	I	0.353666667	0.063921666	51.13733288		2.449478245	48.9895649			
	0.597		0.550666667	0.092726626	74.18130066		3.256559099	65.13118198			
	0.598		0.551666667	0.092872844	74.29827511		3.261694278	65.23388555			
M6 Hualgalina (Zona El Valle)	0.549		0.502666667	0.085708158	68.56652678	69.54131392	3.325476549	66.50953098	67.4550745	48.5	K
	0.564	K	0.517666667	0.08790143	70.32114362		3.410575466	68.21150931			
	0.559		0.512666667	0.087170339	69.73627134		3.38220916	67.6441832			
	0.046		0.046333333								
	0.046	BLANCO									
	0.047										

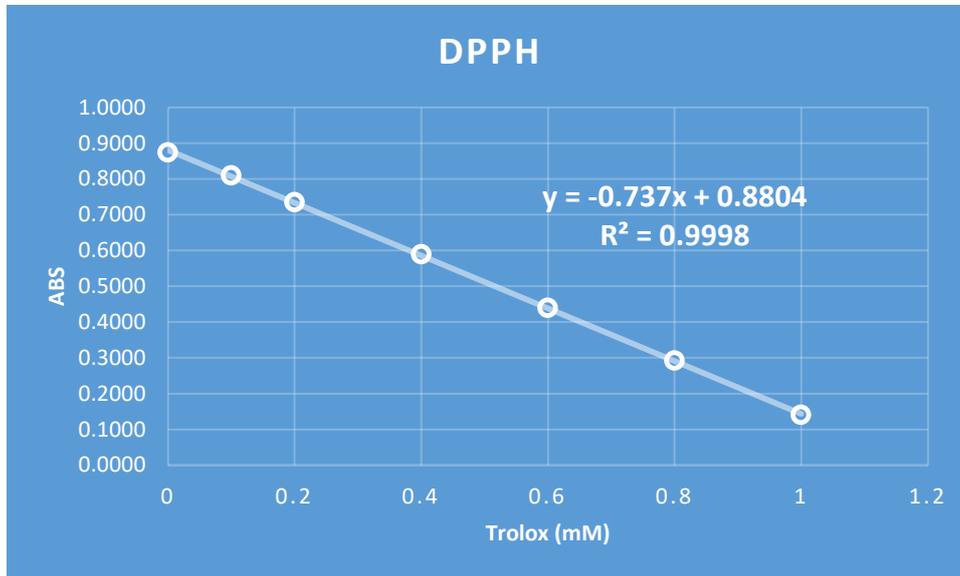
ANEXO 05

GRÁFICO 01. CURVA DE CALIBRACIÓN DE ÁCIDO GÁLICO



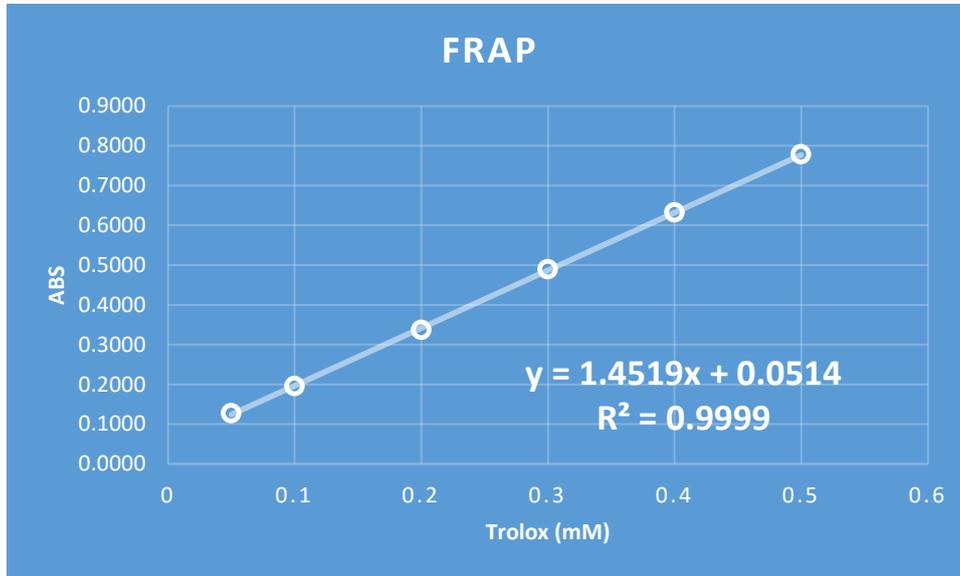
ANEXO 06

GRÁFICO 02. CURVA DE CALIBRACIÓN DE TROLOX - DPPH



ANEXO 07

GRÁFICO 03. CURVA DE CALIBRACIÓN DE TROLOX - FRAP



ANEXO 08

TABLA 03. RESULTADOS DE ANOVA PARA ENSAYO DE DPPH

Estadística descriptiva de los 10 tratamientos independientes:

