



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial”

TRABAJO DE GRADUACIÓN

CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA Y FOTOQUÍMICA DE LOS GRANOS Y HOJAS
DEL CHOCHO (*Lupinus mutabilis* Sweet), QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd), AMARANTO
(*Amaranthus caudatus* L.) Y SANGOR
ACHE (*Amaranthus hybridus* L.)

Autor: Jessica Marilin Guapi Cando

Director: Dra. Silvia Torres

Riobamba – Ecuador

AÑO
2014

Página de revisión

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA Y FITOQUÍMICA DE LOS GRANOS Y HOJAS DEL CHOCHO (*Lupinus mutabilis* Sweet), QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd), AMARANTO (*Amaranthus caudatus* L.) Y SANGORACHE (*Amaranthus hybridus* L.), presentado por: Jessica Marilin Guapi Cando y dirigida por la Dra. Silvia Torres.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Paul Ricaurte
Presidente del Tribunal



Firma

Dra. Silvia Torres
Directora del proyecto de investigación



Firma

Ing. Sonia Rodas
Miembro del Tribunal de grado



Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, corresponde exclusivamente a Jessica Marilin Guapi Cando y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo, el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias y la SENESCYT”.

AGRADECIMIENTO

Es el reconocimiento a Dios por iluminarme y bendecirme para llegar hasta donde he llegado.

A la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería, al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, por la ayuda intelectual, material recibido, y a la SENESCYT por el financiamiento para la realización de la investigación.

A la Ing. Elena Villacrés por su importante aporte y participación activa en el desarrollo de esta tesis.

A la Dra. Lourdes Cuadrado por su capacidad para guiarme durante esta tesis, ha sido un aporte invaluable.

A la Dra. Anita Mejía por su disponibilidad y paciencia para la realización de esta tesis.

A la Dra. Silvia Torres, Ing. Paul Ricaute e Ing. Sonia Rodas por su colaboración para la culminación de esta tesis.

A mi familia por depositar en mí su confianza y apoyo incondicional.

A mis amigas por escucharme y acompañarme durante la trayectoria de mi carrera.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a mi hijo Alan Jahir quien ha sido y es el pilar fundamental de mi vida.

Por ser mi fortaleza y motivación para superarme día a día en cada ámbito de mi vida y quien ha soportado cada situación difícil que hemos vivido debido a esos esfuerzos.

Dios te bendiga siempre adorado hijo .

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
Planteamiento del problema.....	4
HIPOTESIS.....	4
OBJETIVOS.....	5
General.....	5
Específicos.....	5
JUSTIFICACIÓN.....	5
III FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
3.1 Granos andinos.....	6
3.2 El Chocho (<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>).....	6
3.3 La Quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>).....	9
3.4 El Amaranto (<i>Amaranthus caudatus L.</i>).....	12
3.5 El Sangorache (<i>Amaranthus hybridus L.</i>).....	15
3.6 Análisis proximal y/o bromatológico.....	17
3.6.1 Determinación de humedad.....	17
3.6.2 Determinación de cenizas.....	18
3.6.3 Determinación de proteína.....	18
3.6.4 Extracto etéreo.....	19
3.6.5 Determinación de fibra.....	19
3.7 Tamizaje fotoquímico.....	20
IV METODOLOGIA.....	28
4.1 Tipo de estudio.....	28
4.2 Lugar de la investigación.....	29
4.3 Tiempo de la investigación.....	29
4.4 Población Muestra.....	29
4.5 Procedimientos.....	32
4.6 Procesamiento y análisis.....	33
4.6.1 Análisis Proximal o Bromatológico.....	33
4.6.2 Análisis fotoquímico.....	33
4.6.3 Cuantificación de metabolitos secundarios de mayor prevalencia.....	39

V. RESULTADOS.....	40
5.1 Caracterización bromatológica de los granos y hojas del chocho, quinua, amaranto y sangorache.....	40
5.2 Caracterización fitoquímica de los granos y hojas del chocho, quinua, amaranto y sangorache.....	45
5.3 Cuantificación de metabolitos secundarios de mayor prevalencia.....	49
VI DISCUSIÓN.....	51
6.1 Análisis de los resultados de la caracterización bromatológica de las hojas y granos de chocho.....	51
6.2 Análisis de los resultados de la caracterización bromatológica de las hojas y granos la quinua.....	56
6.3 Análisis de los resultados de la caracterización bromatológica de las hojas del amaranto y Sangorache.....	62
6.4 Análisis de los resultados de la caracterización bromatológica de los granos del amaranto y sangorache.....	70
6.5 Análisis de los resultados de la caracterización fitoquímica de las hojas y granos de chocho.....	80
6.6 Análisis de los resultados de la caracterización fitoquímica de las hojas y granos de la quinua.....	83
6.7 Análisis de los resultados de la caracterización fitoquímica de las hojas y granos de amaranto.....	88
6.8 Análisis de los resultados de la caracterización fitoquímica de las hojas y granos de sangorache.....	91
6.9 Análisis de los resultados de la cuantificación de alcaloides.....	94
6.10 Análisis de los resultados de la cuantificación de saponinas.....	95
6.11 Análisis de los resultados de la cuantificación de flavonoides.....	96
VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	103
Conclusiones.....	103
Recomendaciones.....	104
VIII PROPUESTA.....	105
IV BIBLIOGRAFIA.....	115
IX ANEXOS.....	119

INDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 COMPOSICIÓN POR 100 g DE PORCIÓN COMESTIBLE DEL CHOCHO.....	8
Tabla No 2. COMPARACIÓN COMPONENTES DE QUINUA CON OTROS CEREALES.....	11
Tabla 3. VALOR NUTRICIONAL DEL AMARANTO COMPARADO CON OTROS GRANOS	14
Tabla N° 4. HUMEDAD	40
Tabla N° 5. CENIZAS.....	41
Tabla N° 6. PROTEINA.....	42
Tabla N° 7. GRASA.....	43
Tabla N° 8. FIBRA.....	44
Tabla N° 9. CARACTERIZACION FITOQUIMICA EN EXTRACTO ETereo.....	45
Tabla N° 10. CARACTERIZACION FITOQUIMICA EN EXTRACTO ALCOHOLICO.....	46
Tabla N° 11. CARACTERIZACION FITOQUIMICA EN EXTRACTO ACUOSO.....	47
Tabla N° 12. CUANTIFICACION DE ALCALOIDES EN LAS HOJAS Y GRANOS DE TRES VARIETADES DE CHOCHO.....	49
Tabla N° 13. CUANTIFICACION DE SAPONINAS EN LAS HOJAS Y GRANOS DE TRES VARIETADES DE QUINUA.....	49
Tabla N° 14. CUANTIFICACION DE FLAVONOIDES EXPRESADOS EN QUERCITINA EN LAS HOJAS Y GRANOS DE CUATRO VARIETADES DE QUINUA, DOS VARIETADES DE AMARANTO Y SANGORACHE	50
Tabla N° 15. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LAS HOJAS Y GRANOS DE TRES VARIETADES DE CHOCHO.....	51
Tabla N° 16. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE CENIZAS EN LAS HOJAS Y GRANOS DE TRES VARIETADES DE CHOCHO.....	52
Tabla N° 17. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE PROTEÍNA EN LAS HOJAS Y GRANOS DE TRES VARIETADES DE CHOCHO.....	53
Tabla N° 18. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE GRASA EN LAS HOJAS Y GRANOS DE TRES VARIETADES DE CHOCHO.....	54
Tabla N° 19. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE FIBRA EN LAS HOJAS Y GRANOS DE TRES VARIETADES DE CHOCHO.....	55
Tabla N° 20. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LAS HOJAS Y GRANOS DE CUATRO VARIETADES DE QUINUA.....	56
Tabla N° 21. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE CENIZAS EN LAS HOJAS Y GRANOS DE CUATRO VARIETADES DE QUINUA	57
Tabla N° 22. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE PROTEÍNA EN LAS HOJAS Y GRANOS DE CUATRO VARIETADES DE QUINUA.....	58
Tabla N° 23. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE GRASA EN LAS HOJAS Y GRANOS DE CUATRO VARIETADES DE QUINUA	59
Tabla N° 24. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE FIBRA EN LAS HOJAS Y GRANOS DE CUATRO VARIETADES DE QUINUA	61

Tabla N° 25. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LAS HOJAS DE SANGORACHE Y AMARANTO PERUCHO”	62
Tabla N° 26. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LAS HOJAS DE SANGORACHE Y AMARANTO ALEGRÍA”	62
Tabla N° 27. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE CENIZAS EN LAS HOJAS DE SANGORACHE Y AMARANTO PERUCHO”	64
Tabla N° 28. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE CENIZAS EN LAS HOJAS DE SANGORACHE Y AMARANTO ALEGRÍA”	64
Tabla N° 29. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE PROTEÍNA EN LAS HOJAS DE SANGORACHE Y AMARANTO PERUCHO”	65
Tabla N° 30. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE PROTEÍNA EN LAS HOJAS DE SANGORACHE Y AMARANTO ALEGRÍA”	66
Tabla N° 31. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE GRASA EN LAS HOJAS DE SANGORACHE Y AMARANTO PERUCHO”	67
Tabla N° 32. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE GRASA EN LAS HOJAS DE SANGORACHE Y AMARANTO ALEGRÍA”	67
Tabla N° 33. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE FIBRA EN LAS HOJAS DE SANGORACHE Y AMARANTO PERUCHO”	69
Tabla N° 34. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE FIBRA EN LAS HOJAS DE SANGORACHE Y AMARANTO ALEGRÍA”	69
Tabla N° 35. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LOS GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO PERUCHO”	70
Tabla N° 36. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LOS GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO ALEGRÍA”	71
Tabla N° 37. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE CENIZAS EN LOS GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO PERUCHO”	72
Tabla N° 38. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE CENIZAS EN LOS GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO ALEGRÍA”	72
Tabla N° 39. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE PROTEÍNA EN LOS GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO PERUCHO”	74
Tabla N° 40. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE PROTEÍNA EN LOS GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO ALEGRÍA”	74
Tabla N° 41. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE GRASA EN LOS GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO PERUCHO”	76
Tabla N° 42. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE GRASA EN LOS GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO ALEGRÍA”	76
Tabla N° 43. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE FIBRA EN LOS GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO PERUCHO”	78
Tabla N° 44. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LOS GRANOS Y GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO ALEGRÍA”	78
Tabla N° 45. EXTRACTO ETereo	80
Tabla N° 46. EXTRACTO ALCOHOLICO	81

Tabla N° 47. EXTRACTO ACUOSO	82
Tabla N° 48. EXTRACTO ETereo	83
Tabla N° 49. EXTRACTO ALCOHOLICO	85
Tabla N° 50. EXTRACTO ACUOSO	86
Tabla N° 51. EXTRACTO ETereo	88
Tabla N° 52. EXTRACTO ALCOHOLICO	89
Tabla N° 53. EXTRACTO ACUOSO	90
Tabla N° 54. EXTRACTO ETereo	91
Tabla N° 55. EXTRACTO ALCOHOLICO	92
Tabla N° 56. EXTRACTO ACUOSO	93
Tabla N° 57. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE ALCALOIDES EN LAS HOJAS Y GRANOS DE TRES VARIEDADES DE CHOCHO	94
Tabla N° 58. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE SAPONINAS EN LAS HOJAS Y GRANOS DE CUATRO VARIEDADES DE QUINUA	95
Tabla N° 59. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE FLAVONOIDES EXPRESADOS EN QUERCITINA EN LAS HOJAS Y GRANOS DE CUATRO VARIEDADES DE QUINUA ..	97
Tabla N° 60. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE FLAVONOIDES EXPRESADOS EN QUERCITINA EN LOS GRANOS DE AMARANTO PERUCHO Y AMARANTO ALEGRÍA”	98
Tabla N° 61. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE FLAVONOIDES EXPRESADOS EN QUERCITINA EN LOS GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO ALEGRÍA”	98
Tabla N° 62. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE FLAVONOIDES EXPRESADOS EN QUERCITINA EN LOS GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO PERUCHO”	99
Tabla N° 63. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE FLAVONOIDES EXPRESADOS EN QUERCITINA EN LAS HOJAS DE AMARANTO PERUCHO Y AMARANTO ALEGRÍA” ...	100
Tabla N° 64. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE FLAVONOIDES EXPRESADOS EN QUERCITINA EN LAS HOJAS DE SANGORACHE Y AMARANTO ALEGRÍA”	100
Tabla N° 65. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE FLAVONOIDES EXPRESADOS EN QUERCITINA EN LAS HOJAS DE SANGORACHE Y AMARANTO PERUCHO”	101

INDICE DE FIGURAS

FIGURA No. 1. EL CHOCHO (<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>).....	6
FIGURA No. 2. LA QUINUA (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>).....	9
FIGURA No. 3. EL AMARANTO (<i>Amaranthus caudatus L.</i>).....	12
FIGURA No. 4. EL SANGORACHE (<i>Amaranthus hybridus L.</i>)	15
FIGURA N 5. ESQUEMA DE LA OBTENCIÓN DE EXTRACTO ETÉREO, ALCOHOLICO Y ACUOSO.....	34
FIGURA N 6. ESQUEMA DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO CUALITATIVO EN EL EXTRACTO ETÉREO.....	35
FIGURA N 7. ESQUEMA DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO CUALITATIVO EN EL EXTRACTO ALCOHÓLICO.....	36
FIGURA No 8. ESQUEMA DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO CUALITATIVO EN EL EXTRACTO ACUOSO.....	37
FIGURA No 9. CONTENIDO DE HUMEDAD EN LAS HOJAS Y GRANOS DE CHOCHO.....	51
FIGURA No 10. CONTENIDO DE CENIZAS EN LAS HOJAS Y GRANOS DE CHOCHO.....	52
FIGURA No 11. CONTENIDO DE PROTEINA EN LAS HOJAS Y GRANOS DE CHOCHO.....	53
FIGURA No 12. CONTENIDO DE GRASA EN LAS HOJAS Y GRANOS DE CHOCHO.....	54
FIGURA No 13. CONTENIDO DE FIBRA EN LAS HOJAS Y GRANOS DE CHOCHO.....	55
FIGURA No 14. CONTENIDO DE HUMEDAD EN LAS HOJAS Y GRANOS DE LA QUINUA...	56
FIGURA No 15. CONTENIDO DE CENIZAS EN LAS HOJAS Y GRANOS DE LA QUINUA.....	57
FIGURA No 16. CONTENIDO DE PROTEINA EN LAS HOJAS Y GRANOS DE LA QUINUA...	58
FIGURA No 17. CONTENIDO DE GRASA EN LAS HOJAS Y GRANOS DE LA QUINUA.....	60
FIGURA No 18. CONTENIDO DE FIBRA EN LAS HOJAS Y GRANOS DE LA QUINUA.....	61
FIGURA No 19. CONTENIDO DE HUMEDAD EN LAS HOJAS DE AMARANTO PERUCHO, AMARANTO ALEGRIA Y SANGORACHE.....	63
FIGURA No 20. CONTENIDO DE CENIZAS EN LAS HOJAS DE AMARANTO PERUCHO, AMARANTO ALEGRIA Y SANGORACHE.....	64
FIGURA No 21. CONTENIDO DE PROTEINA EN LAS HOJAS DE AMARANTO PERUCHO, AMARANTO ALEGRIA Y SANGORACHE.....	66
FIGURA No 22. CONTENIDO DE PROTEINA EN LAS HOJAS DE AMARANTO PERUCHO, AMARANTO ALEGRIA Y SANGORACHE.....	68
FIGURA No 23. CONTENIDO DE FIBRA EN LAS HOJAS DE AMARANTO PERUCHO, AMARANTO ALEGRIA Y SANGORACHE.....	70
FIGURA No 24. CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL GRANO DE AMARANTO PERUCHO,	

AMARANTO ALEGRIA Y SANGORACHE.....	71
FIGURA N° 25. CONTENIDO DE CENIZAS EN EL GRANO DE AMARANTO PERUCHO, AMARANTO ALEGRIA Y SANGORACHE.....	73
FIGURA N° 26. CONTENIDO DE PROTEINA EN EL GRANO DE AMARANTO PERUCHO, AMARANTO ALEGRIA Y SANGORACHE.....	75
FIGURA N° 27. CONTENIDO DE GRASA EN EL GRANO DE AMARANTO PERUCHO, AMARANTO ALEGRIA Y SANGORACHE.....	77
FIGURA N° 28. CONTENIDO DE FIBRA EN EL GRANO DE AMARANTO PERUCHO, AMARANTO ALEGRIA Y SANGORACHE.....	79
FIGURA N° 29. CUANTIFICACION DE ALCALOIDES EN LAS HOJAS Y GRANOS DE CHOCHO.....	94
FIGURA N° 30. CUANTIFICACION DE SAPONINAS EN LAS HOJAS Y GRANOS DE QUINUA.....	96
FIGURA N° 31. CUANTIFICACION DE FLAVONOIDES EN LAS HOJAS Y GRANOS DE QUINUA.....	97
FIGURA N° 32. CONTENIDO DE FLAVONOIDES EN LOS GRANOS DE AMARANTO PERUCHO, AMARANTO ALEGRIA Y SANGORACHE.....	99
FIGURA N° 33. CONTENIDO DE FLAVONOIDES EN LAS HOJAS DE AMARANTO PERUCHO, AMARANTO ALEGRIA Y SANGORACHE.....	101
FIGURA N° 34. CONTENIDO DE FLAVONOIDES EN LOS GRANOS, HOJAS Y PANOJAS DEL SANGORACHE.....	102

RESUMEN

La innovación científica de esta investigación se fundamenta en “la revalorización y aprovechamiento de las excelentes cualidades nutritivas y el potencial medicinal de cuatro especies andinas (granos y hojas): quinua, chocho, amaranto y sangorache; por lo que el objetivo principal fue determinar la composición bromatológica y fitoquímica de las hojas y granos de cuatro variedades de quinua (INIAP pata de venado, INIAP tunkahuan, criolla morada y criolla blanca), tres de chocho (INIAP 450, INIAP 451 y criolla), dos de amaranto (perucho y alegría) y sangorache.

Se realizó el análisis bromatológico proximal y se determinó que en los parámetros de cenizas, proteína, grasa y fibra, la hoja de quinua, amaranto y sangorache tienen mayor porcentaje de contenido frente al grano. En el chocho solo el porcentaje de cenizas de la hoja es mayor al grano.

Se realizó una marcha fitoquímica preliminar para determinar la presencia de metabolitos secundarios más relevantes de interés farmacoterapéutico en las hojas y granos de cada variedad estudiada, y se resolvió cuantificar tres principales metabolitos: alcaloides en el chocho por método de titulación, saponinas en la quinua por el método espumoso y flavonoides en la quinua, amaranto y en el sangorache por espectrofotometría con el método $AlCl_3$.

El chocho contiene mayor porcentaje de alcaloides en el grano y la variedad que sobresale es : INIAP 451: 3,99%, la quinua contiene saponina solo en el grano y los resultados no sobrepasan el 1% porque son quinuas dulces la variedad que se destaca es : INIAP pata de venado: 0,82%; y el porcentaje de flavonoides es mayor en las hojas INIAP pata de venado: 410,05mg/100g; el contenido de flavonoides del amaranto y sangorache las hojas exceden notablemente a los granos, con la hoja de sangorache a la cabeza con 94,943 mg/100g

En conclusión las hojas de las variedades de quinua, chocho, amaranto y sangorache revelan importantes características desde el punto de vista nutricional.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA**



**Lic. Geovanny Armas
23 de Enero de 2014**

SUMMARY

The scientific innovation of this research work is based on "the revaluation and use of the excellent nutritional and medicinal potential of four Andean grains, so that the main objective was to determine the food and plant composition in the leaves and grains of four varieties of quinoa (INIAP venison leg, INIAP Tunkahuan, local purple and local white), three varieties of lupine beans (INIAP 450, INIAP 451 and local), two varieties of amaranth (perucho and alegría) and smooth amaranth.

Proximal compositional analysis was performed and it determined that in the parameters of ash, protein, fat and fiber, the quinoa leaf, amaranth and smooth amaranth have a higher content percentage in comparison with the grain. In lupine beans only the leaf ash percentage is higher than in grains.

A preliminary phytochemical analysis was carried out in order to determine the presence of the most relevant secondary metabolites of pharmacotherapeutic interest in the leaves and beans of each variety studied, and the decision was to quantify the three major metabolites: alkaloids in lupine beans by titration method, saponins in quinoa through the foamy method and flavonoids in quinoa, amaranth and smooth amaranth by spectrophotometry with the $AlCl_3$ method.

Lupine beans have the highest percentage of alkaloids and the most outstanding variety is: INIAP 451: 3,99%, Quinoa contains saponin only in grains and the results do not exceed 1% because it is sweet quinoa, the outstanding variety is: INIAP venison leg: 0,82% and the flavonoid percentage is higher in INIAP venison leg leaves: 410,05mg/100g; the flavonoid content in amaranth and smooth amaranth, the leaves significantly exceed the grains, with the amaranth leaf at the top with 94,943 mg/100g.

In conclusion, the leaves corresponding to the varieties of quinoa, lupine beans, amaranth and smooth amaranth reveal important features from the nutritional point of view.



INTRODUCCIÓN

La caracterización de cultivos alimenticios subutilizados es una estrategia para incrementar y diversificar las fuentes de cultivos mundiales. Los cultivos andinos no solo tienen importancia económica, sino también social, ecológica, nutricional y funcional (real y potencial). (36)

En todos los países, además del nuestro, el uso de los granos andinos en la alimentación ha constituido la principal fuente de nutrientes desde la antigüedad. Los estudios de sus propiedades alimenticias revelan que no existe ningún otro grupo de alimentos que sean capaces de proporcionar prácticamente todos los nutrientes que necesita el organismo humano (36).

La quinua, el chocho, la sangorache y el amaranto, son especies reconocidas por su alto valor nutricional, debido a la calidad de sus proteínas y a la combinación adecuada de aminoácidos esenciales. Se ha establecido que estas especies ayudan a reparar, mantener y formar tejidos de los músculos del cuerpo, favorecen al crecimiento y desarrollo de la inteligencia, proveen proteína de calidad a las madres gestantes-lactantes, y proveen al organismo de minerales como hierro, calcio y fósforo. (24)

En algunos casos, estos cultivos tienen propiedades cicatrizantes, desinflamantes, analgésicas, desinfectantes, entre otras. Estas características han contribuido en los últimos años a incrementar la demanda de estos granos andinos en mercados locales y a nivel mundial (24).

La innovación científica de este trabajo se fundamenta en “la revalorización y aprovechamiento de las excelentes cualidades nutritivas y el potencial medicinal de los granos andinos (quinua, chocho, amaranto y sangorache), orientado a la obtención de productos farmacoterapéuticos. (25)

Planteamiento del problema

El interés de la sociedad mundial actual por una mayor esperanza y mejor calidad de vida se contrapone con la enorme tendencia a sufrir enfermedades cardiovasculares, la diabetes, el cáncer, el sobrepeso, la obesidad, el consumo excesivo de comida chatarra, la forma de vivir, y sus consecuencias inherentes; constituyen un importante indicador de riesgo para nuestra salud.

En este contexto la riqueza y diversidad de materiales farmacoterapéuticos y medicinales de nuestras sabias culturas indígenas pueden jugar un papel preponderante; y todo ello a pesar del desdén histórico de la sociedad a casi todo lo que tenga “sabor” indígena. (36)

La alternativa de formular un estudio de transformación de los granos andinos (quinua, amaranto, chocho y sangorache) en productos farmacoterapéuticos, es una oportunidad de generar valor agregado a la simple dinámica producción-comercialización que hasta ahora se ha estado practicando de manera incipiente.

A continuación se formula el problema

¿Hay diferencia significativa en la composición bromatológica de las hojas y granos de chocho, quinua, amaranto y sangorache y/o el porcentaje de metabolitos secundarios con interés farmacoterapéutico?

HIPOTESIS

H₀ = No existe mayor presencia de metabolitos secundarios de interés farmacoterapéutico en las hojas a comparación a los granos de chocho, quinua, amaranto y sangorache.

H₁ = Existe mayor presencia de metabolitos secundarios de interés farmacoterapéutico en las hojas a comparación a los granos de chocho, quinua, amaranto y sangorache.

OBJETIVOS.

General

- Determinar la composición bromatológica y fitoquímica de las hojas y granos de cuatro especies andinas.

Específicos

- Realizar un análisis bromatológico comparativo de los granos y hojas de chocho, quinua, amaranto y sangorache.
- Determinar la presencia de metabolitos secundarios de interés farmacoterapéutico en los granos y hojas de chocho, quinua, amaranto y sangorache.
- Cuantificar los metabolitos secundarios de mayor prevalencia en las especies de estudio

JUSTIFICACIÓN

La nutrición es un factor de vital importancia para mantener la buena salud y lograr mejor calidad de vida. Hipócrates, filósofo griego y padre de la medicina, postuló el siguiente lema: “permitan a los alimentos que sean su medicina y la medicina que sea su alimento”. Esta frase corta pero profunda y sustantiva resume la nueva tendencia de los alimentos en este naciente siglo XXI (14).

Sobre el valor nutritivo de los granos andinos (quinua, chocho, amaranto, sangorache) tradicionalmente se ha opinado en forma extrema; o se lo ignora y no valoriza adecuadamente, o se exagera y considera que estos cultivos son de un excepcional contenido de nutrientes, capaces de solucionar todos los problemas alimentarios del planeta; por otro lado se tiene la presunción de que presentan niveles elevados de compuestos de interés farmacológico que están por descubrir; si esto es así hay que probarlo de manera científica y el valor de estos cultivos crecería aún más en el campo nacional e internacional. (30)

III FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 Granos andinos

Los granos andinos, denominados “granos de oro” por su alto valor nutritivo; son considerados como alimentos del pasado para la gente del futuro. A partir de investigaciones realizadas por la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos, tanto la quinua como el amaranto son clasificados como los mejores alimentos de origen vegetal para los seres humanos, tomando en cuenta estas propiedades, fueron seleccionados por la NASA, para integrar la dieta de los Astronautas en vuelos espaciales (22).

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), el ataco o sangorache (*Amaranthus hibrydus L.*), el amaranto o (*Amaranthus caudatus L.*), y el tarwi, chocho o lupino (*Lupinus mutabilis Sweet*), están considerados como los granos de mayor consumo en la actualidad (35).

3.2 El Chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*)



FIGURA No. 1. EL CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*)

FUENTE: GARCIA, L. 2004

3.2.1 Origen

El chocho o tarwi, es una leguminosa originaria de los Andes de Bolivia, Ecuador y Perú, Su alto contenido de proteínas, mayor que el de la soja, lo convierte en una planta de gran interés para la

nutrición humana y animal. Según los especialistas, su consumo en diversas presentaciones (cremas, guisos, postres) ayuda a los niños en su crecimiento y desarrollo cerebral, debido a que es una fuente importante de calcio y aminoácidos (6).

El género *Lupinus* consta de 200 especies distribuidas en América; se cultiva entre los 2500 a 3400 m.s.n.m., requiere entre 350–800 mm de precipitación anual, siendo cultivado exclusivamente en zonas secas, es susceptible al exceso de humedad, y moderadamente susceptible a la sequía durante la floración y envainado. No tolera las heladas en la fase de formación del racimo y madurez; aunque algunos ecotipos cultivados a orillas del lago Titicaca, tienen una mayor resistencia al frío. La planta prefiere suelos francos y franco-arenosos, con un balance adecuado de nutrientes, buen drenaje, y pH que oscila entre 5 y 7 (4).

3.2.2 Taxonomía

Tronco: Cormofitas

División: Embriofitas sifonógamas

Sub División: Angiosperma

Clase: Dicotiledóneas

Sub Clase: Arquiclamideas

Orden: Rosales

Familia: Leguminosas

Sub Familia: Papilionáceas

Género: *Lupinus*

Especie: *mutabilis*

Nombre Científico: *Lupinus mutabilis* Sweet

Nombre Común: Tarwi, Chocho. (4).

3.2.3 Composición química y valor nutricional

Tabla No. 1 Composición por 100 g de porción comestible del chocho

Composición	Chocho cocido con cascara	Chocho crudo sin cascara	Chocho harina
Energía Kcal	151	277	458
Agua g	69,7	46,3	37,0
Proteína g	11,6	17,3	49,6
Grasa g	8,6	17,5	27,9
Carbohidratos g	9,6	17,3	12,9
Fibra g	5,3	3,8	7,9
Ceniza g	0,6	1,6	2,6
Calcio mg	30	54	93
Fosforo	123	262	440
Hierro mg	1,4	2,3	1,38
Tiamina mg	0,01	0,60	-
Riboflavina mg	0,34	0,4	-
Niacina mg	0,95	2,10	-
Ácido ascórbico	0,00	4,6	-

Fuente: CAICEDO, (2000)

3.2.4 Descripción botánica

Es una leguminosa herbácea erecta de tallos cilíndricos, robustos, algo leñoso, generalmente de color verde oscuro, amarillento a veces variando hacia castaño. Se ramifica a partir de un eje central en forma de un candelabro, alcanza alturas de 0,8 a 2,0 m. Las hojas son palmeadas, digitadas, la floración y formación de frutos es a menudo dispersa en el tiempo, las flores son de

color azul, pero pueden cambiar a blanco y rosado. Las vainas contienen de 6 a 8 semillas; los granos tienen alcaloides amargos que impiden su consumo directo (8).

3.3 La Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*)



FIGURA No. 2. LA QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*)

FUENTE: PERALTA *et al.*, (2009).

3.3.1 Origen

La quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) es considerada como un pseudo cereal debido a su elevado contenido en almidón, sin embargo botánicamente no pertenece a los cereales. La planta fue cultivada por culturas precolombinas en la región andina hace 5000 años; su origen se localiza en la región del lago Titicaca y constituye históricamente uno de los principales alimentos en la dieta de los pobladores andinos (37)

Con la conquista española, llegaron varios productos que desplazaron a los que tradicionalmente se habían cultivado y consumido en las comunidades nativas, convirtiéndose en un cultivo marginal de la cultura andina. El cultivo de quinoa se extiende desde el Norte comenzando en Colombia hasta el sur llegando a Chile, incluyendo los Andes Argentinos. En la actualidad en Ecuador, Perú y Bolivia, se ha visto un considerable crecimiento de éste debido al conocimiento de sus bondades nutricionales, lo que ha generado mayor interés en mercados locales e internacionales (37).

3.3.2 Clasificación taxonómica de la quinua

Reino Plantae

División Angiospermae

Clase Dicotiledoneae

Subclase Arquiclamidae

Orden Centrospermales

Familia Chenopodiaceae

Género *Chenopodium*

Especie *Chenopodium quinoa Willd*

Fuente: Giusti, 1970

3.3.3 Composición química y valor nutritivo

El valor nutricional de un alimento está dado por su naturaleza química, las transformaciones que tiene al ser ingerido y los efectos que produce en el consumidor. La proteína vegetal ayuda al desarrollo y crecimiento del organismo, conserva el calor y energía del cuerpo, es de fácil digestión y forma parte de una dieta completa y balanceada (24).

La quinua es fuente natural de proteína vegetal económica y de alto valor nutritivo debido al aporte de aminoácidos esenciales; en cuanto a su valor calórico es mayor que otros cereales, en grano y en harina alcanza a 350 cal/100 g., así se caracteriza como un alimento adecuado para zonas y épocas frías (24).

Los aminoácidos esenciales, le confieren un valor biológico comparable solo con la leche, el huevo y la menestra de lenteja, por ello es considerada como uno de los principales alimentos. En el siguiente cuadro se presenta una comparación de los componentes de quinua con otros cereales (24).

Tabla No 2. Comparación de componentes de quinua con otros cereales

Componentes (%)	Quinua	Trigo	Maíz	Arroz	Avena
Proteínas	16,28*	11,43	12,28	10,25	12,3
Grasas	6,7	2,08	4,3	0,16	5,6
Fibras	5,49*	3,65	1,68	-	8,7
Cenizas	3,11*	1,46	1,49	0,6	2,6
Calcio	0,12	0,05	0,01	-	-
Fosforo	0,36	0,42	0,3	0,1	-
Hidratos de carbono	71	71	70	78	60

Fuente: *Peralta *et al.*, 2008 (a), PRODIVERSITAS, (2005)

3.3.4 Descripción botánica

Es una planta anual de tamaño muy variable, puede medir entre un 1 m a 3.5 m de altura, de acuerdo a los ecotipos, razas y el medio ecológico donde se cultiven. La raíz es fasciculada, llegando a tener una profundidad de 0,50 a 2,80 m según el ecotipo, la profundidad del suelo y la altura de la planta. El tallo es de sección circular cerca de la raíz transformándose en angular a la altura donde nacen las ramas y hojas. La corteza del tallo esta endurecida; mientras la medula es suave cuando las plantas son tiernas, y seca con textura esponjosa cuando maduran (61).

Según el desarrollo de la ramificación se pueden encontrar plantas con un solo tallo principal y ramas laterales muy cortas en los ecotipos del altiplano, o plantas con todas las ramas de igual tamaño en los ecotipos de valle, dándose todos los tipos intermedios. Este desarrollo de la arquitectura de la planta puede modificarse parcialmente, según la densidad de siembra que tenga el cultivo. (61)

Las hojas son de carácter polimorfo en una sola planta, las hojas basales son romboides, mientras las hojas superiores, generalmente alrededor de la inflorescencia, son lanceoladas. La lámina de las hojas tiernas está cubierta de una pubescencia granulosa vesiculosa en el envés y algunas veces en el haz. Esta cobertura varía del blanco al color rojo-púrpura (61).