Treatment	A	B	C	D	E	F	G	H	I	k	Pooled Total
Observations N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
Sum $\sum xi$	286.19	196.04	243.32	148.60	108.58	320.30	150.46	286.02	313.03	217.65	2,270.19
Mean \bar{x}	95.39	65.35	81.11	49.53	36.19	106.77	50.15	95.34	104.34	72.55	75.67
Sum of squares $\sum x^2i$	27,308.09	12,846.59	19,736.41	7,380.67	3,935.72	34,201.69	7,555.24	27,276.33	32,662.84	15,796.20	188,699.82
Sample variance s^2	3.26	18.02	0.77	10.01	2.92	2.16	4.59	3.59	0.13	2.85	583.03
Sample std. dev. s	1.80	4.24	0.88	3.16	1.71	1.47	2.14	1.89	0.35	1.69	24.15
Std. dev. of mean $SE_{\bar{x}}$	1.04	2.45	0.51	1.83	0.99	0.85	1.24	1.09	0.20	0.97	4.41

ANOVA unidireccional de su los 10 tratamientos independientes:

Source	Sum of squares SS	Degrees of freedom vv	Mean square MS	F statistic	p-value
Treatment	16,811.1261	9	1,867.9029	386.7184	1.1102e-16
Error	96.6027	20	4.8301		
Total	16,907.7288	29			

ANEXO 09

TABLA 04. RESULTADOS DE TUKEY HSD TEST PARA EL ENSAYO DE DPPH

Resultados Tukey HSD:

Treatments pair	Tukey HSD Q statistic	Tukey HSD p-value	Tukey HSD inference
A vs B	23.6824	0.0010053	** p<0.01
A vs C	11.2619	0.0010053	** p<0.01
A vs D	36.1449	0.0010053	** p<0.01
A vs E	46.6581	0.0010053	** p<0.01
A vs F	8.9607	0.0010053	** p<0.01
A vs G	35.6562	0.0010053	** p<0.01
A vs H	0.0447	0.8999947	insignificant
A vs I	7.0509	0.0022557	** p<0.01
A vs K	18.0054	0.0010053	** p<0.01
B vs C	12.4204	0.0010053	** p<0.01
B vs D	12.4625	0.0010053	** p<0.01
B vs E	22.9757	0.0010053	** p<0.01
B vs F	32.6431	0.0010053	** p<0.01
B vs G	11.9739	0.0010053	** p<0.01
B vs H	23.6377	0.0010053	** p<0.01
B vs I	30.7332	0.0010053	** p<0.01
B vs K	5.6769	0.0186434	* p<0.05
C vs D	24.8829	0.0010053	** p<0.01
C vs E	35.3962	0.0010053	** p<0.01
C vs F	20.2226	0.0010053	** p<0.01
C vs G	24.3943	0.0010053	** p<0.01

Treatments pair	Tukey HSD Q statistic	Tukey HSD p-value	Tukey HSD inference
C vs H	11.2173	0.0010053	** p<0.01
C vs I	18.3128	0.0010053	** p<0.01
C vs K	6.7435	0.0036284	** p<0.01
D vs E	10.5132	0.0010053	** p<0.01
D vs F	45.1055	0.0010053	** p<0.01
D vs G	0.4886	0.8999947	insignificant
D vs H	36.1002	0.0010053	** p<0.01
D vs I	43.1957	0.0010053	** p<0.01
D vs K	18.1394	0.0010053	** p<0.01
E vs F	55.6188	0.0010053	** p<0.01
E vs G	11.0019	0.0010053	** p<0.01
E vs H	46.6134	0.0010053	** p<0.01
E vs I	53.7090	0.0010053	** p<0.01
E vs K	28.6527	0.0010053	** p<0.01
F vs G	44.6169	0.0010053	** p<0.01
F vs H	9.0053	0.0010053	** p<0.01
F vs I	1.9098	0.8999947	insignificant
F vs K	26.9661	0.0010053	** p<0.01
G vs H	35.6116	0.0010053	** p<0.01
G vs I	42.7071	0.0010053	** p<0.01
G vs K	17.6508	0.0010053	** p<0.01
H vs I	7.0955	0.0021029	** p<0.01
H vs K	17.9608	0.0010053	** p<0.01
I vs K	25.0563	0.0010053	** p<0.01

Scheffé results

Treatments pair	Scheffé TT-statistic	Scheffé p-value	Scheffé inference
A vs B	16.7460	7.5186e-10	** p<0.01
A vs C	7.9634	0.0001457	** p<0.01
A vs D	25.5583	2.6612e-13	** p<0.01
A vs E	32.9923	1.8874e-15	** p<0.01
A vs F	6.3362	0.0025831	** p<0.01
A vs G	25.2128	3.4572e-13	** p<0.01
A vs H	0.0316	1.0000000	insignificant
A vs I	4.9857	0.0280317	* p<0.05
A vs K	12.7318	9.6742e-08	** p<0.01
B vs C	8.7826	3.6348e-05	** p<0.01
B vs D	8.8123	3.4596e-05	** p<0.01
B vs E	16.2463	1.3048e-09	** p<0.01
B vs F	23.0821	1.8706e-12	** p<0.01
B vs G	8.4668	6.1705e-05	** p<0.01
B vs H	16.7144	7.7820e-10	** p<0.01
B vs I	21.7317	5.8773e-12	** p<0.01
B vs K	4.0142	0.1332281	insignificant
C vs D	17.5949	3.0377e-10	** p<0.01
C vs E	25.0289	3.9779e-13	** p<0.01
C vs F	14.2996	1.2834e-08	** p<0.01
C vs G	17.2494	4.3732e-10	** p<0.01
C vs H	7.9318	0.0001538	** p<0.01
C vs I	12.9491	7.2359e-08	** p<0.01

C vs K	4.7684	0.0404595	* p<0.05
D vs E	7.4340	0.0003663	** p<0.01
D vs F	31.8944	3.6637e-15	** p<0.01
D vs G	0.3455	0.9999999	insignificant
D vs H	25.5267	2.7256e-13	** p<0.01
D vs I	30.5440	8.4377e-15	** p<0.01
D vs K	12.8265	8.5203e-08	** p<0.01
E vs F	39.3284	1.1102e-16	** p<0.01
E vs G	7.7795	0.0002003	** p<0.01
E vs H	32.9607	1.8874e-15	** p<0.01
E vs I	37.9780	1.1102e-16	** p<0.01
E vs K	20.2605	2.2039e-11	** p<0.01
F vs G	31.5489	4.5519e-15	** p<0.01
F vs H	6.3677	0.0024410	** p<0.01
F vs I	1.3505	0.9908769	insignificant
F vs K	19.0679	6.8542e-11	** p<0.01
G vs H	25.1812	3.5405e-13	** p<0.01
G vs I	30.1985	1.0547e-14	** p<0.01
G vs K	12.4810	1.3584e-07	** p<0.01
H vs I	5.0173	0.0265596	* p<0.05
H vs K	12.7002	1.0094e-07	** p<0.01
I vs K	17.7175	2.6731e-10	** p<0.01

Bonferroni and Holm results: all pairs simultaneously compared

Treatments pair	Bonferroni and Holm TT-statistic	Bonferroni p-value	Bonferroni inference	Holm p-value	Holm inference
A vs B	16.7460	1.3989e-11	** p<0.01	7.7716e-12	** p<0.01
A vs C	7.9634	5.6302e-06	** p<0.01	1.6265e-06	** p<0.01
A vs D	25.5583	9.9920e-15	** p<0.01	7.7716e-15	** p<0.01
A vs E	32.9923	0.0000e+00	** p<0.01	0.0000e+00	** p<0.01
A vs F	6.3362	0.0001570	** p<0.01	2.7903e-05	** p<0.01
A vs G	25.2128	0.0000e+00	** p<0.01	0.0000e+00	** p<0.01
A vs H	0.0316	43.8804488	insignificant	0.9751211	insignificant
A vs I	4.9857	0.0031961	** p<0.01	0.0004262	** p<0.01
A vs K	12.7318	2.1346e-09	** p<0.01	9.0128e-10	** p<0.01
B vs C	8.7826	1.2047e-06	** p<0.01	4.0157e-07	** p<0.01
B vs D	8.8123	1.1410e-06	** p<0.01	4.0570e-07	** p<0.01
B vs E	16.2463	2.4640e-11	** p<0.01	1.2594e-11	** p<0.01
B vs F	23.0821	2.9976e-14	** p<0.01	2.1316e-14	** p<0.01
B vs G	8.4668	2.1604e-06	** p<0.01	6.7212e-07	** p<0.01
B vs H	16.7144	1.4488e-11	** p<0.01	7.7272e-12	** p<0.01
B vs I	21.7317	9.9920e-14	** p<0.01	6.8834e-14	** p<0.01
B vs K	4.0142	0.0306244	* p<0.05	0.0027222	** p<0.01
C vs D	17.5949	5.5256e-12	** p<0.01	3.3153e-12	** p<0.01
C vs E	25.0289	9.9920e-15	** p<0.01	7.5495e-15	** p<0.01
C vs F	14.2996	2.6070e-10	** p<0.01	1.2745e-10	** p<0.01
C vs G	17.2494	8.0236e-12	** p<0.01	4.6358e-12	** p<0.01
C vs H	7.9318	5.9856e-06	** p<0.01	1.5962e-06	** p<0.01