El fruto de la quinua es un aquenio, el perigonio cubre una sola semilla y se desprende con facilidad al frotarlo. A su vez, la semilla está envuelta por un episperma casi adherido (61).

3.4 El Amaranto (*Amaranthus caudatus* L.)



FIGURA No. 3. EL AMARANTO (*Amaranthus caudatus* L.)
FUENTE: PERALTA, (1985)

3.4.1 Origen

Amaranto o kiwicha, llamado también por los científicos *Amaranthus caudatus*; grano oriundo del Perú, es cultivado desde tiempos inmemoriales en Ecuador y ha sido hallado en tumbas andinas con más de 4,000 años de antigüedad.

El Amaranto y sus más de 1200 variedades tuvieron un protagonismo fundamental en el Imperio Inca, al ser un alimento que se consumía por excelencia. Sin embargo, la época posterior a la llegada de los españoles, su presencia es casi nula, debido a que su consumo se realizaba de forma oculta por el temor y reproche de la cultura española. Los indígenas utilizaban el amaranto en ceremonias religiosas pues era una bendición para la madre tierra debido a sus beneficios nutricionales y medicinales (25).

3.4.2 Clasificación taxonómica del amaranto

Reino: Vegetal

División: Fanerógama

Tipo: Embryophytasiphonogama

Subtipo: Angiosperma

Clase: Dicotiledoneae

Subclase: Archyclamidae

Orden: Centrospermales

Familia: Amaranthaceae

Género: *Amaranthus*

Sección: *Amaranthus*

Especies: *caudatus, cruentus e hypochondriacus.*

3.4.3 Composición química y valor nutricional

El Amaranto es una de las plantas más nutritivas del mundo. Botánicos y Nutricionistas han encontrado que posee gran calidad nutritiva, sobre todo en su contenido de proteínas, calcio, ácido fólico y vitamina C. Las Semillas de Amaranto tostadas proveen una fuente de proteínas superior, que es capaz de satisfacer gran parte de la ración proteica recomendada en niños, y proporcionar aproximadamente el 70% de energía de la dieta. (9)

El Amaranto contiene el doble de lisina que el trigo, el triple que el maíz, y tanta lisina como en la leche, y presenta un aminoácido limitante, la leucina, esto permite que la proteína de la variedad *Amaranto caudatus* se absorba y utilice hasta el 70%, cifra que asciende hasta el 79% según el tipo de semilla. El cómputo aminoacídico es de 86% en *Amaranto hypochondriacus* y de 77% en *Amaranto cruentus*. Se puede apreciar el alto valor biológico de su proteína comparándola con los cómputos químicos de la proteína del trigo (73%) y soya (74%), mientras que las proteínas de origen animal no presentan aminoácidos limitantes (9).

Tabla 3. Valor nutricional del amaranto comparado con otros granos*

	AMARANTO	ARROZ	TRIGO	MAIZ AMARILLO	AVENA
Fibra dietética	14,5 g	6,5 g	10,7 g	9,4 g	16,9 g
Proteína	9,3 g	2,8 g	12,7 g	7,3 g	10,6 g
Grasas	6,5 g	0,5 g	2,0 g	4,7 g	6,9 g
Carbohidratos	66,2 g	79,2 g	75,4 g	74,3 g	66,3 g
Calcio	153,0 mg	3,0 mg	34,0 mg	7,0 mg	54,0 mg
Hierro	7,6 mg	4,23 mg	5,4 mg	2,7 mg	4,7 mg
Calorías	374,0 Kcal	358,0 Kcal	340,0 Kcal	365,0 Kcal	389,0 Kcal

*Por cada 100 g de materia cruda

FUENTE: PERALTA, (2008)

3.4.4 Descripción botánica

Posee una raíz pivotante con muchas raíces laterales, secundarias y terciarias. La raíz principal sostiene el peso de la planta y las raíces primarias pueden obtener una consistencia leñosa lo cual permite que la planta alcance dimensiones considerables cuando existe una baja densidad del cultivo (26).

El tallo de estas especies es herbáceo, cilíndrico y anguloso. El color del tallo del amaranto es de color verde hasta la etapa de floración, y de color verde con rosado hasta la época de cosecha; este puede alcanzar una altura de 1,8 m (26).

Las hojas son de forma romboidal, lisas presentan poca pubescencia y nervaduras gruesas, su color es verde claro cuando son jóvenes y verde amarillento al llegar a la madurez, llegan a medir 20 cm de largo y 8 cm de ancho en la base (26).

La inflorescencia o panoja puede ser terminal o axilar, así como erecta o decumbente, es muy vistosa, y es de color morado o púrpura intenso. Las flores encontradas en la inflorescencia son

numerosas y presentan un compartimiento autógamo, aunque el viento y los insectos pueden provocar fecundación cruzada. Son unisexuales y presentan las siguientes características:

- Un gineceo con ovario esférico, súpero, que aloja a una sola semilla, tres estigmas filiformes y pilosos, los cuales son receptivos días antes a la maduración de los estambres. El androceo tiene cinco estambres con anteras de color amarillo (26).
- El fruto es utrículo, es decir, presenta un pixidio unilocular o capsula pequeña, que está compuesta por un opérculo y una urna en donde se aloja la semilla. Al momento de llegar la maduración el opérculo se separa y deja en descubierto a la urna, la misma que al desprenderse provoca la dehiscencia o caída de las semillas (26).
- La semilla es redonda, pequeña, de color blanco a blanco amarillento, es menos dura al moler y revienta fácilmente a elevadas temperaturas (26).

3.5 El Sangorache (*Amaranthus hybridus* L.)

3.5.1 Origen



FIGURA No. 4. EL SANGORACHE (*Amaranthus hybridus* L.)

FUENTE: PERALTA., (1998)

El amaranto negro es una leguminosa de origen andino conocida con el nombre de ataco o sangorache; su flor es de color rojo-morado y produce semillas de color negro. Para los mayas,

aztecas e incas, el amaranto negro fue la principal fuente de proteínas, pero con la llegada de los españoles a América se prohibió su consumo por considerarlo un instrumento de las ceremonias paganas (29).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura señaló en 1997 que el almidón del ataco posee propiedades únicas y lo convierten en una alternativa potencial de la industria de alimentos; por tal motivo, fue seleccionado por la NASA para alimentar a los astronautas (29).

La composición del grano de sangorache muestra que tiene entre el 14 y 17% de proteína, es decir, un poco más alto que los cereales tradicionales (el maíz 9,33%; el arroz 8,77%), 14% de fibra, 6% de carbohidratos y minerales. Mientras que su colorante contiene proteínas, minerales y antioxidantes (29).

Según datos proporcionados por Peralta et al., 2008, 100 gramos de amaranto negro pueden aportar el 46% de la ingesta diaria recomendada de calcio y junto a la quinua pueden contribuir al total de la ingesta diaria recomendada de hierro (29).

3.5.1 Descripción botánica

La raíz del sangorache es semejante al del amaranto. El tallo es de color púrpura, presenta estrías longitudinales de color morado o púrpura que le otorgan una apariencia acanalada y puede alcanzar una altura de 2 m (30).

Las hojas son de forma ovalada, simples, alternas, opuestas, pecioladas, de color verde cuando son jóvenes y de color rojo, morado o púrpura al madurar. Pueden llegar a medir 15 cm de largo y 10 cm de ancho (30).

La semilla es redonda, lisa, pequeña, brillante, de color negro o púrpura intenso, es dura al moler y revienta con dificultad (30).

3.6 Análisis proximal y/o bromatológico

El análisis proximal permite la determinación conjunta de un grupo de sustancias estrechamente emparentadas. Comprende la determinación del contenido de agua, proteína, grasa (extracto etéreo), cenizas y fibra. Las sustancias extraíbles no nitrogenadas (ELN) se determinan por cálculo, restando la suma de estos 5 componentes de 100%. Los analistas usan el término bruto y/o crudo para resaltar que estos grupos de sustancias son más o menos próximas y ni se trata de compuestos individuales. (17)

Como todas las determinaciones son empíricas, es preciso indicar y seguir con precisión las condiciones del analista. Cualquier error cometido en la estimación de estos cinco componentes aumenta la cifra de las sustancias extraíbles no nitrogenadas (17).

3.6.1 Determinación de humedad

El contenido de humedad de los alimentos es de gran importancia por razones científicas, técnicas y económicas (Comité de Normas alimentarias, 1979), su determinación precisa es muy difícil. El agua se encuentra en los alimentos esencialmente en dos formas, como agua enlazada y como agua disponible o libre; el agua enlazada incluye moléculas de agua unidas en forma química, o a través de puentes de hidrógeno a grupos iónicos o polares, mientras que el agua libre es la que no está físicamente unida a la matriz del alimento y se puede congelar o perder con facilidad por evaporación o secado. Puesto que la mayoría de los alimentos son mezclas heterogéneas de sustancias, contienen proporciones variables de ambas formas (17).

En la mayoría de las industrias alimentarias la humedad se suele determinar a diario., por las siguientes razones:

- El agua presente por encima de ciertos valores, facilita el desarrollo de microorganismos.
- El agua es el adulterante para ciertos alimentos como leche, quesos, mantequilla, etc.
- Los materiales pulverulentos se aglomeran en presencia de agua. Por ejemplo la sal, azúcar.
- La cantidad de agua puede afectar la textura. Ejemplo carnes curadas.

La determinación del contenido de agua representa una vía sencilla para el control de la concentración en las distintas etapas de la fabricación de alimentos (17).

3.6.2 Determinación de cenizas.

El concepto de cenizas se refiere al residuo inorgánico que se obtiene al incinerar la materia orgánica en condiciones determinadas. El contenido de minerales se obtiene una vez eliminada cualquier impureza y partículas de carbono procedentes de una combustión incompleta (17).

La determinación de cenizas permite:

- Establecer el porcentaje de minerales presentes en el alimento.
- Permite identificar adulteraciones, en donde se ha adicionado sal, talco, yeso, cal, carbonatos alcalinos, etc., como conservadores, material de carga, auxiliares ilegales de la coagulación de la leche para quesos, neutralizantes de la leche que empieza a acidificarse.
- Determina el grado de limpieza de materias primas vegetales (exceso de arena, arcilla).
- Caracterizar y evalúa la calidad de alimentos. (17)

3.6.3 Determinación de proteína

Los nutrientes de gran importancia biológica que son las proteínas, son macromoléculas que constituyen el principal nutriente para la formación de los músculos del cuerpo.

Funciones de las proteínas son transportar las sustancias grasas a través de la sangre, elevando así las defensas de nuestro organismo. Por lo tanto la ingesta diaria de estos nutrientes que son las proteínas es imprescindible para una dieta sana y saludable para todos siendo la ingesta de alimentos ricos en proteínas de especial importancia en la nutrición.

Hasta hace poco, el contenido total de proteínas en los alimentos se determinaba a partir del contenido de nitrógeno orgánico determinado por el método Kjeldahl. En la actualidad, existen varios métodos alternativos físicos y químicos, algunos han sido automatizados o

semiautomatizados; pero el método Kjeldahl, sigue siendo la técnica más confiable para la determinación de nitrógeno orgánico (17).

3.6.4 Extracto etéreo

El método Soxhlet utiliza un sistema de extracción cíclica de los componentes solubles en éter presentes en el alimento.

Insoluble en agua y soluble en disolventes orgánicos. Proporcionan energía y son la principal reserva energética del organismo. Fuente de ácidos grasos esenciales, transporte de combustible metabólico y disolvente de algunas vitaminas. Influyen en la absorción de las proteínas y en la calidad de la grasa que se deposita en el cuerpo y de los productos (17).

3.6.5 Determinación de fibra

La fibra cruda o bruta representa la parte fibrosa e indigerible de los alimentos vegetales, químicamente está constituida por compuestos poliméricos fibrosos carbohidratados (celulosa, hemicelulosa, pectinas, gomas, mucílagos) y no carbohidratados (lignina, polímero del fenilpropano). El organismo humano carece de sistemas enzimáticos que degraden estos polímeros y aparecen inalterados en el intestino grueso (colon) ejerciendo una acción reguladora del peristaltismo y facilitan la evacuación de las heces fecales.

La AOAC define a la fibra cruda como "la porción que se pierde tras la incineración del residuo seco obtenido después de digestión ácida-alcalina de la muestra seca y desengrasada en condiciones específicas". La fibra contribuye a la textura rígida, dura y la sensación de fibrosidad de los alimentos vegetales (1).

3.7 Tamizaje fitoquímico

El tamizaje fitoquímico comprende pruebas preliminares sencillas y rápidas que detectan cualitativamente la presencia de determinados grupos de compuestos; se basan en la microquímica para evidenciar estos grupos mediante formación de precipitados y/o coloraciones.

Estas reacciones se caracterizan por ser selectivas para las clases o grupos de compuestos que se investigan, detectan la mínima cantidad posible y utilizan un mínimo de equipo de laboratorio (39).

FAMILIAS DE COMPUESTOS A IDENTIFICAR

3.7.1 ACEITES ESENCIALES

Aceites livianos, contenidos en diferentes partes de las denominadas plantas aromáticas, algunas de las cuáles contienen la esencia principalmente en sus semillas (anís, eneldo, coriandro), en las cáscaras de su fruto (limón, bergamota, naranja), en las hojas (menta, eucalipto, tea-tree), en la madera (canela, sándalo, cedro), en las flores (jazmín, lavanda, ylang-ylang) en sus raíces (vetiver, jengibre, angélica) y otras en su resina (incienso, benjuí, mirra).

Estos aceites por su estructura molecular específica al ser tan livianos, se evaporan fácilmente a temperatura ambiente; sirven para fabricar fragancias, perfumes y productos de baño; y tienen aplicaciones como sustancias beneficiosas en la aromaterapia (14)(43).

3.7.2 ÁCIDOS GRASOS

Compuestos constituyentes de las grasas, son el producto de la hidrólisis básica de grasas animales o vegetales. Éstos pueden ser saturados cuando tienen una cadena lineal (serie esteárica), insaturados cuando los átomos de hidrógeno están ausentes y la unión sencilla entre átomos de carbón ha sido reemplazada por un doble enlace (serie oleica); si existe una sola unión

doble se conoce como monoinsaturada mientras que si hay más de uno es poliinsaturado (series linoleica y linolénica). (14)(43).

3.7.3 CATEQUINAS

Las catequinas son flavonoides que parecen tener una actividad anticancerígena reconocida, aunque sus propiedades son mucho más amplias. Entre estas podríamos mencionar sus propiedades antiartríticas, antiinflamatorias, antiulcericas, antiagregantes, inmunoestimulantes, o hepatoprotectivas. Sirven para tratar enfermedades como: Arterioesclerosis y colesterol (47).

3.7.4 AZUCARES REDUCTORES

Son aquellos azúcares que poseen su grupo carbonilo (grupo funcional) intacto, y que a través del mismo pueden reaccionar con otras especies.

La glucosa y otros azucares como la maltosa se denominan azucares reductores. La prueba de fehling se utiliza para detectar la presencia y cuantificar el contenido. La prueba de fehling se utilizaba para detectar el contenido de glucosa en la sangre y orina en el diagnóstico de la diabetes (14)(43).

3.7.5 QUINONAS

Las quinonas naturales son un grupo de compuestos cuya coloración puede ser desde el amarillo pálido hasta casi negro. Se encuentran frecuentemente en la corteza, en el corazón de la madera o de la raíz, y en algunos casos en las hojas, donde su color esta enmascarado por otros pigmentos. En general, están ampliamente distribuidas pero contribuyen en muy pequeña extensión a la colaboración de las plantas superiores. Para su mejor estudio las quinonas se subdividen en benzoquinonas, naftoquinonas, antraquinonas, quinonas isoprenoide. Puede además contener diversos grupos funcionales, anillos de furanos o pirano, encontrarse como dimeros, ser parcialmente reducidos como antranoles y antronas, etc.

Las quinonas han sido reconocidas desde la antigüedad por sus propiedades tintóreas; algunas presentan además otras propiedades como la emodina que es catártica. (16)

3.7.6 ALCALOIDES

Compuestos nitrogenados de origen vegetal. Pueden ser sólidos, solubles en alcohol o insolubles en el agua. Se extraen con agua, alcohol, álcalis, estos son el resultado del metabolismo de los aminoácidos. (40)

Su función es reguladora y protege a la planta contra los insectos y parásitos. En medicina, farmacología y fitoterapia se emplean en estado puro o por infusiones; se utiliza su cafeína en bebidas como: café, té o bebidas refrescantes. Existen innumerables plantas que contienen alcaloides, por ejemplo: opio, cafeto, té, cornezuelo del centeno, ruda, cicuta, belladona, eléboro (14)(43).

3.7.7 ANTOCIANINAS

Técnicamente, son conocidos como Flavonales; son pigmentos hidrosolubles de hojas, flores y frutos. Las antocianidinas, siendo solubles en agua, recogen radicales libres que se encuentran en los fluidos de los tejidos; es una propiedad importante que beneficia especialmente a atletas y otras personas dedicadas a la actividad deportiva y física, debido a que el ejercicio extenuante genera gran cantidad de radicales libres. Se emplea como antioxidante (14)(43)

3.7.8 LACTONAS

Se encuentran abundantemente en la familia de las Compuestas, Lauraceas y Magnoliaceas, y son responsables del sabor amargo de muchas drogas como el cardo santo (*Cnicus benedictus*), el ajeno (*Artemisia absinthium*) o el diente de león (*Taraxacum officinale*). Tienen actividad antibacteriana y antifúngica. Algunas producen dermatitis en la piel ya que inducen la formación de alérgenos (62).

3.7.9 CUMARINAS

Sustancia presente en muchos vegetales, siendo más abundantes cuando estos se someten a procesos de secado; se encuentra en hojas, frutas, semillas y raíces, mayormente en las gramíneas y umbelíferas; presentan un olor agradable en el espliego, la asperilla olorosa, el tabaco, etc. También posee un tipo de lactona que es tóxica y no puede ser usada como saborizante (63).

3.7.10 TRITERPENOS

Constituyen los denominados “aceites esenciales”, compuestos de sustancias orgánicas volátiles o aromáticas, formados por alcoholes, cetonas, éteres aldehídos; estos se producen y almacenan en los canales secretores de las plantas. Su extracción se realiza por arrastre de vapor o solventes orgánicos.

Las plantas con aceites esenciales se ubican principalmente en las familias de las Labiadas y las Umbelíferas. Las propiedades curativas son variadas y abundantes. Por lo general, poseen propiedades sedantes, antiespasmódicas y desinfectantes.

Algunas plantas poseen aceites esenciales que aumentan la diuresis (caléndula) y otras poseen efectos anti-histamínicos (manzanilla). Útiles en perfumería, farmacia y en la preparación de determinados alimentos. Previenen las caries y actúan como agentes anti ulcerativos. Se unen al estrógeno e inhiben los procesos inflamatorios por supresión de la actividad de ciertas enzimas (14)(43).

3.7.11 ESTEROLES

En la naturaleza se encuentran una gran cantidad y diversidad de sustancias con el núcleo esteroide, las cuales incluyen a los esteroleos (o 3-hidroxiesteroides), los esteroides con grupos carbonilo (también denominados oxa- o cetoesteroides), los esteroides con grupos amino en el

núcleo o la cadena lateral (alcaloides esteroidales) y los cardenólidos(o cardiotónicos) entre otros. También están en forma libre, esterificados con ácidos grasos o glicosidados.

Todos contienen un núcleo ciclo pentano perhidrofenantreno y presentan un grupo hidroxilo en el carbono 3. La mayoría de esteroides naturales o esteroides insaturados poseen una cadena lateral de 8 a 10 átomos de carbono y un enlace doble en el C-5 (63).

En los animales superiores (incluido el hombre) se encuentra principalmente el colesterol, constituyente importante de membranas y precursor de sustancias fisiológicamente importantes (hormonas, ácidos biliares, vitamina D, etc.). En las plantas superiores están principalmente los denominados 21 fitosteroides: β - Sitosterol, ampesterol y Estigmasterol. Un esteroide menos común es el Fucosterol, el cual es el esteroide principal de muchas algas pardas y del coco (15.)

3.7.12 FLAVONOIDES

Son pigmentos amarillos próximos químicamente a los taninos, derivados polihidroxilados de las estructuras básicas del 2 fenilcromano; estos compuesto presentan efectos protectores frente a estados tóxicos, antiinflamatorios y colorantes; combaten alergias, radicales libres, microbios, virus, tumores, hipertensión, protegen el sistema circulatorio, además de Reducir el riesgo de varios tipos de cáncer y algunos trastornos de la vista. Están presentes en plantas como la manzanilla (14)(43).

3.7.13 CARDENÓLIDOS

Los cardenólidos son esteroides cardiotónicos se encuentran en algunas especies vegetales. Actúan selectivamente sobre el corazón. A dosis suficientes son venenos cardiacos que han sido usados por tribus para envenenar puntas de flechas. A dosis muy bajas (decimas mg/día) son medicamentos cardiotónicos: se fijan selectivamente en el miocardio, aumentan la intensidad de su contracción, disminuyen su frecuencia y aumentan el rendimiento cardiaco (33).

3.7.14 SAPONINAS

Glucósidos presentes en muchas plantas; son solubles en agua, incoloros y amorfos. Forman emulsiones muy espumosas y coloideas; estos compuestos son empleados para la fabricación de jabones y lejías debido a la solubilidad en agua y su alto peso molecular. En medicina se emplean como: diuréticos, expectorantes, desinfectantes del aparato genitourinario. Las saponinas se encuentran en plantas como: el gordolobo, ginseng y saponaria, etc.

Presentan un grupo de características generales que sirven de base para su identificación rápida:

- Producción de espuma al ser agitadas en soluciones acuosas.
- Producción de hemólisis de los glóbulos rojos, propiedad que permite cuantificar la potencia de estas sustancias.
- Producción de reacciones positiva en la prueba de Liebermann-Burchad. Las saponinas esteroidales en esta prueba manifiestan colores que van desde el azul hasta el verde, y las saponinas triterpénicas, coloraciones rosadas, rojas o violetas (14)(43).

3.7.15 FENOLES

El fenol es una sustancia tanto manufacturada como natural. El fenol puro es un sólido incoloro a blanco. El producto comercial es un líquido. El fenol tiene un olor característico repugnantemente dulce y alquitranado.

Se puede detectar el sabor y el olor del fenol a niveles más bajos que los asociados con efectos adversos. El fenol se evapora más lentamente que el agua y es moderadamente soluble en agua.

El fenol se usa principalmente en la producción de resinas fenólicas y en la manufactura de nylon y otras fibras sintéticas. También se usa en productos químicos para matar bacterias y hongos en ceno, como desinfectante y antiséptico y en preparaciones tales como enjuagadientes y pastillas para el dolor de garganta (46).

3.7.16 TANINOS

Los taninos son compuestos polifenólicos muy astringentes y de gusto amargo. Se dividen en hidrolizables y condensados.

En medicina popular los taninos se emplean para combatir la diarrea, las hemorroides, para curar las heridas externas, como bactericidas y como antídotos de otros venenos.

Estos compuestos han sido desarrollados por las plantas como una manera de defenderse de las agresiones externas de los depredadores, de ahí que presenten gustos muy amargos y astringentes.

Cuando se ingieren en cantidades superiores a 100 mg diarios producen problemas de salud que se manifiestan en el aparato digestivo (diarreas, dolor de estómago, presencia de orina en la sangre, dolor de cabeza, falta de apetito, etc.) (47).

3.7.17 AMINOÁCIDOS

Son moléculas, y son la parte principal de las proteínas, que estas a su vez son los ladrillos con los que se construyen los seres vivos.

Las plantas pueden sintetizar todos los aminoácidos, nuestro cuerpo solo sintetiza 16, aminoácidos, éstos, que el cuerpo sintetiza reciclando las células muertas a partir del conducto intestinal y catabolizando las proteínas dentro del propio cuerpo.

De estos 20 aminoácidos, tenemos un grupo de ocho a diez son los resultan indispensables para la vida. Si mantenemos una dieta equilibrada resulta muy difícil que necesitemos una aportación extra, solo en caso de enfermedad o en momentos de máximo entrenamiento (esto no lo tienen claro todos los médicos) es recomendable un suplemento extra.

Si nuestra dieta no contiene los suficientes vegetales podemos tener deficiencia de triptófano, la lisina y la metionin (56).

3.7.18 PRINCIPIOS AMARGOS

Se caracterizan por el peculiar sabor que aportan a la planta, su efecto tónico general y su actividad estimulante sobre la secreción de jugos gástricos. Se clasifican en tres grupos: puros, picantes y aromáticos. Los principios amargos estimulan el apetito y mejoran las digestiones; algunos principios aromáticos cuentan con actividad antiséptica, y los picantes, en términos generales, contribuyen a mejorar la circulación sanguínea (3).

3.7.19 MUCÍLAGOS

Los mucilagos son compuestos formados por polisacáridos (pentosanas y hexosanas), fermentos, productos de oxidación y elementos minerales. Al mezclarse con el agua se obtiene una sustancia viscosa de aspecto gelatinosa; poseen un amplio espectro de actuación: como antiinflamatorias, emolientes (ablandan) y vulnerarias (cicatrizan), protectoras de las mucosas antidiarréicas (baja dosis) y laxantes (altas dosis), antibióticas.

En fitoterapia se emplean a modo de infusiones para resolver problemas del aparato respiratorio y como cataplasmas para aliviar los dolores producidos por traumatismos. Se encuentran en gran proporción en algas, algunos bulbos, tubérculos, plantas carnosas. Dentro de los mucílagos, se distinguen también las pectinas que se hallan en frutas y verduras (14)(43).

IV METODOLOGIA

Método Inductivo

Al investigar a la quinua, chocho, amaranto y sangorache se puede generalizar y decir que estos granos andinos presentan contenidos importantes de cenizas, proteína, grasa, fibra y que además prevalecen de existencia de metabolitos secundarios de interés farmacoterapéutico tanto en las hojas como en el grano.

Método científico

Se realizó una serie ordenada de procedimientos en base a la investigación científica para obtener la extensión de los conocimientos. La información de esta investigación se obtiene comúnmente a través de fuentes bibliográficas (libros, medios informáticos (Internet), Normas establecidas).

Método estadístico

Consistió en una secuencia de procedimientos para el manejo de los datos cualitativos y cuantitativos de la investigación. Para ello se dispuso del programa estadístico InfoStat para el análisis de resultados obtenidos de los ensayos bromatológico y fitoquímico de las especies en estudio.

4.1 Tipo de estudio

Estudio Observacional

Se observó, midió y analizo las variables de interés: hojas y granos de chocho, quinua, amaranto y sangorache y los análisis bromatológicos y fitoquímicos y al obtener resultados se pudo valorar lo que ocurre en su realidad.

4.2 Lugar de la investigación

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental “Santa Catalina” ubicado en el cantón Mejía, parroquia Cutulagua; Km. 1 de la Panamericana Sur de Quito, Provincia Pichincha.

En el laboratorio de la escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería, en el laboratorio de Investigación de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Chimborazo Km. 1 Vía a Guano, localizada en el Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo.

4.3 Tiempo de la investigación

La investigación se inició en julio del 2012 y culminó en mayo del 2013.

4.4 Población Muestra

Los materiales de estudio fueron proporcionados por el INIAP, se muestrearon las hojas y granos de las variedades que a continuación se detallan:

Chocho

- Variedad INIAP 450
- Variedad INIAP 451
- Variedad criolla

Quinua

- Variedad INIAP-Tunkahuan
- Variedad INIAP-Pata de venado
- Variedad criolla blanca
- Variedad criolla morada

Amaranto

- Variedad Alegría
- Variedad Perucho

Sangorache

- Línea Chimborazo

Universo:

El total de harina para el análisis bromatológico, pruebas fitoquímicas y cuantificación de metabolitos:

Muestra:

N= 1685 gramos

Se aplica la siguiente formula:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{NE^2 * Z^2 * p * q}$$

Z=1.96
p= 0.5
q=0.5
E=0.4
N=1685

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 1685}{(1685 * 0.4^2) * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

n = 6,25gr

Z=Nivel de confianza

N=Población-Censo

p=Probabilidad a favor

q=Probabilidad en contra

e=error de estimación

n=Tamaño de la muestra

Operacionalización de variables

Variable Independientes	Concepto	Objetivos	Indicadores	Unid
<p>Hojas</p> <p>Parte de la planta generalmente verde que cumple funciones de respiración y elaboración de las sustancias nutritivas del vegetal.</p> <p>Granos</p> <p>Son producidos por los vegetales y, cuando se siembran o caen al suelo, genera otros ejemplares que pertenecen a la especie en cuestión.</p>		<p>Someter a un análisis bromatológico y fitoquímico las hojas de cada variedad</p> <p>Someter a un análisis bromatológico y fitoquímico a análisis las granos de cada variedad</p>	<p>Chocho</p> <ul style="list-style-type: none"> -Variedad INIAP 450 -Variedad INIAP 451 -Variedad criolla <p>Quinua</p> <ul style="list-style-type: none"> -Variedad INIAP-Tunkahuan -Variedad INIAP-Pata de venado -Variedad criolla blanca -Variedad criolla morada <p>Amaranto</p> <ul style="list-style-type: none"> -Variedad Alegría -Variedad Perucho <p>Sangorache</p> <ul style="list-style-type: none"> -Línea Chimborazo 	
<p>Variables Dependientes</p> <p>Análisis bromatológico</p> <p>Análisis Fitoquímico preliminar</p>	<p>La palabra bromatología se deriva de las voces griegas: broma, bromatos alimento y logos, tratado o ciencia y se aplica al estudio de todos los alimentos y principios nutritivos o nutrientes que aprovechaban las plantas, los animales y el hombre</p> <p>La Fitoquímica es una disciplina científica que tiene como objeto el aislamiento, análisis, purificación, elucidación de la estructura y caracterización de la actividad biológica de diversas sustancias producidas por los vegetales.</p>	<p>Realiza un análisis bromatológicos tanto a las hojas como a los granos de cada especie para comparar resultados</p> <p>Realizar un análisis fitoquímico tanto a las hojas como a los granos de cada especie para cuantificar los metabolitos secundarios de mayor prevalencia de interés farmacoterapéutico</p>	<p>-Determinación de Humedad %</p> <p>-Determinación de Cenizas %</p> <p>-Determinación de Fibra Cruda o Bruta %</p> <p>-Determinación de Grasa o Extracto Etéreo %</p> <p>-Determinación de Proteína %</p> <p>Metabolitos Secundarios %</p>	

4.5 Procedimientos

Actividad	Responsable	Descripción	Mes	Lugar
Levantamiento del anteproyecto de tesis	Jessica Guapi	Levantamiento del anteproyecto y presentación a las autoridades de la facultad de Ingeniería para su previa aceptación.	Julio	UNACH
Muestreo de granos y hojas de las especies en estudio	INIAP	Recolección muestras aleatorias de hojas y granos de chocho, quinua, amaranto y sangorache.	Agosto	INIAP
Preparación de muestras	Jessica Guapi	Se procedió a la limpieza y destroce, y se secaron en una estufa a 30°C.	Septiembre	INIAP
Análisis bromatológico de las variedades en estudio.	Jessica Guapi	Se realizó los análisis bromatológicos de: Humedad, Cenizas, Proteína, Grasa, Fibra.	Octubre - Noviembre	UNACH- Facultad de Ingeniería, en el laboratorio de la escuela de Ingeniería Agroindustrial
Análisis fitoquímico de las variedades en estudio	Jessica Guapi	Se obtuvo los extractos: etéreo, alcohólico y acuoso con una maceración continua de los granos y hojas; posteriormente se realizaron las pruebas fitoquímicas.	Diciembre- Enero	UNACH facultad de Medicina , en el laboratorio Investigaciones
Cuantificación de los metabolitos secundarios de mayor prevalencia de las variedades en estudio	Jessica Guapi	Se realizó la determinación de Alcaloides en Chochos, Saponinas en Quinua y Flavonoides en Quinua, Amaranto y Sangorache.	Febrero – Marzo	INIAP
Análisis estadístico de los resultados	Jessica Guapi	Los resultados se procedieron a analizar con el programa estadístico InfoStad.	Abril	INIAP
Redacción y revisión de tesis	Jessica Guapi	Redacción de resultados, y revisión bibliográfica	Mayo	UNACH

4.6 Procesamiento y análisis

4.6.1 Análisis Proximal o Bromatológico

Se realizó el análisis proximal a las hojas y granos en estudio.

- Determinación de humedad (A.O.A.C., 925.10, 1990) (Ver Anexo #1)
- Determinación de cenizas (A.O.A.C., 923.03, 1990) (Ver Anexo #2)
- Determinación de proteína total(Kjeldahl) (METODO 2.057.A.O.A.C.,1984) (Ver Anexo #3)
- Determinación de grasa o extracto etéreo (Método Gc. R. Lees.1969.) (Ver Anexo #4)
- Determinación de fibra cruda o bruta(AOAC 962.09, 2000) (Ver Anexo #5)

4.6.2 Análisis fitoquímico

4.6.2.1 Obtención de los extractos

Las muestras de hojas y granos de Chocho, Quinoa, Amaranto y Sangorache se procedieron a una previa limpieza y secado en una estufa a 30°C por 48 horas para moler y seguir el siguiente esquema para obtener los extractos.