C vs I	12.9491	1.5758e-09	** p<0.01	7.3535e-10	** p<0.01
C vs K	4.7684	0.0052778	** p<0.01	0.0005864	** p<0.01
D vs E	7.4340	1.5988e-05	** p<0.01	3.5530e-06	** p<0.01
D vs F	31.8944	0.0000e+00	** p<0.01	0.0000e+00	** p<0.01
D vs G	0.3455	32.9994164	insignificant	1.4666407	insignificant
D vs H	25.5267	9.9920e-15	** p<0.01	7.3275e-15	** p<0.01
D vs I	30.5440	0.0000e+00	** p<0.01	0.0000e+00	** p<0.01
D vs K	12.8265	1.8691e-09	** p<0.01	8.3072e-10	** p<0.01
E vs F	39.3284	0.0000e+00	** p<0.01	0.0000e+00	** p<0.01
E vs G	7.7795	8.0562e-06	** p<0.01	1.9693e-06	** p<0.01
E vs H	32.9607	0.0000e+00	** p<0.01	0.0000e+00	** p<0.01
E vs I	37.9780	0.0000e+00	** p<0.01	0.0000e+00	** p<0.01
E vs K	20.2605	3.7970e-13	** p<0.01	2.5313e-13	** p<0.01
F vs G	31.5489	0.0000e+00	** p<0.01	0.0000e+00	** p<0.01
F vs H	6.3677	0.0001466	** p<0.01	2.9330e-05	** p<0.01
F vs I	1.3505	8.6379888	insignificant	0.5758659	insignificant
F vs K	19.0679	1.2090e-12	** p<0.01	7.7915e-13	** p<0.01
G vs H	25.1812	0.0000e+00	** p<0.01	0.0000e+00	** p<0.01
G vs I	30.1985	0.0000e+00	** p<0.01	0.0000e+00	** p<0.01
G vs K	12.4810	3.0455e-09	** p<0.01	1.1505e-09	** p<0.01
H vs I	5.0173	0.0029724	** p<0.01	0.0004624	** p<0.01
H vs K	12.7002	2.2316e-09	** p<0.01	8.9265e-10	** p<0.01
I vs K	17.7175	4.8461e-12	** p<0.01	3.0154e-12	** p<0.01

ANEXO 10

TABLA 05. RESULTADOS DE ANOVA PARA FRAP

Estadística Descriptiva los 10 tratamientos independientes:

Treatment →	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	Pooled Total
Observations N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
Sum $\sum x_i$	134.38	170.86	314.62	199.75	161.06	113.43	142.59	242.16	135.90	281.75	1,896.50
Mean \bar{x}	44.79	56.95	104.87	66.58	53.69	37.81	47.53	80.72	45.30	93.92	63.22
Sum of squares $\sum x_i^2$	6,041.49	9,738.85	32,995.60	13,324.21	8,662.03	4,290.06	6,790.95	19,552.92	6,165.67	26,479.57	134,041.35
Sample variance s^2	11.079	3.90	0.18	12.09	7.63	0.63	6.83	2.88	4.69	9.28	487.96
sample std. dev. ss	3.33	1.98	0.42	3.48	2.76	0.79	2.61	1.69	2.17	3.05	22.09
std. dev. of mean $SE \bar{x}$	1.92	1.14	0.24	2.00	1.59	0.46	1.51	0.98	1.25	1.76	4.03

ANOVA unidireccional de su los 10 tratamientos independientes:

Source	Sum of squares SS	Degrees of freedom vv	Mean square MS	F statistic	p-value
Treatment	14,032.5469	9	1,559.1719	263.3950	1.1102e-16
Error	118.3904	20	5.9195		
Total	14,150.9373	29			

ANEXO 11

TABLA 06. RESULTADOS DE TUKEY HSD TEST PARA EL ENSAYO DE FRAP

Tukey HSD results

Treatments pair	Tukey HSD Q statistic	Tukey HSD p-value	Tukey HSD inference
A vs B	8.6567	0.0010053	** p<0.01
A vs C	42.7708	0.0010053	** p<0.01
A vs D	15.5122	0.0010053	** p<0.01
A vs E	6.3311	0.0068617	** p<0.01
A vs F	4.9714	0.0526957	insignificant
A vs G	1.9482	0.8999947	insignificant
A vs H	25.5761	0.0010053	** p<0.01
A vs I	0.3607	0.8999947	insignificant
A vs K	34.9708	0.0010053	** p<0.01
B vs C	34.1141	0.0010053	** p<0.01
B vs D	6.8556	0.0030524	** p<0.01
B vs E	2.3255	0.7886350	insignificant
B vs F	13.6281	0.0010053	** p<0.01
B vs G	6.7084	0.0038327	** p<0.01
B vs H	16.9194	0.0010053	** p<0.01
B vs I	8.2960	0.0010053	** p<0.01
B vs K	26.3141	0.0010053	** p<0.01
C vs D	27.2585	0.0010053	** p<0.01
C vs E	36.4397	0.0010053	** p<0.01
C vs F	47.7422	0.0010053	** p<0.01

Treatments pair	Tukey HSD Q statistic	Tukey HSD p-value	Tukey HSD inference
C vs G	40.8226	0.0010053	** p<0.01
C vs H	17.1947	0.0010053	** p<0.01
C vs I	42.4101	0.0010053	** p<0.01
C vs K	7.8000	0.0010053	** p<0.01
D vs E	9.1811	0.0010053	** p<0.01
D vs F	20.4837	0.0010053	** p<0.01
D vs G	13.5640	0.0010053	** p<0.01
D vs H	10.0639	0.0010053	** p<0.01
D vs I	15.1515	0.0010053	** p<0.01
D vs K	19.4585	0.0010053	** p<0.01
E vs F	11.3026	0.0010053	** p<0.01
E vs G	4.3829	0.1186067	insignificant
E vs H	19.2450	0.0010053	** p<0.01
E vs I	5.9704	0.0119409	* p<0.05
E vs K	28.6396	0.0010053	** p<0.01
F vs G	6.9196	0.0027616	** p<0.01
F vs H	30.5475	0.0010053	** p<0.01
F vs I	5.3321	0.0311945	* p<0.05
F vs K	39.9422	0.0010053	** p<0.01
G vs H	23.6279	0.0010053	** p<0.01
G vs I	1.5875	0.8999947	insignificant
G vs K	33.0225	0.0010053	** p<0.01
H vs I	25.2154	0.0010053	** p<0.01
H vs K	9.3947	0.0010053	** p<0.01

Treatments pair	Tukey HSD Q statistic	Tukey HSD p-value	Tukey HSD inference
I vs K	34.6101	0.0010053	** p<0.01

Scheffé results

Treatments pair	Scheffé TT-statistic	Scheffé p-value	Scheffé inference
A vs B	6.1212	0.0037964	** p<0.01
A vs C	30.2435	1.0325e-14	** p<0.01
A vs D	10.9688	1.1661e-06	** p<0.01
A vs E	4.4768	0.0652627	insignificant
A vs F	3.5153	0.2640537	insignificant
A vs G	1.3776	0.9895066	insignificant
A vs H	18.0850	1.8301e-10	** p<0.01
A vs I	0.2550	1.0000000	insignificant
A vs K	24.7281	5.0160e-13	** p<0.01
B vs C	24.1223	8.0647e-13	** p<0.01
B vs D	4.8476	0.0354252	* p<0.05
B vs E	1.6444	0.9659394	insignificant
B vs F	9.6365	9.0459e-06	** p<0.01
B vs G	4.7436	0.0421667	* p<0.05
B vs H	11.9638	2.7769e-07	** p<0.01
B vs I	5.8661	0.0059891	** p<0.01
B vs K	18.6069	1.0805e-10	** p<0.01
C vs D	19.2747	5.6058e-11	** p<0.01
C vs E	25.7667	2.2771e-13	** p<0.01

C vs F	33.7588	1.2212e-15	** p<0.01
C vs G	28.8659	2.5424e-14	** p<0.01
C vs H	12.1585	2.1166e-07	** p<0.01
C vs I	29.9885	1.2101e-14	** p<0.01
C vs K	5.5154	0.0111613	* p<0.05
D vs E	6.4920	0.0019538	** p<0.01
D vs F	14.4841	1.0230e-08	** p<0.01
D vs G	9.5912	9.7239e-06	** p<0.01
D vs H	7.1162	0.0006419	** p<0.01
D vs I	10.7138	1.7064e-06	** p<0.01
D vs K	13.7593	2.5254e-08	** p<0.01
E vs F	7.9921	0.0001387	** p<0.01
E vs G	3.0992	0.4264305	insignificant
E vs H	13.6082	3.0622e-08	** p<0.01
E vs I	4.2217	0.0974918	insignificant
E vs J	20.2513	2.2228e-11	** p<0.01
F vs G	4.8929	0.0328176	* p<0.05
F vs H	21.6004	6.5917e-12	** p<0.01
F vs I	3.7704	0.1885583	insignificant
F vs K	28.2434	3.8747e-14	** p<0.01
G vs H	16.7074	7.8414e-10	** p<0.01
G vs I	1.1226	0.9976569	insignificant
G vs K	23.3505	1.5008e-12	** p<0.01
H vs I	17.8300	2.3788e-10	** p<0.01
H vs K	6.6430	0.0014911	** p<0.01