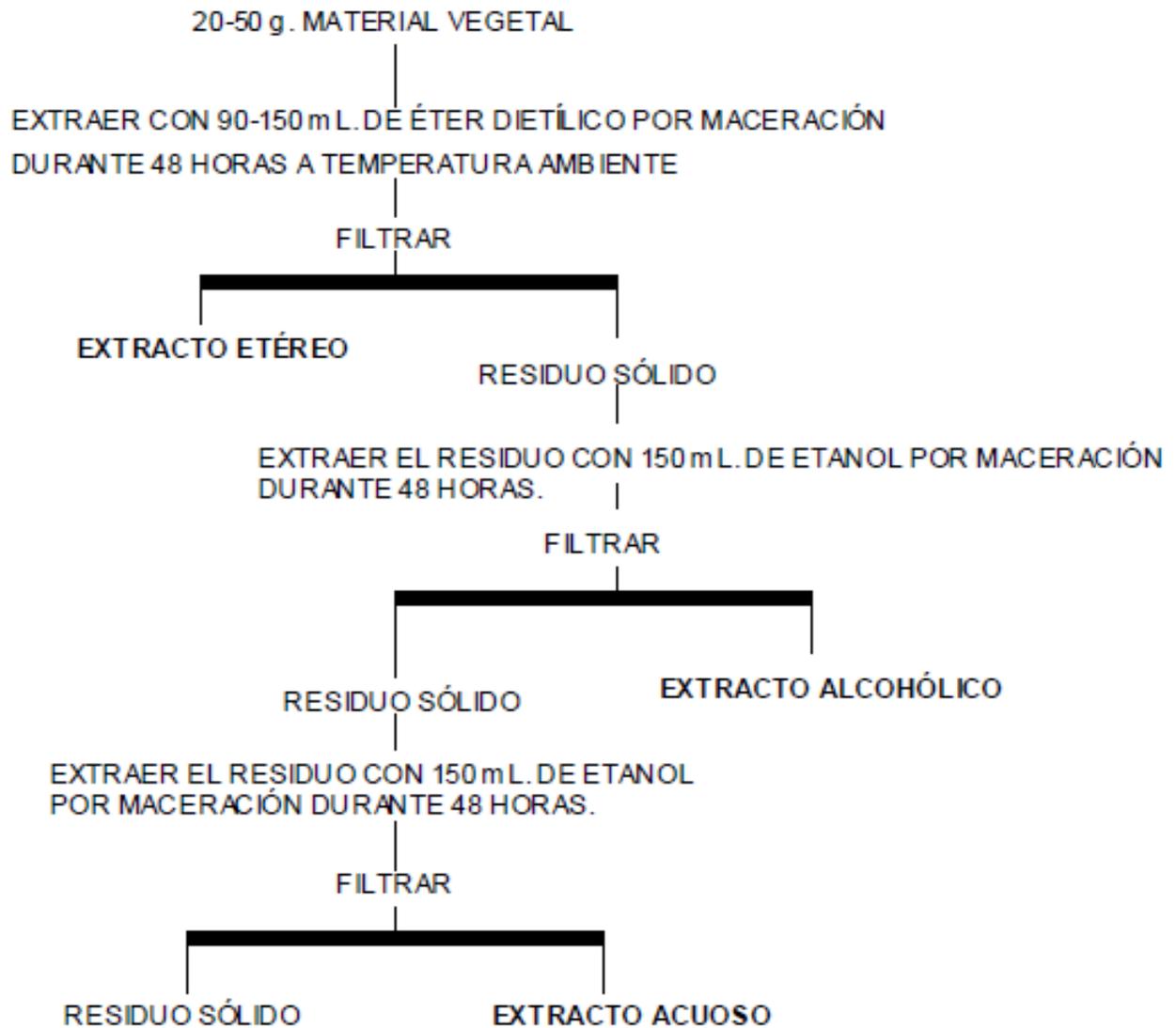


FIGURA N 5. ESQUEMA DE LA OBTENCIÓN DE EXTRACTO ETÉREO, ALCOHÓLICO Y ACUOSO

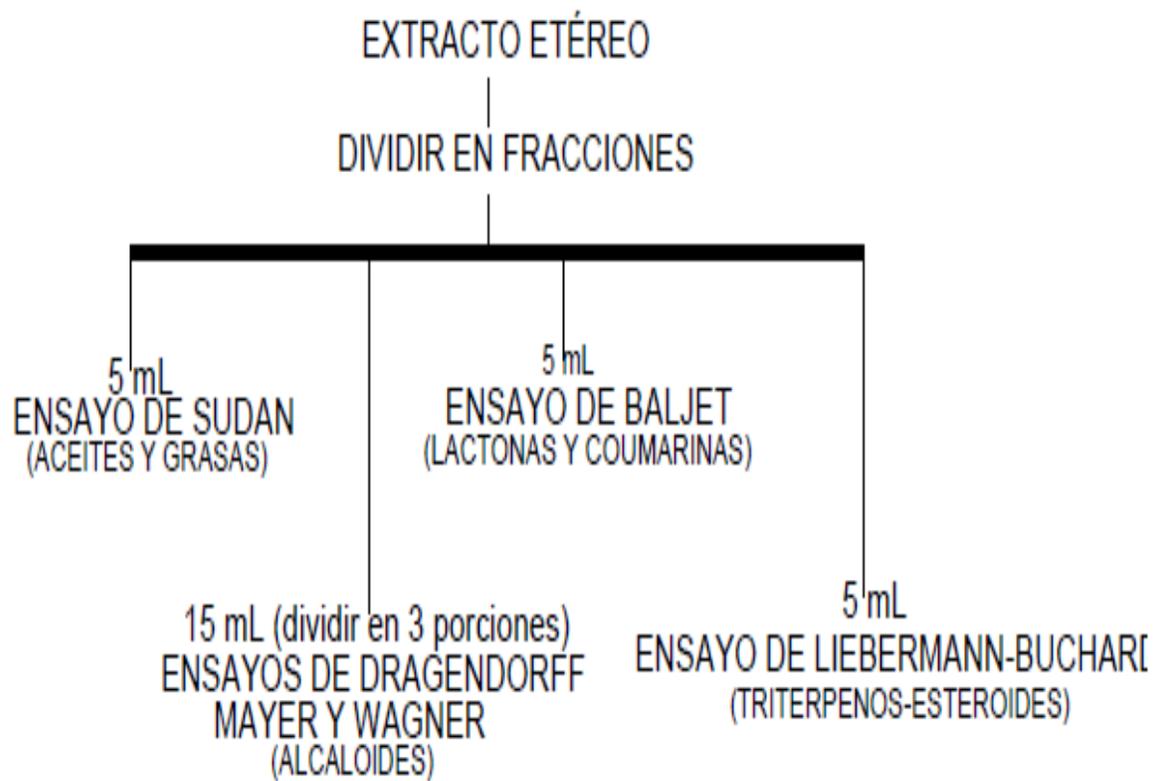


FIGURA N 6. ESQUEMA DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO CUALITATIVO EN EL EXTRACTO ETÉREO

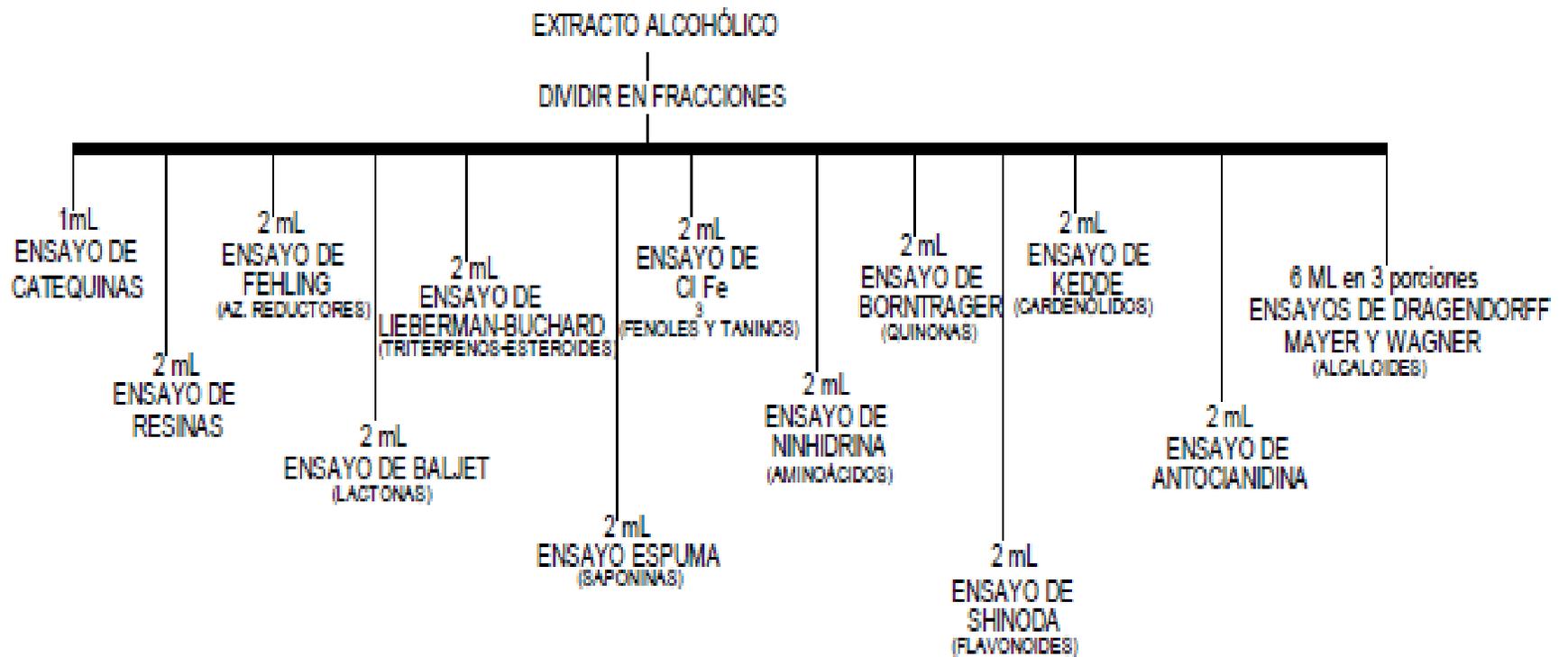


FIGURA N 7. ESQUEMA DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO CUALITATIVO EN EL EXTRACTO ALCOHÓLICO

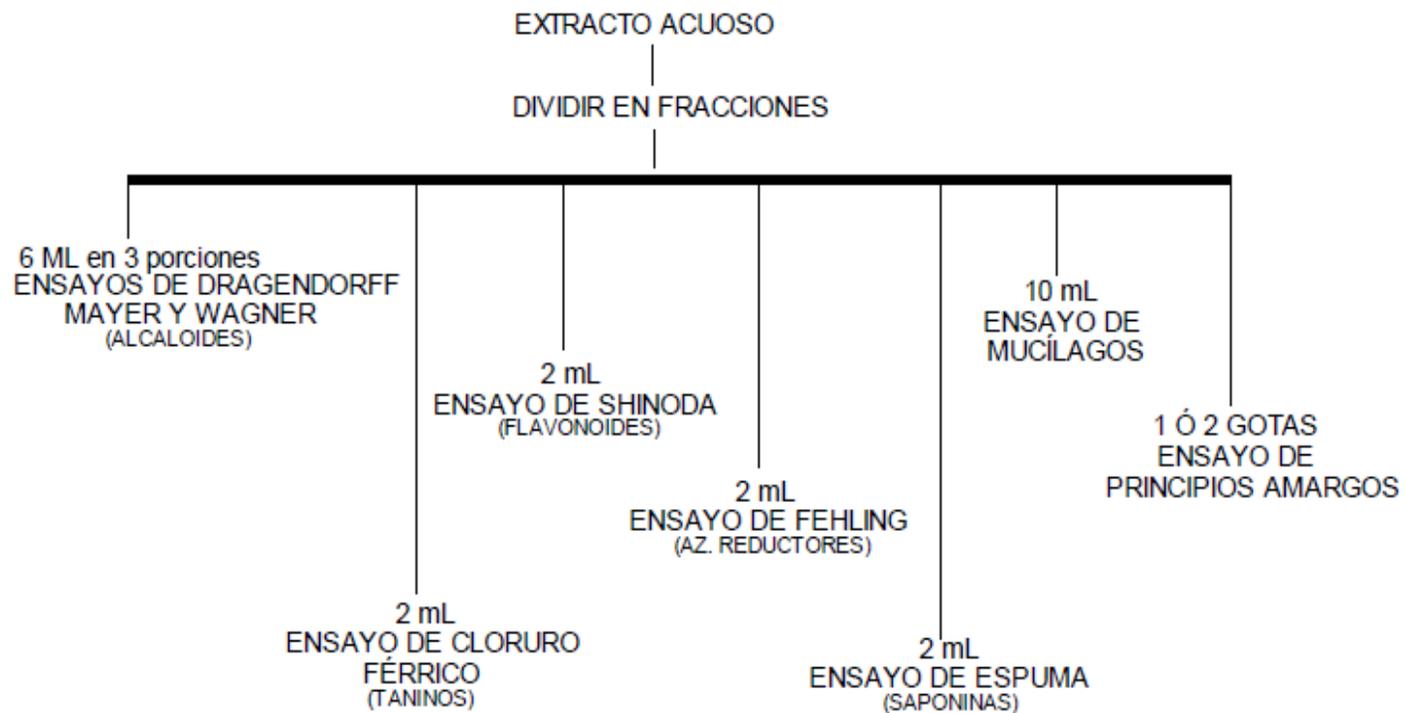


FIGURA No 8. ESQUEMA DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO CUALITATIVO EN EL EXTRACTO ACUOSO

4.6.2.2 Reacciones de caracterización

Se procedió de acuerdo a los siguientes esquemas:

(Ver Anexo #6)

GRUPOS FITOQUIMICOS	PRUEBA	REACCIÓN POSITIVA
Compuestos Grasos	Ensayo de Sudan III o IV	Si aparecen gotas o una película coloreada de rojo en el seno del líquido o en las paredes del tubo.
Alcaloides	Wagner Mayer Dragendorff	Opalescencia (+); Turbidez (++); precipitado marrón (+++) Opalescencia (+); Turbidez (++); precipitado crema (+++) Opalescencia (+); Turbidez (++); precipitado naranja (+++)
Lactonas Coumarinas	y Baljet	Coloración roja (++) o Precipitado rojo (+++)
Coumarinas	Hidroxamato férrico	Coloración violeta: Claro (++) , Intensa (+++)
Triterpenos Esteroides	y Lieberman-Burchard	Por un cambio rápido de coloraciones que va: 1.- Rosa- azul muy rápido 2.- Verde intenso- visible rápido 3.- Verde oscuro- negro final de la reacción
Azúcares Reductores	Fehling	Coloración o precipitado rojo
Fenoles Taninos	y FeCl ₃	1.- Coloración rojo- vino (comp. Fenólicos en general) 2.- Coloración verde intensa (taninos del tipo pirocatecólicos) 3.- Coloración azul (taninos del tipo pirogalotánicos)
Flavonoides	Shinoda Ensayo de Antocianidinas	Coloraciones: amarillo, naranja, carmelita o rojo Coloración rojo- marrón
Saponinas	Ensayo de la espuma	Formación de espuma y su permanencia por 2 min. mínimo
Aminoácidos Libres	Ninhidrina	Coloración azul violáceo.
Glicósidos Cardiotónicos	Ensayo de Kedde	Coloración violácea
Quinonas	Borntrager	Coloración rosada (++) , roja (+++)
Polisacárido	Ensayo de Mucílagos	Consistencia gelatinosa
Glicósidos Cianogenéticos	Papel picrosodado	Coloración roja
Carotenoides	Carr-Price	Coloración verde-azulada

4.6.3 Cuantificación de metabolitos secundarios de mayor prevalencia

- En las hojas y granos de chocho: Cuantificación de alcaloides - Método de titulación. (Ver Anexo #7)
- En las hojas y granos de quinua: Cuantificación de saponina - Método de la espuma. (Ver Anexo #8)
- En las hojas y granos de quinua, amaranto y sangorache: Cuantificación de flavonoides - Método AlCl₃ (Quettier-Deleu *et al.*, 2000) (Ver Anexo #9)

V. RESULTADOS

5.1 Caracterización bromatológica de los granos y hojas del chocho, quinua, amaranto y sangorache

Tabla N° 4. HUMEDAD

#	TIPO DE MUESTRA	% HUMEDAD
1	Grano quinua Tukahuam	5,922
2	Grano quinua Pata de Venado	5,435
3	Grano quinua criolla morada	6,035
4	Grano quinua criolla blanca	6,560
5	Grano sangorache	5,097
6	Grano chocho 450	4,961
7	Grano chocho 451	3,446
8	Grano chocho criollo	3,634
9	Grano amaranto Perucho	2,822
10	Grano amaranto alegría	3,998
11	Hoja quinua Tukahuam	4,887
12	Hoja quinua pata de venado	4,057
13	Hoja quinua criolla morada	3,659
14	Hoja quinua criolla blanca	3,117
15	Hoja sangorache	4,592
16	Hoja chocho 450	4,063
17	Hoja chocho 451	4,383
18	Hoja chocho criollo	3,884
19	Hoja amaranto Perucho	4,553
20	Hoja amaranto alegría	3,981
21	Panoja de sangorache	5,212

Tabla N° 5. CENIZAS

#	TIPO DE MUESTRA	% CENIZAS
1	Grano quinua tukahuam	3,23
2	Grano quinua pata de venado	3,30
3	Grano quinua criolla morada	3,33
4	Grano quinua criolla blanca	4,14
5	Grano sangorache	3,38
6	Grano chocho 450	3,72
7	Grano chocho 451	3,11
8	Grano chocho criollo	1,96
9	Grano amaranto perucho	3,87
10	Grano amaranto alegría	3,40
11	Hoja quinua tukahuam	21,59
12	Hoja quinua pata de venado	28,04
13	Hoja quinua criolla morada	22,95
14	Hoja quinua criolla blanca	21,67
15	Hoja sangorache	18,31
16	Hoja chocho 450	10,06
17	Hoja chocho 451	12,30
18	Hoja chocho criollo	12,43
19	Hoja amaranto perucho	19,90
20	Hoja amaranto alegría	20,24
21	Panoja de sangorache	12,16

Tabla N° 6. PROTEÍNA

#	TIPO DE MUESTRA	% PROTEÍNA
1	Grano quinua tukahuam	15,50
2	Grano quinua pata de venado	16,55
3	Grano quinua criolla morada	17,58
4	Grano quinua criolla blanca	18,67
5	Grano sangorache	15,80
6	Grano chocho 450	47,18
7	Grano chocho 451	46,87
8	Grano chocho criollo	45,53
9	Grano amaranto perucho	19,20
10	Grano amaranto alegría	20,46
11	Hoja quinua tukahuam	21,81
12	Hoja quinua pata de venado	22,68
13	Hoja quinua criolla morada	22,59
14	Hoja quinua criolla blanca	21,23
15	Hoja sangorache	29,75
16	Hoja chocho 450	34,15
17	Hoja chocho 451	32,43
18	Hoja chocho criollo	23,64
19	Hoja amaranto perucho	25,54
20	Hoja amaranto alegría	25,28
21	Panoja de sangorache	26,67

Tabla N° 7. GRASA

#	TIPO DE MUESTRA	% GRASA
1	Grano quinua tukahuam	9,16
2	Grano quinua pata de venado	8,50
3	Grano quinua criolla morada	9,72
4	Grano quinua criolla blanca	7,77
5	Grano sangorache	7,92
6	Grano chocho 450	28,28
7	Grano chocho 451	28,55
8	Grano chocho criollo	31,34
9	Grano amaranto perucho	7,59
10	Grano amaranto alegría	7,85
11	Hoja quinua tukahuam	14,75
12	Hoja quinua pata de venado	13,40
13	Hoja quinua criolla morada	12,28
14	Hoja quinua criolla blanca	11,72
15	Hoja sangorache	10,82
16	Hoja chocho 450	21,22
17	Hoja chocho 451	23,17
18	Hoja chocho criollo	25,52
19	Hoja amaranto perucho	14,22
20	Hoja amaranto alegría	12,39
21	Panoja de sangorache	18,61

Tabla N° 8. FIBRA

#	TIPO DE MUESTRA	% FIBRA
1	Grano quinua tukahuam	4,36
2	Grano quinua pata de venado	4,70
3	Grano quinua criolla morada	6,19
4	Grano quinua criolla blanca	5,14
5	Grano sangorache	11,58
6	Grano chocho 450	8,95
7	Grano chocho 451	9,13
8	Grano chocho criollo	10,40
9	Grano amaranto perucho	4,68
10	Grano amaranto alegría	7,50
11	Hoja quinua tukahuam	9,44
12	Hoja quinua pata de venado	9,40
13	Hoja quinua criolla morada	9,63
14	Hoja quinua criolla blanca	9,94
15	Hoja sangorache	12,67
16	Hoja chocho 450	9,73
17	Hoja chocho 451	9,93
18	Hoja chocho criollo	10,21
19	Hoja amaranto perucho	11,58
20	Hoja amaranto alegría	11,52
21	Panoja de sangorache	20,06

5.2 Caracterización fitoquímica de los granos y hojas del chocho, quinua, amaranto y sangorache

Tabla N° 9. CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA EN EXTRACTO ETÉREO

TIPO DE ENSAYO MUESTRA	EXTRACTO ETÉREO					
	ACEITES Y GRASAS	LACTONAS Y COUMARINAS	TRITERPENOS Y ESTEROIDES	ALCALOIDES		
	ENSAYO DE SUDAN	ENSAYO DE BALJET	ENSAYO DE LIEBERMANN-BUCHARD	ENSAYO DE DRAGENDORFF	ENSAYO DE MAYER	ENSAYO DE WAGNER
GRANO DE QUINUA VARIEDAD CRIOLLA BLANCA	+++	+	+++	-	-	-
GRANO DE QUINUA VARIEDAD CRIOLLA MORADA	+++	+	+++	-	-	-
GRANO DE QUINUA VARIEDAD PATA DE VENADO	+++	+	+++	-	-	-
GRANO DE QUNUA VARIEDAD TUKAHUAM	+++	+	+++	-	-	-
HOJAS DE QUINUA VARIEDAD CRIOLLA BLANCA	+++	++	+++	-	-	-
HOJAS DE QUINUA VARIEDAD CRIOLLA MORADA	+++	++	+++	-	-	-
HOJAS DE QUINUA VARIEDAD PATA DE VENADO	+++	++	+++	-	-	-
HOJAS DE QUNUA VARIEDAD TUKAHUAM	+++	++	+++	-	-	-
GRANO DE CHOCHO VARIEDAD CRIOLLA	+++	++	+++	+++	+++	+++
GRANO DE CHOCHO VARIEDAD INIAP 450	+++	++	+++	+++	+++	+++
GRANO DE CHOCHO VARIEDAD INIAP 451	+++	++	+++	+++	+++	+++
HOJAS DE CHOCHO VARIEDAD CRIOLLA	+++	++	+++	++	++	++
HOJAS DE CHOCHO VARIEDAD INIAP 450	+++	++	+++	++	++	++
HOJAS DE CHOCHO VARIEDAD INIAP 451	+++	++	+++	++	++	++
FLORES DE CHOCHO VARIEDAD CRIOLLA	++	+	+++	++	++	++
GRANO DE AMARANTO VARIEDAD ALEGRIA	++	+	+++	-	-	-
GRANO DE AMARANTO VARIEDAD PERUCHO	++	+	+++	-	-	-
HOJAS DE AMARANTO VARIEDAD ALEGRIA	++	+	+++	-	-	-

HOJAS DE AMARANTO VARIEDAD PERUCHO	++	+	+++	-	-	-
GRANO DE SANGORACHE	++	++	+++	-	-	-
HOJAS DE SANGORACHE	++	+	+++	-	-	-
PANOJA DE SANGORACHE	++	+	+++	-	-	-

Abundante: +++ Moderado: ++ Escaso: + Negativo: -

Tabla N° 10. CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA EN EXTRACTO ALCOHOLICO

EXTRACTO ALCOHÓLICO															
TIPO DE ENSAYO MUESTRA	CATEQUINAS	QUINONAS	AZUCARES REDUCTORES	LACTONAS Y COUMARINAS	ANTOCIANIDINAS	TRITERPENOS Y ESTEROIDES	FENOLES Y TANINOS	SAPONINAS	AMINOACIDOS	FLAVONOIDES	CARDENOLIDOS	ALCALOIDES			
												ENSAYO DE LA FEHLING	ENSAYO DE BALJET	ENSAYO DE ANTOCIANIDINAS	ENSAYO DE LIEBERMANN-BUCHARD
GRANO DE QUINUA VARIEDAD BLANCA	++	-	++	++	+++	+++	+	++	+++	+++	-	-	-	-	-
GRANO DE QUINUA VARIEDAD MORADA	++	-	++	++	+++	+++	+	++	+++	+++	-	-	-	-	-
GRANO DE QUINUA VARIEDAD PATATA DE VENADO	++	-	++	++	+++	+++	+	++	+++	+++	-	-	-	-	-
GRANO DE QUINUA VARIEDAD TUKAHUAM	++	-	++	++	+++	+++	+	++	+++	+++	-	-	-	-	-
HOJAS DE QUINUA VARIEDAD BLANCA	++	-	++	++	+	+++	++	++	++	++	-	-	-	-	-
HOJAS DE QUINUA VARIEDAD MORADA	++	-	++	++	+	+++	++	++	++	++	-	-	-	-	-
HOJAS DE QUINUA VARIEDAD PATATA DE VENADO	++	-	++	++	+	+++	++	++	++	++	-	-	-	-	-
HOJAS DE QUINUA VARIEDAD TUKAHUAM	++	-	++	++	+	+++	++	++	++	++	-	-	-	-	-
GRANO DE CHOCHO VARIEDAD CRIOLLA	+	-	+	++	+	++	-	-	++	+	-	+++	+++	+++	+++
GRANO DE CHOCHO VARIEDAD INIAP 450	+	-	+	++	+	++	-	-	++	+	-	+++	+++	+++	+++
GRANO DE CHOCHO VARIEDAD INIAP 451	+	-	+	++	+	++	-	-	++	+	-	+++	+++	+++	+++

HOJAS DE CHOCHO VARIEDAD CRIOLLA	++	-	++	++	+	++	++	-	++	+	-	++	++	++
HOJAS DE CHOCHO VARIEDAD INIAP 450	++	-	++	++	+	++	++	-	++	+	-	++	++	++
HOJAS DE CHOCHO VARIEDAD INIAP 451	++	-	++	++	+	++	++	-	++	+	-	++	++	++
FLORES DE CHOCHO VARIEDAD CRIOLLA	++	-	++	++	++	++	++	-	+	++	-	++	++	++
GRANO DE AMARANTO VARIEDAD ALEGRÍA	++	-	++	++	++	+++	+	+	+++	++	-	-	-	-
GRANO DE AMARANTO VARIEDAD PERUCHO	++	-	++	++	++	+++	+	+	+++	++	-	-	-	-
HOJAS DE AMARANTO VARIEDAD ALEGRÍA	++	-	++	++	++	+++	++	+	++	++	-	-	-	-
HOJAS DE AMARANTO VARIEDAD PERUCHO	++	-	++	++	++	+++	++	+	++	++	-	-	-	-
GRANO DE SANGORACHE	++	-	++	++	++	+++	+	+	++	++	-	-	-	-
HOJAS DE SANGORACHE	++	-	++	++	++	+++	++	+	++	++	-	-	-	-
PANOJA DE SANGORACHE	++	-	++	+	+	++	++	-	+	+	-	-	-	-

Abundante: +++

Moderado: ++

Escaso: +

Negativo: -

Tabla N° 11. CARACTERIZACION FITOQUÍMICA EN EXTRACTO ACUOSO

EXTRACTO ACUOSO											
ENSAYO MUESTRA	TIPO DE	AZUCARES	PRINCIPIOS	FENOLES	SAPONINAS	FLAVONOIDES	ALCALOIDES				
		REDUCTORES	AMARGOS	Y TANINOS	DE	DE	LA	DE	DE	DE	DE
		ENSAYO DE FEHLING	ENSAYO DE PRINCIPIOS AMARGOS	ENSAYO DE FeCl3	ENSAYO DE ESPUMA	ENSAYO DE LA	ENSAYO DE SHINODA	ENSAYO DE DRAGENDORFF	ENSAYO DE MAYER	ENSAYO DE WAGNER	
GRANO DE QUINUA VARIEDAD CRIOLLA BLANCA		+++	+++	++	+++	+++	-	-	-	-	-
GRANO DE QUINUA VARIEDAD CRIOLLA MORADA		+++	+++	++	+++	+++	-	-	-	-	-
GRANO DE QUINUA VARIEDAD PATA DE VENADO		+++	+++	++	+++	+++	-	-	-	-	-

GRANO DE QUNUA VARIEDAD TUKAHUAM	+++	+++	++	+++	+++	-	-	-
HOJAS DE QUINUA VARIEDAD CRIOLLA BLANCA	++	++	+++	+	++	-	-	-
HOJAS DE QUINUA VARIEDAD CRIOLLA MORADA	++	++	+++	+	++	-	-	-
HOJAS DE QUINUA VARIEDAD PATA DE VENADO	++	++	+++	+	++	-	-	-
HOJAS DE QUNUA VARIEDAD TUKAHUAM	++	++	+++	+	++	-	-	-
GRANO DE CHOCHO VARIEDAD CRIOLLA	+	+	+	-	++	+++	+++	+++
GRANO DE CHOCHO VARIEDAD INIAP 450	+	+	+	-	++	+++	+++	+++
GRANO DE CHOCHO VARIEDAD INIAP 451	+	+	+	-	++	+++	+++	+++
HOJAS DE CHOCHO VARIEDAD CRIOLLA	++	+	++	-	++	+++	+++	+++
HOJAS DE CHOCHO VARIEDAD INIAP 450	++	++	++	-	++	+++	+++	+++
HOJAS DE CHOCHO VARIEDAD INIAP 451	++	++	++	-	++	+++	+++	+++
FLORES DE CHOCHO VARIEDAD CRIOLLA	++	++	++	-	+	++	++	++
GRANO DE AMARANTO VARIEDAD ALEGRIA	++	+	++	-	+++	-	-	-
GRANO DE AMARANTO VARIEDAD PERUCHO	++	+	++	++	+++	-	-	-
HOJAS DE AMARANTO VARIEDAD ALEGRIA	++	++	++	++	++	-	-	-
HOJAS DE AMARANTO VARIEDAD PERUCHO	++	++	++	++	++	-	-	-
GRANO DE SANGORACHE	++	++	++	++	++	-	-	-
HOJAS DE SANGORACHE	++	++	++	+	++	-	-	-
PANOJA DE SANGORACHE	++	++	++	++	+	-	-	-

Abundante: +++

Moderado: ++

Escaso: +

Negativo: -

5.3 Cuantificación de metabolitos secundarios de mayor prevalencia

Tabla N° 12. CUANTIFICACIÓN DE ALCALOIDES EN LAS HOJAS Y GRANOS DE TRES VARIEDADES DE CHOCHO

#	MUESTRA DE CHOCHO	% ALCALOIDES
1	Grano Criollo	3,882
2	Grano de INIAP 450	3,987
3	Grano de INIAP 451	3,833
4	Hoja de criollo	3,564
5	Hoja de INIAP450	3,718
6	Hoja de INIAP451	3,511

Tabla N° 13. CUANTIFICACIÓN DE SAPONINAS EN LAS HOJAS Y GRANOS DE TRES VARIEDADES DE QUINUA

#	VARIETADES DE QUINUA	% SAPONINAS
1	Grano tunkahuan	0,70
2	Grano pata de venado	0,81
3	Quinoa criolla blanca	0,73
4	Quinoa criolla morada	0,78
5	Hoja tunkahuan	0,00
6	Hoja pata de venado	0,10
7	Hoja criolla blanca	0,00
8	Hoja criolla morada	0,00

Tabla N° 14. CUANTIFICACIÓN DE FLAVONOIDES EXPRESADOS EN QUERCITINA EN LAS HOJAS Y GRANOS DE CUATRO VARIEDADES DE QUINUA, DOS VARIEDADES DE AMARANTO Y SANGORACHE

#	MUESTRAS	FLAVONOIDES mg/100g BASE SECA EXPRESADOS EN QUERCITINA
1	Grano quinua tunkahuan	25,741
2	Grano quinua pata de venado	44,129
3	Grano quinua criolla blanca	26,069
4	Grano quinua criolla morada	29,038
5	Grano sangorache	2,277
6	Grano amaranto perucho	1,955
7	Grano amaranto alegría	1,718
8	Hoja quinua tunkahuan	277,335
9	Hoja quinua pata de venado	410,053
10	Hoja quinua criolla blanca	321,577
11	Hoja quinua criolla morada	382,972
12	Hoja sangorache	94,944
13	Hoja amaranto perucho	46,363
14	Hoja amaranto alegría	48,836
15	Panoja sangorache	49,613

VI DISCUSIÓN

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

6.1 Análisis de los resultados de la caracterización bromatológica de las hojas y granos de chocho

HUMEDAD

Tabla N° 15. Prueba de Tukey para el contenido de humedad en las hojas y granos de tres variedades de chocho

<i>Variedad de Chocho</i>	<i>Componentes de la Planta</i>	<i>Medias</i>	<i>Grupos</i>
Variedad INIAP 450 (V1)	Grano (C1)	4,89	A
Variedad INIAP 451 (V2)	Hoja (C2)	4,38	B
Variedad INIAP 450 (V1)	Hoja (C2)	4,06	C
Variedad Criolla (V3)	Hoja (C2)	3,88	D
Variedad Criolla (V3)	Grano (C1)	3,64	E
Variedad INIAP 451 (V2)	Grano (C1)	3,45	F

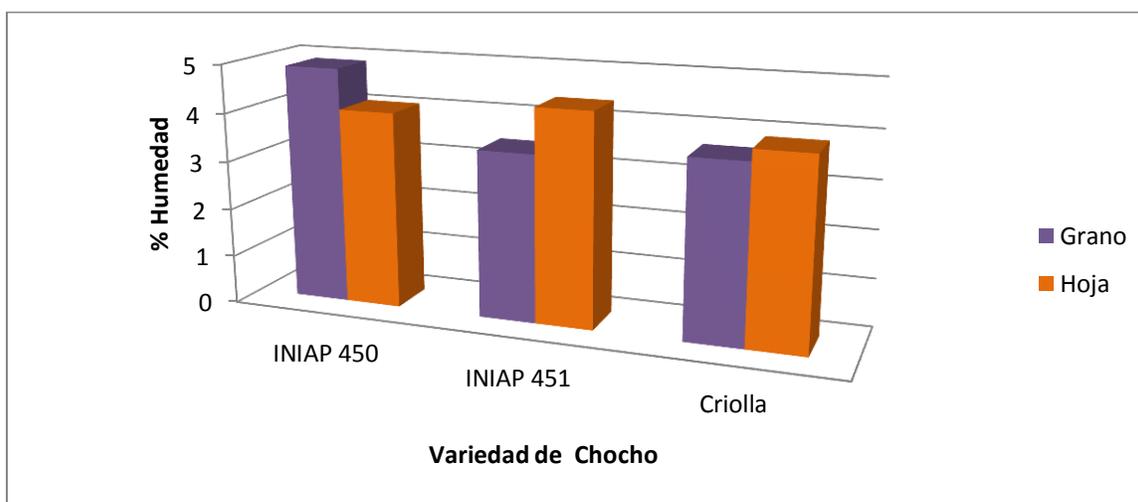


FIGURA No 9. CONTENIDO DE HUMEDAD EN LAS HOJAS Y GRANOS DE CHOCHO
FUENTE: JESSICA GUAPI, 2013

En el análisis de los resultados del contenido de humedad de los componentes de la planta (hojas-granos) de las variedades del chocho se encontró diferencia significativa, por lo que se aplicó la prueba estadística de Tukey a un nivel de significancia al 5% para la categorización de los contenidos. Las hojas de las variedades INIAP 451 con un 4,38% y criolla 4,06% presentan mayor porcentaje en comparación a los granos, debido a que la hoja absorbe mayor cantidad de agua en el desarrollo de la planta, en el caso de la variedad INIAP 450 el grano presentó un mayor valor de un 4,89%, mayor al de la hoja.