I vs K	24.4730	6.1184e-13	** p<0.01
--------	---------	------------	-----------

Bonferroni and Holm results: all pairs simultaneously compared

Treatments pair	Bonferroni and Holm TT-statistic	Bonferroni p-value	Bonferroni inference	Holm p-value	Holm inference
A vs B	6.1212	0.0002501	** p<0.01	8.3353e-05	** p<0.01
A vs C	30.2435	0.0000e+00	** p<0.01	0.0000e+00	** p<0.01
A vs D	10.9688	2.9420e-08	** p<0.01	1.5037e-08	** p<0.01
A vs E	4.4768	0.0103917	* p<0.05	0.0020783	** p<0.01
A vs F	3.5153	0.0979427	insignificant	0.0130590	* p<0.05
A vs G	1.3776	8.2596268	insignificant	0.5506418	insignificant
A vs H	18.0850	3.2874e-12	** p<0.01	2.2646e-12	** p<0.01
A vs I	0.2550	36.0580104	insignificant	0.8012891	insignificant
A vs K	24.7281	9.9920e-15	** p<0.01	8.6597e-15	** p<0.01
B vs C	24.1223	9.9920e-15	** p<0.01	8.4377e-15	** p<0.01
B vs D	4.8476	0.0043940	** p<0.01	0.0010741	** p<0.01
B vs E	1.6444	5.2074613	insignificant	0.4628854	insignificant
B vs F	9.6365	2.6437e-07	** p<0.01	1.2337e-07	** p<0.01
B vs G	4.7436	0.0055896	** p<0.01	0.0012421	** p<0.01
B vs H	11.9638	6.4530e-09	** p<0.01	3.4416e-09	** p<0.01
B vs I	5.8661	0.0004378	** p<0.01	0.0001362	** p<0.01
B vs K	18.6069	1.9185e-12	** p<0.01	1.3642e-12	** p<0.01
C vs D	19.2747	9.7922e-13	** p<0.01	7.1809e-13	** p<0.01
C vs E	25.7667	0.0000e+00	** p<0.01	0.0000e+00	** p<0.01
C vs F	33.7588	0.0000e+00	** p<0.01	0.0000e+00	** p<0.01

C vs G	28.8659	0.0000e+00	** p<0.01	0.0000e+00	** p<0.01
C vs H	12.1585	4.8503e-09	** p<0.01	2.6946e-09	** p<0.01
C vs I	29.9885	0.0000e+00	** p<0.01	0.0000e+00	** p<0.01
C vs K	5.5154	0.0009572	** p<0.01	0.0002765	** p<0.01
D vs E	6.4920	0.0001124	** p<0.01	3.9962e-05	** p<0.01
D vs F	14.4841	2.0612e-10	** p<0.01	1.2825e-10	** p<0.01
D vs G	9.5912	2.8588e-07	** p<0.01	1.2706e-07	** p<0.01
D vs H	7.1162	3.0461e-05	** p<0.01	1.2184e-05	** p<0.01
D vs I	10.7138	4.4117e-08	** p<0.01	2.1568e-08	** p<0.01
D vs K	13.7593	5.2627e-10	** p<0.01	3.1576e-10	** p<0.01
E vs F	7.9921	5.3260e-06	** p<0.01	2.2488e-06	** p<0.01
E vs G	3.0992	0.2544872	insignificant	0.0282764	* p<0.05
E vs H	13.6082	6.4304e-10	** p<0.01	3.7153e-10	** p<0.01
E vs I	4.2217	0.0188494	* p<0.05	0.0033510	** p<0.01
E vs K	20.2513	3.7970e-13	** p<0.01	2.8688e-13	** p<0.01
F vs G	4.8929	0.0039577	** p<0.01	0.0010554	** p<0.01
F vs H	21.6004	1.0991e-13	** p<0.01	8.5487e-14	** p<0.01
F vs I	3.7704	0.0541282	insignificant	0.0084199	** p<0.01
F vs K	28.2434	0.0000e+00	** p<0.01	0.0000e+00	** p<0.01
G vs H	16.7074	1.4608e-11	** p<0.01	9.4142e-12	** p<0.01
G vs I	1.1226	12.3715311	insignificant	0.5498458	insignificant
G vs K	23.3505	2.9976e-14	** p<0.01	2.3981e-14	** p<0.01
H vs I	17.8300	4.3066e-12	** p<0.01	2.8710e-12	** p<0.01
H vs K	6.6430	8.1565e-05	** p<0.01	3.0813e-05	** p<0.01
I vs K	24.4730	9.9920e-15	** p<0.01	8.2157e-15	** p<0.01

ANEXO 12

GALERÍA FOTOGRÁFICA



Fotografía 1. Zona productora de “papa nativa” – Huasmín, Cajamarca.



Fotografía 2. Variedades de “papa nativa”, Productores de Cajamarca.



Fotografía 3. Variedades de “papa nativa”, Productores de Cajamarca.



Fotografía 4. Zona de cultivo de “papa nativa” – Coñicorgue, Alto Santa Rosa, Cajamarca.



Fotografía 5. Colecta de muestras de “papa nativa” – Coñicorgue, Alto Santa Rosa, Cajamarca.



Fotografía 6. Colecta de muestras de “papa nativa” – Coñicorgue, Alto Santa Rosa, Cajamarca.



**Fotografía 7. Variedad de “papa nativa” Mano de León
– Coñicorgue, Alto Santa Rosa, Cajamarca.**



**Fotografía 8. Muestras de “papa nativa”– Coñicorgue,
Alto Santa Rosa, Cajamarca.**



Fotografía 9. Primera selección de Muestras de “papa nativa”– Coñicorgue, Alto Santa Rosa, Cajamarca. Sr. Santos Sánchez (ADERS Perú)



Fotografía 10. Muestras de “papa nativa”– Sorochuco, Cruz Pampa, Cajamarca.



Fotografía 11. Muestras de “papa nativa”– Sorochuco, Cruz Pampa, Cajamarca.



Fotografía 12. Muestras de “papa nativa”– Sorochuco, Cruz Pampa, Cajamarca.



Fotografía 13. Productor de “papa nativa”– Sorochuco, Cruz Pampa, Cajamarca.



Fotografía 14. Productores de “papa nativa”– Sorochuco, Cruz Pampa, Cajamarca e Ing. Hugo Guerra Colca, ALAC.



Fotografía 15. Colecta de muestras de “papa nativa”– Sorochuco, Cruz Pampa, Cajamarca.



Fotografía 16. Depósitos de tratamiento de semillas de “papa nativa”– Sorochuco, Cruz Pampa, Cajamarca.



Fotografía 17. Muestras de “papa nativa”– Sorochuco, Uñigán Lirio, Cajamarca.



Fotografía 18. Zona de cultivo de “papa nativa”– Sorochuco, Uñigán Lirio, Cajamarca.



Fotografía 19. Zona de cultivo de “papa nativa”– Sorochocho, Uñigan Lirio, Cajamarca.



Fotografía 20. Colecta de muestras de “papa nativa”– Sorochocho, Uñigan Lirio, Cajamarca.



Fotografía 21. Planta de “papa nativa”– Sorochouco, Uñigán Lirio, Cajamarca.



Fotografía 22. Muestra de “papa nativa”– Sorochouco, Uñigán Lirio, Cajamarca.



Fotografía 23. Planta de “papa nativa”– Sorochuco, Uñigán Lirio, Cajamarca.



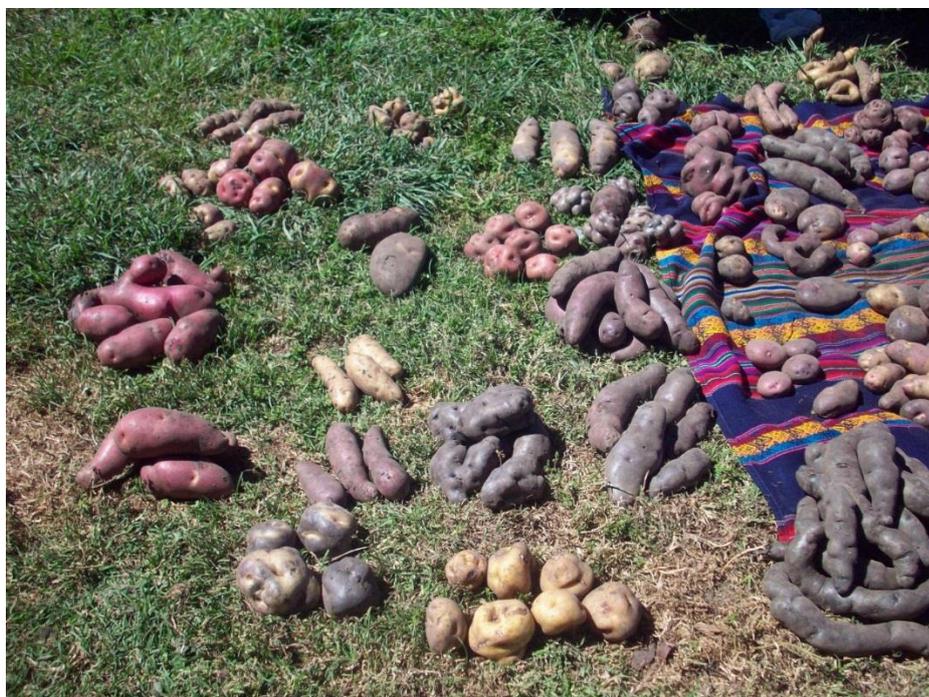
Fotografía 24. Vista panorámica de Huasmín, Cajamarca.



Fotografía 25. Equipo Investigador (Mg. Q.F. Patricia Minchán Herrera, UPAGU Cajamarca e Ing. Hugo Guerra Colca, ALAC, Cajamarca) con productor de “papa nativa”– Sorochuco, Uñigán Lirio, Cajamarca.



**Fotografía 26. Colecta de muestras de “papa nativa”–
Encañada, Yerba Buena Chica, Cajamarca.**



**Fotografía 27. Colección de variedades de “papa nativa” de
Productor– Encañada, Yerba Buena Chica, Cajamarca.**



Fotografía 28. Variedades de “papa nativa”– Encañada, Yerba Buena Chica, Cajamarca.



Fotografía 29. Zona de cultivo de “papa nativa”– Encañada, El Valle, Cajamarca.



Fotografía 30. Zona de cultivo de “papa nativa”– Encañada, El Valle, Cajamarca.



Fotografía 31. Zona de cultivo de “papa nativa”– Encañada, El Valle, Cajamarca.



Fotografía 32. Cosecha de “papa nativa”– Encañada, El Valle, Cajamarca.