El contenido de humedad del grano fresco de quinua varía de 9,40 a 13 %.

CENIZAS

Tabla N° 16. Prueba de Tukey para el contenido de cenizas en las hojas y granos de tres variedades de chocho

<i>Variedad de Chocho</i>	<i>Componentes de la Planta</i>	<i>Medias</i>	<i>Grupos</i>
Variedad Criolla (V3)	Hoja (C2)	12,43	A
Variedad INIAP 451 (V2)	Hoja (C2)	12,3	B
Variedad INIAP 450 (V1)	Hoja (C2)	10,06	C
Variedad INIAP 450 (V1)	Grano (C1)	3,72	D
Variedad INIAP 451 (V2)	Grano (C1)	3,11	E
Variedad Criolla (V3)	Grano (C1)	1,96	F

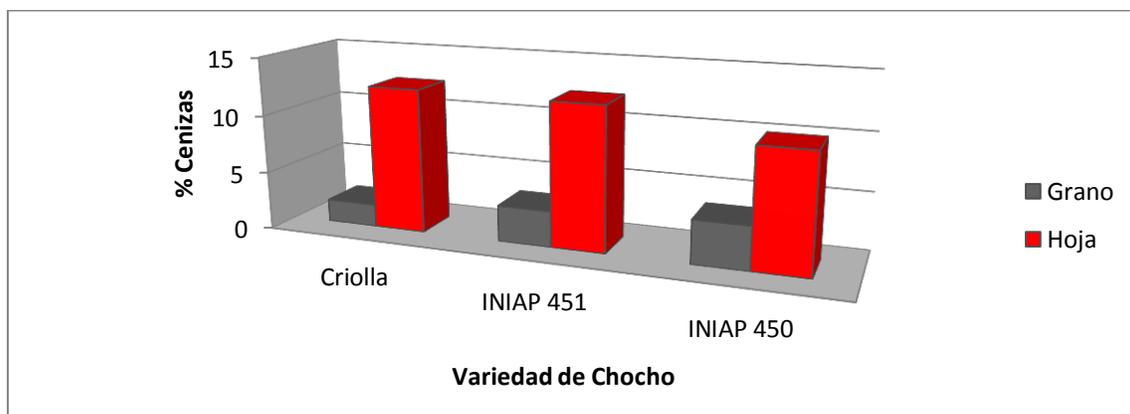


FIGURA No10. CONTENIDO DE CENIZAS EN LAS HOJAS Y GRANOS DE CHOCHO
FUENTE: JESSICA GUAPI, 2013

Al analizar el porcentaje de cenizas de los componentes de la planta (hojas-granos) de las variedades de chocho demuestra que tiene una gran diferencia, por lo que se aplicó la prueba estadística de Tukey a un nivel de significancia al 5% para jerarquizar los contenidos. Las concentraciones se distribuyen con mayor valor en las hojas, con un porcentaje del 12,43 en la variedad Criolla, seguido por la variedad INIAP 451 del 12,30% y la variedad INIAP 451 con un 10,06%. En contraste, en el grano se registró un menor contenido de cenizas, especialmente en la variedad Criolla con un 1,96%, probablemente existe menor cantidad de residuo inorgánico. Los resultados obtenidos son similares a los reportados según Jacobsen y Mujica, (2006).

PROTEÍNA

Tabla N° 17. Prueba de Tukey para el contenido de proteína en las hojas y granos de tres variedades de chocho

<i>Variedad de Chocho</i>	<i>Componentes de la Planta</i>	<i>Medias</i>	<i>Grupos</i>
Variedad INIAP 450 (V1)	Grano (C1)	47,18	A
Variedad INIAP 451 (V2)	Grano (C1)	46,87	A
Variedad Criolla (V3)	Grano (C1)	45,52	B
Variedad INIAP 450 (V1)	Hoja (C2)	34,15	C
Variedad INIAP 451 (V2)	Hoja (C2)	32,43	D
Variedad Criolla (V3)	Hoja (C2)	23,63	E

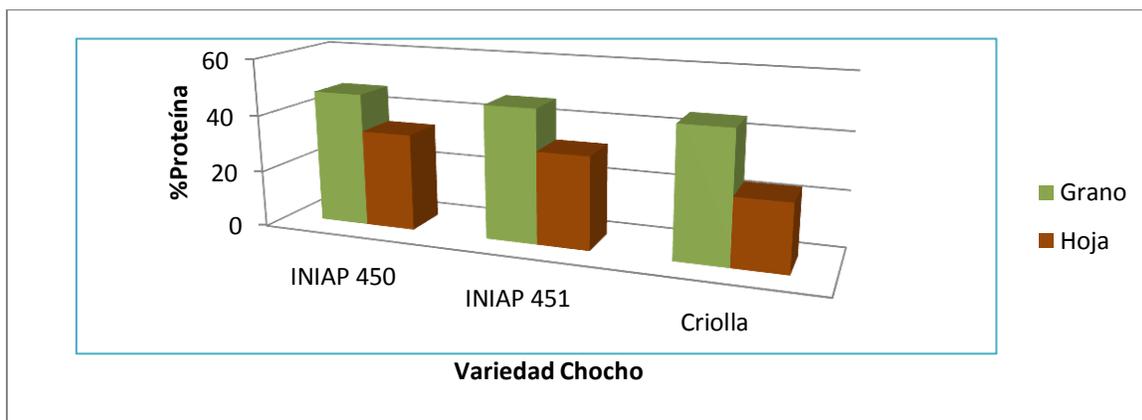


FIGURA No 11. CONTENIDO DE PROTEÍNA EN LAS HOJAS Y GRANOS DE CHOCHO
FUENTE: JESSICA GUAPI, 2013

Al analizar el contenido de Proteína de las fracciones (hojas-granos) de las variedades de chocho, se encuentra una diferencia considerable por lo que se aplicó la prueba estadística de Tukey a un nivel de significancia al 5%. Se determinó que los granos presentaron una mayor concentración de proteína con 47,18 % en la variedad INIAP 450, seguido por INIAP-451 con 46,87 % y la variedad criolla con un 45,52%. Según el INIAP, el grano de chocho es reconocido por su alto contenido de proteína por tener mayor presencia de aminoácidos, alcanzando hasta un 47,80%, valor que se asemeja con los que se reporta en esta investigación (11).

GRASA

Tabla N° 18. Prueba de Tukey para el contenido de grasa en las hojas y granos de tres variedades de chocho

<i>Variedad de Chocho</i>	<i>Componentes de la Planta</i>	<i>Medias</i>	<i>Grupos</i>
Variedad Criolla (V3)	Grano (C1)	31,34	A
Variedad INIAP 451 (V2)	Grano (C1)	28,55	B
Variedad INIAP 450 (V1)	Grano (C1)	28,28	B
Variedad Criolla (V3)	Hoja (C2)	25,52	C
Variedad INIAP 451 (V2)	Hoja (C2)	23,17	D
Variedad INIAP 450 (V1)	Hoja (C2)	21,21	E

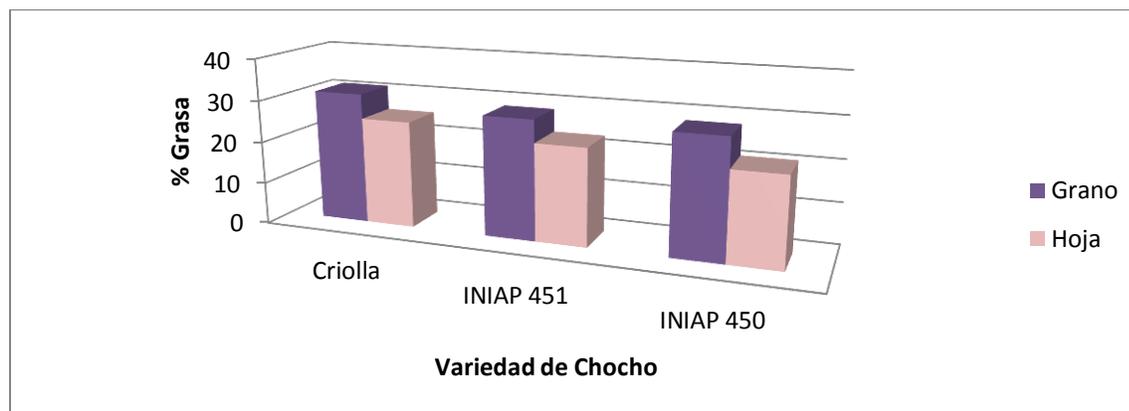


FIGURA No12. CONTENIDO DE GRASA EN LAS HOJAS Y GRANOS DE CHOCHO
FUENTE: JESSICA GUAPI, 2013

Existe diferencia en el análisis del contenido de grasa de los componentes de la planta (hojas-granos) de las tres variedades de chocho, por lo que se aplicó la prueba estadística de Tukey a un nivel de significancia al 5% para comparación y categorización de los contenidos. Donde los granos presentan un mayor porcentaje de grasa, la variedad criolla con un 31,34%, seguido por la variedad INIAP 451 con un 28,55% y la variedad INIAP 451 con 28,28%, y los valores de las hojas son inferiores debido a que existe disminución en la presencia de aceites y grasas que constituyen un aporte energético.

Según investigaciones anteriores realizadas por el INIAP, el promedio del contenido de grasa del grano alcanza un 26,07%, dato similar a los resultados obtenidos (12).

FIBRA

Tabla N° 19. Prueba de Tukey para el contenido de fibra en las hojas y granos de tres variedades de chocho

<i>Variedad de Chocho</i>	<i>Componentes de la Planta</i>	<i>Medias</i>	<i>Grupos</i>
Variedad Criolla (V3)	Grano (C1)	10,4	A
Variedad Criolla (V3)	Hoja (C2)	10,21	B
Variedad INIAP 451 (V2)	Hoja (C2)	9,93	C
Variedad INIAP 450 (V1)	Hoja (C2)	9,72	D
Variedad INIAP 451 (V2)	Grano (C1)	9,13	E
Variedad INIAP 450 (V1)	Grano (C1)	8,95	F

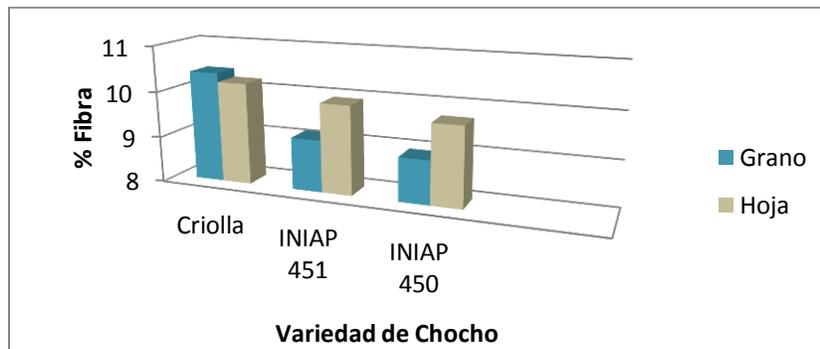


FIGURA No 13. CONTENIDO DE FIBRA EN LAS HOJAS Y GRANOS DE CHOCHO
FUENTE: JESSICA GUAPI, 2013

Al analizar los resultados del contenido de Fibra de los componentes de la planta (hojas-granos) de las variedades de chocho noto una gran desigualdad, por lo que se aplicó la prueba de Tukey a un nivel de significancia al 5% para la comparación de los contenidos. Un mayor contenido se determinó en el grano de la variedad criolla con un 10,4 % que al valor la hoja, en el caso granos de las variedades mejoradas INIAP 451 con un 9,13 % e INIAP 450 con un 8,95 % los valores son inferiores al de las hojas. Los datos de los granos reportados concuerdan con los citados por INIAP, (2011), quienes señalan un promedio de 9,4 % (11).

6.2 Análisis de los resultados de la caracterización bromatológica de las hojas y granos la quinua

HUMEDAD

Tabla N° 20. Prueba de Tukey para el contenido de humedad en las hojas y granos de cuatro variedades de quinua

<i>Variedad de Quinua</i>	<i>Componentes de la planta</i>	<i>Medias</i>	<i>Grupos</i>
Variedad Criolla Blanca (V3)	Grano (C1)	6,56	A
Variedad Criolla Morada (V4)	Grano (C1)	6,03	B
Variedad INIAP Tukahuam (V1)	Grano (C1)	5,92	C
Variedad INIAP Pata de Venado (V2)	Grano (C1)	5,43	D
Variedad INIAP Tukahuam (V1)	Hoja (C2)	4,89	E
Variedad INIAP Pata de Venado (V2)	Hoja (C2)	4,06	F
Variedad Criolla Morada (V4)	Hoja (C2)	3,66	G
Variedad Criolla Blanca (V3)	Hoja (C2)	3,12	H

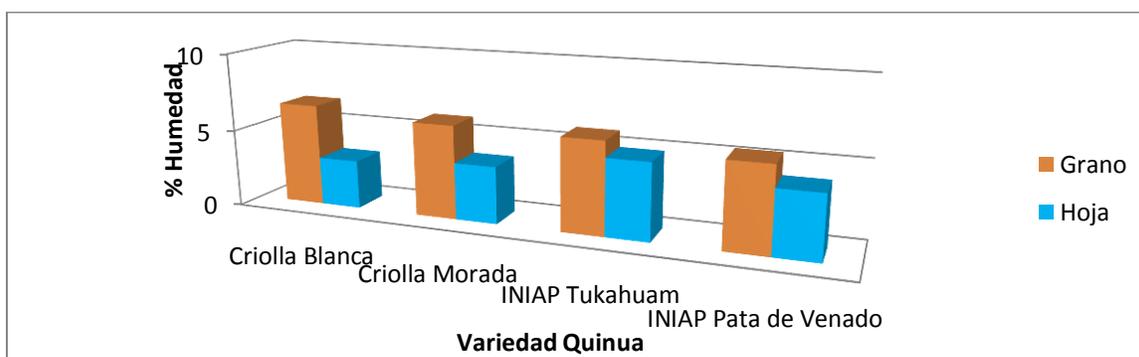


FIGURA No 14. CONTENIDO DE HUMEDAD EN LAS HOJAS Y GRANOS DE LA QUINUA
FUENTE: JESSICA GUAPI, 2013

Los componentes de la planta (hojas-granos) de las variedades de quinua tuvo diversos valores en el porcentaje de humedad, por lo que se empleó la prueba estadística de Tukey a un nivel de significancia al 5% para el ordenamiento de los contenidos. El mayor contenido de humedad se registró en los granos, en orden estadístico prevaleció la variedad criolla blanca con 6,56 %, seguida por la variedad criolla morada con un 6,03%, tunkahuan con un 5,92% y pata de venado con un 5,43 valor que contrastó con el menor contenido de humedad en las hojas de este material con 3,12 %. Posiblemente los granos absorbieron mayor cantidad de agua en el desarrollo de la planta

CENIZAS

Tabla N° 21. Prueba de Tukey para el contenido de cenizas en las hojas y granos de cuatro variedades de quinua

<i>Variedad de Quinua</i>	<i>Componentes de la planta</i>	<i>Medias</i>	<i>Grupos</i>
Variedad INIAP Tukahuan (V1)	Hoja (C2)	28,04	A
Variedad INIAP Pata de Venado (V2)	Hoja (C2)	22,95	B
Variedad Criolla Morada (V4)	Hoja (C2)	22,95	B
Variedad Criolla Blanca (V3)	Hoja (C2)	21,67	C
Variedad Criolla Blanca (V3)	Grano (C1)	4,13	D
Variedad INIAP Pata de Venado (V2)	Grano (C1)	3,33	E
Variedad Criolla Morada (V4)	Grano (C1)	3,33	E
Variedad INIAP Tukahuan (V1)	Grano (C1)	3,3	E

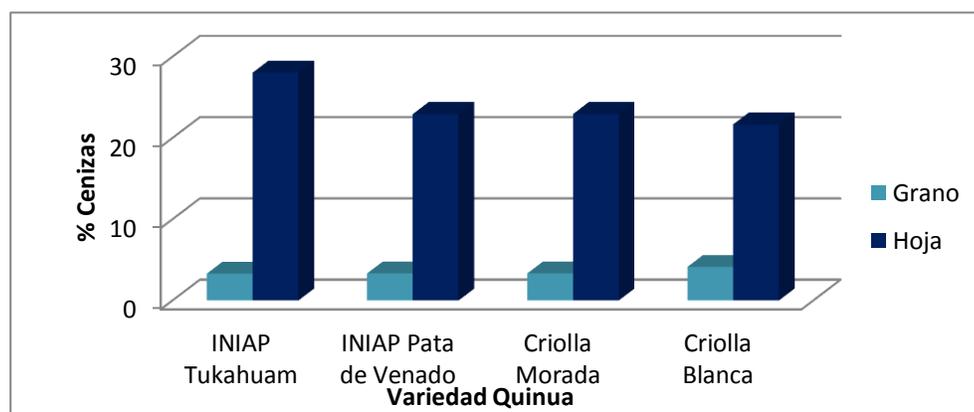


FIGURA No 15. CONTENIDO DE CENIZAS EN LAS HOJAS Y GRANOS DE LA QUINUA
FUENTE: JESSICA GUAPI, 2013

Se utilizó la prueba estadística de Tukey a un nivel de significancia al 5% para jerarquizar los contenidos ya que la hubo una gran diferencia en el contenido de Cenizas de las fracciones de la planta analizadas (hojas-granos) de las variedades de quinua. El mayor contenido de cenizas se determinó en las hojas, tunkahuan con un 28,04%, pata de venado 22,95%, criolla morada 22,95% y criolla blanca 21,67%, siendo la hoja la fracción donde la planta almacena los minerales que no son utilizados para la síntesis del grano.

PROTEÍNA

Tabla N° 22. Prueba de Tukey para el contenido de proteína en las hojas y granos de cuatro variedades de quinua

<i>Variedad de Quinua</i>	<i>Componentes de la planta</i>	<i>Medias</i>	<i>Grupos</i>
Variedad INIAP Pata de Venado (V2)	Hoja (C2)	22,67	A
Variedad Criolla Morada (V4)	Hoja (C2)	22,58	A
Variedad INIAP Tukahuan (V1)	Hoja (C2)	21,81	B
Variedad Criolla Blanca (V3)	Hoja (C2)	21,23	C
Variedad Criolla Blanca (V3)	Grano (C1)	18,66	D
Variedad Criolla Morada (V4)	Grano (C1)	17,58	E
Variedad INIAP Pata de Venado (V2)	Grano (C1)	16,54	F
Variedad INIAP Tukahuan (V1)	Grano (C1)	15,5	G

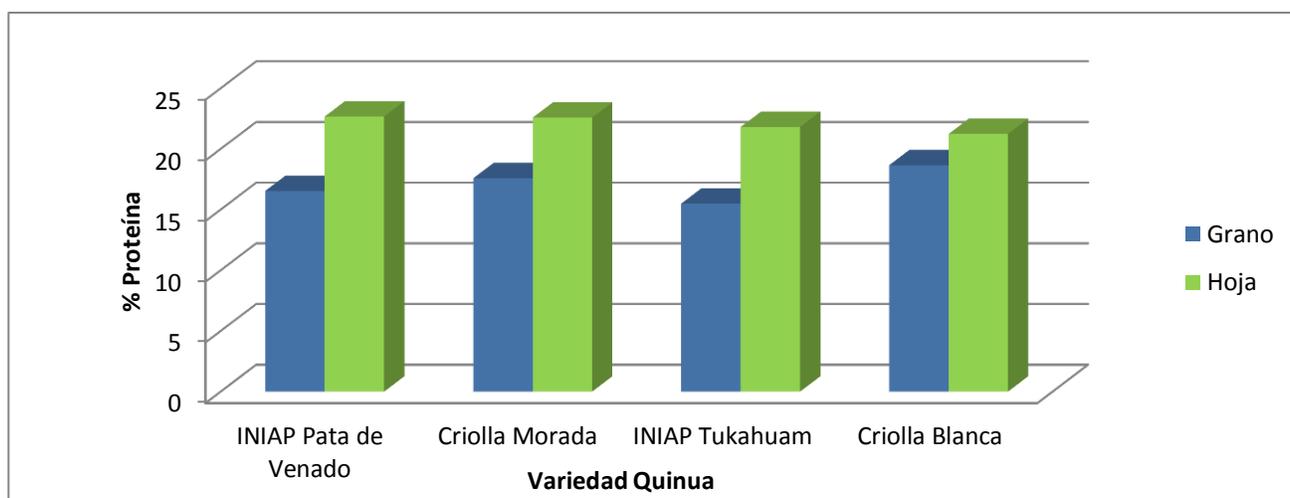


FIGURA No 16. CONTENIDO DE PROTEÍNA EN LAS HOJAS Y GRANOS DE LA QUINUA
FUENTE: JESSICA GUAPI, 2013

Debido a que los valores del contenido Proteico de los factores de la planta (hojas-granos) de las variedades de quinua no son semejantes se aplicó la prueba estadística de Tukey a un nivel de significancia al 5% para la categorización de los contenidos. El contenido de proteína de las hojas es mayor, ubicándose en el primer rango estadístico la variedad pata de venado con un 22,67% y criolla morada con 22,58 %, en secuencia la tunkahuan con un 21,81%, y la criolla blanca con un 21,23%. En el grano se registró un menor contenido de proteína, con valores entre 15,5 y 18,56 %.

Según Zubirá, (1986), Estrella (1990) y Valdivia (1988). el principal mérito de la quinua es que el grano, las hojas, así como las inflorescencias son fuentes de proteínas de muy buena calidad. La calidad nutricional del grano es importante por su contenido y calidad proteínica, siendo rico en los aminoácidos lisina y azufrados, mientras que, por el contrario, las proteínas de los cereales son deficientes en estos aminoácidos.

GRASA

Tabla N° 23. Prueba de Tukey para el contenido de grasa en las hojas y granos de cuatro variedades de quinua

<i>Variedad de Quinua</i>	<i>Componentes de la planta</i>	<i>Medias</i>	<i>Grupos</i>
Variedad INIAP Tukahum (V1)	Hoja (C2)	14,75	A
Variedad INIAP Pata de Venado (V2)	Hoja (C2)	13,4	B
Variedad Criolla Morada (V4)	Hoja (C2)	12,28	C
Variedad Criolla Blanca (V3)	Hoja (C2)	11,71	D
Variedad Criolla Morada (V4)	Grano (C1)	9,72	E
Variedad INIAP Tukahum (V1)	Grano (C1)	9,16	F
Variedad INIAP Pata de Venado (V2)	Grano (C1)	8,5	G
Variedad Criolla Blanca (V3)	Grano (C1)	7,77	H

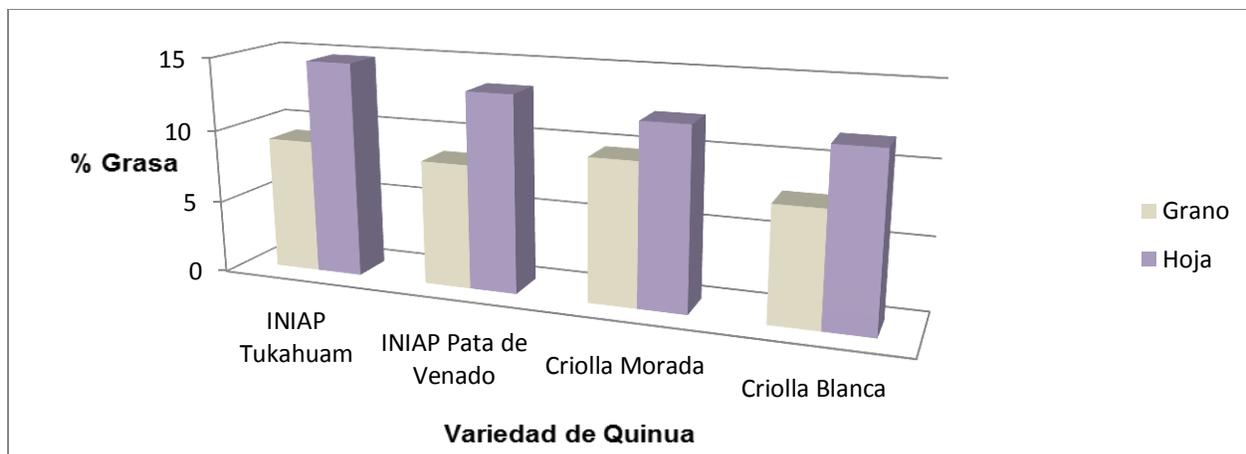


FIGURA No 17. CONTENIDO DE GRASA EN LAS HOJAS Y GRANOS DE LA QUINUA
FUENTE: JESSICA GUAPI, 2013

En los porcentajes del contenido de Grasa de las fracciones de la planta (hojas-granos) de las variedades de quinua no existió igualdad, por lo que se aplicó la prueba estadística de Tukey a un nivel de significancia al 5% para clasificar los contenidos. Al igual que en la mayoría de nutrientes las hojas registraron mayor contenido de grasa que en el grano, en éstos los valores fluctuaron entre 7,77 a 9,72 %. Mientras que en las hojas de la variedad Tunkahuan alcanzo un 14,75 %, continuamente la pata de venado con un 13,4%, criolla morada con un 12,28% y criolla blanca con un 11,71%.

El contenido de grasa es mayor en relación a otros cereales, sobrepasa el 8,2%, es una fuente rica de ácidos grasos esenciales como es el ácido linoleico y linolenico. (Peralta, 2010)

FIBRA

Tabla N° 24. Prueba de Tukey para el contenido de fibra en las hojas y granos de cuatro variedades de quinua

<i>Variedad de Quinua</i>	<i>Componentes de la planta</i>	<i>Medias</i>	<i>Grupos</i>
Variedad Criolla Blanca (V3)	Hoja (C2)	9,94	A
Variedad Criolla Morada (V4)	Hoja (C2)	9,63	B
Variedad INIAP Tukahuan (V1)	Hoja (C2)	9,44	B
Variedad INIAP Pata de Venado (V2)	Hoja (C2)	9,39	B
Variedad Criolla Morada (V4)	Grano (C1)	6,19	C
Variedad Criolla Blanca (V3)	Grano (C1)	5,14	D
Variedad INIAP Pata de Venado (V2)	Grano (C1)	4,7	E
Variedad INIAP Tukahuan (V1)	Grano (C1)	4,36	F

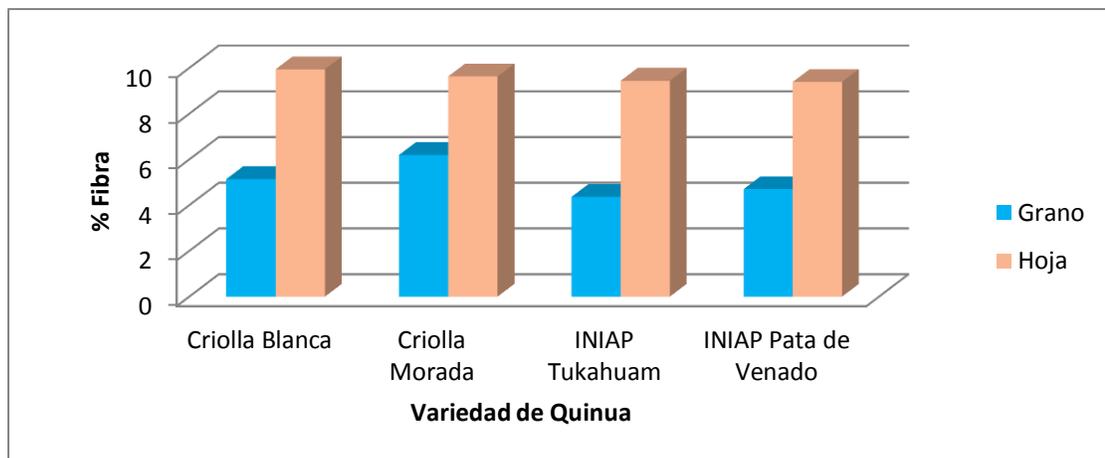


FIGURA No 18. CONTENIDO DE FIBRA EN LAS HOJAS Y GRANOS DE LA QUINUA
FUENTE: JESSICA GUAPI, 2013

En el análisis de los resultados del contenido de Fibra de los factores de la planta (hojas-granos) de las variedades de quinua presenta una alta diferencia, por lo que se aplicó la prueba estadística de Tukey a un nivel de significancia al 5% para la categorización de los contenidos. En las hojas se determinó el mayor contenido de fibra, en primer rango la variedad criolla blanca, con 9,94 %, mientras que el resto de variedades presentaron similar contenido, por lo que se ubicaron en el segundo rango estadístico, criolla morada con un 9,63%, tunkahuan con un 9,44% y pata de venado con un 9,39%. En el grano se registró un menor contenido de fibra, con valores que fluctuaron entre 4,36 a 6,19 %.

La fibra supone el 6% del peso total del grano y es el que hace que la ingesta de quinua favorezca el tránsito intestinal, regule los niveles de colesterol, estimule el desarrollo de la flora bacteriana y ayude a prevenir cáncer colon.

6.3 Análisis de los resultados de la caracterización bromatológica de las hojas del amaranto y sangorache

HUMEDAD

Tabla N° 25. “t student” para el contenido de humedad en las hojas de sangorache y amaranto perucho”

	<i>Hojas de Amaranto Perucho</i>	<i>%H</i>	<i>Hojas de Sangorache</i>
	V1		V2
r1	4,536		4,584
r2	4,569		4,599
r3	4,553		4,081
X	4,553		4,081
S	0,017		0,884
t	0,923	NS	

Tabla N° 26. “t student” para el contenido de humedad en las hojas de sangorache y amaranto alegría”

	<i>Hojas de Amaranto Alegría</i>	<i>%H</i>	<i>Hojas de Sangorache</i>
	V1		V2
r1	3,967		4,584
r2	3,995		4,599
r3	3,981		4,081
X	3,981		4,081
S	0,014		0,884
t	0,197	NS	

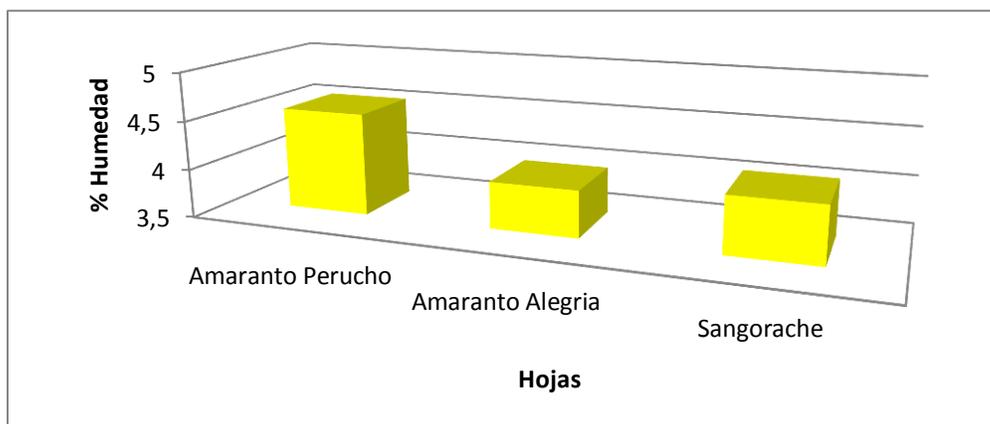


FIGURA No 19. CONTENIDO DE HUMEDAD DE LAS HOJAS DESHIDRATADAS DE AMARANTO Y SANGORACHE
FUENTE: JESSICA GUAPI, 2013

Para el análisis estadístico del contenido de Humedad de las hojas de amaranto (perucho y alegría) y sangorache, se aplicó la prueba estadística “t de Student” para la comparación de los contenidos, determinándose que no existe diferencia significativa, puesto que los valores calculados de t son de 0,923 (tabla N° 25) y de 0,197 (tabla N°26) y no superan el valor de la “Tabla II distribución t student” para 2 grados de libertad y 5% de nivel de probabilidad (4,303).

La media del porcentaje de humedad del amaranto perucho, sangorache y amaranto alegría son similares con 4,53%; 4,081%; 3,981% respectivamente, estos resultados son atribuibles al proceso de secado al que fueron sometidas las hojas de las dos especies. No obstante, en estado fresco las hojas de amaranto presentaron un contenido de humedad de 91,34% y las de sangorache 88,31%.

CENIZAS

Tabla N° 27. “t student” para el contenido de cenizas en las hojas de sangorache y amaranto perucho”

	<i>Hojas de Amaranto Perucho</i>	<i>%C</i>	<i>Hojas de Sangorache</i>
	V1		V2
r1	19,90		18,27
r2	19,90		18,34
r3	19,90		18,31
X	19,902		18,307
S	0,000		0,036
t	76,077	S	

Tabla N° 28. “t student” para el contenido de cenizas en las hojas de sangorache y amaranto alegría”

	<i>Hojas de Amaranto Alegría</i>	<i>%C</i>	<i>Hojas de Sangorache</i>
	V1		V2
r1	20,20		18,27
r2	20,28		18,34
r3	20,24		18,31
X	20,238		18,307
S	0,042		0,036
T	60,258	S	

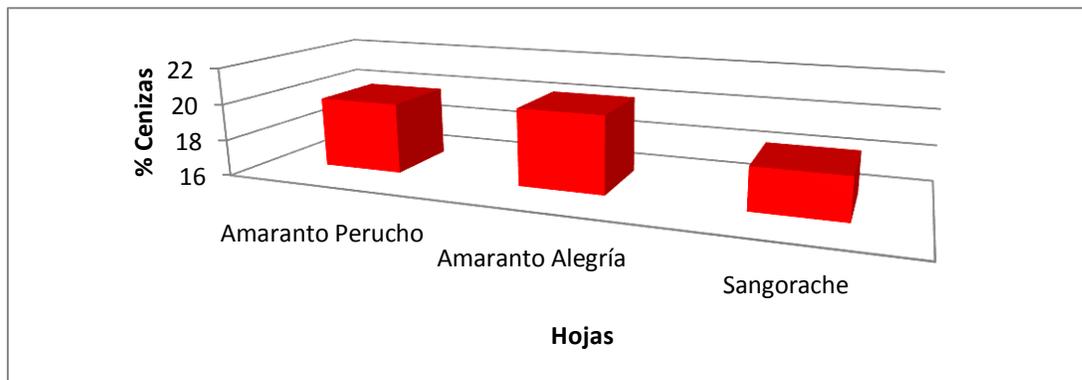


FIGURA No20. CONTENIDO DE CENIZAS EN LAS HOJAS DE AMARANTOS Y SANGORACHE
FUENTE: JESSICA GUAPI, 2013

En el análisis estadístico del contenido de Cenizas de las hojas de amaranto (perucho y alegría) y sangorache, se aplicó la prueba estadística “t de Student” para la comparación de los contenidos, donde existió desigualdad según las medias del porcentaje de cenizas, las hojas de amaranto alegría superan con un 20,238% a la del amaranto perucho con un 19,902% y a la del sangorache con un 18,307% y se confirma con el valor calculado de t 76,077 (tabla N° 27) y 60,258 (tabla N°28) dado que estos son mayores al valor de la “Tabla II distribución t student” para 2 grados de libertad y 5% de nivel de probabilidad (4,303).

El amaranto presenta un contenido importante residuo inorgánico por lo que en el contenido de cenizas las cantidades son altas. (55)

PROTEÍNA

Tabla N° 29. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE PROTEÍNA EN LAS HOJAS DE SANGORACHE Y AMARANTO PERUCHO”

	<i>Hojas de Amaranto Perucho</i>	<i>%P</i>	<i>Hojas de Sangorache</i>
	V1		V2
r1	25,62		29,78
r2	25,45		29,71
r3	25,53		29,75
X	25,534		29,747
S	0,087		0,036
T	77,731	S	

Tabla N° 30. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE PROTEÍNA EN LAS HOJAS DE SANGORACHE Y AMARANTO ALEGRÍA”

	<i>Hojas de Amaranto Alegría</i>	<i>Hojas de Sangorache</i>
	V1	V2
r1	20,20	29,78
r2	20,28	29,71
r3	20,24	29,75
X	20,238	29,747
S	0,042	0,036
T	298,597	S

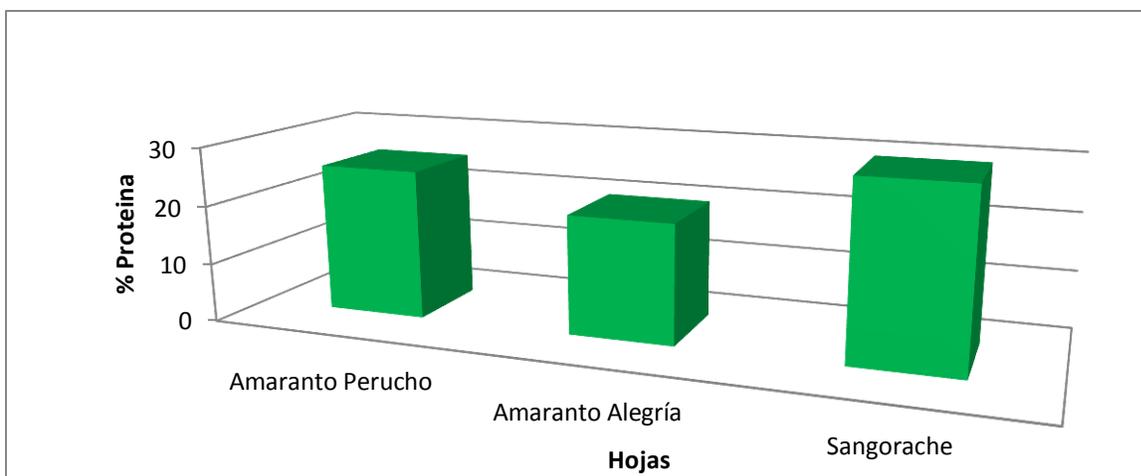


FIGURA No 21. CONTENIDO DE PROTEINA EN LAS HOJAS DE AMARANTOS Y SANGORACHE
FUENTE: JESSICA GUAPI, 2013

Al analizar estadísticamente el contenido de Proteína de las hojas de amaranto (perucho y alegría) y sangorache, se aplicó la prueba estadística “t de Student” para la comparación de los contenidos, donde existe diferencia significativa según el valor de t 77,731 (tabla N°29) y 298,597 (tabla N°30) dado que los valores son mayores al valor de la “Tabla II distribución t student” para 2 grados de libertad y 5% de nivel de probabilidad (4,303).

La media del porcentaje de la proteína de la hoja de sangorache alcanza un mayor valor de 29,747% a la de amaranto perucho con un 25,534% y a la del amaranto alegría con un 20,238%. Según investigaciones las hojas del amaranto y sangorache son fuentes importantes de proteína contienen entre 14-33% por contener aminoácidos. (55)

GRASA

Tabla N° 31. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE GRASA EN LAS HOJAS DE SANGORACHE Y AMARANTO PERUCHO”

	<i>Hojas de Amaranto Perucho</i>	<i>%G</i>	<i>Hojas de Sangorache</i>
	V1		V2
r1	14,09		10,75
r2	14,34		10,88
r3	14,22		10,82
X	14,218		10,817
S	0,127		0,063
T	41,520	S	

Tabla N° 32. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE GRASA EN LAS HOJAS DE SANGORACHE Y AMARANTO ALEGRÍA”

	<i>Hojas de Amaranto Alegría</i>	<i>%G</i>	<i>Hojas de Sangorache</i>
	V1		V2
r1	12,23		10,75
r2	12,55		10,88
r3	12,39		10,82
X	12,386		10,817
S	0,159		0,063
T	15,850	S	

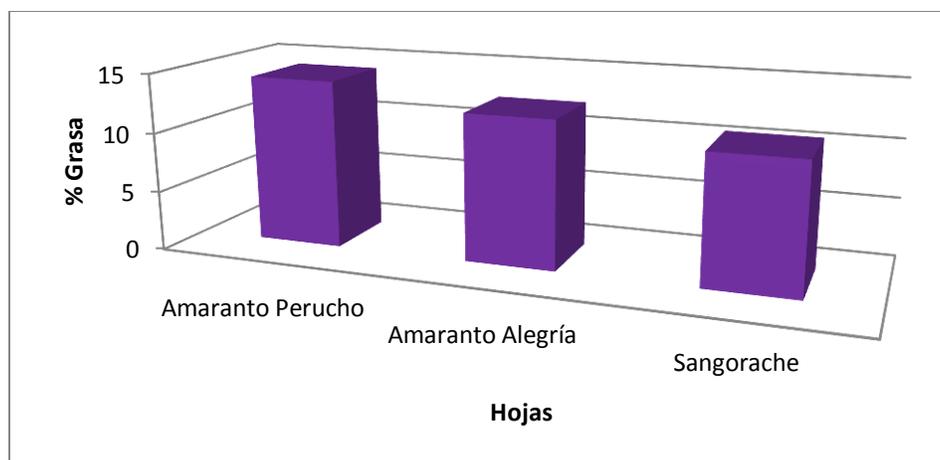


FIGURA No22. CONTENIDO DE PROTEÍNA EN LAS HOJAS DE AMARANTOS Y SANGORACHE
FUENTE: JESSICA GUAPI, 2013

Se aplicó la prueba estadística “t de Student” para la comparación de los contenidos para el análisis estadístico del contenido de Grasa de las hojas de amaranto (perucho y alegría), donde existe diferencia significativa según la media del porcentaje de grasa, en la hoja de amaranto perucho que obtuvo mayor contenido de un 14,218% a la del de amaranto alegría con un 12,386% y a la del sangorache con un 10,817% y se confirma con el valor calculado de t 41,520 (tabla N°31) y 15,850 (tabla N°32) dado que es mayor al valor de la “Tabla II distribución t student” para 2 grados de libertad y 5% de nivel de probabilidad (4,303).

El amaranto y sangorache tienen un buen porcentaje de grasa por lo que recomiendan en la dieta diaria (55)

FIBRA

Tabla N° 33. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE FIBRA EN LAS HOJAS DE SANGORACHE Y AMARANTO PERUCHO”

	<i>Hojas de Amaranto Perucho</i>	<i>%F</i>	<i>Hojas de Sangorache</i>
	V1		V2
r1	11,81		12,64
r2	11,35		12,70
r3	11,58		12,67
X	11,581		12,672
S	0,227		0,031
T	8,236	S	

Tabla N° 34. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE FIBRA EN LAS HOJAS DE SANGORACHE Y AMARANTO ALEGRÍA”

	<i>Hojas de Amaranto Alegría</i>	<i>%F</i>	<i>Hojas de Sangorache</i>
	V1		V2
r1	11,52		12,64
r2	11,51		12,70
r3	11,51		12,67
X	11,514		12,672
S	0,005		0,031
T	62,963	S	

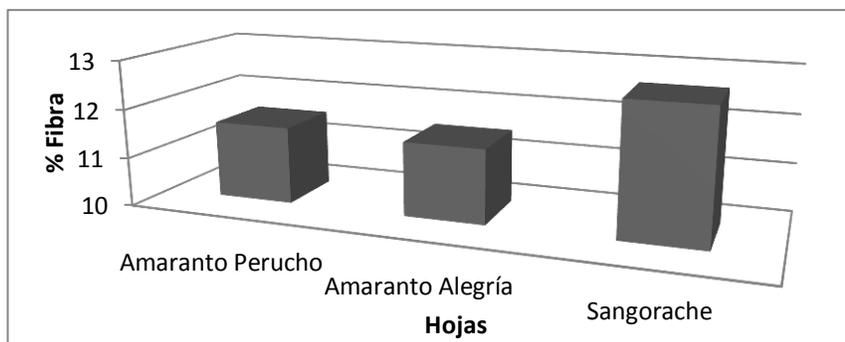


FIGURA No23. CONTENIDO DE FIBRA EN LAS HOJAS DE AMARANTOS Y SANGORACHE
FUENTE: JESSICA GUAPI, 2013

En el análisis estadístico del contenido de Fibra de las hojas de amaranto (perucho y alegría) y sangorache, se aplicó la prueba estadística “t de Student” para la comparación de los contenidos, donde existe una relativa diferencia según la media del porcentaje de fibra, en la hoja de sangorache alcanza un mayor contenido de 12,672% al del amaranto perucho con un 11,581% y al del amaranto alegría con un 11,514% y se confirma con el valor calculado de t 8,236 (tabla N°33) y de 62,963 (tabla N°34) dado que son mayores al valor de la “Tabla II distribución t student” para 2 grados de libertad y 5% de nivel de probabilidad (4,303).

6.4 Análisis de los resultados de la caracterización bromatológica de los granos del amaranto y sangorache

HUMEDAD

Tabla N° 35. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LOS GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO PERUCHO”

	<i>Granos de Amaranto Perucho</i>	<i>%H</i>	<i>Granos de Sangorache</i>
	V1		V2
r1	2,897		5,099
r2	2,747		5,095
r3	2,822		5,097
X	2,822		5,097
S	0,075		0,002
t	52,520	S	

Tabla N° 36. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LOS GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO ALEGRÍA”

	<i>Granos de Amaranto Alegría</i>	<i>%H</i>	<i>Granos de Sangorache</i>
	V1		V2
r1	3,974		5,099
r2	4,022		5,095
r3	3,998		5,097
X	3,998		5,097
S	0,024		0,002
T	79,040	S	

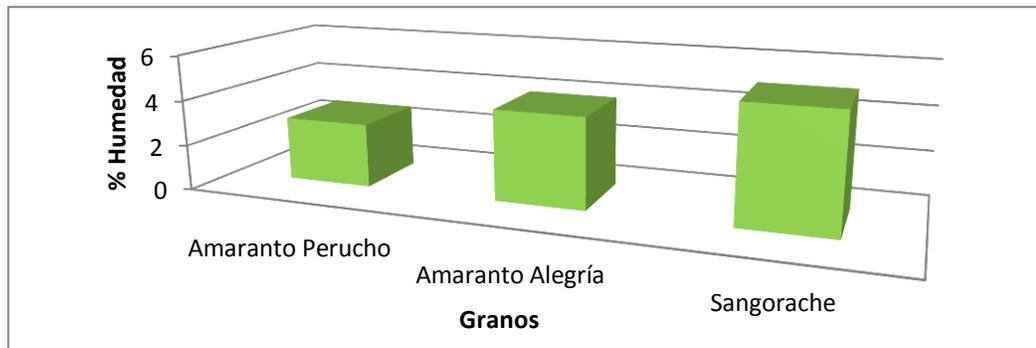


FIGURA No 24. CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL GRANO DE AMARANTOS Y SANGORACHE

FUENTE: JESSICA GUAPI, 2013

En el análisis estadístico del contenido de Humedad de los granos del amaranto (perucho y alegría) y sangorache, se utilizó la prueba estadística “t de Student” para la comparación de los contenidos, donde existe diferencia significativa según el promedio del porcentaje de humedad, el grano de sangorache tiene un valor de 5,097% mayor al del amaranto alegría de 3,998% y al del amaranto perucho con 2,822% y se confirma con el valor de t 52,520 (tabla N°35) y de 79,040 (tabla N°36) dado que es mayor al valor de la “Tabla II distribución t student” para 2 grados de libertad y 5% de nivel de probabilidad (4,303).

CENIZAS

Tabla N° 37. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE CENIZAS EN LOS GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO PERUCHO”

	<i>Granos de Amaranto Perucho</i>	<i>%C</i>	<i>Granos de Sangorache</i>
	V1		V2
r1	3,90		3,35
r2	3,84		3,41
r3	3,87		3,38
X	3,871		3,381
S	0,033		0,032
t	18,444	S	

Tabla N° 38. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE CENIZAS EN LOS GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO ALEGRÍA”

	<i>Granos de Amaranto Alegría</i>	<i>%C</i>	<i>Granos de Sangorache</i>
	V1		V2
r1	3,41		3,35
r2	3,39		3,41
r3	3,40		3,38
X	3,398		3,381
S	0,013		0,032
T	0,844	NS	

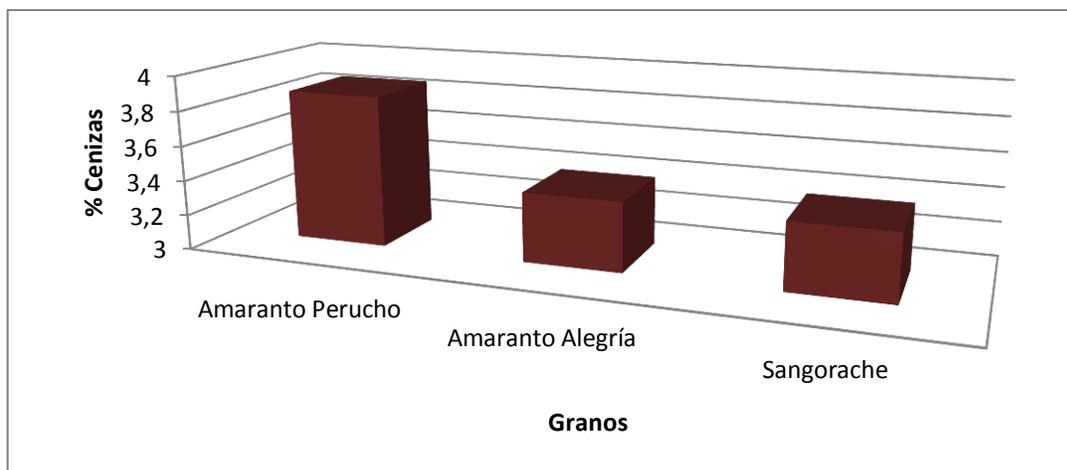


FIGURA No 25. CONTENIDO DE CENIZAS EN EL GRANO DE AMARANTOS Y SANGORACHE
FUENTE: JESSICA GUAPI, 2013

Se empleó la prueba estadística “t de Student” para la comparación de los contenidos para el análisis estadístico del contenido de Cenizas de los granos de amaranto (perucho y alegría) y sangorache, donde existe diferencia significativa, según el valor calculado de t 18,444 (tabla N°37) dado que es mayor al valor de la “Tabla II distribución t student” para 2 grados de libertad y 5% de nivel de probabilidad (4,303), mientras que en la tabla N°38 el valor calculado de t 0,844 del grano de amaranto alegría frente al del sangorache no se encontró diferencia significativa.

El promedio de porcentaje de cenizas del grano de amaranto perucho tiene 3,871% superior al del amaranto alegría con un 3,398% y al sangorache con un 3,381%.

Según investigaciones anteriores el contenido de cenizas en el amaranto varía entre 3 a 6%(Peralta, 2012) y en el sangorache es de 3,58%, valores que van acorde con los resultados obtenidos. (27)

PROTEÍNA

Tabla N° 39. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE PROTEÍNA EN LOS GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO PERUCHO”

	<i>Granos de Amaranto Perucho</i>	<i>%P</i>	<i>Granos de Sangorache</i>
	V1		V2
r1	19,33		15,78
r2	19,06		15,82
r3	19,20		15,80
X	19,196		15,798
S	0,135		0,017
T	43,385	S	

Tabla N° 40. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE PROTEÍNA EN LOS GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO ALEGRÍA”

	<i>Granos de Amaranto Alegría</i>	<i>%P</i>	<i>Granos de Sangorache</i>
	V1		V2
r1	20,56		15,78
r2	20,36		15,82
r3	20,46		15,80
X	20,459		15,798
S	0,099		0,017
T	80,689	S	

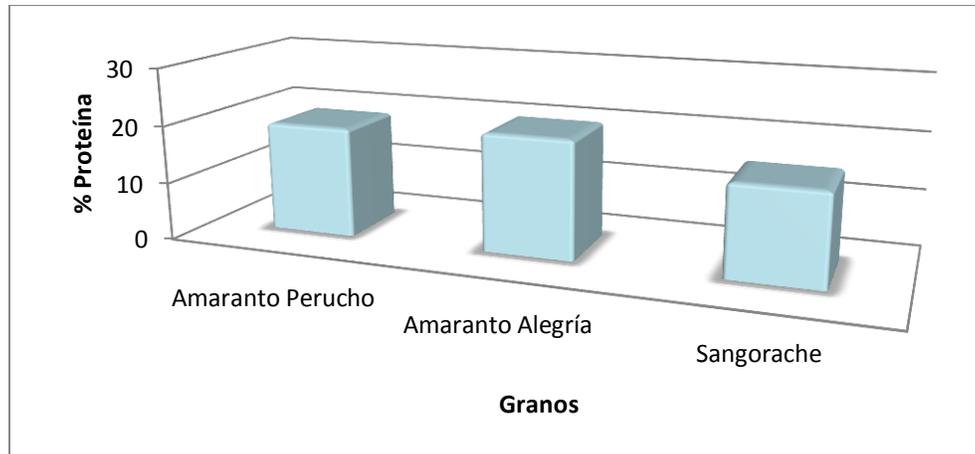


FIGURA No 26. CONTENIDO DE PROTEÍNA EN EL GRANO DE AMARANTOS Y SANGORACHE
FUENTE: JESSICA GUAPI, 2013

En el análisis de los porcentajes del contenido de Proteína de los granos de amaranto (perucho y alegría) y sangorache, se aplicó la prueba estadística “t de Student” para la comparación de los contenidos, donde existe diferencia significativa según el promedio de porcentaje de proteína en el grano de amaranto alegría con un valor de 20,459% mayo al del amaranto perucho con un 19,196% y al del sangorache con un 15,798% y se confirma con el valor de t 43,385(tabla N°39) y de 80,689 (tabla N°40) dado que son mayores al valor de la “Tabla II distribución t student” para 2 grados de libertad y 5% de nivel de probabilidad (4,303).

Según Mujica, 1997 los granos de sangorache y amaranto poseen altos valores de proteína que van desde 12 a 20 % llegando a superar a los cereales. (19)

GRASA

Tabla N° 41. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE GRASA EN LOS GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO PERUCHO”

	<i>Granos de Amaranto Perucho</i>	<i>%G</i>	<i>Granos de Sangorache</i>
	V1		V2
r1	7,65		7,94
r2	7,52		7,89
r3	7,59		7,91
X	7,586		7,912
S	0,062		0,025
T	8,419	S	

Tabla N° 42. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE GRASA EN LOS GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO ALEGRÍA”

	<i>Granos de Amaranto Alegría</i>	<i>%G</i>	<i>Granos de Sangorache</i>
	V1		V2
r1	7,73		7,94
r2	7,96		7,89
r3	7,84		7,91
X	7,843		7,912
S	0,117		0,025
T	0,997	NS	

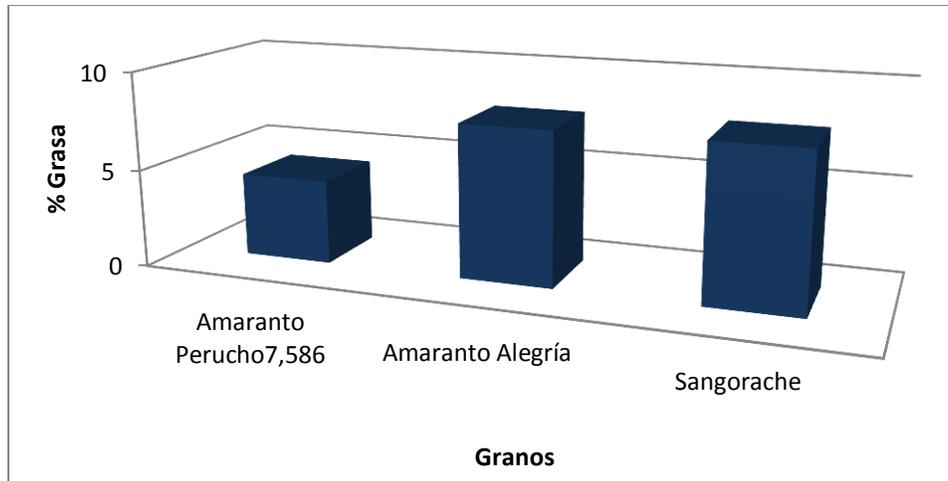


FIGURA No 27. CONTENIDO DE GRASA EN EL GRANO DE AMARANTOS Y SANGORACHE
FUENTE: JESSICA GUAPI, 2013

En el análisis del contenido de Grasa de los granos de amanto (perucho y alegría) y sangorache, se utilizó la prueba estadística “t de Student” para la comparación de los contenidos, donde existe diferencia significativa según el promedio de porcentaje de grasa, en el grano de sangorache con un 7,912% valor que supera al del amaranto alegría con un 7,843% y al del amaranto perucho con un 7,586% y se confirma con el valor calculado de $t = 8,419$ (tabla N°41) y de $0,997$ (tabla N°42) dado que son mayores al valor de la “Tabla II distribución t student” para 2 grados de libertad y 5% de nivel de probabilidad (4,303).

El grano de amaranto tiene de 6 a 7% de grasa, y en el sangorache un valor de 7,84% (Peralta, 2012) en comparación a los resultados de la presente investigación los datos son semejantes. (27)

FIBRA

Tabla N° 43. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE FIBRA EN LOS GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO PERUCHO”

	<i>Granos de Amaranto Perucho</i>	<i>%F</i>	<i>Granos de Sangorache</i>
	V1		V2
r1	4,77		11,45
r2	4,58		11,70
r3	4,68		11,58
X	4,676		11,578
S	0,095		0,124
T	76,491	S	

Tabla N° 44. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LOS GRANOS Y GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO ALEGRÍA”

	<i>Granos de Amaranto Alegría</i>	<i>%F</i>	<i>Granos de Sangorache</i>
	V1		V2
r1	7,27		11,45
r2	7,72		11,70
r3	7,49		11,58
X	7,493		11,578
S	0,222		0,124
t	27,799	S	

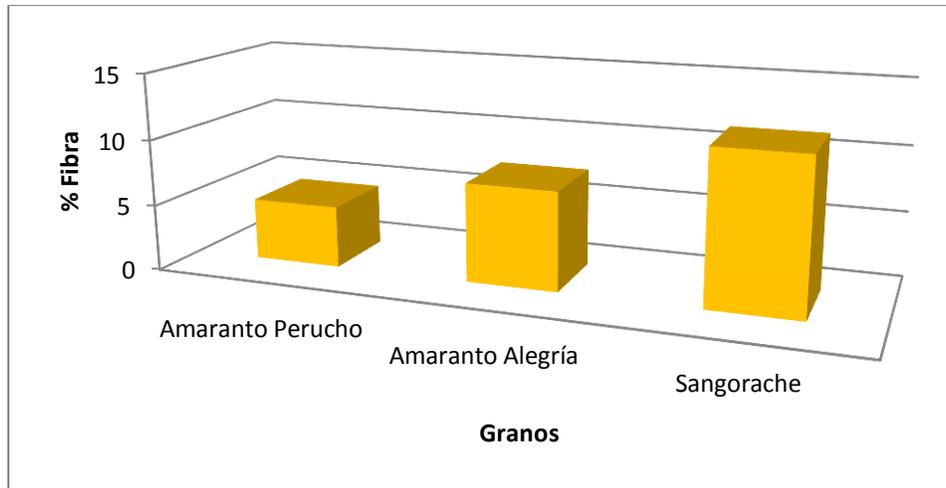


FIGURA N°28. CONTENIDO DE FIBRA EN EL GRANO DE AMARANTO Y SANGORACHE
FUENTE: JESSICA GUAPI, 2013

En el análisis del contenido de Fibra de los granos de amaranto (perucho y alegría) y sangorache, se aplicó la prueba estadística “t de Student” para la comparación de los contenidos, donde existe diferencia significativa según el valor calculado de $t = 76,491$ (tabla N°43) y $27,799$ (tabla N°44) dado que son mayores al valor de la “Tabla II distribución t student” para 2 grados de libertad y 5% de nivel de probabilidad (4,303).

El promedio de porcentaje de fibra en el grano de sangorache es mayor con un 11,578% al del amaranto alegría con un 7,493% y al del amaranto perucho con un 4,676%.

El amaranto en su grano contiene fibra (3,5-9,3%). (19)

6.5 Análisis de los resultados de la caracterización fitoquímica de las hojas y granos de chocho

Tabla N° 45. EXTRACTO ETÉREO

EXTRACTO ETÉREO						
TIPO DE ENSAYO	ACEITES Y GRASAS	LACTONAS Y COUMARINAS	TRITERPENOS Y ESTEROIDES	ALCALOIDES		
	ENSAYO DE SUDAN	ENSAYO DE BALJET	ENSAYO DE LIEBERMANN-BUCHARD	ENSAYO DE DRAGENDORFF	ENSAYO DE MAYER	ENSAYO DE WAGNER
MUESTRA						
GRANO DE CHOCHO VARIEDAD CRIOLLA	+++	++	+++	+++	+++	+++
GRANO DE CHOCHO VARIEDAD INIAP 450	+++	++	+++	+++	+++	+++
GRANO DE CHOCHO VARIEDAD INIAP 451	+++	++	+++	+++	+++	+++
HOJAS DE CHOCHO VARIEDAD CRIOLLA	+++	++	+++	++	++	++
HOJAS DE CHOCHO VARIEDAD INIAP 450	+++	++	+++	++	++	++
HOJAS DE CHOCHO VARIEDAD INIAP 451	+++	++	+++	++	++	++
FLORES DE CHOCHO VARIEDAD CRIOLLA	++	+	+++	++	++	++

En base a reacciones de coloración y/o precipitación, clasificadas como:

Abundante: +++ **Moderado:** ++ **Escaso:** + **Negativo:** -

En el extracto etéreo de las hojas de las tres variedades de chocho y en los granos, se terminó abundante presencia de los siguientes metabolitos: alcaloides, aceites y grasas, triterpenos y esteroides, lactonas y coumarinas. El grupo relevante en los granos fue el de los alcaloides. Resultados que concuerdan con lo señalado por Zegarra, (2010), quien afirma que en el tarwi existen metabolitos secundarios, prevalentemente alcaloides, triterpenos y esteroides (45).

Tabla N° 46. EXTRACTO ALCOHÓLICO

EXTRACTO ALCOHÓLICO															
TIPO ENSAYO	DE	CATEQUINAS	QUINONAS	AZUCARES REDUCTORES	LACTONAS Y COUMARINAS	ANTOCINIDINAS	TRITERPENOS Y ESTEROIDES	FENOLES Y TANINOS	SAPONINAS	AMINOACIDOS	FLAVONOIDES	CARDENOLIDOS	ALCALOIDES		
		ENSAYO DE CATEQUINAS	ENSAYO DE BÖRNTRAGER	ENSAYO DE FEHLING	ENSAYO DE BALJET	ENSAYO DE ANTOCIANIDINAS	ENSAYO DE LIEBERMANN-BUCHARD	ENSAYO DE FeCl3	ENSAYO DE LA ESPUMA	ENSAYO DE LA NINHIDRINA	ENSAYO DE SHINODA	ENSAYO DE KEDDE	ENSAYO DE DRAGENDORFF	ENSAYO DE MAYER	ENSAYO DE WAGNER
MUESTRA															
GRANO CHOCHO VARIEDAD CRIOLLA	DE	+	-	+	++	+	++	-	-	++	+	-	+++	+++	+++
GRANO CHOCHO VARIEDAD 450	DE INIAP	+	-	+	++	+	++	-	-	++	+	-	+++	+++	+++
GRANO CHOCHO VARIEDAD 451	DE INIAP	+	-	+	++	+	++	-	-	++	+	-	+++	+++	+++
HOJAS CHOCHO VARIEDAD CRIOLLA	DE	++	-	++	++	+	++	++	-	++	+	-	++	++	++
HOJAS CHOCHO VARIEDAD 450	DE INIAP	++	-	++	++	+	++	++	-	++	+	-	++	++	++
HOJAS CHOCHO VARIEDAD 451	DE INIAP	++	-	++	++	+	++	++	-	++	+	-	++	++	++
FLORES CHOCHO VARIEDAD CRIOLLA	DE	++	-	++	++	++	++	++	-	+	++	-	++	++	++

En base a reacciones de coloración y/o precipitación, clasificadas como:

Abundante: +++

Moderado: ++

Escaso: +

Negativo: -

En el extracto alcohólico de las hojas y granos de las 3 variedades de chocho, se determinó la presencia de alcaloides, lactonas, coumarinas, tripterpenos y esteroides, aminoácidos, azúcares reductores, catequinas, fenoles y taninos; con una mayor prevalencia de los alcaloides en los granos, con relación a las hojas, mientras que las catequinas y azúcares predominaron en las hojas antes que en los granos.