Fotografía 33. Colecta de muestras de “papa nativa”– Encañada, El Valle, Cajamarca.



Fotografía 34. Segunda selección de muestras de “papa nativa” para su envío a la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNT.



Fotografía 35. Tercera selección de muestras de “papa nativa”– Laboratorio Multifuncional de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNT. Trujillo.



Fotografía 36. Proceso de ultra-refrigeración de muestras de “papa nativa”– Laboratorio Multifuncional de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNT. Trujillo.



Fotografía 37. Proceso de ultra-refrigeración de muestras de “papa nativa”– Laboratorio Multifuncional de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNT. Trujillo.



Fotografía 38. Proceso de ultra-refrigeración de muestras de “papa nativa”– Laboratorio Multifuncional de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNT. Trujillo.



Fotografía 39. Proceso de ultra-refrigeración de muestras de “papa nativa”– Laboratorio Multifuncional de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNT. Trujillo.



Fotografía 40. Proceso de liofilización de muestras de “papa nativa”– Laboratorio Multifuncional de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNT. Trujillo.



Fotografía 41. Liofilizados de “papa nativa” y extracto – Laboratorio Multifuncional de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNT. Trujillo.



Fotografía 42. Muestra de hojuelas snack de “papa nativa” variedad roja – Laboratorio Multifuncional de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNT. Trujillo.



Fotografía 43. Muestra de hojuelas snack de “papa nativa” variedad blanca – Laboratorio Multifuncional de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNT. Trujillo.



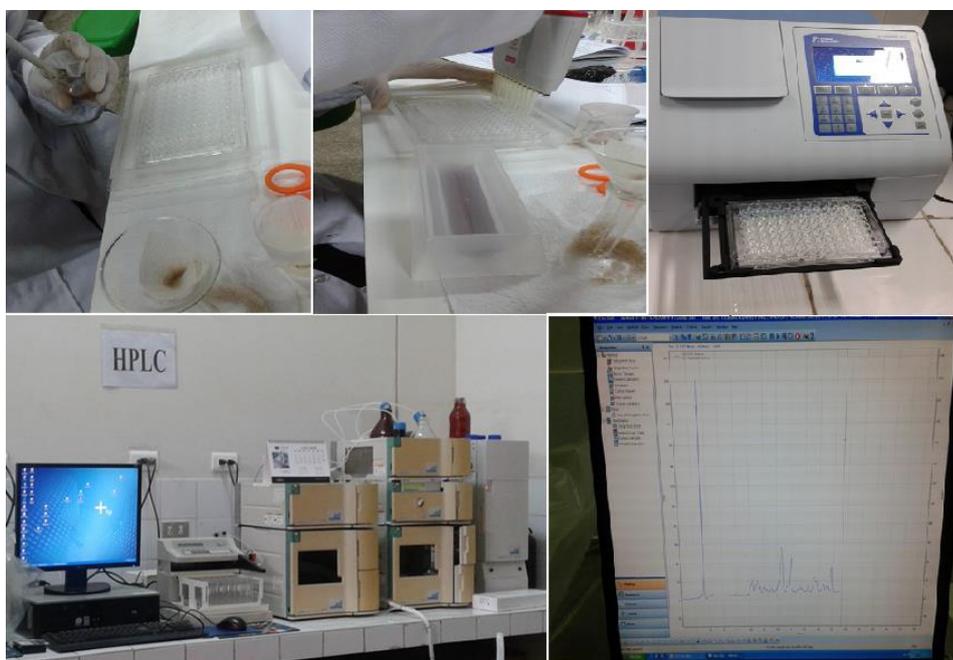
Fotografía 44. Muestra de hojuelas snack de “papa nativa” variedad azul – Laboratorio Multifuncional de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNT. Trujillo.



Fotografía 45. Cuantificación de Grasas Totales en hojuelas snack de “papa nativa” para cuantificación de grasas totales – Laboratorio Multifuncional de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNT. Trujillo.



Fotografía 46. Liofilización de hojuelas snack de “papa nativa” para cuantificación de grasas totales – Laboratorio Multifuncional de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNT. Trujillo.



Fotografía 47. Ensayos en tubérculos y hojuelas snacks de “papa nativa”– Laboratorio Multifuncional de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNT. Trujillo.



Fotografía 48. Equipo Investigador (Mg. Q.F. Patricia Minchán Herrera, UPAGU; Dr. Q.F. Mayar Ganoza Yupanqui, UNT y Ewaldo Zavala Urtecho, UNT)– Laboratorio Multifuncional de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNT. Trujillo.



Fotografía 49. Equipo Investigador (Mg. Q.F. Patricia Minchán Herrera, UPAGU; Dr. Blgo. Homero Bazán Zurita, UPAGU; Dr. Q.F. Mayar Ganoza Yupanqui, UNT y Ewaldo Zavala Urtecho, UNT) – Laboratorio Multifuncional de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNT. Trujillo.