Investigaciones realizadas en la Universidad San Martín de Porres, Lima- Perú, señalan que en el chocho prevalecen metabolitos secundarios como alcaloides, fenoles, azúcares reductores, aminoácidos, lo que concuerda con los resultados obtenidos y reportados en la Tabla N° 46.

Tabla N° 47. EXTRACTO ACUOSO

EXTRACTO ACUOSO									
TIPO ENSAYO	DE	AZUCARES REDUCTORES	PRINCIPIOS AMARGOS	FENOLES Y TANINOS	SAPONINAS	FLAVONOIDES	ALCALOIDES		
		ENSAYO DE FEHLING	ENSAYO DE PRINCIPIOS AMARGOS	ENSAYO DE FeCl3	ENSAYO DE LA ESPUMA	ENSAYO DE SHINODA	ENSAYO DE DRAGENDORFF	ENSAYO DE MAYER	ENSAYO DE WAGNER
MUESTRA									
GRANO CHOCHO VARIEDAD CRIOLLA	DE	+	+	+	-	++	+++	+++	+++
GRANO CHOCHO VARIEDAD INIAP 450	DE	+	+	+	-	++	+++	+++	+++
GRANO CHOCHO VARIEDAD INIAP 451	DE	+	+	+	-	++	+++	+++	+++
HOJAS CHOCHO VARIEDAD CRIOLLA	DE	++	+	++	-	++	+++	+++	+++
HOJAS CHOCHO VARIEDAD INIAP 450	DE	++	++	++	-	++	+++	+++	+++

HOJAS DE CHOCHO VARIEDAD INIAP 451	++	++	++	-	++	+++	+++	+++
FLORES DE CHOCHO VARIEDAD CRIOLLA	++	++	++	-	+	++	++	++

En base a reacciones de coloración y/o precipitación, clasificadas como:

Abundante: +++ **Moderado:** ++ **Escaso:** + **Negativo:** -

En el extracto acuoso de las tres variedades de las hojas y granos de chocho prevalece el contenido de los siguientes metabolitos: alcaloides, azúcares reductores, principios amargos, fenoles y taninos, flavonoides, las hojas sobrepasan a los granos en azúcares reductores, principios amargos, fenoles y taninos y en el caso de los demás metabolitos la existencia es equivalente.

6.6 Análisis de los resultados de la caracterización fitoquímica de las hojas y granos de la quinua

Tabla N° 48. EXTRACTO ETÉREO

EXTRACTO ETÉREO						
TIPO DE ENSAYO	ACEITES Y GRASAS	LACTONAS Y COUMARINAS	TRITERPENOS Y ESTEROIDES	ALCALOIDES		
MUESTRA	ENSAYO DE SUDAN	ENSAYO DE BALJET	ENSAYO DE LIEBERMANN-BUCHARD	ENSAYO DE DRAGENDORFF	ENSAYO DE MAYER	ENSAYO DE WAGNER
GRANO DE QUINUA VARIEDAD CRIOLLA BLANCA	+++	+	+++	-	-	-
GRANO DE QUINUA VARIEDAD CRIOLLA MORADA	+++	+	+++	-	-	-
GRANO DE QUINUA VARIEDAD PATA DE VENADO	+++	+	+++	-	-	-
GRANO DE QUNUA VARIEDAD	+++	+	+++	-	-	-

TUKAHUAM						
HOJAS DE QUINUA VARIEDAD CRIOLLA BLANCA	+++	++	+++	-	-	-
HOJAS DE QUINUA VARIEDAD CRIOLLA MORADA	+++	++	+++	-	-	-
HOJAS DE QUINUA VARIEDAD PATA DE VENADO	+++	++	+++	-	-	-
HOJAS DE QUNUA VARIEDAD TUKAHUAM	+++	++	+++	-	-	-

En base a reacciones de coloración y/o precipitación, clasificadas como:

Abundante: +++

Moderado: ++

Escaso: +

Negativo: -

El extracto etéreo de las hojas y granos de las cuatro variedades de quinua prevalece el contenido de los siguientes metabolitos: aceites y grasas, triterpenos y esteroides, lactonas y coumarinas, estas últimas con mayor abundancia en las hojas que en los granos.

Según Zegarra, (2010), en la quinua predominan los triterpenos y esteroides (45), lo que concuerda con los datos reportados en la tabla N° 23.

Tabla N° 49. EXTRACTO ALCOHÓLICO

EXTRACTO ALCOHÓLICO

TIPO DE ENSAYO	CATEQUINAS	QUINONAS	AZUCARES REDUCTORES	LACTONAS Y COUMARINAS	ANTOCINIDINAS	TRITERPENOS Y ESTEROIDES	FENOLES Y TANINOS	SAPONINAS	AMINOACIDOS	FLAVONOIDES	CARDENOLIDOS	ALCALOIDES		
	ENSAYO DE CATEQUINAS	ENSAYO DE BORTRAGER	ENSAYO DE FEHLING	ENSAYO DE BALJET	ENSAYO DE ANTOCIANIDINAS	ENSAYO DE LIEBERMANN-BUCHARD	ENSAYO DE FeCl ₃	ENSAYO DE LA ESPUMA	ENSAYO DE LA NINHIDRINA	ENSAYO DE SHINODA	ENSAYO DE KEDDE	ENSAYO DE DRAGENDORFF	ENSAYO DE MAYER	ENSAYO DE WAGNER
MUESTRA														
GRANO DE QUINUA VARIEDAD CRIOLLA BLANCA	++	-	++	++	+++	+++	+	++	+++	+++	-	-	-	-
GRANO DE QUINUA VARIEDAD CRIOLLA MORADA	++	-	++	++	+++	+++	+	++	+++	+++	-	-	-	-
GRANO DE QUINUA VARIEDAD PATA DE VENADO	++	-	++	++	+++	+++	+	++	+++	+++	-	-	-	-
GRANO DE QUNUA VARIEDAD TUKAHUAM	++	-	++	++	+++	+++	+	++	+++	+++	-	-	-	-
HOJAS DE QUINUA VARIEDAD CRIOLLA BLANCA	++	-	++	++	+	+++	++	++	++	++	-	-	-	-
HOJAS DE QUINUA VARIEDAD CRIOLLA MORADA	++	-	++	++	+	+++	++	++	++	++	-	-	-	-
HOJAS DE QUINUA VARIEDAD PATA DE VENADO	++	-	++	++	+	+++	++	++	++	++	-	-	-	-
HOJAS DE QUNUA VARIEDAD TUKAHUAM	++	-	++	++	+	+++	++	++	++	++	-	-	-	-

En base a reacciones de coloración y/o precipitación, clasificadas como:

Abundante: +++

Moderado: ++

Escaso: +

Negativo: -

El extracto alcohólico de las hojas y granos de las cuatro variedades de quinua contienen los siguientes metabolitos: antocinidinas, triterpenos y esteroides, aminoácidos, flavonoides, saponinas, catequinas, azúcares reductores, lactonas y coumarinas

Estudios realizados en el INIAP mencionan que la quinua presenta metabolitos secundarios, en especial flavonoides, aminoácidos, triterpenos y esteroides (54).

Tabla N° 50. EXTRACTO ACUOSO

EXTRACTO ACUOSO								
TIPO DE ENSAYO	AZUCARES REDUCTORES	PRINCIPIOS AMARGOS	FENOLES Y TANINOS	SAPONINAS	FLAVONOIDES	ALCALOIDES		
	ENSAYO DE FEHLING	ENSAYO DE PRINCIPIOS AMARGOS	ENSAYO DE FeCl₃	ENSAYO DE LA ESPUMA	ENSAYO DE SHINODA	ENSAYO DE DRAGENDORFF	ENSAYO DE MAYER	ENSAYO DE WAGNER
MUESTRA								
GRANO DE QUINUA VARIEDAD CRIOLLA BLANCA	+++	+++	++	+++	+++	-	-	-
GRANO DE QUINUA VARIEDAD CRIOLLA MORADA	+++	+++	++	+++	+++	-	-	-
GRANO DE QUINUA VARIEDAD PATA DE VENADO	+++	+++	++	+++	+++	-	-	-
GRANO DE QUINUA VARIEDAD TUKAHUAM	+++	+++	++	+++	+++	-	-	-
HOJAS DE QUINUA VARIEDAD CRIOLLA BLANCA	++	++	+++	+	++	-	-	-
HOJAS DE QUINUA VARIEDAD CRIOLLA MORADA	++	++	+++	+	++	-	-	-

HOJAS DE QUINUA VARIEDAD PATA DE VENADO	++	++	+++	+	++	-	-	-
HOJAS DE QUINUA VARIEDAD TUKAHUAN	++	++	+++	+	++	-	-	-

En base a reacciones de coloración y/o precipitación, clasificadas como:

Abundante: +++ **Moderado:** ++ **Escaso:** + **Negativo:** -

El extracto acuoso de las hojas y granos de las cuatro variedades de quinua contienen los siguientes metabolitos: azúcares reductores, principios amargos, saponinas, flavonoides, fenoles y taninos

Existen antecedentes de estudios de la quinua donde expresan que los principales metabolitos que posee son las saponinas, flavonoides, fenoles y taninos, aminoácidos; por lo que esta información verifica los datos del perfil fitoquímico de esta especie (45)(54).

6.7 Análisis de los resultados de la caracterización fitoquímica de las hojas y granos de amaranto

Tabla N° 51. EXTRACTO ETÉREO

EXTRACTO ETÉREO							
TIPO DE ENSAYO	ACEITES Y GRASAS ENSAYO DE SUDAN	LACTONAS Y COUMARINAS ENSAYO DE BALJET	TRITERPENOS Y ESTEROIDES ENSAYO DE LIEBERMANN-BUCHARD	ALCALOIDES			
MUESTRA				ENSAYO DE DRAGENDORFF	ENSAYO DE MAYER	ENSAYO DE WAGNER	
GRANO DE AMARANTO VARIEDAD ALEGRIA	++	+	+++	-	-	-	
GRANO DE AMARANTO VARIEDAD PERUCHO	++	+	+++	-	-	-	
HOJAS DE AMARANTO VARIEDAD ALEGRIA	++	+	+++	-	-	-	
HOJAS DE AMARANTO VARIEDAD PERUCHO	++	+	+++	-	-	-	

En base a reacciones de coloración y/o precipitación, clasificadas como:

Abundante: +++

Moderado: ++

Escaso: +

Negativo: -

El extracto etéreo de los granos y hojas de las dos variedades de amaranto contienen los siguientes metabolitos: tripterpenos y esteroides, aceites y grasas

El amaranto es rico en ácidos grasos que ayudan a disminuir el colesterol y triglicéridos, contiene agentes antioxidantes por su contenido de proteína, gracias a sus beneficios nutricionales es utilizado para recetas alimenticias tanto las hojas como el grano. (41)

Tabla N° 52. EXTRACTO ALCOHÓLICO

EXTRACTO ALCOHÓLICO

TIPO DE ENSAYO	CATEQUINAS	QUINONAS	AZUCARES REDUCTORES	LACTONAS Y COUMARINAS	ANTOCINIDINAS	TRITERPENOS Y ESTEROIDES	FENOL Y TANINOS	SAPONINAS	AMINOACIDOS	FLAVONOIDES	CARDENOLIDOS	ALCALOIDES			
MUESTRA	ENSAYO DE CATEQUINAS	ENSAYO DE BORNTRAGER	ENSAYO DE FEHLING	ENSAYO DE BALJET	ENSAYO DE ANTOCIANINAS	ENSAYO DE LIEBERMANN-BUCHARD	ENSAYO DE FeCl3	ENSAYO DE LA ESPUMA	ENSAYO DE LA NINHIDRINA	ENSAYO DE SHINODA	ENSAYO DE KEDDE	ENSAYO DE DRAGENDORFF	ENSAYO DE MAYER	ENSAYO DE WAGNER	
GRANO DE AMARANTO VARIEDAD ALEGRIA	++	-	++	++	++	+++	+	+	+++	++	-	-	-	-	
GRANO DE AMARANTO VARIEDAD PERUCHO	++	-	++	++	++	+++	+	+	+++	++	-	-	-	-	
HOJAS DE AMARANTO VARIEDAD ALEGRIA	++	-	++	++	++	+++	++	+	++	++	-	-	-	-	
HOJAS DE AMARANTO VARIEDAD PERUCHO	++	-	++	++	++	+++	++	+	++	++	-	-	-	-	

En base a reacciones de coloración y/o precipitación, clasificadas como:

Abundante: +++

Moderado: ++

Escaso: +

Negativo: -

El extracto alcohólico de las hojas y granos de las dos variedades de amaranto contiene los siguientes metabolitos: aminoácidos, tripterpenos y esteroides, flavonoides, antocinidinas, lactonas y coumarinas, azúcares reductores, catequinas, fenoles y taninos

El amaranto es una buena fuente de flavonoides, aminoácidos, ácidos grasos etc. que esenciales para la dieta humana y para ayudar a disminuir y prevenir enfermedades. (55)

Tabla N° 53. EXTRACTO ACUOSO

EXTRACTO ACUOSO								
TIPO DE ENSAYO	AZUCARES REDUCTORES	PRINCIPIOS AMARGOS	FENOLES Y TANINOS	SAPONINAS	FLAVONOIDES	ALCALOIDES		
MUESTRA	ENSAYO DE FEHLING	ENSAYO DE PRINCIPIOS AMARGOS	ENSAYO DE FeCl ₃	ENSAYO DE LA ESPUMA	ENSAYO DE SHINODA	ENSAYO DE DRAGENDORFF	ENSAYO DE MAYER	ENSAYO DE WAGNER
GRANO DE AMARANTO VARIEDAD ALEGRIA	++	+	++	-	+++	-	-	-
GRANO DE AMARANTO VARIEDAD PERUCHO	++	+	++	++	+++	-	-	-
HOJAS DE AMARANTO VARIEDAD ALEGRIA	++	++	++	++	++	-	-	-
HOJAS DE AMARANTO VARIEDAD PERUCHO	++	++	++	++	++	-	-	-

En base a reacciones de coloración y/o precipitación, clasificadas como:

Abundante: +++

Moderado: ++

Escaso: +

Negativo: -

El extracto acuoso de las hojas y granos de dos variedades de amaranto contienen los siguientes metabolitos: flavonoides, fenoles y taninos, azucares reductores, saponinas, principios amargos

Según CONICET en el amaranto han determinado la presencia de actividad antioxidante, polifenoles, antocianina, ácidos fenólicos y flavonoides. (49), esta información respalda los resultados del tamizaje fitoquímico en los extractos acuosos, alcohólico y etéreo.

6.8 Análisis de los resultados de la caracterización fitoquímica de las hojas y granos de sangorache

Tabla N° 54. EXTRACTO ETÉREO

EXTRACTO ETÉREO

TIPO DE ENSAYO	ACEITES Y GRASAS ENSAYO DE SUDAN	LACTONAS Y COUMARINAS ENSAYO DE BALJET	TRITERPENOS Y ESTEROIDES ENSAYO DE LIEBERMANN- BUCHARD	ALCALOIDES			
				ENSAYO DE DRAGENDORFF	ENSAYO DE MAYER	ENSAYO DE WAGNER	
MUESTRA							
GRANO DE SANGORACHE	++	++	+++	-	-	-	-
HOJAS DE SANGORACHE	++	+	+++	-	-	-	-
PANOJA DE SANGORACHE	++	+	+++	-	-	-	-

En base a reacciones de coloración y/o precipitación, clasificadas como:

Abundante: +++

Moderado: ++

Escaso: +

Negativo:

-

En el extracto etéreo de las hojas, granos y panojas del sangorache hay en abundancia los siguientes metabolitos: tripterpenos y esteroides, aceites y grasas.

El sangorache al igual que el amaranto son ricos en ácido grasos y aminoácidos, tal como revelan los resultados expuestos.

Tabla N° 55. EXTRACTO ALCOHÓLICO

EXTRACTO ALCOHÓLICO																
TIPO ENSAYO	DE	CATEQUINAS	QUINONAS	AZUCARES REDUCTORES	LACTONAS Y COUMARINAS	ANTOCINIDINAS	TRITERPENOS Y ESTEROIDES	FENOLES Y TANINOS	SAPONINAS	AMINOACIDOS	FLAVONOIDES	CARDENOLIDOS	ALCALOIDES			
		ENSAYO DE CATEQUINAS	ENSAYO DE BORTRAGER	ENSAYO DE FEHLING	ENSAYO DE BALJET	ENSAYO DE ANTOCIANIDINAS	ENSAYO DE LIEBERMANN-BUCHARD	ENSAYO DE FeCl ₃	ENSAYO DE LA ESPUMA	ENSAYO DE LA NINHIDRINA	ENSAYO DE SHINODA	ENSAYO DE KEDDE	ENSAYO DE DRAGENDORF	ENSAYO DE MAYER	ENSAYO DE WAGNER	
MUESTRA																
GRANO SANGORACHE	DE	++	-	++	++	++	+++	+	+	++	++	-	-	-	-	
HOJAS SANGORACHE	DE	++	-	++	++	++	+++	++	+	++	++	-	-	-	-	
PANOJA SANGORACHE	DE	++	-	++	+	+	++	++	-	+	+	-	-	-	-	

En base a reacciones de coloración y/o precipitación, clasificadas como:

Abundante: +++

Moderado: ++

Escaso: +

Negativo: -

En el extracto alcohólico del grano, hoja y panoja de sangorache hay los siguientes metabolitos: tripterpenos y esteroides, catequinas, azucares reductores, lactonas y coumarinas, antocinidinas, aminoácidos, flavonoides, fenoles y taninos.

Las variedades de amaranto incluido el sangorache conocido con ese nombre en nuestro país presentan un buen contenido de flavonoides, grasas, aminoácidos que ayudan a la salud.

Tabla N° 56. EXTRACTO ACUOSO

EXTRACTO ACUOSO									
TIPO DE ENSAYO	AZUCARES REDUCTORES	PRINCIPIOS AMARGOS	FENOLES Y TANINOS	SAPONINAS	FLAVONOIDES	ALCALOIDES			
	ENSAYO DE FEHLING	ENSAYO DE PRINCIPIOS AMARGOS	ENSAYO DE FeCl ₃	ENSAYO DE LA ESPUMA	ENSAYO DE SHINODA	ENSAYO DE DRAGENDORFF	ENSAYO DE MAYER	ENSAYO DE WAGNER	
MUESTRA									
GRANO DE SANGORACHE	++	++	++	++	++	-	-	-	
HOJAS DE SANGORACHE	++	++	++	+	++	-	-	-	
PANOJA DE SANGORACHE	++	++	++	++	+	-	-	-	

En base a reacciones de coloración y/o precipitación, clasificadas como:

Abundante: +++

Moderado: ++

Escaso: +

Negativo: -

En el extracto acuoso de las hojas, granos y panojas del sangorache tiene mayor contenido de los siguientes metabolitos: azúcares reductores, principios amargos, fenoles y taninos, saponinas, flavonoides

Según artículos el sangorache tiene una fuerte presencia de flavonoides y ayudan a verificar los resultados de los análisis de estudio en los tres extractos.

6.9 Análisis de los resultados de la cuantificación de alcaloides

Tabla N° 57. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE ALCALOIDES EN LAS HOJAS Y GRANOS DE TRES VARIEDADES DE CHOCHO

Variedad de Chocho	Componente de la planta	Media	Grupo
Variedad INIAP 451(V2)	Grano (C1)	3,99	A
Variedad INIAP 450(V1)	Grano (C1)	3,88	B
Variedad CRIOLLA (V3)	Grano (C1)	3,83	B
Variedad INIAP 451(V2)	Hoja (C2)	3,72	C
Variedad INIAP 450(V1)	Hoja (C2)	3,56	D
Variedad Criolla(V3)	Hoja (C2)	3,51	D

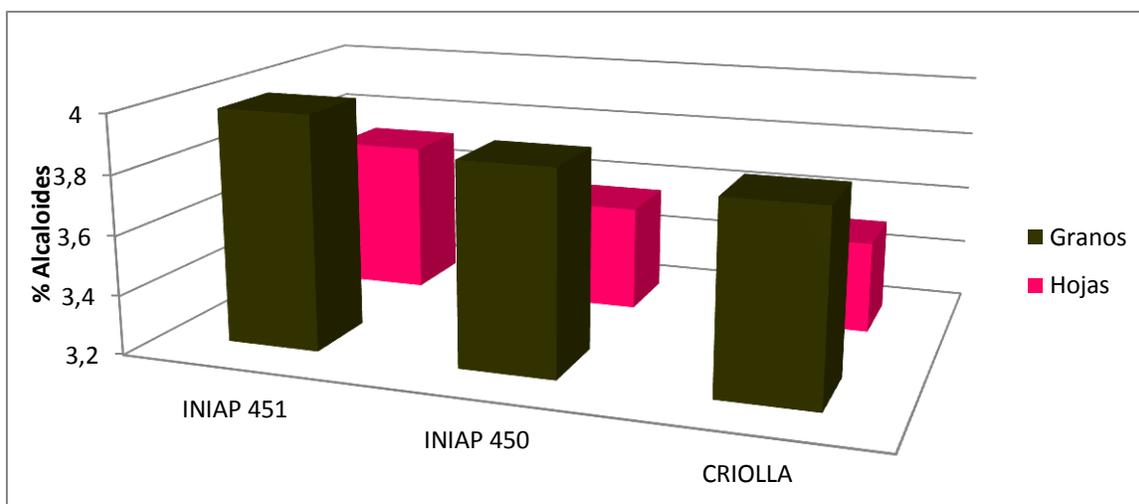


FIGURA No 29. CUANTIFICACION DE ALCALOIDES EN LAS HOJAS Y GRANOS DE CHOCHO

FUENTE: JESSICA GUAPI, 2013

El análisis del contenido de Alcaloides de las fracciones de la planta (hojas-granos) de las variedades de Chocho analizadas mostró una alta diferencia, por lo que se utilizó la prueba estadística de Tukey a un nivel de significancia al 5% para jerarquizar los contenidos, donde se encuentra que los granos contienen mayor porcentaje frente a las hojas, los granos de la variedad INIAP 451 tiene mayor valor (3,99%) seguido estadísticamente por los granos de la variedad INIAP 450 (3,88%) y la Criolla (3,83%) y en la hojas va disminuyendo los valores.

Según investigaciones realizadas en la Universidad San Martín de Porres, Lima- Perú, dicen que el porcentaje de alcaloides en el chocho se encuentra entre (3,5% - 4,2%) datos que se asemejan a la presente investigación.(48)

En los alcaloides del chocho se encuentra actividad biológica, que se puede aprovechar en el campo de farmacia, como estimulantes, agricultura e industria. (44)

6.10 Análisis de los resultados de la cuantificación de saponinas

Las saponinas bajan la tensión superficial, poseen propiedades emulsificantes y tienen efecto hemolizante en los glóbulos rojos. Son tóxicas para animales de sangre fría. Su actividad hemolítica y antilipémica y su capacidad de bajar los niveles de colesterol en el suero son una de sus características más importantes. No se han encontrado efectos negativos de las saponinas en la digestibilidad de las proteínas. (60)

Tabla N° 58. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE SAPONINAS EN LAS HOJAS Y GRANOS DE CUATRO VARIEDADES DE QUINUA

Variedad de Quinoa	Componente de la planta	Media	Genero
Variedad INIAP Pata de Venado (V2)	Grano(C1)	0,82	A
Variedad Criolla Morada (V4)	Grano(C1)	0,79	A
Variedad Criolla Blanca (V3)	Grano(C1)	0,73	B
Variedad INIAP Tunkahuan (V1)	Grano(C1)	0,70	B
Variedad INIAP Pata de Venado (V2)	Hoja(2)	0,11	C
Variedad Criolla Blanca (V3)	Hoja(2)	0,00	D
Variedad Criolla Morada (V4)	Hoja(2)	0,00	D
Variedad INIAP Tunkahuan (V1)	Hoja(2)	0,00	D

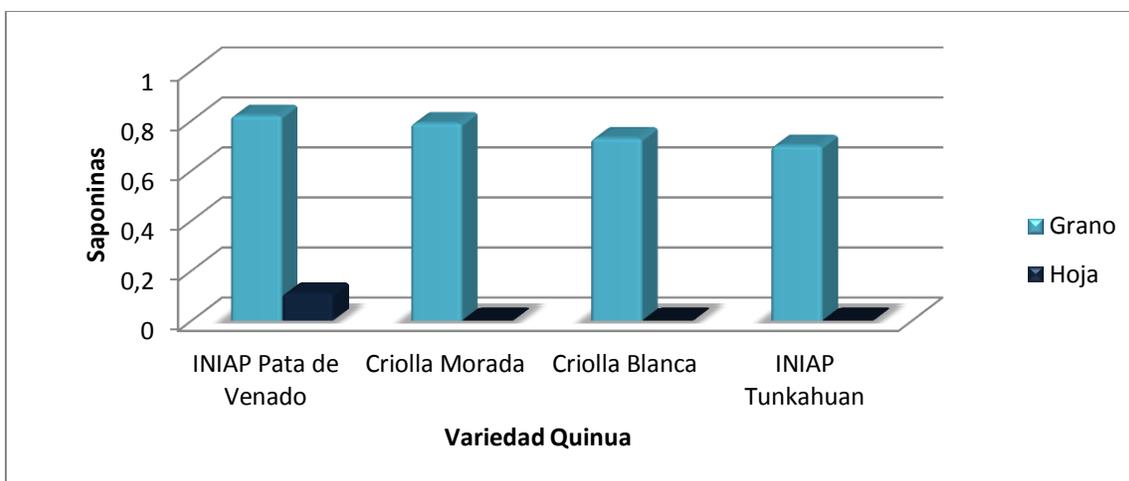


FIGURA No30. CUANTIFICACION DE SAPONINAS EN LAS HOJAS Y GRANOS DE QUINUA
FUENTE: JESSICA GUAPI, 2013

Se aplicó la prueba estadística de Tukey a un nivel de significancia al 5% para la categorización de los contenidos de Saponinas de los componentes de la planta (hojas-granos) de las variedades de Quinoa analizadas donde se encontró relevante diferencia, por lo que, los granos de la variedad pata de venado y criolla morada contiene mayor valor 0,82% y 0,79% respectivamente, seguido por la criolla blanca con un 0,73%, y la tunkahuan con un 0,70% y en las hojas no se encontró contenido.

Las variedades de quinua se clasifican según su contenido en saponinas quinua dulce (sin saponina o contenido inferior 0,11%) o amarga (superior 0,11%) (59) las variedades analizadas se comprueban que son amargas por su alto contenido de saponinas.

6.11 Análisis de los resultados de la cuantificación de flavonoides

Los flavonoides se encuentran en frutas, verduras, semillas y flores, así como en cerveza, vino, té verde, té negro y soja, los cuales son consumidos en la dieta humana de forma habitual y también pueden utilizarse en forma de suplementos nutricionales, junto con ciertas vitaminas y minerales. Desempeñan un papel importante en la biología vegetal; así, responden a la luz y controlan los niveles de las auxinas reguladoras del crecimiento y diferenciación de las plantas. Otras funciones incluyen un papel antifúngico y bactericida, confieren coloración, lo que puede

contribuir a los fenómenos de polinización y tienen una importante capacidad para fijar metales como el hierro y el cobre.

Los flavonoides se ubican principalmente en las hojas y en el exterior de las plantas, apareciendo sólo rastros de ellos en las partes de la planta por encima de la superficie del suelo. (57)

Tabla N° 59. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE FLAVONOIDES EXPRESADOS EN QUERCITINA EN LAS HOJAS Y GRANOS DE CUATRO VARIEDADES DE QUINUA

Variedad de Quinua	Componente de la planta	Media mg/100g	Genero
Variedad INIAP Pata de Venado (V2)	Hoja(2)	410,05	A
Variedad Criolla Morada (V4)	Hoja(2)	382,97	B
Variedad Criolla Blanca (V3)	Hoja(2)	321,58	C
Variedad INIAP Tunkahuan (V1)	Hoja(2)	277,34	D
Variedad INIAP Pata de Venado (V2)	Grano(C1)	44,13	E
Variedad Criolla Morada (V4)	Grano(C1)	29,04	F
Variedad Criolla Blanca (V3)	Grano(C1)	26,07	G
Variedad INIAP Tunkahuan (V1)	Grano(C1)	25,74	H

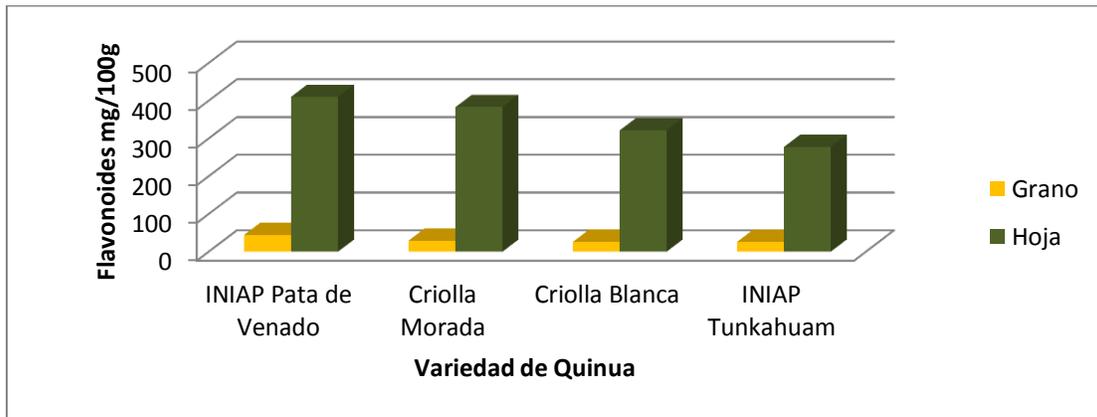


FIGURA No31. CUANTIFICACION DE FLAVONOIDES EN LAS HOJAS Y GRANOS DE QUINUA
FUENTE: JEESICA GUAPI, 2013

El análisis del contenido de Flavonoides expresados en quercitina de los factores (hojas-granos) de las variedades de Quinua analizadas presento una alta desigualdad, por lo que se utilizó la prueba estadística de Tukey a un nivel de significancia al 5% para la categorización de los

contenidos, donde se nota que en las hojas tienen mayor valor y en primer lugar la hoja de variedad INIAP pata de venado con 410,05mg/100g estadísticamente seguida por la hoja de variedad criolla morada con un 382,97mg/100g, criolla blanca con 321,58 mg/100g y tunkahuan 277,34 mg/100g y en los granos disminuye los valores y más en la variedad INIAP tunkahuan (25,74mg/100g).

Tabla N° 60. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE FLAVONOIDES EXPRESADOS EN QUERCITINA EN LOS GRANOS DE AMARANTO PERUCHO Y AMARANTO ALEGRÍA”

	<i>Granos de FLAVONOIDES Amaranto Perucho</i>	<i>Granos de Amaranto Alegría</i>
	V1	V2
r1	1,922	1,717
r2	1,987	1,718
r3	1,954	1,717
X	1,954	1,717
S	0,032	0,001
t	12,724	S

Tabla N° 61. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE FLAVONOIDES EXPRESADOS EN QUERCITINA EN LOS GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO ALEGRÍA”

	<i>Granos de FLAVONOIDES Amaranto Alegría</i>	<i>Granos de Sangorache</i>
	V1	V2
r1	1,717	2,277
r2	1,718	2,280
r3	1,717	2,279
X	1,717	2,278
S	0,001	0,002
T	580,044	S

Tabla N° 62. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE FLAVONOIDES EXPRESADOS EN QUERCITINA EN LOS GRANOS DE SANGORACHE Y AMARANTO PERUCHO”

	<i>Granos de FLAVONOIDES Amaranto Perucho</i>	<i>Granos de Sangorache</i>
V1		V2
r1	1,922	2,277
r2	1,987	2,280
r3	1,954	2,279
X	1,954	2,278
S	0,032	0,002
t	17,382	S

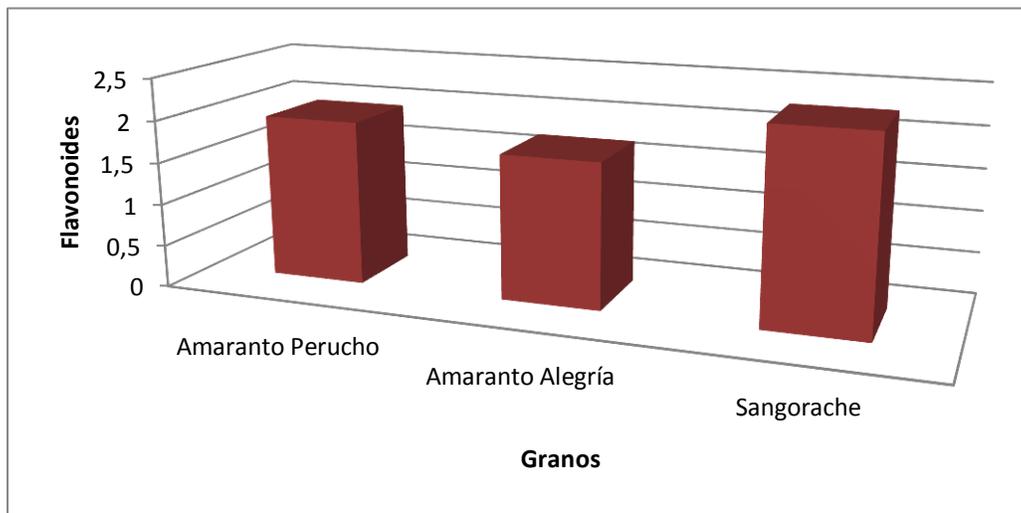


FIGURA No 32. CONTENIDO DE FLAVONOIDES EN LOS GRANOS DE AMARANTOS Y SANGORACHE
FUENTE: JESICA GUAPI, 2013

Se utilizó la prueba estadística “t de Student” para la comparación de los contenidos para el análisis estadístico del contenido de Flavonoides expresados en quercitina en los granos del amaranto(perucho y alegría) y sangorache, donde existe diferencia significativa según el valor del promedio del contenido de flavonoides en el grano del sangorache se obtuvo un valor de 2,278 mg/100g superior al del amaranto perucho con 1,954 mg/100g y al del amaranto alegría con 1,717 mg/100g y comprobado dado que en el cálculo t es igual a 12,724 (tablaN°60),

580,044 (tabla N°61) y 17,382 (tabla N°62), son mayores al dato de la “Tabla II distribución t student” para 2 grados de libertad y 5% de nivel de probabilidad (4,303).

Tabla N° 63. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE FLAVONOIDES EXPRESADOS EN QUERCITINA EN LAS HOJAS DE AMARANTO PERUCHO Y AMARANTO ALEGRÍA”

	<i>Hojas de FLAVONOIDES Amaranto Alegría</i>	<i>Hojas de Amaranto Perucho</i>
	V1	V2
r1	48,835	46,362
r2	48,836	46,364
r3	48,836	46,363
X	48,835	46,363
S	0,001	0,001
t	3665,210	S

Tabla N° 64. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE FLAVONOIDES EXPRESADOS EN QUERCITINA EN LAS HOJAS DE SANGORACHE Y AMARANTO ALEGRÍA”

	<i>Hojas de FLAVONOIDES Amaranto Alegría</i>	<i>Hojas de Sangorache</i>
	V1	V2
r1	48,835	94,133
r2	48,836	95,753
r3	48,836	94,943
X	48,835	94,943
S	0,001	0,810
T	98,610	S

Tabla N° 65. “T STUDENT” PARA EL CONTENIDO DE FLAVONOIDES EXPRESADOS EN QUERCITINA EN LAS HOJAS DE SANGORACHE Y AMARANTO PERUCHO”

	<i>Hojas de Amaranto Perucho</i>	<i>Hojas de Sangorache</i>
	V1	V2
r1	46,362	94,133
r2	46,364	95,753
r3	46,363	94,943
X	46,363	94,943
S	0,001	0,810
T	103,898	S

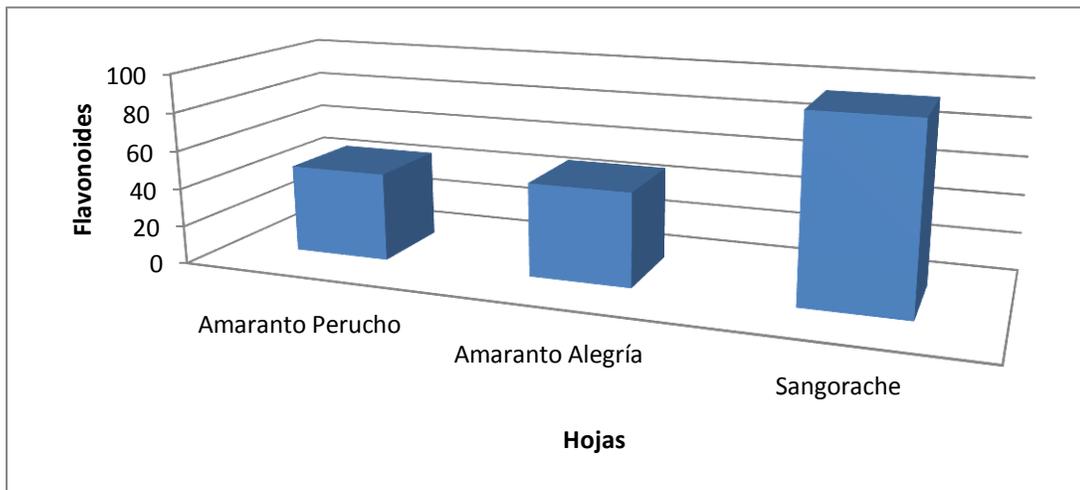


FIGURA No 33. CONTENIDO DE FLAVONOIDES EN LAS HOJAS DE AMARANTOS Y SANGORACHE
FUENTE: JESICA GUAPI, 2013

En el análisis estadístico del contenido de Flavonoides expresados en quercitina en las hojas de amaranto (perucho y alegría) y sangorache, se aplicó la prueba estadística “t de Student” para la comparación de los contenidos, donde en la hoja sangorache contiene mayor valor con un 94,943 mg/100g al del amaranto alegría con 48,835 mg/100g y al de amaranto perucho 46,363 mg/100g y se confirma con el cálculo de t 3665,210 (tablaN°63), 98,610 (tablaN°64) y 103,898

(tablaN°65), dado que son valores mayores al dato de la TABLA II DISTRIBUCION T STUDENT para 2 grados de libertad y 5% de nivel de probabilidad (4,303).

Según datos el contenido de flavonoides expresados en quercitina en la hoja de sangorache es de 101,353(42)

Las panojas del sangorache contienen flavonoides expresados en quercitina un valor de 49,613 mg/100g, incluso mayor al grano aunque no a la hoja.

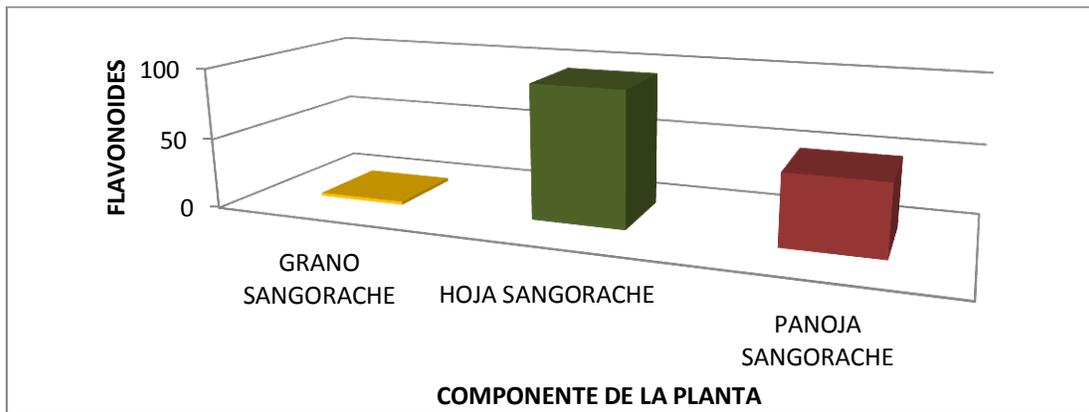


FIGURA No 34. CONTENIDO DE FLAVONOIDES EN LOS GRANOS, HOJAS Y PANOJAS DEL SANGORACHE
FUENTE: JESICA GUAPI, 2013

VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En el análisis bromatológico de las variedades de quinua, amaranto y el sangorache se determinó mayor porcentaje de cenizas, proteína, grasa y fibra en las hojas frente a los granos. En el caso del chocho solo el porcentaje de cenizas sobrepasan las hojas al grano.
- En el tamizaje fitoquímico de las hojas y granos de las variedades de chocho, quinua, amaranto y en el sangorache se encontraron metabolitos secundarios de interés farmacoterapéutico, con predominio de alcaloides en el chocho, saponinas en la quinua y flavonoides en la quinua, amaranto y sangorache.
- Al cuantificar los metabolitos de mayor prevalencia se detectó que los alcaloides en el chocho (variedad criolla, INIAP 450, INIAP 451), registra un porcentaje similar en las hojas y en el grano.
- En la cuantificación de saponinas de la quinua (variedad criolla blanca, criolla morada, INIAP Pata de venado, INIAP tunkahuan) en las hojas no se detectó la presencia de este compuesto.
- En el amaranto (variedad alegría y perucho), sangorache y quinua (variedad criolla blanca, criolla morada, INIAP Pata de venado, INIAP tunkahuan) predominaron los flavonoides, con una mayor concentración en las hojas antes que en el grano.

Recomendaciones

- Las hojas y granos del chocho, quinua, amaranto y sangorache, presentan valor nutricional y funcional, a juzgar por la presencia de metabolitos secundarios con actividad biológica. Debiendo investigar y ensayar alternativas de utilización industrial.
- Evaluar la utilización del colorante del sangorache en matrices alimentarias, en reemplazo de los colorantes sintéticos que pueden afectar la salud del organismo humano.
- El tamizaje fitoquímico reveló que los granos y hojas de las especies de estudio presentan metabolitos secundarios de interés farmacológico, debiendo ensayarse su aplicabilidad en este campo.

8. PROPUESTA

8.1 Título de la propuesta

Elaboración de galletas de trigo (*Triticum aestivum*) enriquecidas con harina de hoja de amaranto (*Amaranthus caudatus L.*)

8.2 Introducción

El amaranto es una alternativa de cultivo muy interesante por diversos motivos: Hay una gran demanda en el mercado y sus precios lo hacen un cultivo rentable. Se adapta a diferentes tipos de suelos y climas y soporta muy bien la escasez de agua; las hojas se pueden consumir incluso antes de recolectar las semillas. Así nos podemos alimentar nosotros y nuestros animales. Por supuesto todo lo que quede después de la cosecha se aprovecha también para los animales.

Hasta ahora no había experiencia para cultivarlo de forma mecanizada ya que tradicionalmente se ha hecho a mano y en terrenos pequeños. Es una planta con una gran tendencia a hibridarse con malezas y otras especies similares. Conviene obtener, pues, semillas muy seleccionadas para intentar que sean lo más puras posibles.

8.3 Objetivos

General

- Elaborar galletas de harina de trigo (*Triticum aestivum*) enriquecidas con harina hoja de amaranto (*Amaranthus caudatus L.*).

Específicos

- Realizar análisis bromatológico de la harina de la hoja amaranto que se utilizará en la elaboración de galletas.

- Determinar la mezcla óptima de harina de trigo y de hoja de amaranto, a temperaturas de 170°C y 180°C y tiempos de horneado para la elaboración de galletas.
- Realizar el análisis físico-químico de pH en la masa de cada uno de los tratamientos.
- Determinar la calidad de la galleta mediante análisis bromatológico.
- Establecer la calidad de la galleta mediante análisis organolépticos de olor, sabor, color, crocancia y crujencia.

8.4 Fundamentación Científico –Técnica

Amaranto

El amaranto es un cultivo ancestral americano. Probablemente los primeros en utilizarlo como alimento fueron los mayas y posteriormente, lo incorporaron los aztecas y los incas. La forma de utilización era en la elaboración de atoles, tortillas, tamales y las hojas las consumían como verdura y forraje. Este alimento formaba parte de los rituales religiosos por ello los españoles prohibieron su uso y en parte también fueron sustituidos por los cultivos introducidos desde Europa; sin embargo, el amaranto se mantuvo durante siglos gracias a pequeños productores que conservaron la tradición de su consumo.

Del mismo modo que la quínoa y el trigo sarraceno, este cultivo se lo considera un pseudocereal por tener características similares a los cereales verdaderos.

PROPIEDADES NUTRITIVAS

Una de las características más importantes del amaranto es, sin duda, su alto valor nutritivo. Además, se puede aprovechar de múltiples formas, como grano, como verdura o como forraje.

- Proteínas

Con un contenido de proteína cercano al 16 %, la semilla de amaranto se compara favorablemente con las otras variedades convencionales de trigo (12-14%), arroz (7-10%), maíz (9-10%) y otros cereales de consumo común.

- Hidratos de Carbono

El almidón es el componente principal en la semilla del amaranto, pues representa entre 50 y 60% de su peso seco. El almidón del amaranto posee dos características distintivas que lo hacen muy prometedor en la industria: tiene propiedades aglutinantes inusuales y el tamaño de la molécula es muy pequeño (aproximadamente un décimo del tamaño del almidón del maíz).

Estas características se pueden aprovechar para espesar o pulverizar ciertos alimentos o para imitar la consistencia de la grasa.

- Lípidos

El contenido de lípidos va de 7 a 8%. Estudios recientes han encontrado un contenido relativamente alto de escualeno (aprox. 8% del aceite de la semilla). El escualeno es un excelente aceite para la piel, lubricante y precursor del colesterol que se obtiene comúnmente de animales como la ballena y el tiburón.

Hojas

Se ha encontrado que la hoja contiene altos valores de calcio, hierro, fósforo y magnesio, así como ácido ascórbico, vitamina A y fibra.

Sin embargo, las hojas contienen altos niveles de oxalatos y nitratos, que pueden tener efectos adversos para la nutrición humana. No obstante, al hervir las hojas la concentración de estos compuestos disminuye.

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL AMARANTO

AMARANTO	
100 gramos	
Nutriente	Cantidad
HIDRATOS	63 gr
POTEINAS	16 gr
GRASAS	8 gr
HIERRO	10 mg

Harina de hoja de amaranto:

La harina (término proveniente del latín farina, que a su vez proviene de far y de farris, nombre antiguo del farro) es el polvo fino que se obtiene del cereal molido y de otros alimentos ricos en almidón.

Existen harinas de leguminosas (garbanzos, judías) e incluso en Australia se elaboran harinas a partir de semillas de varias especies de acacias (harina de acacia).

El denominador común de las harinas vegetales es el almidón, que es un carbohidrato complejo.

Galleta

La galleta (del francés galette) es un pastel horneado y seco, del tamaño de un bocado, que puede conservarse varios días. Está hecha a base de harina, mantequilla u otro tipo de grasa, azúcar y a menudo huevos.

Además de los indicados como básicos, las galletas pueden incorporar otros ingredientes que hacen que la variedad sea muy grande. Pueden ser saladas o dulces, simples o rellenas, o con diferentes agregados de cosas (como frutos secos, chocolate, mermelada y otros).

Bromatología:

La Bromatología es la ciencia que estudia los alimentos en cuanto a su producción, manipulación, conservación, elaboración y distribución, así como su relación con la sanidad.

La bromatología estudia los alimentos desde varios aspectos, tales como valor nutritivo, sensorial, higiénico sanitario, y química analítica, incluyendo la higiene, toxicidad y otras alteraciones.

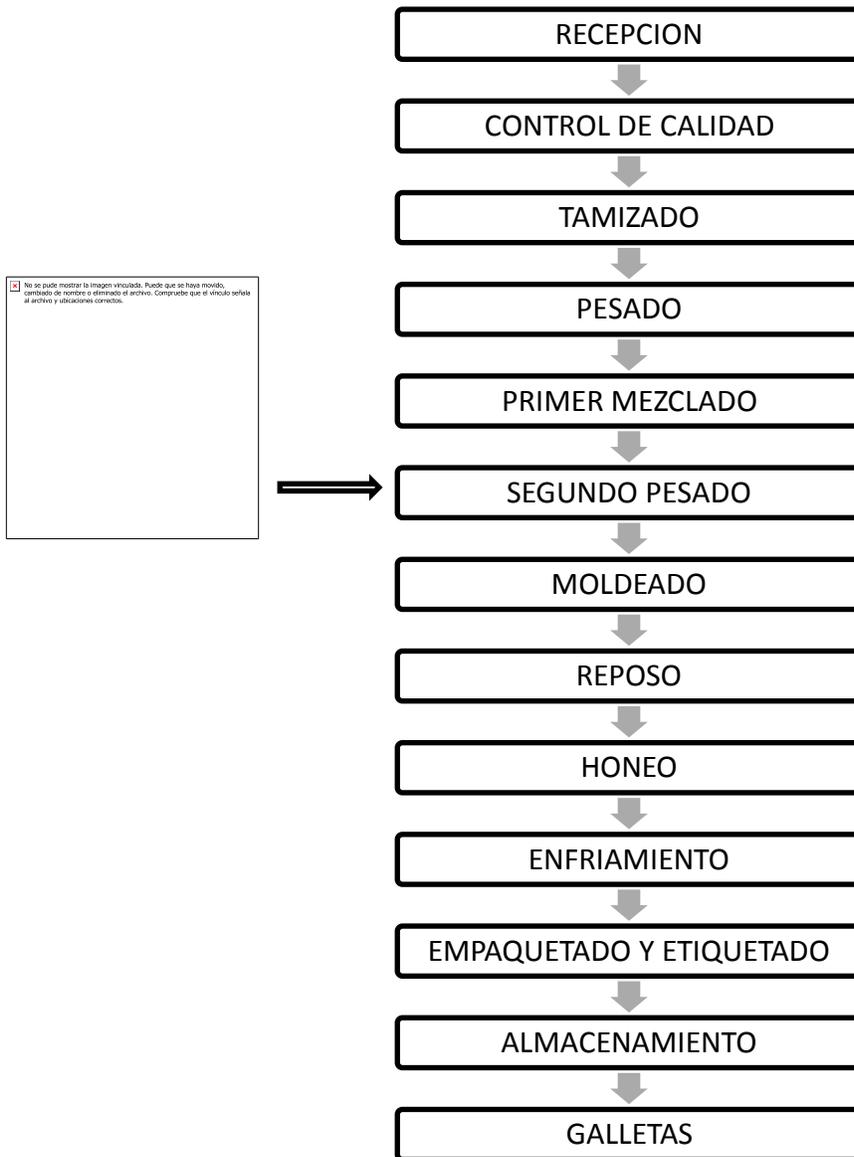
pH:

La escala del pH mide qué tan ácida o básica es una sustancia. Varía de 0 a 14. Un pH de 7 es neutro. Si el pH es inferior a 7 es ácido y si es superior a 7 es básico. Cada valor entero de pH por debajo de 7 es diez veces más ácido que el valor siguiente más alto. Por ejemplo, un pH de 4 es diez veces más ácido que un pH de 5 y 100 veces (10 veces 10) más ácido que un pH de 6. Lo mismo sucede con los valores de pH por encima de 7, cada uno de los cuales es diez veces más alcalino (otra manera de decir básico) que el siguiente valor entero más bajo

Análisis organoléptico

El análisis organoléptico es la valoración cualitativa que se realiza a una muestra o cuerpo de agua, basada exclusivamente en la percepción de los sentidos. Aun cuando este tipo de valoración suele ser subestimada por el principiante, en la mayoría de los casos son precisamente los resultados del análisis organoléptico, los que visionan y dirigen los análisis de laboratorio y los que facilitan la posterior interpretación de los resultados.

DIAGRAMA PARA LA FABRICACION DE GALLETAS DE LA MEZCLA DE HARINAS DE TRIGO Y HOJA DE AMARANTO



Hipótesis

H0: Los porcentajes de harina de hoja de amaranto y trigo y temperaturas de horneado no influyen en el proceso de elaboración y la calidad de la galleta.

H1: Los porcentajes de harina de hoja de amaranto y trigo y temperaturas de horneado influyen en el proceso de elaboración y la calidad de la galleta.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable Independientes	Concepto	Objetivos	Indicadores	Unid
Harina de hoja de amaranto	El amaranto es un vegetal con un muy alto valor nutritivo por su alto contenido de proteínas, aminoácidos y minerales.	Someter a un análisis bromatológico a la harina de hoja de amaranto	Harina de hoja de amaranto	
Masa	Se puede hacer con cualquier tipo de harina y la cantidad de agua será aproximadamente de la mitad de la de harina.	Someter a un análisis bromatológico y físico químico de pH a la masa de harina de trigo con harina de hoja de amaranto	Masa de harina de trigo con harina de hoja de amaranto	
Producto	La galleta (del francés galette) es un pastel horneado y seco, del tamaño de un bocado, que puede conservarse varios días.	Someter a un análisis bromatológico, análisis organoléptico al producto final	Galleta	
VARIABLES Dependientes				
Análisis bromatológico	La palabra bromatología se deriva de las voces griegas: broma, bromatos alimento y logos, tratado o ciencia y se aplica al estudio de todos los alimentos y principios nutritivos o nutrientes que aprovechaban las plantas, los animales y el hombre	Realizar un análisis bromatológico a la harina de hoja de amaranto para determinar la calidad de la harina	-Determinación de Humedad -Determinación de Cenizas -Determinación de Fibra Cruda o Bruta -Determinación de Grasa o Extracto Etéreo -Determinación de Proteína	% % % % %
pH	La escala del pH mide qué tan ácida o básica es una sustancia. Varía de 0 a 14. Un pH de 7 es neutro. Si el pH es inferior a 7 es ácido y si es superior a 7 es básico.	Realizar una análisis físico químico del pH de la harina de hoja de amaranto y determinar el más óptimo para la elaboración de la galleta	Determinación de análisis físico químico del pH	Acido, neutro o básico
Análisis organoléptico	Es una valoración cualitativa que se realiza sobre una muestra (principalmente de alimento o bebida) basada exclusivamente en la valoración de los sentidos (vista, gusto, olfato, etc.).	Realizar degustaciones del producto final para determinar el tratamiento de mayor aceptabilidad	Olor Color Sabor Crocancia Crujencia	Evaluación sensorial Evaluación sensorial Evaluación sensorial Evaluación sensorial Evaluación sensorial

8.5 Descripción de la propuesta

8.5.1 Efectuar un análisis bromatológico de la harina de la hoja amaranto que se utilizará en la elaboración de galletas.

- En el laboratorio se realizar el análisis bromatológico de las hojas amaranto y desecadas.

8.5.2 Determinar la mezcla óptima de harina de trigo y de hoja de amaranto, a temperaturas de 170°C y 180°C y tiempos de horneado para la elaboración de galletas.

- Realizar tratamientos en la mezcla de la harina de trigo y hoja de amaranto 50%:50%; 40%:60%; 30%:70%, respectivamente.

8.5.3 Realizar el análisis físico-químico de pH en la masa de cada uno de los tratamientos.

- Para encontrar el valor del pH más conveniente para la masa y tener mejores características finales en de las galletas

8.5.4 Determinar la calidad de la galleta mediante análisis bromatológico.

- En el laboratorio se realizar el análisis bromatológico a las galletas de harina de trigo y hoja de amaranto para determinar la calidad del producto final.

8.5.5 Establecer la calidad de la galleta mediante análisis organolépticos de olor, sabor, color, crocancia y crujencia.

- Realizar degustaciones de las galletas para determinar mediante el análisis organoléptico que tratamiento tiene la mayor la aceptabilidad del producto.

8.5.2 RECURSOS MATERIALES

Equipos y materiales	Reactivos químicos
Estufa	Etanol(potable)
Mufla	Metanol
Crises	Ácido sulfúrico
Desecador	Hidróxido de sodio
Probetas	Hexano
Pipetas	Sulfato de sodio anhidro
Vasos de precipitación	Ácido clorhídrico
Erlenmeyer	Ácido bórico
Rotavapor	Agua destilada
Balanza	Insumos
Embudos simples	Azúcar
Pinza metálica	Vainilla
Espátulas	Polvo de hornear
Horno	Huevos
Batidora industrial	

8.6 Diseño Organizacional.

8.6.1- PRESUPUESTO

Proyectado para 9 meses				
Nº	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	GASTO \$	TOTAL
1	Insumos	15	75	1125
2	Análisis bromatológico de las muestras	12	50	600
3	Impresiones, copias y empastado de tesis	-	450	450
			TOTAL	2175

8.6.2 CRONOGRAMA

ACTIVIDADES		AÑO 2012-2013																																			
		FEB				MARZ				ABR				MAY				JUN				JUÑ				AGOS				SPT				OCT			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Levantamiento del anteproyecto de tesis	█	█	█	█																																
2	Muestreo de las hojas amaranto					█	█	█	█																												
3	Lavado, troceado, desecación y elaboración harina de las hojas de amaranto							█	█																												
4	Análisis bromatológico de la harina de las hojas amaranto									█	█	█	█																								
5	Elaboración de las galletas de harina de trigo con harina de hojas de amaranto													█	█	█	█	█	█	█	█																
6	Análisis bromatológico de las galletas de harina de trigo con harina de las hojas amaranto																					█	█	█	█												
7	Análisis estadístico de los resultados																									█	█	█	█								
8	Redacción y revisión de tesis																													█	█	█	█	█	█	█	█

IV BIBLIOGRAFÍA

1. A.O.A.C. (1984.). *Official methods of analysis., association of official analytical chemist. 14th. Methods 14073.* Pp 260-271.
2. A.O.A.C. (1973). “*Oficial methods of análisis*”, *asso. Offic. Chemist, Washington d.c.*
3. ARA, A. (1997). *100 Plantas medicinales escogidas: una guía de plantas de todo el mundo seleccionadas por su valor terapéutico., madrid - españa., edaf. S.a., p. 14, 28-29.*
4. BALDEON, M. .. (2003). *Taller de chocho o tarwi y los ácidos grasos esenciales. Quito: iniap.*
5. CABEZAS, A. (2010). *Elaboracion y evaluacion nutricional de galletas con quinua y guayaba deshidratada. Riobamba-ecuador: tesis previo a obtencion de titulo: bioquimico farmaceutico.*
6. ESTRELLA, P. M. (2006). *Resúmenes del xii congreso internacional de cultivos andinos. Quito: tecnigrava.*
7. GATTUSO, M. (1999). *Manual de procedimiento para el analisis de drogas en polvo. Rosario-argentina: universidad nacional del rosario 150 p.*
8. GROOSS, R. (1982). “*El cultivo y la utilización del tarwi, lupinus mutabilis sweet*”. *Roma-italia: organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación.*
9. GUZMÁN, O. P. (2000). *Productos funcionales de plantas autóctonas de latinoamérica: quinoa, judías y plantas medicinales. Acribia mexico.*
10. INEN., .. (1988). *Quinoa. Determinación del contenido de saponinas por medio del método espumoso (método de rutina).*
11. INIAP. (2001). *Poscosecha y mercado de chocho en ecuador. Ecuador: publicacion miscelanea n° 105.*
12. INIAP. (2010, JULIO). *Programa nacional de leguminosas y granos andinos. Quito estacion experimental santa catalina - ecuador: boletin divulgativo n°382.*
13. JATIVA, C. (2004). *Texto básico de farmacognosia. Ecuador: cdr-xerox. 54 p.*
14. LOCK, O. (1988). *Investigación fitoquímica. Métodos en el estudio de productos naturales. Perú. Lima: 1 ed. Ed.pontificia universidad católica del Perú. Lima, 213 p.*
15. LOCK, O. (1994.). *Investigación fitoquímica: métodos en el estudio de productos naturales. Lima – Perú.: 2ª.ed., , ed. Pontificia universidad católica del Perú., p. 22-28, 72-80, 114-117.*
16. LOCK, O. (N.D.). *Manual de fitoterapi. Capitulo v. Analisis fitoquimico y metabolitos secundarios. Peru: pontificia universidad catolica del Peru.*
17. LUCERO, O. (2005). *Técnicas de laboratorio de bromatología y análisis de alimentos. Riobamba- Ecuador: xerox, pp 1- 55.*
18. MIRANDA, M. (1986). *Métodos de análisis de drogas y extractos. Cuba: 400 p.*
19. MUJICA A. , BERTI M., IZQUIERDO J. (1997). *El cultivo del amaranto (amaranthus spp) produccion, mejoramiento genetico y utilizacion. Universidad nacional del Altiplano.*
20. MUJICA, S.-E. J. (2006). *El tarwi (lupinus mutabilis sweet.) Y sus parientes silvestres. Universidad real de agricultura y veterinaria, taastrup, dinamarca y universidad nacional del altiplano, puno, Perú.*
21. NARANJO, P. (1986). *Desnutrición: problemas y soluciones. Quito, Ecuador.: publicaciones del ministerio de salud, 242 p.*
22. NOREXPORT, .. (2008). *Normas técnicas y guías de implementación del sector quinua. Compendio. La paz, bolivia. Bolivia.l.*
23. OBREGÓN, J. R. (N.D.). *Metodo científico.*

24. PERALTA, E. .. (2010). *Producción y distribución de semilla de buena calidad con pequeños agricultores de granos andinos: chocho, quinua, amaranto*. Quito: publicación miscelánea no. 169. Programa nacional de leguminosas y granos andinos.
25. PERALTA, E. (1985). *Situación del amaranto en ecuador. El amaranto y su potencial*. Archivos latinoamericanos de nutrición. Washington. D.c. EEUU: general.
26. PERALTA, E. (2010). *Variedad mejorada de amaranto. Amaranthus caudatus l*. Quito, ecuador: estación experimental santa catalina. Iniap.
27. PERALTA, E. (2012). *El amaranto en ecuador “estado del arte”*. Quito, ecuador. 2012-06-01 (pimera version): Pronaleg-ga, Iniap.
28. PERALTA, E. E. (2008). *El ataco, sangorache o amaranto negro (amaranthus hybridus l.) En Ecuador. Estación experimental santa catalina Quito: publicación miscelánea no. 143*.
29. PERALTA, E. E. (2008). *El ataco, sangorache o amaranto negro (amaranthus hybridus l.) En ecuador. Estación experimental santa catalina- Quito: publicación miscelánea no. 143. Programa nacional de leguminosas y granos andinos*.
30. PERALTA, E. N. (2009). *Catálogo de variedades mejoradas de granos andinos: chocho, quinua y amaranto, para la Sierra de Ecuador. Publicación miscelánea no.151. Programa nacional de leguminosas y granos andinos*.
31. PERALTA, E. N. (2009). *Manual agrícola de granos andinos: chocho, quinua, amaranto y ataco. Cultivos, variedades y costos de producción. Estacion experimental santa catalina, quito: manual no. 69. Segunda impresión*.
32. PONCE, A. (2013). *Selección de un proceso de transformación para la disminución de compuestos antinutricionales en el grano y hojas de amaranto (amaranthus caudatus l.) Y sangorache (amaranthus hibrydus l.) . Quito escuela politecnica nacional ingenieria agroindustrial: iniap estacion experimental santa catalina*.
33. PRIMO, E. (TOMO II). *Química organica basica y aplicada de la molecula a la industria. Universidad politecnica de valencia: editorial reverté*.
34. REPO-CARRASCO., R. (1998.). *Introducción a la ciencia y tecnología de cereales y granos andinos. Lima, Perú.: 137 p*.
35. ROJAS W, A. E. (2002). *Plan estratégico para solicitar al codex alimentarius la sede de los cultivos de amaranto, cañahua y quinua en bolivia. Bolivia: fundación proinpa*.
36. ROJAS W, P. M. (2009). *Logro e impactos del subsistema granos alto andinos, periodo 2003 - 2008. En encuentro nacional de innovación tecnológica, agropecuaria y forestal. Iniaf. Cochabamba, 29 y 30 de junio de 2009.: pp. 58-65*.
37. RUBÉN, C. (2004). *Plan estratégico integral para la cadena productiva de la quinua. La paz, bolivia: ministerio de desarrollo económico, unidad de productividad y competitividad*.
38. SAMANIEGO, E. (2005). *Fundamentos de farmacología médica. 6a ed. Quito- ecuador., casa de la cultura ecuatoriana., p. 427-443*.
39. SINGLETON, V. L. (1965). *Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Viticulture. Estados unidos: pp. 144-158*.
40. SOLÍS, P. (2001). *Manual de caracterización y análisis de drogas vegetales y productos fitoterapéuticos. Organización de los estados americanos p. 43-68, 77-78, 84-91*.
41. SYLVIA HERRERA D. AMPARITO MONTENEGRO. (2012). *El amaranto: prodigioso alimento para la longevidad y la vida. Universidad de especialidades turísticas*.
42. TANQUINA, I. (2013). *Efecto de la especie y el procesamiento sobre el contenido de compuestos y propiedades antioxidantes del maíz (zea mays l.) Negro, frejol (phaseolus vulgaris l.) Negro, sangorache (amaranthus quitensis l.) Y variedades de papas nativas*.

Facultad de ciencia e ingeniería en alimentos. Universidad técnica de ambato, departamento de nutrición y calidad. Instituto nacional autónomo de investigaciones agropecuarias. Km 1, panamericana sur. Elena.villacres@iniap.gob.ec: irma tanquina1, elena villacrés2, milton ramos3.

43. VELIOGLU, Y. S. (1998). *Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables and grain products*. J. Agric. Food chem. Pp. 413- 417.
44. VILLACRES E., PERALTA E. , CUADRADO L., REVELLO J. ABDO S. ,ALDAZ R. (2009). *Propiedades y aplicaciones de los alcaloides del chocho*. Quito-ecuador: boletin tecni n°133.
45. ZEGARRA, G. H. (2010). *Actividad deterrente y acaricida de principios activos de quinuas amargas, aceites esenciales y tarwi*. Lima, junio del 2010: pontificia universidad catolica de peru. Tesis para optar el título de licenciado en química.

SITIOS DE LA WEB

46. ATSDR. *FENOL (PHENOL)*. Retrieved from agencia para sustancias toxicas y el registro de enfermedades: http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts115.html
47. BOTANICAL.ONLINE. *Catequinas: antioxidantes por naturaleza*. Retrieved from <http://botanical-online.com/medicinalescatequinas.htm>
48. CASTAÑEDA, C., M.R., M., IBÁÑEZ V.L., G. C., GALAN, L., & QUISPE, H. (N.D.). *Evaluación del efecto antiinflamatorio del extracto acuoso de las semillas de lupinus mutabilis sweet (tarwi, chocho), en animales de experimentación*. Retrieved from instituto de investigación facultad de medicina humana usmp. Universidad de san martin de porres. Lima-peru: http://www.medicina.usmp.edu.pe/horizonte/2002/art3_vol2_n1-2.pdf
49. CONICET. *CONGRESOS Y REUNIONES CIENTIFICAS*. Retrieved from http://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keywords=&id=29745&congresos=yes&detalles=yes&congr_id=676399
50. FAO. *La quinoa el cereal milenario de los andes*. Retrieved from http://www.inkanat.com/es/alimentacionnatural/quinoa_quinoa.html
51. FAO. *QUINUA 2013 AÑO INTERNACIONAL*. Retrieved from www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=contenido de grasa en la quinua&source=web&cd=3&cad=rja&ved=0cdyqffjac&url=http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/nutritional-value/es/&ei=gbgbuf_8azkk9ascgyh4da&usq=afqjcnffaba_az7bewdlb_qfbexiogzvhq&bvm=bv.467517
52. *FENOLES*. . From <http://www.alonsoformula.com/organica/fenois.htm>
53. FERNÁNDEZ, P. (2004). *Tipo de estudios epidemiológicos*. Disponible en www.fisterra.com (consultado el 20 de julio de 2004).
54. INIAP. (2009). *Elaboracion de una sopa instantánea a base de hoja quinua verde (chenopodium quinoa willd) a dos temperaturas de secado, nueve formulaciones, utilizando dos tipos de empaques y cinco tiempos de almacenamiento para obtener un producto de alto valornutritivo*. From <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/893/1/t-utc-1210.pdf>
55. INKANATURAL. *Amaranto o kiwicha: el alimento del futuro*. From <http://www.inkanatural.com/es/arti.asp?ref=amaranto>
56. LUIS GARCIA Y JAVIER SOLAS. *Aminoacidos*. Retrieved from <http://www.todonatacion.com/nutricion/aminoacidos/>

57. MARTÍNEZ-FLÓREZ, J. GONZÁLEZ-GALLEGO, J. M. CULEBRAS Y M. J. TUÑÓN. (2002). *Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes*. Retrieved from http://www.recursosdeenologia.com/docs/2002/2002_los_flavonoides_propiedades_y_acciones_antioxidantes.pdf
58. MONTENOVA. *Estudios nutricionales de la quinua*. Retrieved from <http://montenoa.com/nutricional.htm>
59. ONLINE, B. *Propiedades medicinales de la quinua*. Retrieved from http://www.botanical-online.com/quinua_propiedades.htm
60. SAPONINA DE QUINUA. Retrieved from <http://www.buenastareas.com/ensayos/saponina-de-quinua/1565556.html>
61. TAPIA M. (2007). *Origen y domesticación de la sespecies alimenticias en la región andi*. From <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produccion/contenido/libro10/cap01.htm> (200912)
62. USO INDUSTRIAL DE PLANTAS AROMÁTICAS Y MEDICINALES. Retrieved from <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/uso-industrial-de-plantas-aromaticas-y-medicinales/contenidos/material-de-clase/tema6.pdf>
63. VILLELA, C. A. (2005, GUATEMALA, OCTUBRE). *Tamizaje fitoquímico del fruto del árbol de la sapindus saponaria (jaboncillo), identificando las principales familias de metabolitos secundarios, en muestras provenientes de cunén, departamento del quiché, guatemala*. Retrieved from [trabajo de graduación: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0976_q.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0976_q.pdf)
64. www.cipotato.org/artc/.../07_aporte_cultivos_andinos_nutric_human.pdf

X ANEXOS

ANEXO #1

Determinación de humedad
(A.O.A.C., 925.10, 1990)

Principio

Se basa en la determinación de la cantidad de agua existente en la muestra. Esta determinación se realiza para poder expresar los resultados en base seca; por diferencia de pesos se obtiene el contenido de materia seca en la muestra.

Equipos y materiales

Estufa.

Balanza analítica.

Crisoles.

Pinza metálica.

Espátula.

Desecador.

Procedimiento

Se lavan los crisoles con agua destilada, se secan en una estufa a 105°C por 8 horas, se retiran a un desecador y una vez fríos se pesan. Se pesa de 1 a 2 g de muestra molida en los crisoles, se lleva a la estufa a 105 °C por 12 horas (preferible una noche), se retira los crisoles que contienen la muestra a un desecador hasta que estén fríos y se pesan.

Cálculos

$$H = \frac{P_{cmh} - P_{cms}}{P_{cmH} - P_c} \times 100$$

Se utiliza la siguiente ecuación:

Dónde:

H = Porcentaje de humedad.

P_c = Peso del recipiente.

P_{cmh} = Peso del recipiente más muestra húmeda.

P_{cms} = Peso del recipiente más muestra seca.

ANEXO #2

Determinación de cenizas
(A.O.A.C., 923.03, 1990)

Principio

Este método determina las cenizas como el residuo remanente después de incineración bajo las condiciones especificadas para la prueba.

Equipos y materiales

Estufa
Balanza analítica
Placa calentadora o reverbero
Mufla
Pinza metálica
Crisoles de porcelana
Desecador
Espátula

Procedimiento

Pesar 2 gramos de muestra bien mezclada y homogenizada en un cápsula previamente tarada. Pre-calcinar la muestra suavemente en una placa calentadora o reverbero hasta calcinación total (presentar un color negro). Se coloca en una mufla previamente calentada a 600 °C y mantener a esta temperatura por 2 horas, hasta que la ceniza adquiera un color blanco o grisáceo. Transferir la cápsula a un desecador, enfriar a temperatura ambiente y pesar inmediatamente.

Cálculos

$$C (\%) = \frac{P_{cz} - P_c}{P_{cm} - P_c} \times 100$$

Dónde:

C = Contenido de cenizas.
P_c = Peso de crisol tarado.
P_{cz} = Peso de crisol + ceniza.
P_{cm} = Peso de crisol + muestra.

ANEXO #3

Determinación de proteína total (Macro Kjeldahl)

(METODO 2.057.A.O.A.C., 1984)

Principio

El nitrógeno de las proteínas y otros compuestos se transforman en sulfato de amonio al ser digeridas en ácido sulfúrico en ebullición. El residuo se enfría, se diluye con agua y se le agrega hidróxido de sodio. El amonio presente se desprende y por destilación se recibe en una solución de ácido bórico, que luego se titula con ácido sulfúrico estandarizado.

Equipos y materiales

Balanza analítica.

Aparato de digestión y destilación macro kjeldahl.

Tubos Kjeldahl de 50 ml.

Erlenmeyer de 250 ml.

Titulador automático.

Agitadores magnéticos.

Reactivos

Ácido sulfúrico (grado técnico).

Ácido clorhídrico 0.02 N estandarizado.

Hidróxido de sodio al 40% (grado técnico).

Ácido bórico al 4%.

Indicador mixto: rojo de metilo al 0,1% y verde de bromocresol al 0,2% en alcohol de 95%.

Mezcla catalizadora: 800 g de Sulfato de potasio o sodio, 50 g de Sulfato cúprico pentahidratado y 50 g de Dióxido de selenio.

Agua desmineralizada.

Procedimiento

Digestión:

Se pesa exactamente alrededor de 1 g de muestra, se colocan dentro de un tubo de digestión y se añade 5 g de catalizador y 10 ml de ácido sulfúrico al 92% (grado técnico).

Se coloca los tubos en el digestor kjeldahl con los calentadores a 500 °C hasta que la solución adquiera una coloración verde, indicativo de que toda la materia orgánica se ha digerido.

Se retiran los tubos del digestor y se enfrían.

Destilación:

Se coloca la muestra en el destilador y se añade 70 ml de hidróxido de sodio al 40%, se destila recogiendo el destilado en 25 ml de ácido bórico al 4%.

Titulación:

Al destilado se agrega 2 gotas del indicador mixto y se titula con ácido clorhídrico 0.02N, hasta que la solución cambie de color. Se realiza también una titulación con un blanco.

Cálculos

$$\% P = \frac{(M_a - M_b) * N * 0.014 * 6.25}{P_m} * 100$$

Dónde:

% P = Porcentaje de proteína.

N = Normalidad del ácido titulante.

M_a = Mililitros de ácido gastado en la muestra.

M_b = Mililitros de ácido gastado en el blanco.

P_m = Peso de la muestra en gramos.

6.25 = Factor proteico del nitrógeno.

ANEXO #4

Determinación de grasa o extracto etéreo

(Método Gc. R. Lees.,1969.)

Principio

El solvente utilizado se condensa continuamente extrayendo materiales solubles al pasar a través de la muestra. El extracto se recoge en un vaso, al completar el proceso, se evapora el solvente quedando en el vaso el extracto graso de la muestra.

Equipos y materiales

Balanza analítica.

Estufa.

Equipo Goldfish: balón de destilación, dedal para la muestra.

Desecador.

Espátula.

Pinza metálica.

Algodón.

Reactivos

Hexano (grado técnico).

Procedimiento

Lavar los balones de destilación con agua destilada y llevar a la estufa a 105 °C por 2 horas, retirar los vasos en un desecador, enfriar, pesar, y añadir 200 ml de hexano.

Pesar de 1 a 2 gramos de muestra, colocar en un cartucho limpio y tapar con algodón.

Depositar el cartucho con la muestra dentro del dedal y colocar del balón con hexano, montar el equipo Goldfish, abrir la llave de agua fría para el refrigerante, extraer la grasa por 7 horas.

Secar el balón de destilación con el residuo en una estufa a 105 °C por 7 horas, retirar de la estufa un desecador, enfriar y pesar.

Cálculos

Se utiliza la ecuación:

$$EE = \frac{P_{vr} - P_v}{P_m} \times 100$$

Dónde:

EE = Extracto etéreo (%).

P_v = Peso del balón tarado.

P_{vr} = Peso del balón + residuo.

P_m = Peso de la muestra.

ANEXO #5

Determinación de fibra cruda o bruta (AOAC 962.09, 2000)

Principio

Una muestra libre de humedad (menos 20%) y grasa (menos 12%) se digiere primero con una solución ácida y luego con una solución alcalina; los residuos orgánicos restantes, se recogen en un crisol filtro. La pérdida de peso después de incinerar la muestra, se denomina fibra cruda.

Equipos y materiales

Balanza analítica.

Equipo para digestión.

Estufa.

Mufla.

Equipo de filtración: Kitasato, trompa de agua.

Vasos de 600 ml forma larga.

Crisoles filtrante de porcelana.

Lana de vidrio.

Pipetas volumétricas.

Reactivos

Ácido sulfúrico al 7 por mil.

Hidróxido de sodio al 22%.

Antiespumante: alcohol isoamílico.

Hexano.

Procedimiento

Pesar de 1 a 2 gramos de muestra en un vaso de 600 ml, añadir 200 ml de ácido sulfúrico al (7 ppm) y 1 ml de alcohol isoamílico. Digerir por 30 minutos y agregar 20 ml de hidróxido de sodio al 22 %, 1 ml de alcohol isoamílico y digerir por 30 minutos, disminuyendo la temperatura.

Recoger la fibra en crisoles filtrantes previamente lavados en cuya base se ha depositado una capa de lana de vidrio hasta la mitad del crisol aproximadamente. Se lava con agua desmineralizada caliente, con 100 ml de ácido sulfúrico al 7 por mil y 20 ml de hexano, terminándose los lavados de la fibra con agua.

Secar en una estufa a 105 °C, por 8 horas (preferible una noche), retirar en un desecador, enfriar y pesar. Calcinar en una mufla por 4 horas a 600 °C, retirar en un desecador, enfriar y pesar.

Cálculos

$$F_c = \frac{P_{cf} - P_{cc}}{P_m} \times 100$$

Según la ecuación:

Dónde:

F_c = Porcentaje de fibra cruda

P_{cf} = Peso del crisol secado a 105 °C

P_{cc} = Peso del crisol después de la incineración

P_m = Peso de la muestra

REACCIONES DE CARACTERIZACIÓN

Ensayo de Dragendorff

Utilizado para detectar la presencia de alcaloides. Se debe tomar en cuenta que si el extracto está disuelto en solvente orgánico, este debe evaporarse en baño de agua y el residuo redisolverse en 1 ml de ácido clorhídrico al 1 %. Si se trata de un extracto acuoso, a la alícuota se le añade 1 gota de ácido clorhídrico concentrado

Para el ensayo, a la solución acuosa ácida se le añade 3 gotas del reactivo de Dragendorff, y se observa:

- Opalescencia (+)
- Turbidez definida (++)
- Precipitado (+++)(7)

Ensayo de Mayer

A la solución ácida se le adiciona una pizca de cloruro de sodio en polvo, se agita y se filtra. Al filtrado se agrega 2 ó 3 gotas de la solución reactiva de Mayer, y se observa lo siguiente:

- Opalescencia (+)
- Turbidez definida (++)
- Precipitado abundante (+++)

En el caso de alcaloides cuaternarios y/o amino-óxidos libres, éstos sólo se encontrarán en el extracto acuoso y para considerar su presencia la reacción debe ser (++) ó (+++), en todos los casos, ya que un resultado (+), puede provenir de una extracción incompleta de bases primarias, secundarias o terciarias.(7)

Ensayo de Wagner

Se parte de la solución ácida, de igual forma que en los casos anteriores. A esta solución, se le adiciona 2 ó 3 gotas del reactivo de Wagner y se reporta los resultados de igual forma que en la reacción anterior.(7)

Ensayo de Baljet

Es útil para reconocer la presencia de compuestos con agrupamiento lactónico, en particular cumarinas, aunque otros compuestos lactónicos pueden dar resultado positivo. Si la alícuota de la muestra a probar no está en alcohol, debe evaporarse el solvente en baño de agua y redisolverse en 1 ml de alcohol. Seguidamente, se añade 1mL del reactivo. La prueba es positiva, cuando aparece una coloración o precipitado de color rojo (++ y +++) respectivamente. (7)

Ensayo de Borntrager

Es útil para detectar la presencia de quinonas. Si la alícuota no está en cloroformo debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo redisolverse en 1 ml de cloroformo. Se adiciona 1 ml de hidróxido de sodio, hidróxido de potasio o amonio al 5 %. Se agita mezclando las fases y se deja en reposo hasta su ulterior separación. El ensayo es positivo cuando la fase acuosa alcalina (superior) se colorea de rosado, en este caso se reporta (++) o rojo, para lo cual se reporta (+++) (7).

Ensayo de Lieberman-Buchard

Permite reconocer la presencia de triterpenos y/o esteroides, en ambos tipos debe poseer un núcleo del androstano, generalmente insaturado en el anillo B y la posición 5-6. Para ello, si la alícuota no se encuentra en cloroformo debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo redisolverse en 1 ml de cloroformo. Se adiciona 1 ml de anhídrido acético y se mezcla bien. Por la pared del tubo de ensayo se dejan resbalar 2-3 gotas de ácido sulfúrico concentrado sin agitar.

Un ensayo positivo se tiene por un cambio rápido de coloración

- Rosado-azul muy rápido
- Verde intenso-visible aunque rápido
- Verde oscuro-negro-final de la reacción

El tercer cambio generalmente ocurre cuando el material evaluado tiene cantidades importantes de estos compuestos. Para realizar este ensayo no debe haber agua en el medio de reacción pues ésta con el ácido sulfúrico reacciona de forma violenta y puede ocurrir un accidente.

Esta reacción es también utilizada para diferenciar las estructuras esteroidales de los triterpenoides, las primeras producen coloraciones azul o azul verdoso, mientras que para las segundas se observa rojo, rosado o púrpura. Estas coloraciones pueden variar por interferencias producidas por carotenos, xantofilas y esteroides saturados que puedan estar presentes (7).

Ensayo de resinas

Para detectar este tipo de compuesto, se adiciona a 2 ml de la solución alcohólica, 10 ml de agua destilada. La aparición de un precipitado indica un ensayo positivo (7).

Ensayo de Fehling

Permite reconocer en un extracto la presencia de azúcares reductores. Para ello, si la alícuota del extracto no se encuentra en agua, debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo redisolverse en 1-2 ml de agua. Se adicionan 2 ml del reactivo y se calienta en baño de agua 5-10 minutos la mezcla. El ensayo se considera positivo si la solución se colorea de rojo o aparece precipitado rojo. El reactivo se prepara de la siguiente forma:

Solución A: Se pesa 35g de sulfato cúprico hidratado cristalizado y se disuelve con agua hasta un volumen total de 1000 ml.

Solución B: Se pesa 150 g de tartrato de sodio y potasio y 40 g de hidróxido de sodio y se disuelve con agua hasta un volumen total de 1000 ml.

Las soluciones se tienen preparadas de forma independiente y se mezcla igual cantidad en volumen de cada una de ellas justo en el momento de realizar el ensayo. Dicha mezcla es la que se adiciona a la alícuota a evaluar (7)

Ensayo de espuma

Permite reconocer en un extracto la presencia de saponinas, tanto del tipo esterooidal como triterpénica. De modo que si la alícuota se encuentra en alcohol, se diluye con 5 veces su volumen en agua y se agita la mezcla fuertemente durante 5-10 minutos.

El ensayo se considera positivo si aparece espuma en la superficie del líquido de más de 2 mm de altura y persistente por más de 2 minutos (7).

Ensayo del cloruro férrico

Permite reconocer la presencia de compuestos fenólicos y/o taninos en un extracto vegetal. Si el extracto de la planta se realiza con alcohol, el ensayo determina tanto fenoles como taninos. A una alícuota del extracto alcohólico se le adicionan 3 gotas de una solución de tricloruro férrico al 5 % en solución salina fisiológica (cloruro de sodio al 0.9 % en agua). Si el extracto es acuoso, el ensayo determina fundamentalmente taninos. A una alícuota del extracto se añade acetato de sodio para neutralizar y tres gotas de una solución de tricloruro férrico al 5 % en solución salina fisiológica, un ensayo positivo puede dar la siguiente información general:

- Desarrollo de una coloración rojo-vino, compuestos fenólicos en general.
- Desarrollo de una coloración verde intensa, taninos del tipo pirocatecólicos.
- Desarrollo de una coloración azul, taninos del tipo pirogalotánicos(7)

Ensayo de Shinoda

Permite reconocer la presencia de flavonoides. Si la alícuota del extracto se encuentra en alcohol, se diluye con 1 ml de ácido clorhídrico concentrado y un pedacito de cinta de magnesio metálico.

Después de la reacción se espera 5 minutos, se añade 1 ml de alcohol amílico, se mezclan las fases y se deja reposar hasta que se separen.

Si la alícuota del extracto se encuentra en agua, se procede de igual forma, a partir de la adición del ácido clorhídrico concentrado.

El ensayo se considera positivo cuando el alcohol amílico se colorea de amarillo, naranja, armelita o rojo; intenso en todos los casos (7)

Ensayo de Kedde

Permite reconocer en un extracto la presencia de glicósidos cardiotónicos. Una alícuota del extracto en etanol se mezcla con 1 ml del reactivo y se deja reposar durante 5-10 minutos. Un ensayo positivo es en el que se desarrolla una coloración violácea, persistente durante 1-2 h. El reactivo de Kedde se prepara de la siguiente forma:

– Solución 1: Ácido 3.5 dinitrobenzónico al 2 % en metanol.

– Solución 2: Hidróxido de potasio al 5.7 % en agua.

Las soluciones se tienen preparadas de forma independiente y se mezcla igual cantidad en volumen de cada una de ellas justo en el momento de realizar el ensayo. Dicha mezcla es la que se adiciona a la alícuota a evaluar (7)

Ensayo de mucílagos

Permite reconocer en los extractos de vegetales la presencia de esta estructura tipo polisacárido, que forma un coloide hidrófilo de alto índice de masa que aumenta la densidad del agua donde se extrae. Para ello una alícuota del extracto en agua se enfría a 0-5°C, si la solución toma una consistencia gelatinosa el ensayo es positivo (18).

Ensayo de principios amargos y astringentes

El ensayo se realiza saboreando 1 gota del extracto acuoso o del vegetal y reconociendo el sabor de cada uno de estos principios bien diferenciados al paladar. (13)

ANEXO #7

Cuantificación de alcaloides - Método de titulación

Procedimiento:

- Moler la muestra seca y pesar 0,2 g
- En un Erlenmeyer de 50ml añadir la muestra pesada, agregar 10 ml de agua destilada, colocar en plancha de agitadora durante 10 min.
- Trasvasar el contenido del Erlenmeyer a tubos de centrifuga de 50 ml para centrifugar durante 10 min a 30000 rpm.
- Con una probeta medir el sobrenadante y trasvasar a un Erlenmeyer de 20ml.
- Titular el sobrenadante con NaOH al 0,01 N utilizando 3 gotas de fenolftaleína como indicador, hasta el primer cambio.

Cálculos:

$$\%alcaloides\ como\ lupanina = \frac{NaOH(ml) \times N \times \left(\frac{meEq}{ml}\right) \times \frac{248mg}{meEq}}{S(ml)}$$

Dónde:

NaOH(ml)= mililitros de NaOH al 0,001 N gastados en la titulación

N= Normalidad de la Base

S= mililitros de sobrenadante medidos

ANEXO #8

Cuantificación de saponina- Método de la espuma

Alcance

Este método se aplica a la quinua con contenido de saponinas comprendido entre 0,005% (0,2 cm) hasta 0,37 % (3,0 cm).

Fundamento

Este método físico se basa en las propiedades tensoactivas de las saponinas. Cuando se disuelven en agua y se agiten, las saponinas dan una espuma estable, cuya altura puede correlacionarse con el contenido de saponinas en los granos.

Procedimiento

- Colocar $0,50 \pm 0,02$ g de granos de quinua en un tubo de ensayo.
- Añadir 5,0 cm³ de agua destilada y tapar el tubo. Poner en marcha el cronómetro y sacudir fuertemente el tubo durante 30 segundos.
- Dejar el tubo en reposo durante 30 minutos, luego sacudirlo otra vez durante 30 segundos.
- Dejar el tubo en reposo durante 30 minutos o más, luego sacudir otra vez durante 30 segundos.
- Dar al tubo una última sacudida fuerte.
- Dejar el tubo en reposo durante 5 minutos, luego medir la altura de espuma con aproximación a 10,1 cm.

CÁLCULOS

El contenido de saponinas de la quinua en grano, expresado en porcentaje, se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$P_s = \frac{(0,646 \times h) - 0,104}{m \times 10}$$

Siendo:

P_s = el contenido de saponinas de la quinua, en porcentaje en masa;

h = altura de espuma, en cm;

m = masa de la muestra, en g.

ANEXO # 9

Cuantificación de flavonoides - Método AlCl₃ (Quettier-Deleu *et al.*, 2000)

Reactivos

Cloruro de aluminio en metanol al 2%: disolver 2g de AlCl₃.6H₂O en 100ml de metanol

Procedimiento

Tomar 2,5 g de muestra y añadir 30 ml de metanol al 80% en un Erlenmeyer de 120ml, se colocan en una plancha agitadora durante 10 min.

Trasvasar el contenido de los Erlenmeyer a tubos de centrifuga de 50ml para centrifugar a 10000 rpm durante 15 min.

Filtrar el sobrante con papel Whatman N°4, el residuo de la centrifuga se diluye con 20ml de metanol al 80%, para repetir el proceso anterior. Los extractos se almacenan a 4°C:

Se tomó 2ml del extracto en metanol al 80% a 4°C en tubos de ensayo, se añaden 2ml de AlCl₃.6H₂O.

Se agita y se deja reposar en la oscuridad durante 10 min

Se midió en el espectrofotómetro a 430 nm.

Cálculos

El contenido de flavonoides se determinó con la siguiente relación:

$$\text{Contenido de flavonoides} \left(\frac{\text{mg}}{100\text{ml extracto liquido}} \right) = \frac{A \times MW \times DF \times 100}{E \times W}$$

Dónde:

A: absorbancia

MW: peso molecular C₁₅H₁₀O₇ [Da]

DF: factor de dilución

E: absortividad molar [cm-1litro/mol] 14000

W: peso de la muestra[g]

ANEXO #10

CURVA PATRON DE QUERCITINA

CURVA PATRON	
Quercetina ug/ml	Absorbancia 430 nm
0	0,0395
10	0,4404
20	0,6101
30	1,0304
40	1,2373
50	1,7407
60	1,8539

FUENTE: IRMA TANQUINA, 2013

PESO MOLAR Y ABSORTIVIDAD QUERCITINA

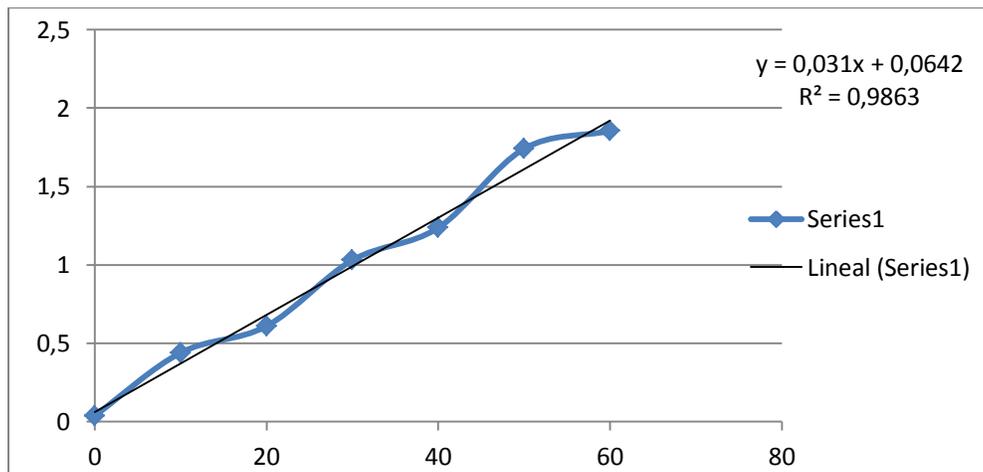
Quercitina

PM 302,1638

ABSORTIVIDAD 14000

MOLAR

FUENTE: IRMA TANQUINA, 2013



CURVA PATRON QUERCITINA

FUENTE: TANQUINA,2013

ANEXO11

ANALISIS BROMATOLOGICOS



Molienda de granos secos

HUMEDAD



Secado de la harina de los granos a 37°C

CENIZAS



Muestras de granos y hojas en incineración a 510°C y convertidas en cenizas

PROTEINA



Muestras de granos y hojas en el digestor



Muestras de granos y hojas en el destilador



Muestras de granos y hojas en titulación



Muestras de granos y hojas tituladas

GRASA



Muestras de granos y hojas en la extracción de grasa

FIBRA



Muestras de granos y hojas en digestión

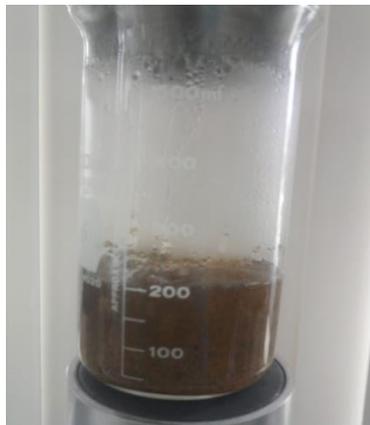


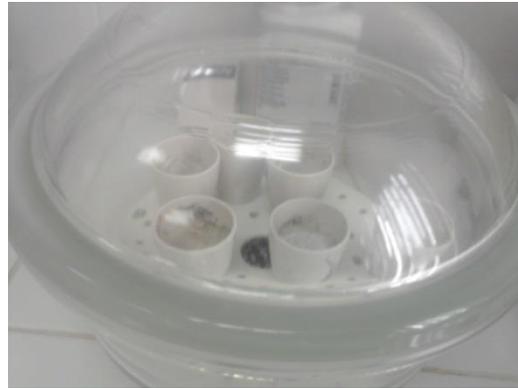


Adición del hidróxido de sodio



Segunda fase de la fase de la digestión





Muestras en el desecador después de la calcinación

ANEXO 12

CUANTIFICACION DE ALCALOIDES



Muestras de chocho triturando con el mortero



Muestras de chocho en agitación con agua destilada



Muestras de chocho en agitacion y luego en centrifugacion



Sobrante en titulaci3n

ANEXO 13
CUANTIFICACION SAPONINAS



Muestras de granos y hojas de quinua con agua de desticaion en reposo luego de la agitacion y espuma luego del reposo

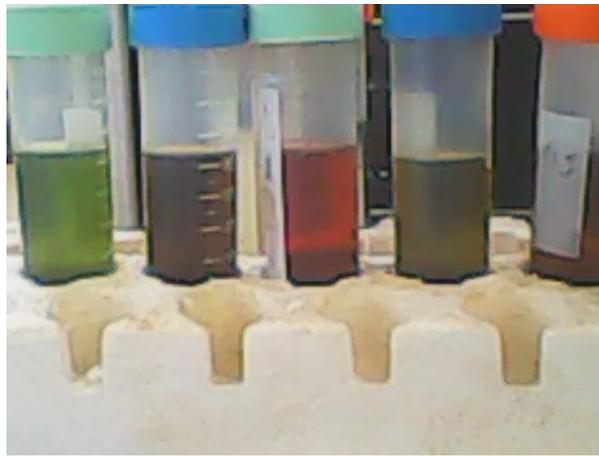
ANEXO 14
CUANTIFICACION FLAVONOIDES



Muestras analizadas en agitacion



Muestras analizadas en centrifugación



Luego de la centrifugación



Muestras analizadas filtrando



Extractos de las muestras analizadas



Muestras analizadas en reposo



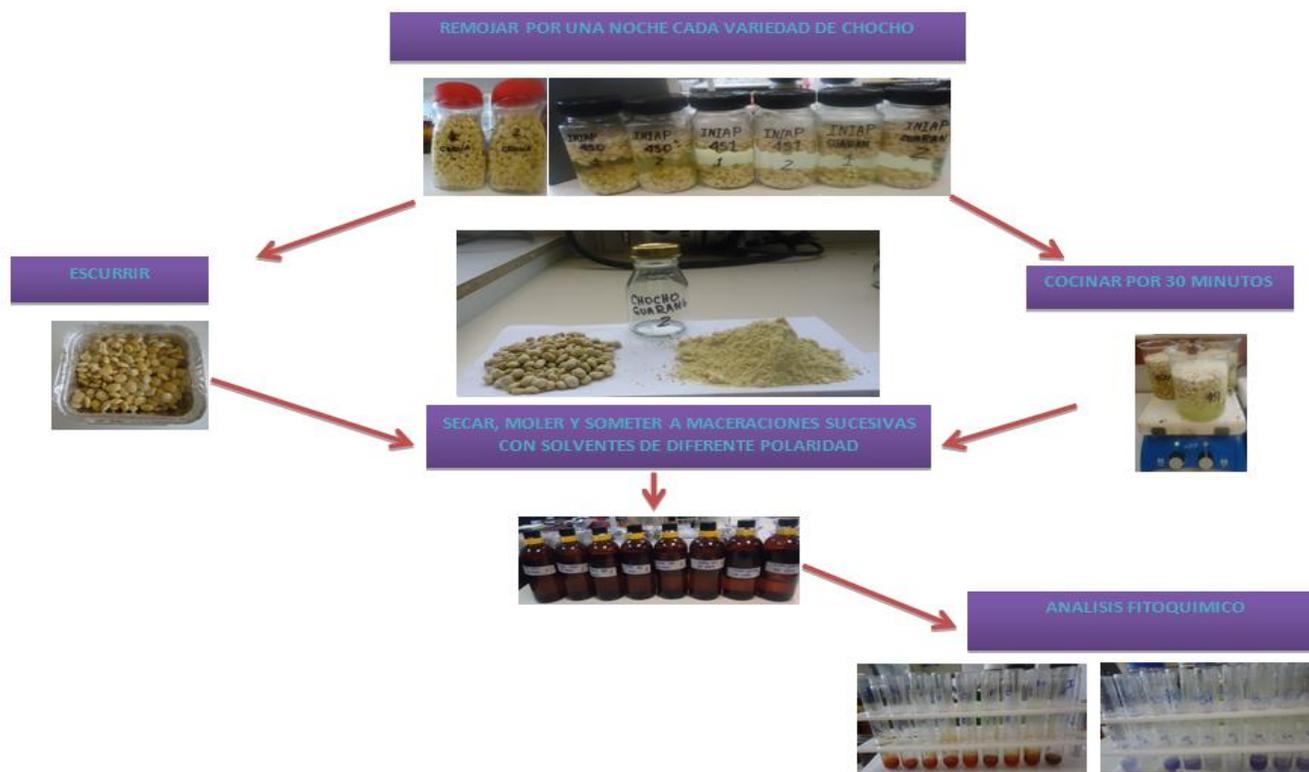
Muestras analizadas en agitación



Muestras analizadas en espectrofotómetro a 430 nm

ANEXO 15

ANÁLISIS FITOQUÍMICOS EN LAS MUESTRAS DE CHOCHOS



ANEXO 16

ANALISIS FITOQUIMICOS EN LAS MUESTRAS DE AMARANTO Y SANGORACHE

